



DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Cross Age Peer Tutoring in Physics
Einflussfaktoren auf Vorstellungen zu einfachen Gleichstromkreisen

Verfasser

Bernhard Himmer

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 412 299

Studienrichtung lt. Studienblatt: UF Physik, UF Psychologie/Philosophie

Betreuerin: Priv.-Doz. Dr. Hildegard Urban-Woldron

Zusammenfassung

Ob und wie Lernen und Lehren in einem bestimmten Unterrichtssetting zu einem Lernerfolg führt, ist in der fachdidaktischen Forschung ein primäres Interessensgebiet. Die Unterrichtsmethode Cross Age Peer Tutoring entspricht einem Unterricht Gleichgesinnter über Altersgrenzen hinweg und ist bekannt für ihre positiven Effekte auf Leistung und Motivation Lernender bei Einsatz auf unterschiedlichsten Gebieten. Ziel dieser Arbeit ist es, diese Methode hinsichtlich ihres Potentials zu untersuchen, einen Konzeptwechsel Lernender bezüglich ihrer Vorstellungen zu einfachen Gleichstromkreisen in der Elektrizitätslehre herbeizuführen. Dabei wird auf den Ablauf dieses Prozesses fokussiert und mittels eines Mixed-Methods-Ansatzes mit Schwerpunkt auf Videoanalyse sowie Fragebogen- und Testinstrument die Interaktion der Schülergruppen nach Aktivitäten untersucht, welche den Konzeptwechsel unterstützen, wobei das Forschungsinteresse dieser Arbeit dabei, aufgrund der Ergebnisse empirischer Forschungen die untersuchte Thematik betreffend, der intrinsischen Motivation der Akteure, ihren kognitiven Lehr- und Lernstrategien sowie ihren allgemeinen Verhaltensweisen und Emotionen gilt. Die Ergebnisse machen deutlich, dass Wechselwirkungen von intrinsischer Motivation sowie von Vorstellungen, Verhalten und Emotionen der Akteure aufeinander und auf den Konzeptwechsel bestehen und zeigen förderliche und hemmende Interaktionsabläufe auf. Zudem belegen die Ergebnisse die positive Wirkung bestimmter Lehr- und Lernstrategien, Analogien und Heuristiken auf den Konzeptwechsel, die für die Anwendung im Unterricht auch unabhängig von der Methode Cross Age Peer Tutoring von Nutzen sind.

Abstract

Acquiring knowledge and learning in a clearly defined teaching setting is one of the main focuses of nowadays technical didactics-research. Cross Age Peer Tutoring as a teaching method means instruction of peers without limitation of age and is known for its positive effects on achievement and motivation in various fields. The main focus of this work is to analyze this method's potential, to cause a conceptual change concerning the learner's representations of simple dc-circuits. Thereby the focus lies on the course of events and identifying activities in the interaction of peer groups, which enhance conceptual change through using Mixed-Methods-research with main focus on video analysis as well as questionnaires. Therefore, research results of empirical studies put the main interest on intrinsic motivation of actors, their cognitive teaching and learning strategies and their behavior and emotions. The results imply the existence of reciprocities of intrinsic motivation, student's conceptions, behavior and emotions on conceptual change and show skill-building and repressive interaction-sequences. In addition the results prove the positive effects of certain teaching- and learning-strategies, analogies and heuristics on conceptual change, which also might improve traditional teaching and learning.

Danksagung

Diese Arbeit hätte nicht ohne die stetige und unermüdliche Unterstützung meiner Betreuerin Priv.-Doz. Dr. Hildegard Urban-Woldron entstehen können, die damit meinen akademischen Werdegang mit größter Geduld und zahlreichen vorausschauenden Hinweisen bereitete, weshalb ihr größter Dank gebührt. Ein großer Dank gebührt Prof. Martin Hopf, der viele kompetente Hilfestellungen und wichtige Ratschläge erteilte.

Weiters danke ich allen Kolleginnen und Kollegen, die durch ihre Arbeiten zu Schülervorstellungen auch meine Untersuchungen direkt oder indirekt unterstützten, indem ich von ihnen etwa Fragebogeninstrumente für diese Arbeit entleihen oder Informationen zu Testitems einholen konnte. Diesbezüglich geht mein Dank an Mag.^a Marianne Korner, Mag. Georg Hanisch und Doris Abraham.

Nicht zuletzt gebührt mein Dank allen Schülerinnen und Schülern, Lehrerinnen und Lehrern und allen am Sparkling-Science-Projekt Cross Age Peer Tutoring Teilnehmenden, die maßgeblich zum Erfolg des Projektes und damit dieser Arbeit beigetragen haben.

Ich danke meinen Freunden für die Geduld und das Verständnis für meine Abwesenheit während des Großteils der Zeit, welche die Verfassung dieser Arbeit in Anspruch nahm.

Meiner Familie kann ich gar nicht genug danken. Euch widme ich diese Diplomarbeit.

Die Widmung gebührt:

Meinen Eltern Werner und Angela, wegen eures unermesslichen Beistandes, eurer Hilfe in allen Lebenslagen und dafür, mit Liebe von euch gefördert worden zu sein.

Meinem Bruder Reinhard mit seiner Frau Beatrix,
weil ihr immer da seid, wenn ich euch brauche.

Dir, Verena, für deine Liebe, deinen Beistand und deine Verlässlichkeit,
die mir in allen Lebenslagen das nötige Fundament bieten
und für die Gewissheit, angekommen zu sein.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Thema der Arbeit	1
2	Relevanz des Forschungsproblems und der Ergebnisse	2
3	Theoretisches Rahmenkonzept	3
3.1	Vorstellungen Lernender und Konzeptwechsel	3
3.1.1	Vorstellungen Lernender in der Elektrizitätslehre	4
3.1.1.1	<i>Fehlende Stromkreisvorstellungen</i>	5
3.1.1.2	<i>Verbrauchsvorstellungen</i>	6
3.1.1.3	<i>Vorstellungen zur Batterie</i>	7
3.1.1.4	<i>Vorstellungen zum elektrischen Widerstand</i>	7
3.1.1.5	<i>Nicht-systemisches Denken</i>	8
3.1.1.6	<i>Vorstellungen zur Geometrie des Schaltbildes</i>	10
3.1.1.7	<i>Hybrid-Vorstellungen</i>	11
3.1.1.8	<i>Zusammenfassung</i>	11
3.1.2	Herkunft der Vorstellungen Lernender	12
3.1.2.1	<i>Alltagsvorstellungen</i>	12
3.1.2.2	<i>Einfluss des Lehr- und Lernsettings</i>	13
3.1.2.3	<i>Beteiligung affektiver Aspekte</i>	14
3.1.3	Konzeptwechsel im Rahmen des Unterrichts	14
1.	Unzufriedenheit der Lernenden mit ihren bereits vorhandenen Vorstellungen:	15
2.	Logische Nachvollziehbarkeit der neuen Vorstellung:	15
3.	Plausibilität der neuen Vorstellung:	16
4.	Fruchtbarkeit der neuen Vorstellung:	16
3.1.3.1	<i>Motivationale Aspekte des Konzeptwechsels und Einfluss der Lernumgebung</i>	16
3.1.3.2	<i>Konzeptwechsel als Prozess</i>	17
3.1.3.3	<i>Bedeutung von Analogien für den Konzeptwechsel</i>	18
3.1.3.4	<i>Evolutionäre und Revolutionäre Konzeptwechselansätze</i>	19
3.1.3.5	<i>Konstruktivistische Konzeptwechselansätze</i>	20
3.1.3.6	<i>Zusammenfassung</i>	21
3.2	Motivation und Interesse	21
3.2.1	Intrinsische und extrinsische Motivation	21
3.2.1.1	<i>Tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation</i>	22
3.2.1.2	<i>Auf das Selbst bezogene intrinsische Motivation</i>	22
3.2.1.3	<i>Interesse und intrinsische Motivation</i>	22
3.2.1.4	<i>Abhängigkeit der intrinsischen Motivation von der Zielorientierung</i>	23
3.2.1.5	<i>Relevanz von Grundbedürfnissen für eine Theorie der intrinsischen Motivation</i>	23
3.2.2	Selbstbestimmungstheorie der Motivation	24
3.2.3	Interessentheorie	27
3.3	Cross Age Peer Tutoring	31
3.3.1	Ursprünge von Cross Age Peer Tutoring und verwandte Konzepte	31
3.3.1.1	<i>Kooperatives Lernen</i>	31
3.3.1.2	<i>Cognitive Apprenticeship</i>	33
3.3.1.3	<i>Lernen durch Lehren</i>	36

3.3.2	Methodik und Einfluss von Cross Age Peer Tutoring	37
3.3.2.1	<i>Einfluss von Cross Age Peer Tutoring auf Lernleistung und Konzeptwechsel</i>	40
3.3.2.2	<i>Einfluss von Cross Age Peer Tutoring auf Motivation und Interesse</i>	50
3.3.2.3	<i>Einfluss der Rolle beim Cross Age Peer Tutoring</i>	54
3.4	Zusammenfassung der Theorie und Bezug auf die vorliegende Studie	61
4	Empirischer Teil	62
4.1	Forschungsfragen und Hypothesen der Untersuchung	62
4.1.1	Forschungsfragen	62
4.1.2	Hypothesen	64
4.2	Untersuchungsdesign	65
4.2.1	<i>Kick-Off-Veranstaltung</i>	66
4.2.2	Steuergruppentreffen	66
4.2.3	Mentoring der AHS-Oberstufe	67
4.2.4	Cross Age Peer Tutoring: 6. Klasse AHS – 3. Klasse AHS	68
4.2.5	Mentoring der AHS-Unterstufe	68
4.2.6	Same Age Peer Tutoring: 3. Klasse AHS – 3. Klasse NMS	69
4.3	Forschungsinstrumente und Methoden-Design	69
4.3.1	Methodendesign im Sinne der Mixed-Methods-Forschung	70
4.3.2	Testinstrument	72
4.3.2.1	<i>Testitems der 6. AHS</i>	73
4.3.2.2	<i>Testitems der 3. AHS und NMS</i>	75
4.3.3	Fragebogenuntersuchung	80
4.3.3.1	<i>Fragebogen zum Lernen in Physik (FB1)</i>	80
4.3.3.2	<i>Fragebogen zur aktuellen Motivation (FB2)</i>	81
4.3.3.3	<i>Fragebogen zum Peer-Tutoring als Tutorin oder Tutor (FB3)</i>	82
4.3.3.4	<i>Fragebogen zum Peer Tutoring als Tutee (FB4)</i>	84
4.3.4	Videoanalyse	85
4.3.4.1	<i>Technisches Vorgehen</i>	85
4.3.4.2	<i>Transkription der Videoaufnahmen</i>	86
4.3.4.3	<i>Kategoriensystem</i>	88
4.3.4.4	<i>Kategorienbasierte Analyse</i>	90
4.3.4.5	<i>Objektivität, Reliabilität und Validität der Videoanalyse</i>	93
4.3.5	Interview	93
4.4	Durchführung und Ergebnisse	95
4.4.1	Schülervorstellungen beim Steuergruppentreffen	95
4.4.2	Durchführung und Auswertung des Mentorings der AHS-Oberstufe	96
4.4.2.1	<i>Vorstellungen beim Mentoring</i>	97
4.4.2.2	<i>Wissenskonstruktionsaktivitäten, Analogien und Heuristiken</i>	104
4.4.2.3	<i>Motivationale Aspekte beim Mentoring</i>	107
4.4.2.4	<i>Auswahl der Probanden</i>	107
4.4.3	Cross Age Peer Tutoring AHS-Oberstufe – AHS-Unterstufe	108
4.4.3.1	<i>Vorstellungsänderungen aller Akteure</i>	108
4.4.3.2	<i>Untersuchung der Item-Schwierigkeit hinsichtlich der Stichprobe</i>	112
4.4.3.3	<i>Testergebnis-Untersuchung in Hinblick auf die Akteure und die Mentoringanalyse</i>	113
4.4.3.4	<i>Ergebnisse der Fragebogenuntersuchungen der Tutoren im Vergleich</i>	118

4.4.3.5	Bezug der Fragebogen-Ergebnisse der Tutoren auf die Testergebnisse der Tutees	123
4.4.3.6	Ergebnisse der Fragebogenuntersuchungen der Tutees im Vergleich	130
4.4.3.7	Bezug der Fragebogen-Ergebnisse der Tutees auf ihre Testergebnisse.....	135
4.4.3.8	Vorstellungen und Konzeptwechsel der Akteure der Gruppe 1.....	140
4.4.3.9	Verhalten, Emotionen und motivationale Einflussfaktoren der Gruppe 1	171
4.4.3.10	Vorstellungen und Konzeptwechsel der Akteure der Gruppe 2.....	182
4.4.3.11	Verhalten, Emotionen und motivationale Einflussfaktoren der Gruppe 2	204
4.4.3.12	Vergleich der Gruppen und Zusammenfassung der Ergebnisse der Videoanalyse.....	217
4.4.4	Einfluss des Mentorings der AHS-Unterstufe auf den Konzeptwechsel.....	220
4.4.5	Sicht auf den Tutor in seiner sozialen Rolle und Konzeptübername	221
4.5	Zusammenfassung und Implikationen der Ergebnisse.....	221
Literaturverzeichnis		226
Anhang A – Mentoring der AHS-Oberstufe.....		233
A.1 Arbeitsblatt zur Auswahl der Aufgaben für die AHS-Unterstufe		233
A.2 Transkript des Videos und Beobachtungsprotokoll Mentoring AHS-Oberstufe		235
Anhang B – Cross Age Peer Tutoring.....		245
B.1 Arbeitsblatt und Aufgabenstellung beim Cross Age Peer Tutoring		245
B.2 Transkript der Videos beim Cross Age Peer Tutoring		246
Anhang C – Testinstrument		266
C.1 Testinstrument der AHS-Oberstufe.....		266
C.2 Testinstrument der AHS-Unterstufe und der NMS.....		268
C.3 Zusammenfassung aller Testergebnisse der untersuchten Akteure.....		272
Anhang D – Same Age Peer Tutoring		273
Arbeitsblatt beim Same Age Peer Tutoring.....		273
Anhang E - Fragebogeninstrumente.....		275
FB1.....		275
FB2.....		276
FB3.....		277
FB4 (Tutees).....		279
Feedbackfragebogen.....		280
Anhang F – Aufgabenstellung beim Steuergruppentreffen.....		281
Anhang G – Mentoring der AHS-Unterstufe.....		285
Anhang H - Lebenslauf.....		287

1 Einleitung und Thema der Arbeit

Diese Arbeit überprüft die Wirksamkeit der Methode Cross Age Peer Tutoring, dem Unterricht Gleichgesinnter über Altersgrenzen hinweg, einen Konzeptwechsel bei Vorstellungen Lernender in der Elektrizitätslehre herbeizuführen. Dabei werden die Tutoring-Interaktionen nach Aktivitäten untersucht, welche mit dem Konzeptwechsel der Tutorinnen und Tutoren als auch der von ihnen unterrichteten Tutees positiv korrelieren und daher in Verdacht stehen diesen zu unterstützen. Weiters wird untersucht ob und inwiefern die Tutees Konzepte und kognitive Lern- und Lehr-Strategien von den Tutorinnen und Tutoren übernehmen und welche Zusammenhänge zwischen einer beim Tutoring-Prozess auftretenden intrinsischen Motivation und dem Konzeptwechsel der teilnehmenden Akteure bestehen könnten. Auch von Interesse sind im Rahmen dieser Arbeit die Eigenschaften der sozialen Rolle der Tutorinnen und Tutoren sowie die Art und Weise wie diese Eigenschaften von den Tutees wahrgenommen werden.

Im ersten Teil der Arbeit, dem „Theoretischen Rahmenkonzept“, werden die Hintergründe zu den Vorstellungen der Lernenden, zu einem möglichen Konzeptwechsel, zu intrinsischer Motivation und zur Unterrichtsmethode Cross Age Peer Tutoring vorgestellt, es werden dabei verwendete Begriffe näher erläutert, der Bezug zu der in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchung wird hergestellt und die Relevanz der Forschung wird hervorgehoben.

Im ersten Abschnitt des empirischen Teils dieser Arbeit wird nach Angabe der Forschungsfragen die Untersuchungsmethode sowie das Untersuchungsdesign in der Einbettung im Sparkling Science-Projekt beschrieben. Die verschiedenen angewandten Methoden sollen eine Untersuchung des Peer Tutoring – Prozesses von unterschiedlichen Perspektiven im Sinne eines Mixed-Methods-Designs ermöglichen.

Der empirische Teil dieser Arbeit wird mit der Darstellung der Ergebnisse sowie ihrer Auswertung und Interpretation fortgesetzt und einige Implikationen für zukünftige Untersuchungen werden angeführt. Es wird unter anderem dargelegt, weshalb die Hypothese, intrinsische Motivation der Akteure im Cross Age Peer Tutoring führe zu lernförderlichem Verhalten und damit zu positiven Auswirkungen auf den Konzeptwechsel, positiv beantwortet werden kann und die Wechselwirkung von intrinsischer Motivation und Verhalten der Teilnehmenden wird deutlich gemacht.

Diese Diplomarbeit entstand im Rahmen des Sparkling-Science-Projekts „Cross Age Peer Tutoring in Physics“ unter der Leitung von Priv.-Doz. Dr. Hildegard Urban-Woldron und der Projektmitarbeiterin Mag.^a Marianne Korner, welche die Festsetzung und Planung der Termine sowie die Koordination des Gesamtprojekts inne hatte.

2 Relevanz des Forschungsproblems und der Ergebnisse

Die Bearbeitung des Forschungsproblems sowie die Ergebnisse der Arbeit ermöglichen einen tieferen Einblick in die Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und geben Aufschluss über die Eignung des Cross Age Peer Tutoring als eine den Begriffswechsel der Lernenden herbeiführende Methode. Es werden dazu die dem Cross Age Peer Tutoring inhärenten Gründe offen gelegt und ein Fokus auf die den Konzeptwechsel unterstützenden Verhaltensweisen der Akteure gelegt. Zudem wird überprüft, ob durch Cross Age Peer Tutoring ein Begriffswechsel mit einer Steigerung motivationaler Aspekte, wie jenem der intrinsischen Motivation einhergeht.

Ob und wie Cross Age Peer Tutoring einen Begriffswechsel von Konzepten Lernender herbeiführen kann, ist von so großer Bedeutung, da empirische Untersuchungen zeigten, dass Schülerinnen und Schüler oft unbrauchbare Konzepte im Bereich der Elektrizitätslehre aufweisen, die den wissenschaftlichen Ansätzen und Problemlösungen im Weg stehen und diese behindern. (z.B. Duit, et al., 1985, s. S.4ff). Cross Age Peer Tutoring könnte also eine Methode darstellen einen solchen Konzeptwechsel (s.S.14ff) in Richtung der wissenschaftlichen Konzepte in diesem Bereich effektiv herbeizuführen.

Genauer Wissen über die dem Cross Age Peer Tutoring innewohnenden Gründe, die diesen Konzeptwechsel herbeiführen, wie etwa genaueres Wissen über die Auswirkungen, die bestimmtes Verhalten der Teilnehmenden hat, könnten zur Weiterentwicklung der Methode führen. So könnten etwa Tutorinnen und Tutoren auf der Basis der in dieser Arbeit gefundenen Ergebnisse adäquater auf die Peer Tutoring-Interaktion vorbereitet werden und damit die Effektivität der Unterrichtsmethode gesteigert werden.

Da die Ergebnisse der Arbeit auch Zusammenhänge von Begriffswechsel und motivationalen Faktoren im Rahmen der Peer Tutoring-Interaktion aufzeigt, stellt sie auch eine weitere Bestätigung des Zusammenhangs zwischen Motivation und Leistung dar und unterstützt damit Erweiterungen und Anwendungen etwa von Theorien der intrinsischen Motivation, wie der Selbstbestimmungstheorie der Motivation nach Deci & Ryan (1993).

Letztendlich soll diese Arbeit einen Beitrag dazu leisten, eine optimale Implementierung der Methode Cross Age Peer Tutoring im Unterricht zu erreichen.

Aufgrund der möglichen Theorieerweiterungen und methodischen Ergänzungen in der fachdidaktischen Forschung, die sodann in der Praxis ihren Niederschlag finden, liefert diese Arbeit also einen Beitrag zur Verbesserung der naturwissenschaftlichen Bildung und Ausbildung, sowie der Ausbildung von Lehrkräften und ihre Ergebnisse sind daher für Lehrende und Lernende und damit für sämtliche Bildungsinstitutionen von Relevanz.

Auch persönlich ist das Thema von großer Wichtigkeit für den Autor dieser Arbeit, da bereits neben dem Studium der Lehrberuf ausgeübt wird und eine Auseinandersetzung mit den Konzepten der Schülerinnen und Schüler sowie die Suche nach optimalen Methoden, den Lernenden einen Konzeptwechsel hin zu wissenschaftlichem Verständnis zu ermöglichen, eine Grundvoraussetzung für erfolgreichen und erfüllenden Unterricht darstellt.

Somit haben das in dieser Arbeit untersuchte Forschungsproblem und die aus dessen Bearbeitung resultierenden Ergebnisse sowohl größte persönliche als auch gesellschaftliche Bedeutsamkeit.

3 Theoretisches Rahmenkonzept

Die für diese Arbeit grundlegende wissenschaftstheoretische Ausgangsposition ist die konstruktivistische Sichtweise. Sie geht davon aus, dass Lernen nicht durch direkten Transport von Wissen in die Köpfe der Lernenden möglich ist. Dies dürfte den meisten der heute unterrichtenden Lehrkräfte bekannt sein. Trotzdem ignorieren Lehrerinnen und Lehrer häufig diese Erkenntnis im praktischen Unterricht, oft ohne es zu merken. Sie beachten also nicht, dass erst die Empfänger in ihrem Arbeitsgedächtnis den bloßen Sinnesdaten Bedeutung aus dem im Langzeitgedächtnis gespeicherten Wissen geben, diese Bedeutung also gleichsam konstruieren. (Hopf, et al., 2011, S.29).

Das vom Einzelnen konstruierte Wissen hängt neben dem im Langzeitgedächtnis vorhandenen Vorwissen auch stark von der Lern-Situation ab, die das Lernen mitbestimmt (Duit in Kircher, et al., 2009, S.612). Deshalb entspricht jeder Lernprozess bei diesem sogenannten „situierten Lernen“ in der Lerngruppe auch einem Aushandlungsprozess physikalischer Begriffsbedeutungen. Um diese Bedeutungen ihren in Lehrbüchern gegebenen Definitionen gemäß auszuhandeln, müssen vom Lehrenden die von den Lernenden bereits konstruierten Vorstellungen beachtet werden. (Hopf, et al., 2011, S.32f).

3.1 Vorstellungen Lernender und Konzeptwechsel

In der Physikdidaktik werden „Vorstellungen“ als Gesamtheit aller Wissensrepräsentationen bezeichnet und werden so behandelt, als wären diese im Gehirn gespeichert. Verglichen mit den in der Psychologie beschriebenen Produktionssystemen des kognitiven Systems stellt diese Darstellung zwar nur eine vereinfachte Beschreibungsweise dar, diese ist aber als Arbeitsmodell durchaus zweckmäßig. Daher sollen im Weiteren nach der Definition von Niedderer und Goldberg und im Einklang mit der konstruktivistischen Sichtweise Vorstellungen als besonders häufige oder wahrscheinliche Konstruktionen von Schülerinnen und Schülern charakterisiert werden. (Niedderer & Goldberg, 1995, S.75)

Das Verständnis der Konzepte oder Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern sowie ihre Beachtung im Unterricht ist nach heutiger Ansicht und speziell ausgehend von der konstruktivistischen Sichtweise, wie oben beschrieben, für Unterricht und dessen Gestaltung im Allgemeinen, aber insbesondere für gelingendes Physik-Lehren und -Lernen eine wesentliche Voraussetzung (Kircher & Schneider, 2002, Vorwort).

Dies ist keine neue Erkenntnis. Bereits 1835 schrieb Diesterweg in seinem „Wegweiser für deutsche Lehrer“: „Ohne die Kenntnis des Standpunktes des Schülers ist keine ordentliche Belehrung desselben möglich“ (Diesterweg, zit. nach Duit in Kircher, et al., 2002, S.6).

Piaget sah Lernen so, dass entweder der Lernende versucht, die neuen Erfahrungen aktiv in seine kognitiven Strukturen einzugliedern (Assimilation) oder – bei Misslingen dieses Vorgangs – aus den Erfahrungen neue Denkformen zu entwickeln (Akkommodation) (Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.6).

Die Berücksichtigung der Erfahrungen und Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler in einer Naturwissenschaft wie Physik, erweist sich jedoch auch als schwierig, da die

Lernenden viele Konzepte aufweisen, die sich nicht mit einer physikalischen Sichtweise vereinen lassen (Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.6).

Somit sind die Vorstellungen der Lernenden unentbehrlicher Ausgangspunkt für den weiteren Unterricht und Hindernis für das Erlernen der physikalischen Konzepte, mit denen sie nicht übereinstimmen, zugleich. Dies macht ihre Berücksichtigung vor allem in der Physik zu einer großen und wichtigen Herausforderung (Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.24; Duit & von Rhöneck, 1997, 1998).

Für die hier erwähnten Konzepte findet man in der Literatur eine Vielzahl von Begriffen, wie etwa „Fehlkonzepte“, „Misskonzepte“, „Fehlvorstellungen“, sowie „inadäquate“, „unwissenschaftliche“ oder „unpassende Vorstellungen“. Mit diesen Bezeichnungen wird bereits in unterschiedlicher Ausprägung eine negative Bewertung vorgenommen, die mit neutraleren Begriffen wie „Schülervorstellung“ sowie „Schülervorverständnis“ vermieden werden kann. Diese Begriffe machen dennoch deutlich, dass man von den Vorstellungen Lernender spricht und nicht von den wissenschaftlichen Konzepten. Nichts desto trotz werden diese Begriffe in der Arbeit im Folgenden nicht bevorzugt sondern synonym verwendet. Bei Ursprung aus den Alltagserfahrungen werden zudem die Begriffe „Alltagsvorstellungen“, „vorunterrichtliche Vorstellungen“ (Duit, 1993) und „Präkonzepte“ verwendet. In der englischsprachigen Literatur finden sich häufig die Begriffe „misconceptions“, „alternative frameworks“, „conceptions“, „students' conceptions“, „notions“ und „schema“. (Hanisch, 2011, S.3; Wodzinski in Müller et al., 2011, S.23; Duit, et al., 1985) Welche Schülervorstellungen sich im Falle der Elektrizitätslehre nicht mit physikalischen Konzepten decken, wird im folgenden Kapitel erläutert (3.1.1). Kapitel 3.1.2 gibt Auskunft über die mögliche Herkunft der Vorstellungen Lernender. Möglichkeiten, einen Conceptual Change, also einen Konzeptwechsel herbeizuführen, werden im Kapitel 3.1.3 beschrieben.

3.1.1 Vorstellungen Lernender in der Elektrizitätslehre

Empirische Untersuchungen zeigen, dass Schülerinnen und Schüler besonders im Bereich der Elektrizitätslehre sehr häufig unbrauchbare Konzepte aufweisen, die den wissenschaftlichen Ansätzen und Problemlösungen im Weg stehen und diese behindern, was Lernschwierigkeiten verursacht. (Duit, et al., 1985, S.10; Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.1)

Im Folgenden seien wichtige und zum Großteil bereits von verschiedenen Autoren beschriebene und für diese Arbeit berücksichtigte Fehlvorstellungen und einige mögliche dahinterliegende Denkprozesse im Bereich der Elektrizitätslehre bezüglich Gleichstromkreisen erläutert. Tabelle 1 fasst diese Vorstellungen der Lernenden zusammen.

Kategorie	Name	eigene Kurzbezeichnung	Autoren
Stromkreis	Einwegzuführung	1W	Shipstone (1985); Osborne & Freyberg (1985)
	Zweiwegezuführung	2W	Osborne (1981); Shipstone (1985)
Verbrauch	„give-schema“	V	Maichle (1981) *
	„sink-model“		Fredette & Lochhead (1980)
	„source-consumer-model“		Andersson (1980)
	„intermixing of current and energy“		Shipstone & Gunstone (1985), Rhöneck & Völker (1985), Dupin & Johsua (1985)
	„Attenuation model“		Shipstone (1985)
Batterie	Konstante Stromquelle	kl	McDermott & van Zee (1985)
	„Sharing model“	Sh	Shipstone (1985)
	Batterie-Superpositions-Vorstellung	Usup	Sebastià (1993)
Widerstand	„Resistive superposition“	Rsup	Engelhardt & Beichner (2004)
	Inverse Widerstandsvorstellung	invR	Duit & von Rhöneck (1997, 1998)
	Widerstand als Verbraucher	VR	
	konstanter Widerstand bei Parallelschaltung	kpR	
System	Sequentielle Vorstellung	Seq bzw. Rseq	Closset (1984), Shipstone (1984)
	Lokale Vorstellung	Lok	Licht 1987
	räumliche Nähe / Entfernung	E	
Geometrie	misconceived prototypes' (in-series, in-parallel)	Geometrie	Caillot (1985)

Tabelle 1: Zusammenfassung der Vorstellungen Lernender zu einfachen Gleichstromkreisen.¹

3.1.1.1 Fehlende Stromkreisvorstellungen

- „Einwegzuführungs-Vorstellung“ („Unipolar“):

Schülerinnen und Schüler meinen, dass nur eine Zuleitung nötig ist, um ein Lämpchen mit einer Batterie zum Leuchten zu bringen. Sie glauben, dass der Strom durch den Leiter zum Lämpchen fließt und von diesem verbraucht wird. Es geht also eine Stromverbrauchsvorstellung mit dieser Vorstellung einher. (Haider, 2010, S.29f). Dieses Modell tritt nach Osborne und Freyberg (1985) eher bei jungen Kindern auf und verschwindet bei Instruktion (zit. nach Borges, 1999, S.98). Andere Lernende glauben, dass zwei Leitungen nötig sind, sehen aber eine der beiden nicht als stromdurchflossen an. Dies entspricht dem Stromverbrauchsmodell „no current in return path“ nach Osborne (1983, S.74, zit. nach Tallant, 1993, S.12). Erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass beide Drähte stromführend sind, konstruieren sie häufig eine „Zweiwegezuführungs-Vorstellung“. (Haider, 2010, S.29f; Osborne, 1981 zit. nach Shipstone in Duit, et al., 1985, S.73)

- „Zweiwegezuführungs-Vorstellung“ („Clashing currents“ model (Osborne, 1981)):

Die Schülerinnen und Schüler sind der Meinung, dass der andere Leiter ebenfalls eine Zuleitung darstellt und der Strom somit beide Pole der Batterie verlässt, um sich im Lämpchen zu vereinigen und dort verbraucht zu werden. Diese Vorstellung besteht bei vielen 10-13 jährigen, kommt aber ebenso nach der 8. Schulstufe nicht mehr vor (Osborne & Freyberg, 1985, zit. nach Borges, 1999, S.98). Weiters besteht auch das unpassende Präkonzept, dass vom Plus- und Minuspol, unterschiedliche Stoffe durch den Leiter fließen,

¹ Die Quellen in denen die Vorstellungen gefunden werden können, sind im Fließtext angeführt. Großteils wurden sie Duit et al. (1985) oder Engelhardt & Beichner (2004) entnommen. Die in der Tabelle angeführten Autoren stehen lediglich exemplarisch für einige der ersten Autoren, die diese Vorstellungen identifizierten.

die im Lämpchen verbraucht werden. (Haider, 2010, S.29f; Shipstone in Duit, et al., 1985, S.73ff)

Neben den hier offensichtlich fehlenden Stromkreisvorstellungen, stellen diese Modelle auch die Prototypen für die sogenannte *Verbrauchsvorstellung* dar, bei der die Batterie als Stromquelle und der Energiewandler als Stromverbraucher angesehen werden. Solche Verbrauchsvorstellungen treten auch bei gegebenen Stromkreisvorstellungen auf und seien im Folgenden beschrieben.

3.1.1.2 Verbrauchsvorstellungen

Von vielen Forschern wird von derartigen Modellen berichtet, die die Vorstellung gemeinsam haben, der elektrische Strom würde in irgendeiner Form verbraucht. Auch nach Instruktion bleibt dieses Konzept sehr stabil und die Erhaltung des elektrischen Stromes widerspricht für viele Lernende der Tatsache, dass Batterien „leer werden“ (Duit & von Rhöneck, 1997, 1998). Diese Verbrauchsvorstellungen sind aber unterschiedlichen Ursprungs und entsprechen oft im Wesentlichen den in den anderen Kategorien beschriebenen Vorstellungen oder können direkt aus ihnen gefolgert werden. So entspricht etwa die oben beschriebene Einwegzuführungsvorstellung weitgehend dem „give-schema“ nach Maichle (1981, zit. nach Kärrqvist in Duit, et al., 1985, S.218) sowie dem „sink-model“ nach Fredette und Lochhead (1980, zit. nach Borges, 1999, S.98 und von Rhöneck in Duit, et al., 1985, S.275). Dabei hebt der Name des Modells „give-schema“ die Vorstellung der Batterie als Stromquelle hervor und das „sink-model“ akzentuiert die Vorstellung eines Lämpchens, das in der physikalischen Sichtweise einen Energiewandler darstellt, als Verbraucher. Die Bezeichnung „source-consumer-model“ nach Andersson (1980) (zit. nach von Rhöneck in Duit, et al., 1985, S.275), weist auf beide Vorstellungen hin.

Im Weiteren seien noch zwei etwas subtilere Darstellungen von Verbrauchsvorstellungen angeführt:

- „*Intermixing of current and energy*“:

Shipstone & Gunstone, Rhöneck & Völker sowie Dupin & Johsua (in Duit, et al., 1985, S.287ff, S.95ff und S.331ff) stellten fest, dass Lernende häufig Strom und Energie verwechseln und infolge dessen eine Stromverbrauchsvorstellung entwickeln. Zudem betont von Rhöneck (1986, S.10) eine fehlende Unterscheidung zwischen Spannung und Strom. Dabei wird Spannung nur als „Konzept zweiter Ordnung“ angesehen und häufig als „die Kraft oder die Stärke des Stromes“ beschrieben (von Rhöneck & Völker in Duit, et al., 1985, S.97). Möglicherweise fördert die Betonung der Proportionalität von Stromstärke und Spannung bei der Behandlung des Ohmschen Gesetzes diese Fehlvorstellung (Hanisch, 2011, S.7), doch fällt beim Unterricht (eigene Erfahrung) auf, dass bereits Schülerinnen und Schüler, die noch keine Instruktion in Elektrizitätslehre erhielten, den elektrischen Strom mit elektrischer Energie gleichsetzten und von Begriffen wie „Stromspannung“ sprechen (vgl. a. diese Arbeit, S.187). Deshalb ist ein Ursprung dieses Konzepts aus der Alltagssprache ebenso als ein möglicher in Erwägung zu ziehen.

- „*Attenuation model*“ (Shipstone in Duit, et al., 1985, S.73ff):

Nach dieser Vorstellung fließt Strom zwar im gesamten Stromkreis nur in einer Richtung, die Stromkreisvorstellung entspricht also einer wissenschaftlichen, jedoch verlässt mehr Strom den einen Pol der Batterie als beim anderen zurückfließt. Dies führt zu der Vorstellung, dass in einem Stromkreis mit in Serie geschalteten Lämpchen, diejenigen Lämpchen, zu denen der Strom zuletzt hinfließt, am wenigsten Strom bekommen. Der Strom wird im Verlauf des Stromkreises also abgeschwächt. Dieses Modell entspricht einer spezifischeren Version des „less current in return path“ - Modell nach Osborne (1983, S.74, zit. nach Tallant, 1993, S.12) (vgl. auch Einwegzuführungsvorstellung auf S.5).

Diese Vorstellung ist sehr beständig und führt später bei vielen Lernenden, bei Beschäftigung mit komplexeren Stromkreisen zur sequentiellen Vorstellung (siehe S.9) (Shipstone in Duit, et al., 1985, S.76f).

3.1.1.3 Vorstellungen zur Batterie

- *Konstante Stromquelle:*

Die Vorstellung, dass die Batterie eine Quelle konstanten Stromes darstellt, ist besonders weit verbreitet. So fanden etwa McDermott & van Zee (in Duit, et al., 1985, S.41), dass ungefähr die Hälfte der von ihnen im Rahmen ihrer Studie interviewten Physik-Studenten Vorhersagen damit begründete, dass eine Batterie einen konstanten Strom liefere.

- „*Sharing model*“ (Shipstone in Duit, et al., 1985, S.73ff):

Weisen die Befragten dieses häufig bei Gleichstromkreisen angetroffene Fehlkonzept auf, vermuten sie etwa, dass Glühlampen in Gleichstromkreisen deshalb gleich hell leuchten, weil sie gleich viel beziehungsweise einen gleichen Anteil „von etwas“ von der Batterie erhalten. Dieses „Etwas“ wird häufig mit Strom, Energie, Leistung, o.ä. gleichgesetzt (Gott in Duit, et al., 1985, S.65). Richard Gott fand etwa dieses Schema im Rahmen von empirischen Studien, die in Großbritannien in den 80er Jahren jährlich die Leistung in wichtigen Fachbereichen überprüfte (Gott in Duit, et al., 1985, S.49).

- *Batterie-Superpositions-Vorstellung* (Sebastià, 1993, S.5; Engelhardt & Beichner, 2004, S.99):

Wird diese Vorstellung verwendet, so gehen die Lernenden davon aus, dass die Helligkeit eines Lämpchens sich unabhängig von der Konfiguration der Batterien (etwa auch bei Parallelschaltung der Batterien) im Stromkreis immer verdoppelt, wenn die Anzahl der Batterien verdoppelt wird.

3.1.1.4 Vorstellungen zum elektrischen Widerstand

- „*Resistive superposition*“ (Engelhardt & Beichner, 2004, S.104):

Lernende mit dieser Vorstellung der Widerstandssuperposition gehen davon aus, dass bei Vervielfachung der Einzelwiderstände um den Faktor x , sich unabhängig von der Konfiguration der Widerstände der Gesamtwiderstand um den Faktor x verändert. Sie

meinen etwa, dass bei Parallelschaltung weiterer Widerstände die Einzelwiderstände wie bei der Serienschaltung addiert werden müssen und der Gesamtwiderstand damit größer wird.

- „Inverse relation between resistor and current“ (Duit & von Rhöneck, 1997, 1998):

Lernende mit dieser inversen Widerstandsvorstellung meinen, dass mit einer Vergrößerung des Widerstands eine Vergrößerung des Stromes einhergeht. Duit und von Rhöneck fanden etwa, dass 12% der Befragten meinen, dass eine Vergrößerung von R_2 in Abbildung 1 mit einer Vergrößerung von I_2 einhergeht. In dieser Arbeit wird auch die Vorstellung, dass die Stromstärke mit Verkleinerung des Widerstandes abnimmt als inverse Widerstandsvorstellung bezeichnet.

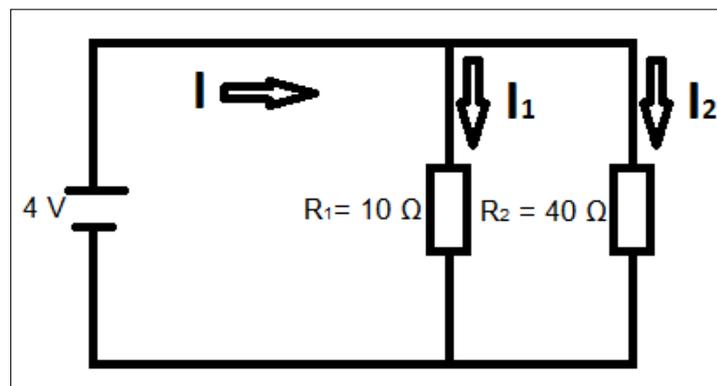


Abbildung 1: Schaltplan zur Überprüfung der inversen Widerstandsvorstellung adaptiert nach Fig. 5 in Duit & von Rhöneck, 1997, 1998¹

- *Widerstand als Verbraucher* (vgl. Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.9):

Obwohl Lernende physikalisch korrekt systemisch zu denken scheinen (siehe 3.1.1.5), angeben, dass sich der Strom im gesamten Stromkreis ändert und auch nicht von einer „Zweiwegezuführungs-Vorstellung“ ausgehen, sehen sie einen Widerstand oder ein Lämpchen als „Stromverbraucher“ und nicht als Energiewandler an.

- *Konstanter Widerstand bei Parallelschaltung:*

Es kommt vor, dass Lernende meinen, der Gesamtstrom ändere sich nur bei Serienschaltung von Widerständen, nicht aber bei Parallelschaltung weiterer Widerstände. Als Begründung geben sie an, dass der Gesamtwiderstand hier gleich bliebe, wie mit Item A7 des in dieser Untersuchung benutzten Testinstruments gefunden werden konnte (siehe S.77 und Tabelle 21, S.110)

3.1.1.5 Nicht-systemisches Denken

Anstatt elektrische Stromkreise mit einer globalen Sichtweise zu betrachten, analysieren die Lernenden den Stromkreis oft Stück für Stück. Dabei benutzen sie laut Studien von Heller

¹ Eine solche Schaltskizze wird auch in dieser Arbeit behandelt, siehe Testitem F4, Seite 77

und Finley (1992) sowie McDermott und Shaffer (1992) je nach Fragestellung unterschiedliche Modelle beziehungsweise Vorstellungen (zit. nach Engelhardt & Beichner, 2004, S.98f):

- *Sequentielle Vorstellung* (Closset & Shipstone in Duit, et al., 1985, S.77ff & S.268):

Lernende meinen, dass jedes Element eines Stromkreises den Strom erst nach Erreichen des jeweiligen Elements beeinflusst. (Engelhardt & Beichner, 2004, S.98f) Ob diese Vorstellung vorliegt, lässt sich etwa nach Closset (in Duit, et al., 1985, S.268) mit Hilfe des Schaltplans in Abbildung 2 überprüfen: Werden Schülerinnen und Schüler nach der Helligkeit der Glühbirnen ① und ② gefragt, antworten diejenigen Lernenden mit sequentieller Vorstellung, etwa dass ② nicht so hell leuchtet, da der Widerstand R den Strom verbraucht oder behindert.

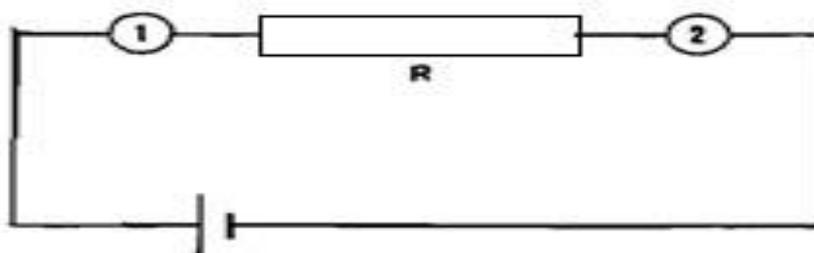


Abbildung 2: Schaltplan zur Überprüfung der sequentiellen Vorstellung adaptiert nach Closset (in Duit, et al., 1985, S.268)

- *Lokale Vorstellung* :

Hier gehen die Schülerinnen und Schüler davon aus, dass sich der Strom bei jedem Knoten des Stromkreises unabhängig von den Bestandteilen der Verzweigungen in gleiche Teile aufteilt. (Licht, 1987, S.556). Nach Duit und von Rhöneck (1997, 1998) richten die Lernenden hier ihre Aufmerksamkeit auf nur einen Punkt des Stromkreises und vernachlässigen den Rest. Zudem sehen Duit und von Rhöneck eine Verbindung des Konzepts der Batterie als konstante Stromquelle mit der Lokalen Vorstellung. Die Lernenden sehen die Batterie als Quelle konstanten Stromes anstatt konstanter Spannung, unabhängig vom an die Batterie angeschlossenen Stromkreis. Es wird lediglich mit Strömen argumentiert und die Spannung nicht als Erklärungsstütze herangezogen. So kann mit Hilfe der in Abbildung 3 skizzierten Aufgabe nicht nur die oft für lokale Argumentation typische Antwortmöglichkeit $I_1 = I_2 = 0,3$ A und $I_3 = 0,6$ A festgestellt werden, sondern es tritt auch die Antwort $I_1 = I_2 = I_3 = 1,2$ A auf, bei der die Verzweigungen gänzlich ignoriert werden und die eine Vorstellung der Batterie als Konstantstromquelle nahelegt. (von Rhöneck, 1986) S.11f.

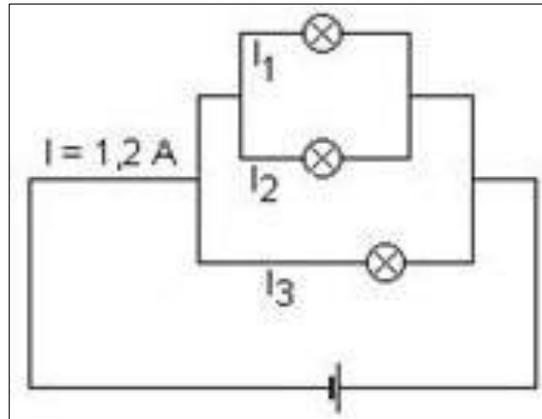


Abbildung 3: Schaltplan zur Überprüfung der lokalen Vorstellung¹ adaptiert nach von Rhöneck (1986)

- *räumliche Nähe:*

Bei dieser Vorstellung, die Heller und Finley (1992, S.265) selbst bei einer Lehrkraft fanden, wird angenommen, dass die Helligkeit eines Lämpchens mit der Entfernung von der Batterie abnimmt. Gott (in Duit, et al., 1985, S.63ff) fand, dass diese Vorstellung neben der sequentiellen Vorstellung, dem sharing model, sowie der Verbrauchsvorstellung ebenso zur Erklärung herangezogen wird, wenn die Lernenden der Meinung sind, fünf gleiche Lämpchen einer Serienschaltung würden unterschiedlich hell leuchten.

3.1.1.6 Vorstellungen zur Geometrie des Schaltbildes

Neben den Stromverbrauchsvorstellungen, treten häufig auch Vorstellungen auf, die die Darstellung des Schaltbildes betreffen. Michel Caillot etwa fand, dass die Fähigkeit, einen Schaltplan korrekt zu lesen eine unabdingbare Voraussetzung für die Lösung eines Problems in der Elektrizitätslehre ist und dass Schülerinnen und Schüler häufig eher geometrische Eigenschaften des Schaltplanes – wie etwa die Parallelität – zur Lösung heranziehen, statt etwa auf die Anwesenheit eines Knotens oder einer Batterie zu achten. Die Lernenden verknüpfen also ein Konzept direkt mit einer bildlichen Repräsentation anstatt die physikalischen Prinzipien für ihre Problemlösung heranzuziehen. Auf diese Weise kann ein bildlich ähnlicher, aber einen anderen Sachverhalt beschreibender Schaltplan schnell zu einer unpassenden Repräsentation führen. (Caillot in Duit, et al., 1985, S.139f).

So könnten das Ignorieren der Konfiguration der Batterien bei der „Batterie-Superpositions-Vorstellung“ sowie die Vernachlässigung der Anordnung der Widerstände bei der „Widerstands-Superpositions-Vorstellung“ ebenso von Vorstellungen herrühren, welche die Geometrie des Schaltbildes betreffen.

Diese Möglichkeit der Herkunft verschiedener Schülervorstellungen von unterschiedlichen anderen, vielleicht untergeordneten oder zeitlich früher aufgetretenen Konzepten, zeigt auch

¹ Eine solche Schaltskizze wird auch in dieser Arbeit behandelt, siehe Testitem F5, Seite 77

auf, dass die Vorstellungen nicht gänzlich isoliert voneinander betrachtet werden können, wodurch nahegelegt wird, dass so genannte Hybridvorstellungen auftreten können.

3.1.1.7 Hybrid-Vorstellungen

Diese Vorstellungen stellen Mischungen aus bereits vorhandenen Schülervorstellungen mit neuen Vorstellungen dar (Widodo & Duit, 2005, S.132). Auch Duit und von Rhöneck (1997, 1998) betonen, dass sich vorunterrichtliche Schülervorstellungen häufig nach Instruktion mit den unterrichteten Konzepten verbinden. Weiters wird darauf hingewiesen, dass Schülerinnen und Schüler zu physikalisch ähnlichen oder selbst gleichen Aufgaben gänzlich unterschiedliche Vorstellungen haben und sie dementsprechend mit unterschiedlichen Konzepten zu lösen versuchen.

Heller und Finley (1992, S.268f) weisen etwa darauf hin, dass oft auf alternative (unpassende) Konzepte zurückgegriffen wird, wenn ein Sachverhalt nicht mit der etablierten Vorstellung erklärbar ist, aber die ursprüngliche unpassende Vorstellung dennoch nicht aufgegeben wird und, wenn sie passend erscheint, wieder als Erklärungsmuster herangezogen wird. So erklären Lehrkräfte in Heller und Finleys Studie die gleiche Helligkeit zweier Lampen z.B. mit der „Zweiwegzuführungsvorstellung“ oder dem „Sharing-Model“. Die Probanden kehren aber, wegen schwer überwindbaren Verbrauchsvorstellungen, wieder zu einer sequentiellen Vorstellung zurück, die sich aber nicht mit der Beobachtung, dass zwei gleiche in Serie geschaltete Lämpchen gleich hell leuchten, zur Deckung bringen lässt. Heller und Finley (1992, S.268) sprechen hier von „Changing protective belt ideas“.

Da Schülervorstellungen auch nicht durch andere Vorstellungen einfach ersetzt werden können, bleiben, auch wenn ein Unterrichtsetting auf Konzeptwechsel abzielt, die alten Vorstellungen erhalten (vgl. Kapitel 3.1.3) und es bilden sich somit bestenfalls Vorstellungen heran, die sich mehr oder weniger gut mit dem wissenschaftlichen Konzept decken und somit ebenso als Hybridvorstellungen anzusehen sind. (Duit & Treagust, 2003, S.673 mit Verweis auf Gilbert, et al., 1982 sowie Jung 1993)

3.1.1.8 Zusammenfassung

Trotz der Individualität der Lernenden finden sich unabhängig vom kulturellen Kontext und unabhängig von der verwendeten Forschungsmethode die gleichen Vorstellungen (Duit, 2000, S.87), weshalb sich auch das in dieser Arbeit verwendete Mixed-Methods-Design anbietet (s. Kapitel 70). Es treten aber noch viele weitere Vorstellungen in der Elektrizitätslehre auf, die jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht identifiziert wurden und daher hier auch nicht angeführt und kategorisiert werden (vgl. zu diesen Vorstellungen auch die in Tabelle 1 angeführten Autoren).

Abschließend sei noch erwähnt, dass nicht nur die erwähnten Schülervorstellungen in der Elektrizitätslehre selbst den Wechsel zu physikalischen Konzepten verstellen, sondern die Lernenden und die Lehrenden neben den angeführten Vorstellungen auch häufig eine unpassende Vorstellung vom Lernen selbst aufweisen: Oft wird angenommen, es müsse als Lernender nur das Wissen vom Lehrenden übernommen und gespeichert werden, doch das

Wissen muss vom Lernenden aktiv konstruiert werden. (Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.5ff), (vgl. S.3)

Die Vielzahl der Schülervorstellungen, ihr hybrides und situationspezifisch wechselndes Auftreten sowie die Fehlkonzepte zum Lernen und Lehren machen eine exakte Differenzierung, aber besonders eine Prävention oder Intervention der Vorstellungen, um ihr Auftreten zu vermeiden, zu einer fast unlösbaren Aufgabe. Statt daher zu versuchen, bestimmte Schülervorstellungen zu vermeiden, sollte von ihnen ausgegangen werden und ein Konzeptwechsel angestrebt werden. Dass man sich unter einem solchen nicht ein schlichtes Auswechseln von Vorstellungen vorzustellen hat und unter welchen Bedingungen dieser stattfinden kann, soll im Kapitel 3.1.3 dargelegt werden. Um ein tieferes Verständnis für Konzepte und damit für den Begriff Konzeptwechsel zu erlangen, sollen jedoch auch die Ursprünge der Schülervorstellungen im folgenden Kapitel 3.1.2 dargestellt werden.

Wie die Vorstellungen der Lernenden beim Lösen spezieller Items zur Elektrizitätslehre im Rahmen dieser Arbeit erhoben wurden (und prinzipiell erhoben werden können), wird im Methodendesign bei der Beschreibung des Testinstruments im Kapitel 72 beschrieben.

3.1.2 Herkunft der Vorstellungen Lernender

Schülervorstellungen können unterschiedlichste Quellen haben und sind über die Zeit hinweg nicht stabil. Dieses Kapitel befasst sich mit dem Entstehungsprozess der Vorstellungen und fasst mögliche gemeinsame Ursprünge der Konzepte zusammen.

3.1.2.1 Alltagsvorstellungen

Viele der Konzepte der Schülerinnen und Schüler stammen aus der Alltagserfahrung und – vor allem im Falle der Elektrizitätslehre – aus der Alltagssprache, denn Elektrizität ist heutzutage auch im Alltag von großer Bedeutung, sodass auch die Sprache der Schülerinnen und Schüler sich an diese Bedeutung im Alltag anlehnt. (Haider, 2010, S.29; Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.1, 4). Beispiele für diese Alltagssprache finden sich zuhauf in den Medien, im Folgenden einige Beispiele (Hervorhebungen vom Autor):

- „[...] , soll der *saubere Strom* künftig in heimischen Stauseen *gelagert* werden?“
- „Europas Windräder *erzeugen* eine Leistung von 50.000 Megawatt. Das ist nur ein geringer Anteil an der gesamten *Stromerzeugung* [...]“¹
- „Stand-by ist unnötiger *Stromverbrauch*“²
- „Kraftwerke würden [...] *Strom in die Steckdosen liefern*“.³

Die Alltagssprache lässt also vermuten, dass Strom gelagert, erzeugt, verbraucht und von A nach B geliefert werden kann. Der Versuch, den Schülerinnen und Schülern eine exakte

¹ http://www.krone.at/Kaernten/Wird_sauberer_Strom_bald_in_Stauseen_gelagert-Speicher_gesucht-Story-114981, Zugriff am 17.02.2011

² <http://www.salzburg.gv.at/stromsparbroschuere.pdf>, Zugriff am 17.02.2011

³ <http://tv.orf.at/groups/magazin/pool/newtonausfall>, Zugriff am 17.02.2011

physikalische Fachsprache näherzubringen, die die Alltagssprache ablöst oder ändert, ist, da sich die Alltagssprache im täglichen Zusammenleben „bewährt“ hat, mehr als nur eine Herausforderung. So kann also erklärt werden, warum sich die Fehlkonzepte der Schülerinnen und Schüler, die auf der gedanklichen Anwendung der Alltagssprache auf die physikalischen Probleme beruhen, so schwierig ändern lassen. Es ist daher aber umso wichtiger, die Unterschiede zwischen Fachsprache und Alltagssprache zu verdeutlichen. (Haider, 2010, S.29)

Doch interessanterweise sind unabhängig von den Untersuchungsmethoden und über kulturelle Grenzen hinweg mit feinen sprachabhängigen Differenzen auch weitgehend dieselben Schülervorstellungen in den einzelnen Fachbereichen festgestellt worden, was darauf hindeutet, dass viele Schülervorstellungen noch tiefer als im sprachlichen Bereich, nämlich im Wahrnehmungsbereich der Lernenden selbst verankert sind. (Duit, 2000, S.87)

3.1.2.2 Einfluss des Lehr- und Lernsettings

Auch Lehrkräfte weisen wissenschaftlich inadäquate Vorstellungen zu physikalischen Inhalten auf, die denen der Lernenden ähneln (Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.6; Heller und Finley, 1992 – vgl. a. Kapitel 3.1.1) Es treten diese Fehlkonzepte bei Lehrkräften, die denen der Schülerinnen und Schüler entsprechen (Cohen in Duit, et al., 1985, S.110), sowohl im Grundschulbereich (Haider, 2010, S.30) als auch im Mittelschul-Bereich (Küçüközer & Demirci, 2008) auf. So wurde etwa bei unterrichtenden Mittelschullehrerkräften als besonders häufige Fehlvorstellung die sequentielle Vorstellung gefunden (Küçüközer & Demirci, 2008, S.306ff). Angesichts dieser nicht überwundenen Alltagsvorstellungen, die vor allem für unterrichtende Physiklehrkräfte äußerst inadäquat sind, bleibt auch zu bezweifeln, dass ohne Überwindung der Fehlvorstellungen der Lehrenden eine solche bei den Lernenden möglich sein soll.

Zudem ist zu bedenken, dass auch Lehrende, die es gewohnt sind, mit wissenschaftlichen Konzepten zu arbeiten, sich häufig nicht bewusst sind, wie schwierig es ist, abstrakte Konzepte zu handhaben und einen Konzeptwechsel der Schülerinnen und Schüler dementsprechend nicht ausreichend unterstützen (Duit, et al. S.19; van Aalst in Duit, et al., S.115ff).

Weiters können auch physikalisch korrekte Konzepte, die häufig im Unterricht als wichtig hervorgehoben werden, unter Umständen bei den Lernenden Fehlvorstellungen hervorrufen. So legt etwa eine Querschnitt-Studie von Dupin und Johsua (1987, S.804) nahe, dass die eventuell mit großem Aufwand von den Lernenden erworbene Vorstellung, dass der Strom im einzelnen Stromkreis erhalten ist, dazu führen kann, die Vorstellung zu verallgemeinern und damit die Batterie als Quelle konstanter Stromstärke anzusehen. Tallant (1993, S.17) weist darauf hin, dass der Einsatz von Analogien im Unterricht zwar nützlich sein kann, doch mit Vorsicht genutzt werden muss, um Fehlvorstellungen nicht auch noch zu fördern. Selbst in Lehrbüchern finden sich solche irreführenden Analogien. So zeigt etwa Härtel (in Duit, et al., 1985, S.346) die in Abbildung 4 dargestellte Zeichnung eines Modells, das lokale und sequentielle Vorstellungen unterstützt.

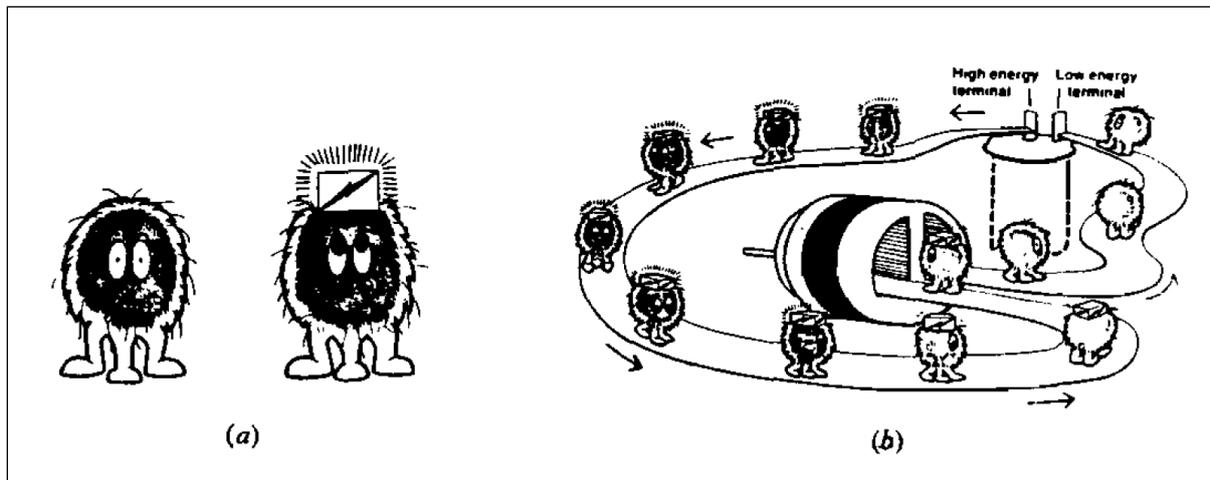


Abbildung 4: Modell, das lokale und sequentielle Vorstellungen unterstützt: Die Interaktionen zwischen den „Elektropartikeln“ (a) im Modell des Stromkreises (b) werden ignoriert und die Partikel sind „Träger von Energie“ (siehe (a)), die von den Partikeln in einem Gerät abgegeben wird und durch die Batterie aufgenommen wird. Aus Härtl in Duit, et al., 1985, S.346

3.1.2.3 Beteiligung affektiver Aspekte

Konstruktivistisch orientierter Physikunterricht muss nicht nur die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen, sondern muss auch die affektiven Aspekte der Schülerinnen und Schüler beim Lernen und Lehren beachten (vgl. Widodo & Duit 2004 & 2005). Dementsprechend ergänzen Niedderer & Schecker (in Hößle et al., 2004, S.251-253) auch im aufgrund der Ergänzung vom Begriff Schülervorstellung zu differenzierenden Begriff des Vorverständnisses zu den kognitiven Komponenten noch weitere affektive Komponenten, wie Präferenzen, Einstellungen, Interessen und motivationale Tendenzen und weisen mit diesem Begriff auch darauf hin, „dass reale Denk- und Lernprozesse von Schülern gerade und insbesondere durch Wechselwirkungen und gegenseitige Beeinflussungen dieser verschiedenen Komponenten beeinflusst werden.“ (Niedderer & Schecker in Hößle et al., 2004, S.251)

3.1.3 Konzeptwechsel im Rahmen des Unterrichts

Auf Basis der empirischen Untersuchungen zu den Vorstellungen der Lernenden wurden bereits viele Ansätze präsentiert, wie die Elektrizitätslehre unterrichtet werden sollte, um diese zu berücksichtigen und unter Umständen Lernprozesse hin zu den wissenschaftlichen Konzepten zu ermöglichen. (Duit, et al., 1985, S.10)

Wichtig ist, sich vor Augen zu halten, dass Schülervorstellungen nicht einfach etwa durch ein entscheidendes Experiment geändert werden können (Härtel in Duit, et al., 1985, S.347), sondern – im Gegenteil – sie „bestimmen die Beobachtungen bei Experimenten“ die Schülerinnen und Schüler machen (Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.9): So beschreibt Duit ein Experiment nach Schlichting (1991), bei dem Lernende das Leuchten eines Glühdrahtes an der Stelle zuerst zu sehen glauben, wo sie der Meinung sind, der Strom fließe dort zuerst in diesen, obwohl offensichtlich ist, dass der gesamte Draht zur selben Zeit gleich hell zu glühen beginnt. Duit erläutert weiter, dass die Schülerinnen und Schüler, auch wenn sie erkennen, dass der Ausgang eines Experiments nicht mit ihren Vorstellungen

übereinstimmt, versuchen, ihre Vorstellung aufrecht zu erhalten, indem sie etwa das Experiment als „speziellen Fall“, also als Ausnahme betrachten. Hier sei angemerkt, dass Hopf et al. (2011, S.112) aber mit Verweis auf Sokoloff und Thorntons (2001) „Predict-Observe-Explain-Strategie“ darauf aufmerksam machen, dass „der bewusste Dreierschritt Vorhersagen – Beobachten – Vergleichen und Erklären [...] sich als Grundmuster für die lernwirksame Einbettung von Unterrichtsexperimenten bewährt [hat].“

Wie in Kapitel 3.1.2 erläutert, stammen viele vorunterrichtliche Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler aus der Alltagserfahrung. Sie stellen für die Lernenden ebendort eine brauchbare Hilfestellung zur Bewältigung ihres täglichen Lebens dar (Hopf, et al., 2011, S.48). Diese Vorstellungen zu löschen und durch physikalisch korrekte zu ersetzen, macht daher weder Sinn, noch ist dieser Ersatz zu bewerkstelligen (Duit, 2000, S.81, Duit & Treagust, 2003, S.673 und Hopf, et al., 2011, S.48). Dies legt die ausbleibende Vorstellungsänderung bei Beobachtung von aus physikalischer Sicht eindeutigen Experimenten bereits nahe. Alte Vorstellungen werden also nie gänzlich aufgegeben – es bilden sich lediglich oft die auf Seite 11 erläuterten Hybridvorstellungen (Widodo & Duit, 2005, S.132).

Die Vorstellungen dürfen und können also nicht einfach ersetzt werden, sondern sie müssen von den Lernenden situationsspezifisch benutzt werden. Dieser situationsspezifische Wechsel zwischen wissenschaftlicher und Alltags- oder bisheriger Vorstellung entspricht dem conceptual change – dem Konzeptwechsel, den die Lernenden vollführen sollten. (Duit, 2000, S.81 und Hopf, et al., 2011, S.48)

Sowohl Duit (2000, S.81) als auch Hopf (et al., 2011, S.49) fassen dazu die von Posner, Strike, Hewson und Gertzog 1982 veröffentlichte Theorie zum Konzeptwechsel zusammen, in der vier wichtige Bedingungen für einen Konzeptwechsel dargelegt werden (Posner, et al., 1982, S.214):

1. Unzufriedenheit der Lernenden mit ihren bereits vorhandenen Vorstellungen:

Diese Unzufriedenheit wird nur dann auftreten, wenn sich aus Sicht der Lernenden zu viele Probleme nicht mit ihren bisherigen Konzepten lösen lassen. Die neuen Konzepte dienen als neue Möglichkeit, diese Probleme zu lösen.

2. Logische Nachvollziehbarkeit der neuen Vorstellung:

Posner et al. (1982, S.214) betonen, dass ein neues Konzept die gemachten Erfahrungen und Modelle strukturieren muss und weisen auch auf die Wichtigkeit von Analogien hin, die die neuen Vorstellungen begreiflicher machen sollen (vgl. Haider, 2010). Zu beachten ist hierbei aber, dass die Analogien passend sind und bedacht eingesetzt werden sollten (vgl. S.13f).

3. Plausibilität der neuen Vorstellung:

Ein neues Konzept ist nur dann plausibel, wenn mit ihm Probleme, die die bisherigen Vorstellungen aufwarfen, gelöst werden können und es mit dem bisherigen Wissen vereinbar ist.

4. Fruchtbarkeit der neuen Vorstellung:

Das Konzept muss sich auch als erfolgreich zur Lösung von neuen Problemen erweisen. Auch schon Posner et al. (1982, S.223) weisen darauf hin, dass der Konzeptwechsel, der sich über diese vier Bedingungen vollziehen soll, kein „linearer“ und „abrupter“ „Prozess“ ist, sondern eine „graduelle Anpassung“ an ein neues Konzept darstellt. Weiters stellen diese vier Bedingungen keinesfalls eine Garantie für einen Konzeptwechsel dar.

3.1.3.1 Motivationale Aspekte des Konzeptwechsels und Einfluss der Lernumgebung

In dem auch von Duit (2000, S.82) zitierten Artikel von Pintrich, Marx und Boyle, (1993) werden die Schwierigkeiten der sich bisher rein auf Rationales beziehenden Konzeptwechseltheorie nach Posner et al. (1982) hervorgehoben. Die bisherige Theorie lässt nach Pintrich et al. (1993, S.172) sowohl die motivationalen Aspekte als auch die Einflüsse der Interaktionen mit Gleichaltrigen („peers“) und der Lehrkraft sowie die Lernumgebungen („classroom contexts“) außer Acht, weshalb sie in ihrem Artikel beschreiben, wie motivationale Konstrukte den Konzeptwechsel und wie die Lernumgebung die Motivation sowie das Denken der Lernenden beeinflussen können (Pintrich et al., 1993, S.174). Tabelle 2 fasst die Faktoren, die nach Pintrich et al. den Konzeptwechsel beeinflussen, zusammen. So spielen etwa persönliche Interessen („personal interests“) sowie die Vertiefung („depth of processing“) in ein Konzept eine Rolle und bestimmen wiederum die Nachvollziehbarkeit („Intelligibility“) und Plausibilität („Plausibility“) einer Vorstellung (Pintrich et al., 1993, S.192).

Einflussfaktoren in der Klasse	Motivationale Faktoren	Kognitive Faktoren	Bedingungen für Konzeptwechsel
Aufgabenstruktur Lebensnah Herausfordernd	Bewältigungsziele (mastery goals)	Selektive Aufmerksamkeit	Unzufriedenheit
Autoritätsstruktur Optimale Wahlfreiheit Optimales Anforderungsniveau	Erkenntnistheoretische Ansichten	Aktivierung früheren Wissens	Nachvollziehbarkeit
Evaluierung An Verbesserungen orientiert Fehler positiv sehen	Persönliche Interessen	Verarbeitungstiefe Elaboration Organisation	Plausibilität
Klassenführung Zeitmanagement Aktivitätsbedingungen	Brauchbarkeit zur Zielerreichung	Problemfindung und -lösung	Fruchtbarkeit
Anleitung der Lehrkraft („Modeling“) Wissenschaftliche Denkweise Wissenschaftliche Einstellung	Persönliche Bedeutung	Metakognitive Bewertung und Kontrolle	
Unterstützung durch die Lehrkraft („Scaffolding“) Kognition Motivation	Selbstwirksamkeit Kontrollerwartungen	Bewusste Kontrolle und Regulation	

Tabelle 2: Den Konzeptwechsel beeinflussende Faktoren: Übersetzung der Tabelle von Pintrich et al. (1993, S.175): Die einzelnen Faktoren können einander gegenseitig mehrfach interagierend beeinflussen.¹

Im Rahmen dieser Diplomarbeit liegt der Fokus auch auf den motivationalen Konstrukten und es wird von der Theorie der intrinsischen Motivation (siehe Kapitel 3.2) ausgegangen, die Pintrich et al. (1993, S.176) neben anderen Theorien herangezogen haben, um insbesondere die motivationalen Konstrukte klarzustellen. Es wird auch Augenmerk darauf gelegt, ob Änderungen von Motivation und Interesse mit Konzeptwechsel einhergehen. Duit und Treagust (2003, S.679f) weisen darauf hin, dass dieses Zusammenspiel bisher nur von wenigen Studien untersucht wurde und dass auch daher die Förderung des Interesses im Rahmen des Unterrichts von ebenso großer Bedeutung ist, wie die Versuche, Konzeptwechsel hervorzurufen.

3.1.3.2 Konzeptwechsel als Prozess

Niedderer und Goldberg (1995, S.74) „versuchen (...), Lernprozesse [die dem Konzeptwechsel entsprechen] als Lernpfade durch Angabe von aufeinander folgenden kognitiven Zuständen in Form von Zwischenvorstellungen darzustellen.“ Um zu erklären, wie sich der Übergang von einer Zwischenvorstellung zur nächsten vollzieht, stellen Niedderer und Goldberg „Hypothesen über kognitive Auswirkungen bestimmter Unterrichtselemente und den dabei benutzten kognitiven Werkzeugen“ der Lernenden auf. Zwischenvorstellungen, die nur als solche gesehen werden, wenn sie über eine Zeit hinweg wiederholt vorhanden sind, und Anfangsvorstellungen werden auch nach einem

¹ Informationen zu einigen motivationalen Faktoren sind im Kapitel 3.2 zu finden, die Begriffe Modeling und Scaffolding werden im Kapitel 3.3.1.2 erläutert. Eine genauere Klarstellung aller Faktoren würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, weshalb auf den angeführten Artikel von Pintrich et al. (1993) verwiesen sei, in dem man auch vertiefende Literatur findet.

abgeschlossenen Lernprozess in unterschiedlichem Ausmaß neben der aus physikalischer Sicht angemessenen Vorstellung noch verwendet, was wiederum zeigt, dass der Konzeptwechsel nicht als Austausch von Vorstellungen anzusehen ist (Niedderer und Goldberg, 1995, S.75). Die Zwischenvorstellungen können auch als „Verknüpfungen von Alltagsvorstellungen und wissenschaftlichen Vorstellungen“ angesehen werden (vgl. Hybridvorstellungen, S.11).

Niedderer und Goldberg identifizieren durch die Analyse von Unterricht in kleinen Abschnitten mit Hilfe von Videoaufnahmen auch bekannte, häufig auftretende Schülervorstellungen, wie etwa Verbrauchsvorstellungen (vgl. S.6) und die „clashing current“ Vorstellung (vgl. S.5) als Zwischenvorstellungen.

Zu beachten ist hier jedoch, dass, wie Duit (2000, S.95) mit Verweis auf Duit, Roth, Komorek und Wilbers (1998) betont, solche Zwischenzustände nicht als konstante Folge angesehen werden können, sondern der konkrete Lernablauf unvorhersehbar ist und von den Konzepten, Aktivitäten und Diskursen der Lernenden sowie der Verwendung vorhandener Lernmaterialien abhängt. Somit ist es nötig, die konkreten Tätigkeiten und Diskurse der Lernenden zu erforschen, um die Lernprozesse und Vorstellungen der Lernenden in der konkreten Situation zu erfassen (Duit, 2000, S.94).

Um auf diese Weise auf Vorstellungen und deren mögliche Evolution aufmerksam zu werden und den Lernprozess sowie die Einflüsse darauf besser analysieren zu können, also den Verlauf des Konzeptwechsels nachvollziehen zu können, wurde in dieser Arbeit das Cross Age Peer Tutoring, das – wie auch in der Diskursanalyse üblich (Duit, 2000, S.94) –, in Kleingruppen von maximal vier Lernenden stattfand, einer Videoanalyse unterzogen (s. Kapitel 4.3.4 sowie Ergebnisse derselben in den Kapiteln 4.4.3.8 bis 4.4.3.12).

3.1.3.3 Bedeutung von Analogien für den Konzeptwechsel

Die Bedeutung von Analogien für den Konzeptwechsel wird von unterschiedlichen Autoren betont: So zeigen Dupin und Johsua (in Duit et al., 1985 S.331ff) sowie ausführlich Haider (2010), dass unterschiedliche mechanische Analogien etwa einen Konzeptwechsel bezüglich der Stromverbrauchsvorstellung „intermixing of current and energy“ (s.S.6) erleichtern können.

Duit, Roth, Komorek und Wilbers (2001, S.299f) zeigen in ihrer Studie jedoch auch, dass der Einsatz von Analogien im Unterricht eine „Gratwanderung“ darstellt: Da die Lernenden auf der einen Seite einen anderen Zusammenhang zwischen Phänomen und Analogie sehen als etwa die Lehrkraft, welche die Analogie anbietet und es daher nicht zum gewünschten Lernerfolg kommt, müssen die Analogien und deren Zusammenhang mit den Phänomenen von den Lernenden selbst entwickelt werden, damit sie verstanden werden. Auf der anderen Seite basieren die Analogien der Lernenden auf deren Beobachtungen, die sehr unterschiedlich ausfallen können (vgl. a. S.14) und führen so zu unterschiedlichem Verständnis desselben Phänomens. Daher ist im Rahmen der Lernmethode auch genaue Anleitung von Seiten der Lehrkraft nötig (vgl. Tutorinnen- und Tutoren-Training, S.38), um passende Analogien zu einem Phänomen zu entwickeln und in Zusammenhang zu bringen.

Die Vorgehensweise beim Cross Age Peer Tutoring trägt auch diesem Gesichtspunkt Rechnung: Es werden von den zukünftigen Tutoren während des Mentorings (vgl. Kapitel 4.2.3, 4.4.2 und 4.4.4) unter Unterstützung und Anleitung Unterrichtsstrategien und Analogien entwickelt, welche die Tutees – bei Verständnis – in den eigenen Unterricht übernehmen und welche auch aus physikalischer Sichtweise ein adäquates Analogon zur Beschreibung eines bestimmten Phänomens darstellen. So wird im Rahmen des Cross Age Peer Tutoring Projektes versucht, auch die von Duit et al. (2001, S.286) geforderte Intersubjektivität zwischen Lernenden und Lehrenden zu erreichen.

Weiters ist, wie Duit und Treagust (2003, S.678) mit Verweis auf Bachelard (1968) hinweisen, zu beachten, dass je nach Kontext unterschiedliche Konzepte als sinnvoll erscheinen und auch aus physikalischer Sicht passend sein können. Daher ist zu beachten, dass Konzeptwechsel in bestimmten Fällen nicht als Änderung des Status eines Konzepts auftreten, sondern lediglich passende Konzepte für bestimmte Situationen gewählt werden. So macht es durchaus Sinn für dasselbe Phänomen mehrere passende Analogien anzubieten (was beim Cross Age Peer Tutoring die Tutoren tun, s. z.B. Kapitel 4.4.3.8).

3.1.3.4 Evolutionäre und Revolutionäre Konzeptwechselansätze

Diese beiden Konzeptwechselansätze werden etwa von Widodo und Duit (2005, S.132) beschrieben:

Evolutionäre Konzeptwechsel sind solche, die von den Präkonzepten prozessartig und kontinuierlich zu den wissenschaftlichen Vorstellungen führen. Dabei kann an Alltagserfahrungen angeknüpft werden oder es können Schülervorstellungen umgedeutet werden (Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.13). Die Methode des Cognitive Apprenticeship (kognitive Meisterlehre) nach Collins, Brown und Newman (1987) ist, so Widodo und Duit (2005, S.132), ein Ursprung dieser Ideen. Die Einbindung des Lernens in die Lernsituation, sowie die Möglichkeit des Lernens durch Nachvollzug der kognitiven Prozesse einer Expertise durch den Lernenden ist bei der kognitiven Meisterlehre von Bedeutung. Die Methode wird in Bezug auf die im Rahmen dieser Diplomarbeit untersuchten Methode Cross Age Peer Tutoring näher im Kapitel 3.3.1.2 auf Seite 33 beschrieben.

Revolutionäre Konzeptwechselansätze sind solche, die bei den Lernenden durch sogenannte kognitive Konflikte zu einem Konzeptwechsel führen sollen, wobei es zwei Möglichkeiten gibt, solche Konflikte herbeizuführen (Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.14):

- Gegenüberstellung der Vorstellung der Lernenden mit dem physikalischen Konzept.
- Gegenüberstellung der Voraussagen der Lernenden mit dem tatsächlichen Ausgang eines Experiments.

Duit verweist hier jedoch auf Wiesner (1995), der wegen Mangel an passenden Experimenten für einen solchen Weg und aufgrund der Schwierigkeit, die Lernenden auf diskursivem Weg von ihren unpassenden Vorstellungen „abzubringen“, davon abrät, diese Vorstellungen überhaupt zu erwähnen. Zudem ist es, wie auf Seite 14 erläutert, selbst mit eindeutigen Experimenten nicht möglich, einen Konflikt auszulösen, der sofort zu einem

Konzeptwechsel führt. So müssen auch die kognitiven Konflikte in einem Lehr-Lernprozess stattfinden, der als Ganzes „als Zusammenspiel von kontinuierlichen und diskontinuierlichen Lernwegen gesehen werden [sollte]“ (Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.14).

3.1.3.5 Konstruktivistische Konzeptwechselansätze

Widodo und Duit (2005) haben ein Modell entwickelt, das die aus konstruktivistischer Sichtweise wichtigen Gesichtspunkte eines Lehr-Lern-Prozesses, in den eben genannte evolutionäre und revolutionäre Konzeptwechselansätze eingebettet sein können, wiedergibt. Den sequentiellen Verlauf gibt Abbildung 5 wieder, die aus Widodos und Duits Artikel (2005, S.135) entnommen wurde und zur besseren Veranschaulichung dargestellt sei.

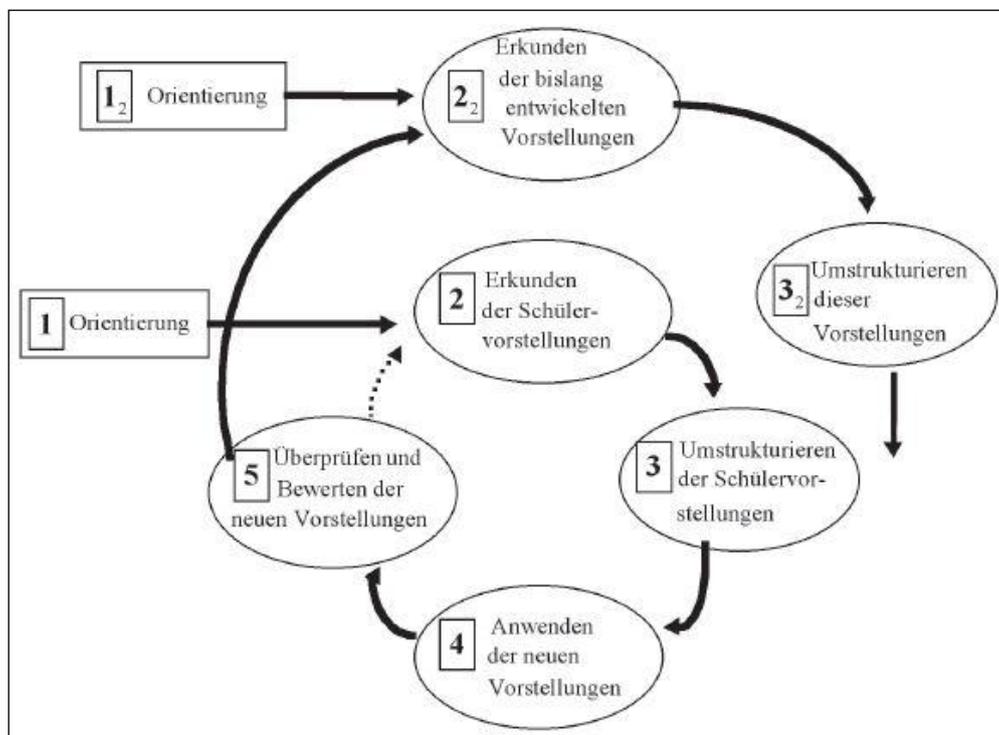


Abbildung 5: „Verlauf konstruktivistischer Lehr-Lern-Sequenzen“ nach Widodo & Duit (2005, S.135)

Widodo und Duit (2005, S.136) erläutern, dass die Absolvierung der in Abbildung 5 dargestellten Phasen wiederholt stattfinden kann, dass der Prozess an verschiedenen Stellen abgebrochen und wieder aufgenommen werden kann und der Unterricht sowohl im Gesamtablauf als auch in Binnenphasen diesem Schema folgen kann. Mit Hilfe der von Widodo und Duit entwickelten Phasen wurde dann der Unterricht unterschiedlicher Lehrkräfte analysiert und die Autoren weisen darauf hin, dass bei zunehmender Entsprechung des Unterrichts mit diesem Zyklus die Leistung der Lernenden steigt. Hier bemerken Widodo und Duit jedoch noch abschließend, dass eventuell auf die Erkundung der Schülervorstellungen in Abbildung 5 aufgrund der Einwände von Wiesner (1995), die Vorstellungen der Lernenden überhaupt anzusprechen (siehe Seite 19), unter Umständen absichtlich verzichtet werden könnte.

Die Erkundung der Schülervorstellungen wird im Untersuchungssetting dieser Diplomarbeit durch einen Pre-Test übernommen, mit dessen Hilfe die konkreten Vorstellungen nicht angesprochen werden müssen (siehe Kapitel 4.3.2).

3.1.3.6 Zusammenfassung

Die bisherigen Abschnitte haben klargestellt, dass das Wissen um die Schülervorstellungen und deren Ursprung unerlässlich ist, um einen Konzeptwechsel zu bewerkstelligen. Dass unter einem solchen Wechsel nur eine situationsspezifische Anpassung der Vorstellungen zu verstehen ist, dass diese Anpassung nur als kontinuierlicher Prozess möglich ist und unter welchen bestimmten Bedingungen sowie mit welchen unterrichtlichen Hilfsmitteln, wie etwa Analogien oder bestimmter auf konstruktivistischen Überlegungen beruhenden Unterrichtsphasen, ein Konzeptwechsel optimaler verläuft, hat das zuletzt behandelte Kapitel 3.1.3 gezeigt.

Da dieses Kapitel auch klargestellt hat, dass für einen Konzeptwechsel motivationale Aspekte unerlässlich sind und da die Methode Cross Age Peer Tutoring, deren Wirksamkeit zum Vollzug eines Konzeptwechsels in dieser Arbeit untersucht werden soll, einen solchen wichtigen Aspekt, wie das situationale Interesse nachweislich fördert (was in Kapitel 3.3.2.2 auf Seite 53 belegt wird), soll sich der folgende Abschnitt theoretisch mit intrinsischer Motivation und speziell mit der Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan (1993) (s.Kapitel 3.2.2, S.24, sowie mit der Interessentheorie nach Krapp (2002, 2010) (s.Kapitel 3.2.3, S.27) auseinandersetzen.

3.2 Motivation und Interesse

Definitionen von Motivation und Interesse beziehen sich oft wechselseitig aufeinander, wobei ein Begriff über den anderen definiert wird (siehe z.B. S.22 und 27). In diesem Kapitel sollen sowohl für diese Arbeit relevante Theorien zur Motivation als auch zum Interesse und ihr Bezug zueinander dargelegt werden.

3.2.1 Intrinsische und extrinsische Motivation

Um zu erklären, warum wir Handlungen ausführen, wurde häufig nur darauf verwiesen, dass wir durch unsere Handlungen bestimmte Ziele verfolgen, die der Bedürfniserfüllung oder Triebbefriedigung dienen und somit eine Belohnung oder Vermeidung von Bestrafung darstellen. Man fand jedoch, dass diese auf behavioristischen Verhaltenstheorien beruhenden Erklärungen alleine nicht ausreichen, um die Motivationsgründe bestimmter Verhaltensweisen zu ergründen und dass manche Handlungen als Selbstzweck durchgeführt werden, weshalb der Begriff der intrinsischen Motivation eingeführt und dem der extrinsischen Motivation entgegengestellt wurde (Sansone & Harackiewicz, 2000, S.1f; Schiefele & Köller, 2010, S.338).

Der Begriff der intrinsischen Motivation in Bezug zur extrinsischen Motivation wird in der Literatur jedoch auf verschiedenartige Weise verstanden und hat bei unterschiedlichen Autoren ungleiche Bedeutungen. (Rheinberg, 2010, S.366ff; Sansone & Harackiewicz, 2000, S.444ff; Schiefele & Köller, 2010, S.338ff). Dazu seien kurz die von Rheinberg (2010, S.367ff) genauer erläuterten Definitionen intrinsischer und extrinsischer Motivation unterschiedlicher Autoren zusammengefasst¹ (auf eine Wertung, die Rheinberg vornimmt, sei hier aber verzichtet):

3.2.1.1 Tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation

Nach dieser Definition werden Handlungen als intrinsisch motiviert bezeichnet, wenn sie „ihren Anreiz nicht in erster Linie aus den erwarteten Ergebnisfolgen, sondern aus dem Tätigkeitsvollzug beziehen.“ (Rheinberg, 2010, S.368) Ist man also aufgrund des erwarteten Ausgangs einer Handlung motiviert, diese zu vollführen, so handelt es sich nach dieser Definition um extrinsische Motivation, bezieht sich die Motivation aber auf die Tätigkeit selbst, so liegt intrinsische Motivation vor.

3.2.1.2 Auf das Selbst bezogene intrinsische Motivation

Deci und Ryan (z.B. 1980, 1985, 1993), die diese Definition der intrinsischen Motivation vertreten, gehen davon aus, dass intrinsische Motivation vorliegt, wenn das Selbst als Ausgangspunkt seiner Handlungen gesehen wird, während extrinsische Motivation dann gegeben ist, wenn einem der Grund seines Verhaltens von äußeren Faktoren determiniert erscheint.

Zudem differenzieren Deci und Ryan (1993, S.227) je nach Ausmaß der Internalisation und Integration und damit je nach Grad der empfundenen Selbstbestimmung unterschiedlich stark extrinsisch motivierte Verhaltensweisen (siehe 3.2.2). Um das Vorkommen intrinsischer Motivation zu ermöglichen sowie die empfundene Selbstbestimmung extrinsischer Motivation zu steigern, ist die Befriedigung dreier psychologischer Grundbedürfnisse von Nöten, die von der Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan (1993) postuliert werden: Kompetenz, Autonomie und soziale Eingebundenheit (siehe 3.2.2).

3.2.1.3 Interesse und intrinsische Motivation

Der Begriff Interesse wird in der pädagogischen Psychologie oft als emotionaler, motivationaler und kognitiver Bezug eines Menschen auf einen bestimmten Gegenstand verstanden (Krapp, 2010, S.312). Mit diesem Gegenstand sind nicht nur „reale Objekte, sondern auch Tätigkeiten oder Wissensgebiete, denen man sich zuwendet oder zuwenden

¹ weitere Theorien intrinsischer und extrinsischer Motivation sind prägnant von Schiefele und Köller (2010) zusammengefasst.

möchte“ gemeint (Hopf et al., 2011, S.99) Eine Definition von Interesse erfolgt von einigen Autoren über die intrinsische Motivation (s.a.S.27):

Von Schiefele (1996) sowie Schiefele und Köller (2010, S.336f) wird Interesse als „Motivation im Tätigkeitsvollzug beschrieben [...], die ihren Anreiz vornehmlich aus dem Gegenstand bezieht, an oder mit dem die Tätigkeit ausgeführt wird.“ (Rheinberg, 2010, S.369) Interesse ist nach dieser Definition also eine gegenstandsorientierte, tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation (Rheinberg, 2010, S.367). Schiefele und Köller (2010, S.336f) betonen zudem, dass eine am Gegenstand ausgerichtete und daher auf Interesse beruhende intrinsische Motivation für die pädagogische Psychologie aufgrund der Bedeutung fachlicher Inhalte für das Lernen in der Schule von höherem Belang ist als eine rein auf die Tätigkeit bezogene intrinsische Motivation.

Demgegenüber beschreibt Rheinberg (2010, S.369) die pädagogische Interessenstheorie nach Krapp (1999), die davon ausgeht, dass Interesse als mit dem Lerngegenstand identifizierte und selbstbestimmt erlebte intrinsische Motivation anzusehen ist. Somit wird hier Interesse über die auf das Selbst bezogene intrinsische Motivation bestimmt.

3.2.1.4 Abhängigkeit der intrinsischen Motivation von der Zielorientierung

Rheinberg (2010, S.371) fasst Theorien zur Zielorientierung zusammen und zeigt auf, dass eine Unterscheidung intrinsischer von extrinsischer Motivation auch häufig durch eine Unterscheidung der angestrebten Ziele getroffen werden kann: Wird etwa als Ziel eine Kompetenzsteigerung verfolgt, so wird dies „Lernzielorientierung“ oder „Bewältigungszielorientierung“ (Schiefele, 2009, S.163) genannt und man ist intrinsisch motiviert. Geht es einer Person hingegen nur um Kompetenzdemonstration, so stellt dies eine „Performanzzielorientierung“ oder „Leistungszielorientierung“ (Schiefele, 2009, S.163) dar, bei der extrinsische Motivation vorliegt.

Diese unterschiedlichen Zielvorstellungen werden auch von Pintrich et al. (1993) in diesem Sinne verstanden und die Bewältigungszielorientierung als wichtige den Konzeptwechsel vermittelnde Variable aufgefasst (s.a. Tabelle 2, S.17). Ein Zusammenhang von intrinsischer Motivation und Konzeptwechsel wird also nahegelegt.

3.2.1.5 Relevanz von Grundbedürfnissen für eine Theorie der intrinsischen Motivation

Im Weiteren bezieht sich diese Arbeit auf Theoriegebäude, welche die Erfüllung psychologischer Grundbedürfnisse für das Zustandekommen intrinsischer Motivation voraussetzen, sowie auf den mit einer so definierten intrinsischen Motivation verknüpften Interessensbegriff. Aus welchen Gründen die Annahme dieser Grundbedürfnisse von Bedeutung ist, wird im Folgenden kurz erläutert:

Um zu erklären, warum an einem bestimmten Verhalten, das ein bestimmtes Ziel verfolgt, festgehalten wird, müssen laut Krapp (2005), der sich auf Decis und Ryans Selbstbestimmungstheorie (Kapitel 3.2.2) sowie Nuttins (1984) Motivationstheorie bezieht, bestimmte Grundbedürfnisse erfüllt werden, die von kognitiv orientierten Motivationstheorien, wie denen der tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation ausgeklammert werden. Das

System der Grundbedürfnisse ist für den Menschen notwendig, damit er „[...] lebenslang danach strebt, das eigene Wachstum voranzutreiben und durch ständige Erweiterung und Anpassung der individuellen Kenntnisse und Fähigkeiten die eigenen Lebenschancen zu optimieren und sich dabei gleichzeitig an fremdgesetzte[n] [sic!] Normen und Erwartungen der sozialen Umwelt orientiert“ Krapp (2005, S.634).

Krapp (2005, S.630f, S.637) stellt zudem klar, dass diese Bedürfnisse nicht in dem Sinne zu verstehen seien, dass sie sich in ein generelles System menschlicher Strebungen, die inhaltlich genau bestimmt und bewusst sein sollen, einordnen ließen. Ein solches Bedürfnissystem ist, wie bereits auf S.21 erwähnt, nicht ausreichend, um zu ergründen, wodurch menschliches Verhalten motiviert wird. Die psychologischen Grundbedürfnisse dürfen auch nicht mit handlungsleitenden Motiven gleichgesetzt werden. Über Motive kann man reflektieren, über die Grundbedürfnisse nicht – sie sind nicht bewusst. Dennoch steuert dieses Bedürfnissystem den handelnden Menschen, indem die Tätigkeit, welche die Grundbedürfnisse erfüllt, als befriedigend wahrgenommen wird. So bezeichnen auch Schiefele und Köller (2010, S.340), die sich auf Schneider (1996) beziehen, die hier beschriebenen Bedürfnisse als letztgültige und die in der Tätigkeit befindlichen Motive als unmittelbare Ursachen intrinsisch motivierten Verhaltens.

Setzt man die drei Grundbedürfnisse – Autonomie, Kompetenz, soziale Eingebundenheit – mit den drei impliziten (d.h. sich der bewussten Selbstbeobachtung entziehenden (Brunstein, 2010, S.238)) Motive – power, achievement, affiliative arousal –, welche McClelland et al. (1985, 1987, 1995) mit der Ausschüttung von Neurotransmittern in Verbindung brachten, in Beziehung, so kann man die Existenz der Grundbedürfnisse als empirisch gesichert ansehen.

Abgesehen von den eben erwähnten Belegen, die für die Annahme solcher Bedürfnisse sprechen, ist dieser Standpunkt für die vorliegende Arbeit auch daher wichtig und notwendig, da zur Beantwortung der Forschungsfrage, ob Cross Age Peer Tutoring eine Methode zur Förderung intrinsischer Motivation darstellt, untersucht wird, ob die Grundbedürfnisse nach Deci und Ryan von ihr in einem für das Zustandekommen intrinsischer Motivation ausreichenden Maß erfüllt werden. Deshalb soll im folgenden Kapitel die Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan genauer erläutert werden.

3.2.2 Selbstbestimmungstheorie der Motivation

Deci und Ryan (1993, S.223) bezeichnen ihre Selbstbestimmungstheorie (Self-determination theory, SDT) als eine „organismische und dialektische Theorie der menschlichen Motivation“. Dies bedeutet, dass sowohl persönliches Wachstum als auch Entfaltung der sozialen Strukturen durch Interaktion mit der Umwelt zu realisieren ist (Deci & Ryan, 1993, S.223, Krapp, 2005, S.631ff). Für eine dementsprechende Entwicklung des Selbst, sind laut Deci und Ryan (1993, S.223) auch angeborene psychologische Bedürfnisse, die den Prozess steuern, von Nöten. Vor diese Steuerungsaufgaben sind nicht nur wir Menschen sondern alle sozial zusammenlebenden Wesen gestellt und es ist anzunehmen, dass dieses bedürfnisorientierte motivationale Leitsystem daher beim Menschen wie bei anderen Lebewesen unbewusst abläuft (Krapp, 2005, S.634).

Intrinsisch motivierten Verhaltensweisen wird auch in Abwesenheit äußerer Anstöße nachgegangen, sie werden als vom Selbst ausgehend empfunden (Niemic & Ryan, 2009, S.134f) und diese Art „[...] Motivation beinhaltet Neugier, Exploration, Spontaneität und Interesse an den unmittelbaren Gegebenheiten der Umwelt“ (Deci & Ryan, 1993, S.225). Viele menschliche Verhaltensweisen unterscheiden sich aber auch grundsätzlich von diesen intrinsisch motivierten Verhaltensweisen – ihnen wird nicht von sich aus und ohne Druck nachgegangen, sondern sie sind extrinsisch motiviert und „werden vielmehr durch Aufforderungen in Gang gesetzt, deren Befolgung eine (positive) Bekräftigung erwarten läßt, oder die auf andere Weise instrumentelle Funktion besitzen.“ (Deci & Ryan, 1993, S.225)

Während in früheren Theoriestadien der Selbstbestimmungstheorie aufgrund der Feststellung, dass die intrinsische Motivation aufgrund äußerer Belohnungen abnimmt (Deci, 1975), häufig davon ausgegangen wurde, dass intrinsische und extrinsische Motivation Gegensatzpaare darstellen, weisen Deci und Ryan (1993, S.226f) darauf hin, dass dem, aufgrund der Ergebnisse widersprüchlicher späterer Studien (Harackiewicz 1979; Ryan 1982; Ryan et al., 1983), nicht so ist. Schiefele & Köller (2010, S.339) weisen darauf hin, dass etwa Deci und Ryan (1999) gezeigt haben, dass die intrinsische Motivation nur unter gewissen Bedingungen „durch Belohnungen, negative Rückmeldungen, Leistungsdruck etc. beeinträchtigt wird. Deci und Ryan (1993, S.227) betonen, dass extrinsisch motivierte Verhaltensweisen durch soziale Vermittlung in das eigene Verhaltensrepertoire aufgenommen und verinnerlicht, d.h. internalisiert werden und schließlich in das Selbst eingepasst, d.h. integriert, werden können. Je nach Ausmaß der empfundenen Autonomie werden vier Typen extrinsischer Motivation unterschieden (Niemic & Ryan, 2009, S.137f; Deci & Ryan, 1993, S.227f), die auch von Schiefele (2009, S.159f) zusammengefasst werden:

- Externale Regulation:
Handelt man external reguliert, erfolgt die Handlung nicht freiwillig. Die Motivation der Ausführung beschränkt sich auf den Versuch „[...] eine (externale) Belohnung zu erhalten oder einer angedrohten Bestrafung zu entgehen.“ (Deci & Ryan, 1993, S.227)
- Introjizierte Regulation:
Auf dieser Stufe der Verhaltensregulation tritt bereits Internalisation – der Prozess der Aufnahme externaler Werte in die internalen Regulationsmechanismen – ein, jedoch wird die Motivation immer noch nicht vom Selbst ausgehend empfunden. Man handelt, um einem schlechten Gewissen zu entgehen.
- Identifizierte Regulation:
Die bisher von außen herangetragenen Handlungsziele werden nun nicht wegen äußerer oder innerer Konsequenzen verfolgt, sondern weil man selbst sie für wichtig empfindet. Die Ziele sind nun also im Selbst verankert, sind aber nicht zwingend mit anderen Zielen vereinbar.

- Integrierte Regulation:

Diese Form extrinsischer Motivation wird als am meisten selbstbestimmt empfunden. Man empfindet nun die Ziele seiner Handlungen nicht nur als persönlich von großer Bedeutung, sondern kann sie auch in Einklang und Übereinstimmung mit anderen persönlichen Zielen und Werten bringen. Die Handlungsziele sind also gänzlich im Selbstkonzept integriert.

Je nach Grad der Selbstbestimmung (der Werte und Ziele und damit der Verhaltensweisen) lassen sich obige Regulationsstile auch in ein noch breiteres Kontinuum einteilen, das Non-Regulation, was einem nicht intentionalen Verhalten ohne konkretem Ziel entspricht und intrinsische Regulation, bei welcher die Selbstbestimmung am größten ist, an deren Enden aufweist. (Müller et al. 2007, S.4, sowie Deci & Ryan, 1994, 2002, zit. nach Müller et al., 2007, S.4)

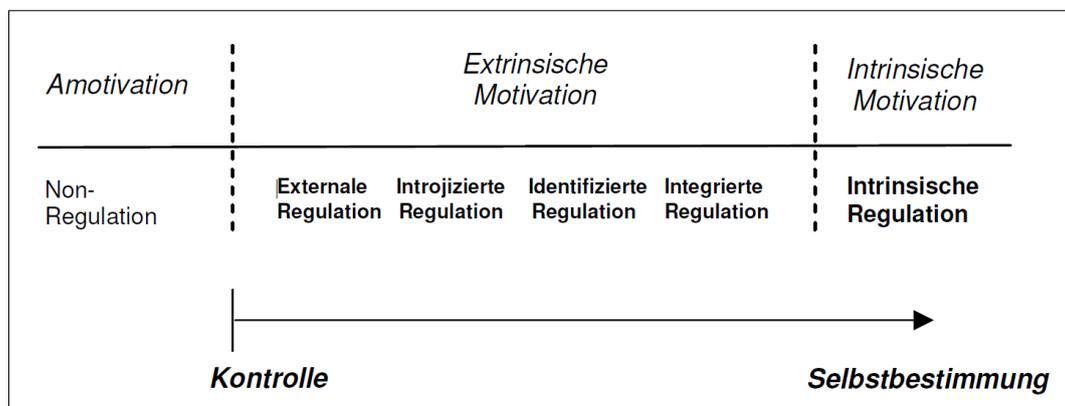


Abbildung 6: Das Kontinuum der Selbstbestimmung (Deci & Ryan, 2002, S.16) (Abb. und Bildtext zit. aus Müller et al. 2007)

Es können also von außen herangetragene Ziele, zunächst fremde Werte und Sichtweisen sowie bestimmtes Verhalten in das Selbst übernommen werden. Für diesen Prozess der fortschreitenden Internalisation sowie Integration der Motivation hin zu selbstbestimmteren Regulationstypen ist die Erfüllung der psychologischen Grundbedürfnisse *Autonomie*, *Kompetenz* und *soziale Eingebundenheit* von Nöten (Niemiec & Ryan, 2009, S.139). Diese unbewussten Strebungen sind also für das Zustandekommen der intrinsischen Motivation und auch für die Überführung extrinsisch motivierter Verhaltensweisen in selbstbestimmtere Handlungen von Relevanz (Deci & Ryan, 1993, S.229ff; Niemiec & Ryan, 2009, S.141). Unterrichtsmethoden, die die intrinsische Motivation befördern sollen, müssen die psychologischen Grundbedürfnisse erfüllen (Niemiec & Ryan, 2009, S.139f):

- So kann das Bedürfnis nach Autonomie erfüllt werden, indem Evaluationsdruck und Zwang, die im Schulalltag oft vorherrschen, weitgehend vermieden werden, sowie den Schülerinnen und Schülern freie Meinungsäußerung und Wahlfreiheit in ihren Lernangelegenheiten gegeben wird. Auch Druck und kontrollierende Faktoren, die etwa aufgrund curricularer Bestimmungen Lehrkräften auferlegt werden, führen zu zunehmend die Autonomie der Lehrenden und damit der Lernenden einschränkenden Unterricht.

- Kompetenz kann durch ein optimales Anforderungsniveau von Lernaufträgen, die an die Lernenden gestellt werden, und durch Bereitstellung nützlicher Arbeitsmethoden und Werkzeuge zur Bewältigung der Aufgaben sowie durch Rückmeldungen zum Lernerfolg, die nicht als Evaluationsdruck empfunden werden, gefördert werden.
- Das Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit ist besonders zur Unterstützung des Internalisierungs- und Integrationsprozesses von Bedeutung. Ein bestimmtes Verhalten wird vor allem von Menschen übernommen, mit denen man sich verbunden fühlt, zu denen man Zugehörigkeit sucht oder die man mag. Um dieses Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit zu befriedigen, sind dementsprechend Lernumgebungen notwendig, in denen sich die Lernenden aufgehoben fühlen und in denen ihnen Respekt, Wohlwollen und Wertschätzung von Seiten der Lehrenden entgegengebracht wird.

Das Potential von Cross Age Peer Tutoring als Methode, zur Erfüllung dieser Bedürfnisse, wird in Kapitel 3.3 diskutiert.

Da Zinn (2008) den Einfluss von Cross Age Peer Tutoring auf das Motivationsmerkmal Interesse untersucht und die Ergebnisse seiner Arbeit in Kapitel 3.3.2.2 vorgestellt werden, wird im Folgenden der Interessensbegriff und dessen Zusammenhang mit der intrinsischen Motivation genauer wiedergegeben.

3.2.3 Interessenstheorie

Interessenstheorien verstehen Interesse meist als Geschehnis, das durch Interaktion eines Menschen mit seiner Umwelt entsteht und bezieht sich immer auf einen bestimmten Inhalt oder Gegenstand (Krapp, 2002, S.386f). Befasst man sich aus Interesse mit einem Gegenstand (s.a.S.22), so erfolgt eine Beschäftigung mit diesem aufgrund intrinsischer Wertüberzeugungen, die mit positiven Gefühlen und persönlicher Bedeutung verknüpft sind (Schiefele, 2009, S.164). Dabei sind also sowohl die Werte, mit denen man sich identifiziert hat und die daher zu seinem Selbst gehören, als auch die emotional positiven und persönlich relevanten Erfahrungen von Bedeutung, die aufgrund der Erfüllung der drei psychologischen Grundbedürfnisse (s.S.26) mit der Handlung einhergehen (Krapp, 2002, S.388f, 2010, S.317). Somit kann eine Handlung aus Interesse als intrinsisch motiviert angesehen werden. Krapp (2002, S.389) sieht die Verbindung zwischen Interesse und intrinsischer Motivation auch darin, dass aufgrund der persönlichen Bedeutung und der positiven Emotionen, die mit einer interessensgeleiteten Handlung verknüpft sind, keine Widersprüche zwischen den Ansprüchen, die eine Situation erfordert und den Handlungswünschen einer Person bestehen. Auch ist nur dann von Interesse zu sprechen, wenn sich dieses direkt auf einen Gegenstand richtet, nicht aber wenn der Gegenstand nur ein Mittel zu einem anderen Ziel ist (Krapp, 2002, S.389).

Krapp (2002, S.387f, S397ff 2010, S.312) differenziert situationales und individuelles Interesse:

- Bei Vorliegen von situationalem Interesse ist man im Wesentlichen aufgrund der momentan vorhandenen Anreize der Lernumgebung an einer Sache interessiert.

- Individuelles Interesse hingegen kann als über einen längeren Zeitraum hinweg entstandene Persönlichkeitseigenschaft angesehen werden.

Das situationale Interesse geht ebenso wie die Befriedigung des Kompetenzbedürfnisses mit einem Gefühl des optimalen Funktionierens einher¹ (Schiefele, 2009, S.164; Krapp, 2010, S.314). Extrinsisch motiviertes Verhalten muss bewusst aufrechterhalten werden, während der Zustand des situationalen Interesses „keine zusätzlichen Ressourcen für eine rational-willentliche Kontrolle der informationsverarbeitenden Prozesse benötigt“ (Krapp, 2010, S.314) und kann daher „als relevante Quelle von intrinsischer Lernmotivation aufgefasst werden.“ (Schiefele, 2009, S.164)

Aus situationalem Interesse kann durch die Prozesse von Internalisation und Identifikation, die auch die Aufnahme von extrinsisch motivierten Verhaltensweisen in das eigene Verhaltensrepertoire steuern (s.S.25) ein individuelles Interesse entstehen. Dieser Übergang stellt einen vielschrittigen Prozess dar, an dessen einem Ende lediglich ein Gefühl der Neugier und am anderen Ende das gänzlich mit einem Interessensgegenstand identifizierte Selbst steht. (Krapp, 2002, S.398). Hopf et al. (2011, S.100) beschreiben hierzu das von Krapp (2002, S.399) aufgegriffene dreistufige Interessensmodell von Mitchell (1993) (s.Abbildung 7):

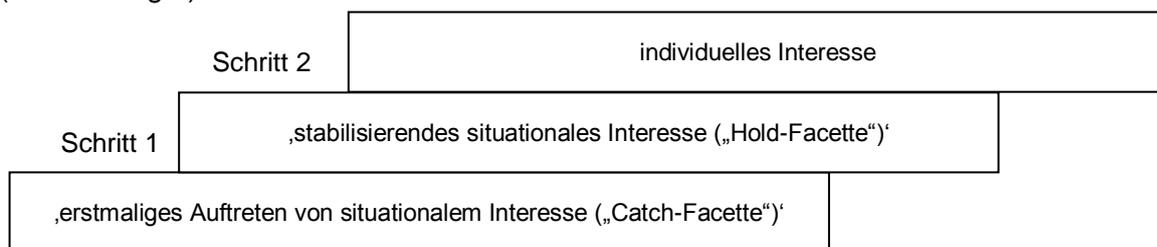


Abbildung 7: „Stufen der Interessensentwicklung (nach Krapp, 2002, S.399)“
(Abbildung und Bildtext aus Hopf et al., 2011, S.100)

„Catch“-Faktoren sorgen für ein erstes Aufmerksam-Werden auf einen Interessensgegenstand und damit für ein erstes Auftauchen des situationalen Interesses. Die persönliche Bedeutung ist einer dieser Faktoren (vgl. Tabelle 2, S.17). Für die „Hold“-Faktoren sind im Weiteren die Erfüllung des Kompetenz- und des Autonomiebedürfnisses von Bedeutung. (Hopf et. al, 2011, S.100f).

Im Rahmen dieser Arbeit soll auch überprüft werden, ob durch die Methode Cross Age Peer Tutoring die Erfüllung dieser psychologischen Grundbedürfnisse bei den Lernenden stattfindet und somit situationales Interesse nicht nur wecken (vgl. Zinn, 2008) sondern auch stabilisieren kann.

Hier sei zudem angemerkt, dass auch bei den Definitionen der Motivation zwischen aktueller und überdauernder Motivation unterschieden wird und man in dem Zusammenhang von „state“ und „trait“ spricht (Schiefele & Köller, 2010, S.338). Die aktuelle Motivation, welche

¹ von Csikszentmihalyi (1990) wurde dieses Erleben „Flow“ genannt (zit nach Krapp, 2010, S.314).

„aus der Wechselwirkung zwischen Person. und Situationsfaktoren“ entsteht und sich unmittelbar auf das Verhalten auswirkt (Rheinberg et al., 2001, S.3, s. Abbildung 8) wird im Rahmen dieser Arbeit mit dem von Rheinberg et al. (2001) entwickelten Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation erhoben wird (s. Kapitel 4.3.3.2)

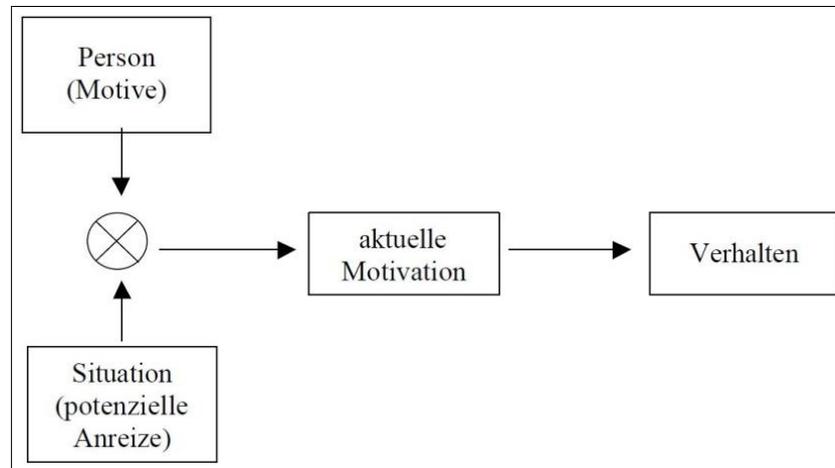


Abbildung 8: Entstehung verhaltenssteuernder aktueller Motivation (nach Rheinberg, 2000, S.70, zit. nach und entnommen aus Rheinberg et al., 2001, S.3)

Eine eher überdauernde motivationale Einstellung zu konkreten Unterrichtsfächern wird etwa von dem ebenso in dieser Arbeit verwendeten, in Kapitel 4.3.3.1 vorgestellten „Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern“ nach Müller et al. (2007) abgefragt.

Hopf et al. (2011, S.101f) fassen die Ergebnisse der IPN-Interessensstudie Physik von Hoffmann, Häußler und Lehrke (1998) zusammen. Es wird festgestellt, dass sowohl das Interesse am Fach Physik („Fachinteresse“) als auch das Interesse an physikalischen Inhalten („Sachinteresse“) mittelmäßig hoch ausgeprägt sind, es aber aus dieser Studie nicht feststellbar ist, welche Schülerinnen und Schüler möglicherweise gänzlich uninteressiert sind. Während das Fachinteresse, das bei Schülern wesentlich größer ist als für Schülerinnen, relativ konstant bleibt, nimmt das Sachinteresse, bei dem der Geschlechterunterschied nicht derart deutlich ausgeprägt ist, stetig ab. Auch Schiefele (2009, S.171) konstatiert besonders in naturwissenschaftlichen Fächern eine Abnahme des Interesses bezüglich bestimmter Inhalte und Interessensgebiete, die jedoch auch zum Teil an einer Fokussierung der Interessen in dieser Altersgruppe liegt (Krapp, 2002, S.393).

Um einer Abnahme des Interesses entgegenzuwirken, ist es neben der Befriedigung der beschriebenen psychologischen Grundbedürfnisse (s.S.26) auch nötig, die Wahrnehmung der Bedeutsamkeit des Faches zu fördern. Dies kann etwa durch das Zeigen des eigenen Interesses der Lehrkraft am Fach sowie der Betonung von praktischen Anwendungen in der Lebenswelt der Lernenden geschehen (Schiefele, 2009, S.173).

Hopf et al. (2011, S.103) betonen, dass die IPN-Interessensstudie nur einen schwachen Zusammenhang des Interesses mit dem physikalischen Fachgebiet belegt und, dass vielmehr der „Kontext“ auf den sich Lehrinhalte beziehen für das Interesse am Unterricht

ausschlaggebend ist (s.a. Zinn, 2008, S.75ff). Beim Cross Age Peer Tutoring sind die Lerninhalte in einen „Tutoring-Kontext“ (entspricht nicht ganz einen „Lehr-Lern Kontext“, da die Tutorinnen und Tutoren von den Tutees nicht als Lehrkraft wahrgenommen werden (Fogarty & Wang, 1982, S.453, 456; s.a.S.55)) eingegliedert und im Weiteren bestimmen die Tutoren selbst, in welchen Kontext sie die physikalischen Inhalte eingliedern.

Das persönliche Interesse von Schülerinnen und Schülern ist eine wichtige Bedingung dafür, ob Lernende überhaupt auf ihre Misskonzepte aufmerksam werden und es so überhaupt erst zu den von Posner et al. (1982, S.214) beschriebenen Bedingungen für einen möglichen Konzeptwechsel, wie etwa Unzufriedenheit mit dem bisherigen Konzept kommen kann (Pintrich et al., 1993, S.192).

Nach Zinn (2008, S.2, 213), der eine dem Cross Age Peer Tutoring entsprechende Unterrichtsmethode untersucht hat, welche er „Unterricht im pädagogischen Kontext“ oder „Unterricht im Kontext „Physik lernen durch lehren““ nennt, fördert diese von ihm überprüfte Methode das situationale Interesse deutlicher als der traditionelle Unterricht (s.S.53).

Zinn (2008, S.49ff) beschreibt außerdem zur differenzierteren Untersuchung des Einflusses der in seiner Arbeit beschriebenen Unterrichtsmethode auf die Interessen der Lernenden die in der Studie von Häußler et al. (1998) gefundenen drei unterschiedlichen Interessentypen, die an unterschiedlichen der im Weiteren beschriebenen Interessenbereichen interessiert sind.

1. Interessensbereich Physik und Technik: Hier liegt Interesse an der Physik um ihrer selbst willen sowie an der Technik vor.
2. Interessensbereich Mensch und Natur: Hier bezieht sich das Interesse auf die praktische Anwendung der Physik sowie zur Erklärung der Natur und des Körpers des Menschen.
3. Interessensbereich Gesellschaft: Dieser Bereich beschäftigt sich mit dem Interesse an dem gesellschaftlichen Belang der Physik.

Während der Interessentyp A etwa gleiches Interesse an allen drei Bereichen hat und besonders naturwissenschaftlich aber weniger sprachlich interessiert ist, zeigt der Interessentyp B kein sonderliches Interesse für die Bereiche 1. und 3. jedoch für den Bereich Mensch und Natur, und der Interessentyp C interessiert sich besonders für die Bereiche 2. und 3., ist aber am Bereich Physik und Technik sehr uninteressiert und die persönliche Relevanz des Themas ist bei diesem Interessentyp von besonderer Wichtigkeit. „Der Interessentyp C ist an den Fächern Deutsch, Kunst und Fremdsprachen mehr interessiert als die beiden anderen Interessentypen.“ (Zinn, 2008, S.51).

Diese Interessentypen sind im Weiteren noch zum Verständnis von den Ergebnissen zur Studie von Zinn (2008, S.215; diese Arbeit S.53) notwendig.

Die vorliegende Arbeit knüpft an die Arbeit von Zinn (2008) an und untersucht die Methode Cross Age Peer Tutoring bezüglich Vorstellungsänderungen zu Gleichstromkreisen, Änderungen intrinsischer Motivation und der Rolle des Verhaltens der Akteure hinsichtlich dieser Konzeptwechsel. Im folgenden Kapitel wird Cross Age Peer Tutoring genauer vorgestellt.

3.3 Cross Age Peer Tutoring

Gegenseitige Unterstützung bei der Aneignung von Wissen fand wohl schon statt, als die Menschen noch Jäger und Sammler waren (Kalkowski, 1995) und kann in der Geschichte bis ins antike Griechenland nachgewiesen werden (Topping, 1996, S.322; (Topping, 1998, Wagner, 1990, zit. nach Robinson et al., 2005, S.328)). Diese Art und Weise der Wissensvermittlung wurde in englischen Schulen aufgrund von Mangel an Lehrkräften während der Industriellen Revolution angewandt und in den letzten Jahren wurde erkannt, dass durch diese gegenseitige Instruktion der traditionelle Unterricht ergänzt werden kann (Fogarty & Wang, 1982, S.450). Durch diese Ergänzung profitieren sowohl die lehrenden als auch die lernenden Schülerinnen und Schüler (Robinson et al., 2005, S.328). Da Cross Age Peer Tutoring im Rahmen dieser Arbeit didaktisch geplant und zu einem konkreten Thema in pädagogischen Institutionen abläuft, kann es als Unterricht bezeichnet werden (Helmke, 2010, S.886). Der Unterricht findet zwischen Gleichgesinnten („peers“) über Altersgrenzen hinweg („cross age“) statt (Fogarty & Wang, S.450). Kalkowski (1995) fasst einige der in der Literatur neben dem Begriff Cross Age Peer Tutoring gleichbedeutend verwendeten Termini zusammen: So wird etwa der Ausdruck Cross Age Tutoring verwendet. Aber auch die Bezeichnung „peer tutoring“, die eigentlich Unterricht zwischen gleichaltrigen Schülerinnen und Schülern („same age tutoring“) nahelegt (Katzlberger, 2005, S.40), wird neben weiteren Begriffen oft undifferenziert und gleichbedeutend mit Cross Age Peer Tutoring gebraucht.

3.3.1 Ursprünge von Cross Age Peer Tutoring und verwandte Konzepte

Peer Tutoring ist eine Form des kooperativen Lernens, mit dem auch Vygotskys (1978a, zit. nach Cheng & Ku, 2009, S.40) theoretisches Konstrukt, die Zone der proximalen Entwicklung („zone of proximal development (ZPD)“) zusammenhängt (Cheng & Ku, 2009, S.40; Zinn, 2008, S.60), auf deren Grundgedanken wiederum die Methode des Cognitive Apprenticeship (Collins, Brown und Newman, 1987) zurückgreift, von der für das Cross Age Peer Tutoring relevante Werkzeuge wie „Coaching“, „Scaffolding“ und „Fading“ entlehnt werden können. Die von Martin entwickelte Idee des „Lernen durch Lehren“ ist verwandt mit dem Konzept des Peer Tutoring (Katzlberger, 2005, S.42). Aufgrund ihres Zusammenhangs seien diese theoretischen Konzeptionen im Folgenden kurz beschrieben, bevor näher und konkret auf Cross Age Peer Tutoring und seine die Motivation und Kognition betreffenden Effekte eingegangen wird.

3.3.1.1 Kooperatives Lernen

Zinn (2008, S.55f) fasst die uneinheitlichen Definitionen zum kooperativen Lernen zusammen und hebt als besonders wichtig hervor, „dass kooperatives Lernen mehr als nur Gruppenarbeit ist. Insbesondere steht neben dem Lernen rein fachlicher Inhalte mindestens gleichberechtigt das Lernen überfachlicher Inhalte und hier speziell das soziale Lernen in der Gruppe.“ (Zinn, 2008, S.56)

Zinn (2008, S.57) gibt neben den Nachteilen des kooperativen Lernens aufgrund gruppenpsychologischer Phänomene, die mit Motivationsabfall sowie mit der Ausbeutung der Gruppenleistung durch einzelne Gruppenmitglieder in Zusammenhang stehen (Hogg & Vaughan, 2005, S.286ff), die von Eilks (2003 zusammengefassten positiven Gesichtspunkte des kooperativen Lernens wieder. Sie liegen unter anderem in einem meist größeren Lernerfolg, einer positiveren Einstellung zu Fach und Lerngegenstand, einem verbesserten sozialen Klima, einer Zunahme der Kommunikationsfähigkeit sowie in einem verbesserten Vermögen der Lernenden zusammenzuarbeiten und in einer Steigerung des Selbstwertgefühls.

Um den Ertrag des kooperativen Lernens zu erklären, unterscheidet Zinn (2008, S.58) zwei Forschungsrichtungen, wobei die eine die Vorteile „bei der Ausbildung kognitiver Wissensstrukturen“ sieht („*kognitive Perspektiven*“) und die andere diese „in der verbesserten Lernmotivation“ zu erkennen meint („*motivationale Perspektive*“).

- Die „*kognitiven Perspektiven*“ gehen von Erkenntnisgewinn (1) aufgrund der Einbringung unterschiedlicher Blickwinkel sowie (2) aufgrund der genauen „Elaboration des Wissens“ (vgl. Tabelle 2, S.17) beim kooperativen Lernen aus (Zinn, 2008, S.58):

Die unterschiedlichen Blickwinkel können zu einem Wissenszuwachs führen, indem durch den für Piaget (1976, S.11) zur Entwicklung von Erkenntnis zentralen Prozess der Äquilibration sowohl die Assimilation, d.h. die Einbettung neuer Sichtweisen in vorhandene Strukturen, als auch die Akkommodation, d.h. die Entwicklung neuer Schemata in den Denkstrukturen, (Kircher & Schneider, 2002, S.6) in gleichem Maße stattfinden.

Ein Wissenszuwachs aufgrund der „Elaboration des Wissens“, erfolgt in der Zone der proximalen Entwicklung nach Vygotsky (1978b,S.33), die die Entfernung zwischen dem kognitiven Entwicklungsniveau, das durch selbständiges Lösen einer Aufgabe erreicht werden kann, und dem Entwicklungsstand, der mit Unterstützung kompetenterer Helfer erreicht werden kann, darstellt.

- Die „*motivationale Perspektive*“
Zinn (2008, S.61) beschreibt hierzu, dass vor allem die Erreichung von Gruppenzielen (Oudenhoven, 1993, zit. nach Zinn, 2008, S.61) sowie die Verbundenheit der Gruppe, die Identifikation mit der Gruppe und die gemeinsame Arbeit an interessanten Aufgaben (Cohen, 1994, zit. nach Zinn, 2008, S.61) wesentliche Bedeutung haben.

Zinn (2008, S.62) legt zudem die Ergebnisse von Slavin et al. (2003) dar, wonach für die Vorteile des kooperativen Lernens Aspekte beider Perspektiven relevant sind und ihre relativen Beiträge hinsichtlich des Lernerfolges nicht einfach ermittelt werden können.

Kooperatives Lernen ist jedoch von „Tutoring-Interaktionen“ grundsätzlich zu unterscheiden, da beim kooperativen Lernen etwa kein unterschiedlicher Status der gemeinsam Lernenden besteht, während es beim Tutoring, wie dem Cross Age Peer Tutoring (s.S.37ff), immer einen Statusunterschied zwischen lehrenden Tutorinnen oder Tutoren und ihren lernenden Tutees gibt (DePaulo et al., 1989). Diesem Unterschied wird auch schon die Methode „Lernen durch Lehren“ (s.S.36) gerecht.

Zu unterscheiden ist kooperatives Lernen auch von kollaborativen Lernen. Während es beim kooperativen Lernen darum geht, dass Gruppenmitglieder durch einzelne Bearbeitung von Teilaufgaben und nachträglichem Verknüpfen der Lösungen ein gemeinsames Ziel erreichen, nähert sich die Gruppe beim kollaborativen Lernen geschlossen dem gemeinsamen Ziel. (Di Nizio, 2005, S.10ff)

3.3.1.2 *Cognitive Apprenticeship*

Nach den Grundgedanken, die hinter dem Konzept des Cognitive Apprenticeship (Collins, Brown und Newman, 1987) stehen und die unter anderem auch auf Untersuchungen von Lev Vygotsky zurückgehen, ist zu bezweifeln, dass die Konzepte, die gelernt werden und die Art und Weise wie gelernt wird, voneinander zu trennen sind (Brown, Collins und Duguid, 1989, S.32). Neben der Wichtigkeit der Eingebundenheit des Lernens in die Situation weist schon der Begriff der kognitiven Meisterlehre („Cognitive Apprenticeship“) darauf hin, dass es bei der Methode darum geht, dass Lernende mit Unterstützung einer Expertise durch eigenständiges Denken und Arbeiten ihre kognitiven Problemlösungs- und Aufgabenbewältigungs-Fähigkeiten perfektionieren, wobei der Hauptgedanke sich eher auf kognitive sowie metakognitive Abläufe und Kenntnisse bezieht als auf technische und körperliche Fertigkeiten, mit denen die traditionelle Meisterlehre („traditional apprenticeship“) in Zusammenhang steht. Da kognitive Fähigkeiten zu Problemlösungen nicht so einfach wie körperliche Fertigkeiten an einem Produkt sichtbar und damit korrigierbar gemacht werden können und somit sowohl Lernende als auch Lehrende keinen Zugang zu den kognitiven Prozessen des Gegenübers haben, müssen diese kognitiven Vorgänge offengelegt werden, wozu die Methoden des Cognitive Apprenticeship dienen sollen. (Collins, Brown und Newman, 1987, S.3f)

Neben Methoden, die den Lernenden durch Vergleich mit einer Expertise mehr Einblick verschaffen sollen, betonen Collins et al. (1987, S.4) die Wichtigkeit von Diskussionen, Rollenwechseln zwischen Lehrenden und Lernenden sowie der gemeinsamen Lösung von Problemen in der Gruppe, um den kognitiven Anforderungen einer Aufgabe durch die Evaluation fremder Ideen und die Generierung eigener Ideen optimal gerecht zu werden.

Damit die Lernenden jene kognitiven und metakognitiven Strategien (siehe Tabelle 3) erlangen, selbstständig Aufgaben erfolgreich zu bewältigen, werden die bereits im „Traditional Apprenticeship“ entwickelten Methoden „Modeling“, „Coaching“, „Scaffolding“ und „Fading“ eingesetzt, die als Kern des Cognitive Apprenticeship angesehen werden können (Collins et al., 1987, S.2, S.16). Neben diesen zentralen Teil-Methoden des Cognitive Apprenticeship werden im Rahmen der Beschreibung idealer Lernumgebungen (Collins et al., 1987, S.13ff; Zusammenfassung siehe Tabelle 3) auch noch drei weitere („Articulation“, „Reflection“, „Exploration“) genauer erläutert. Im Folgenden seien diese Phasen oder Methoden des Cognitive Apprenticeship zusammengefasst, die Teil der in Tabelle 3 dargestellten Eigenschaften optimaler Lernumgebungen sind (Collins et al., 1987, S.16ff):

Beim „*Modeling*“ wird dem Lernenden durch Offenlegung der internen kognitiven Vorgänge – wie etwa Heuristiken oder Kontroll-Strategien – gezeigt, wie man an eine bestimmte Aufgabe

herangeht. Dies kann beispielsweise durch lautes Denken ermöglicht werden. Die Lernenden sollen durch genaues Beobachten die Abläufe zur Problembewältigung nachvollziehen können.

„*Coaching*“ bedeutet, die Lernenden bei der Bearbeitung der Aufgaben aufmerksam zu beobachten, Hinweise und Rückmeldungen zum Fortschritt zu geben, sowie Hilfestellungen und neue Aufgaben zur Verfügung zu stellen.

„*Scaffolding*“ bedeutet Unterstützung und Hilfe bei der Bewältigung der Aufgabe, die der Lernende noch nicht alleine lösen kann. Es entspricht einem gemeinsamen Problemlösen und kann mit der Errichtung eines Gerüsts für den Lernenden verglichen werden (Duit in Kircher & Schneider, S.15).

Da das Lerngerüst immer mehr zurückgebaut werden soll und die Lernenden schließlich die Aufgaben ganz alleine bewältigen können sollen, schließt an das Halt gebende Scaffolding die Phase des „*Fading*“ an, bei der die Hilfestellungen angepasst an den Lernfortschritt nach und nach verringert werden.

„*Articulation*“ besagt, dass die Lernenden ihr Wissen und ihre Gedanken zu Problemlösungsprozessen wiedergeben, also artikulieren. Dazu kann zum Beispiel auch die Einnahme der Rolle eines kritischen Beobachters, der den Lösungsvorgang eines anderen Lernenden überwacht, dienen.

In der Phase „*Reflection*“ sollen die Lernenden die Möglichkeit bekommen, ihre Problemlösungsansätze mit denen einer Expertise oder anderer Lernender zu vergleichen, um schließlich ein eigenes Muster im Geiste zu entwickeln, das als Vergleichsstandard für zukünftige Problemlösungsvorgänge dienen kann.

Die Phase „*Exploration*“ soll die Lernenden dazu führen, in einem für sie interessanten Arbeitsgebiet selbstständig Untersuchungen anzustellen und Fragen aufzuwerfen, um auf diese Weise selbst auf Probleme zu stoßen, die sie mit bekannten oder neuen Problemlösungsansätzen bearbeiten können.

Collins et al. (1987, S.22) betonen zudem, dass die Methoden, insofern sie Anwendung in einer zusammenhängenden, nachvollziehbaren Aktivität finden, die intrinsische Motivation unterstützen, die ebenso eines der im Folgenden zusammengestellten Merkmale idealer Lernumgebungen darstellt.

Charakteristik	Beschreibung der Charakteristik
Content	Kompetenzen, Sachkenntnis und Expertenwissen
Domänenspezifisches Wissen	fachspezifisches Wissen, Konzepte, Fakten und Verfahren um konkrete Probleme zu lösen
Heuristische Strategien	allgemein anwendbare Verfahren zur Aufgaben- und Problembewältigung
Kontroll-Strategien	Verfahren zur korrekten Strategieauswahl und richtigen Anwendungszeit
Lernstrategien	sind anzuwenden, um die angeführten Inhalte zu erlernen
Methoden	notwendig, um obige kognitive und metakognitive Strategien zu erwerben
Modeling	Die Lehrenden werden bei einer Problembewältigung von den Lernenden beobachtet und die Vorgehensweisen werden nachvollzogen.
Coaching	Die Lernenden werden von der Lehrkraft bei der Problembewältigung beobachtet und angeleitet.
Scaffolding	Problemlösung durch Unterstützung von und Kooperation mit den Lehrenden
Fading	den Lernfortschritt angepasste Zurücknahme der Unterstützung
Articulation	Verbalisierung der eigenen kognitiven Vorgänge durch die Lernenden
Reflection	Ermöglichung des Vergleichs der Problemlösungsprozesse
Exploration	selbstständiges Auffinden und Lösen von Problemen in einem bestimmten Arbeitsgebiet durch die Lernenden
Sequenz	Organisation und Reihung der Lernaktivitäten angepasst an den Lernfortschritt
Zunehmende Komplexität	an den Lernfortschritt angepasster Schwierigkeitsgrad der Aufgaben
Zunehmende Diversität	Anwendung der Problemlösungsstrategien auf verschiedenste Aufgaben, die einer Fülle an Fähigkeiten zur Bewältigung bedürfen
Vom Globalen zum Lokalen	Befreiung von Teilaufgaben, um sich auf die übergeordnete Aufgabe zu konzentrieren
Soziologie	Auswirkungen des sozialen Kontextes von Lernumgebungen
Situiertes Lernen	Anwendung der Fähigkeiten in realen Situationen statt an isolierten Problemen
Community of Practice	gemeinsame Kommunikation und vereintes Engagement von Lernenden und Lehrenden, um bedeutsame Probleme zu lösen und an wichtigen Aufgaben zu arbeiten
Intrinsische Motivation	selbstbestimmte Problemlösungssuche sowie Arbeit an eigenen Fähigkeiten
Kooperation	Zusammenarbeit, die kooperative Problemlösungsprozesse fördert

Tabelle 3: Charakteristika idealer Lernumgebungen, übersetzt und adaptiert nach Collins et al. (1987, S.13ff und S.35 (Table 5)) und Collins (2006, S.50)

Collins et al. (1987, S.5ff) beschreiben, auch Unterrichtsmethoden anderer Autoren, die die in Tabelle 3 zusammengefassten Charakteristika der für das Cognitive Apprenticeship relevanten Lernumgebungen beinhalten. Dabei sei das von Palincsar und Brown (1984, zit nach Collins et al., 1987, S.5) angewandte „Reciprocal Teaching“ erwähnt, das aufgrund der starken Betonung des kooperativen Lernens sowie der Übernahme der Rolle der Lehrkraft durch die Lernenden dem Cross Age Peer Tutoring ähnelt. Die Schülerinnen und Schüler stellen bei dieser Methode abwechselnd Fragen und geben Antworten, sie fassen Gelesenes zusammen und stellen Probleme dar, die sie mit einem Text hatten. Sie nehmen dabei also, so Collins et al. (1987, S.8) eine produzierende und eine kritische Rolle ein („producer and critic“). Durch das „Reciprocal Teaching“ entwickelt sich das Textverständnis beeindruckend effektiv (Collins et al. 1987, S.6).

Auch das Erlernen neuer Konzepte durch kooperatives Lernen halten Collins et al. (1987, S.22) für möglich, denn die Lernenden können sich leichter gegenseitig unterstützen, da sie selbst die Konzeptaneignung erst vor Kurzem vollzogen haben, wodurch sie vielleicht ein genaueres Verständnis der möglichen Lernschwierigkeiten und Probleme beim Vollzug des Lernprozesses haben und so diesen für andere Lernende leichter nachvollziehbar machen können.

3.3.1.3 Lernen durch Lehren

Nicht nur die Lernenden profitieren durch das Engagement der Lehrenden, sondern auch die Unterrichtenden selbst lernen durch ihr Bemühen Lerninhalte verständlich zu vermitteln, was die Entwicklung einer Unterrichtsmethode rechtfertigt, die diese Begebenheit betont. So weisen etwa Renkl und Schworm (2002, S.262) mit Verweis auf Stark et al. (2001) darauf hin, „dass Selbsterklärungen von großer Bedeutung sind, während instruktionale Erklärungen (z.B. eines Lehrers, Tutors oder Lernprogramms) oftmals weniger wirksam sind, als ihre weite Verbreitung erwarten lässt“.

Im Rahmen des Sparkling-Science-Projektes hatten die Schülerinnen und Schüler diese Erklärungsaufgabe zu übernehmen und ihnen wurde eine gewisse didaktische Vorbereitung ihres Unterrichts abgefordert (siehe Kapitel 3.3.2 und etwa 4.2).

Diese Übernahme von Lehrfunktionen entspricht dem Kern des Unterrichtskonzepts „Lernen durch Lehren“ (Martin, 1998), das mit dem Peer-Tutoring verwandt ist (Katzlberger, 2005, S.42). Es wurde maßgeblich von Martin seit 1982 entwickelt und beschrieben (Martin & Oebel, 2007, S.4f). Die Methode wird beispielsweise in Martin (2000, S.1) folgendermaßen beschrieben:

„Wenn Schüler einen Lernstoffabschnitt selbständig erschließen und ihren Mitschülern vorstellen, wenn sie ferner prüfen, ob die Informationen wirklich angekommen sind und wenn sie schließlich durch geeignete Übungen dafür sorgen, dass der neue Stoff verinnerlicht wird, dann entspricht dies idealtypisch der Methode "Lernen durch Lehren".“

Beim „Lernen durch Lehren“ handelt es sich zudem „nicht um das Nachvollziehen eines vom Lehrer vorgegebenen, a priori korrekten Stoffs, sondern um die kollektive Konstruktion von Wissen durch permanente Hypothesenbildung und Prüfung.“ (Martin, 2002, S.7)

Martin (1994, S.45ff; 2002, S.3) legt diesem Unterrichtskonzept die Grundbedürfnisse nach Maslow (1981, zit. nach Martin, 1994, S.45, 2002, S.3) zu Grunde, die Martin (1994, S.46) „als Ausdifferenzierung des alles bestimmenden Bedürfnis[ses] [sic!] nach Kontrolle betrachtet“. So sollen durch die Lehraufgabe, die die Schülerinnen und Schüler zu bewältigen haben, das Bedürfnis nach „Sicherheit (Aufbau des Selbstbewusstseins), nach sozialem Anschluss und sozialer Anerkennung sowie nach Selbstverwirklichung und Sinn (Transzendenz)“ befriedigt werden (Martin & Oebel, 2007, S.6). Zudem soll dadurch Klarheit in die Beschaffenheit dieser Bedürfnisse sowie „in die antinomische Struktur von Bedürfnistendenzen“ gebracht werden und so „die Kontrollkompetenz des Einzelnen im Umgang mit sich selbst und mit anderen Menschen“ gesteigert werden (Martin, 2002, S.4).

Das bei intrinsischer Motivation auftretende „Flow-Erleben“ (Csikszentmihalyi, 1999, zit. nach Martin 2002; vgl. S.28) geht mit dem hinter diesen Maslow'schen Bedürfnissen stehenden „Gefühl der Kontrolle über die Handlung und die Umwelt“ einher (Martin 2002, S.3). Die Methode „Lernen durch Lehren“ baut nach Martin (2002, S.4) die „Kontrollkompetenzen“ der Lernenden auf und löst „Flow-Erlebnisse“ aus (2002, S.5). Weitere von Martin (2002, S.5f) zusammengefasste positive Auswirkungen der Methode, sind in Tabelle 4 dargestellt.

Höherer Redeanteil der Schülerinnen und Schüler (bis zu 80%)	Betrachtung des Stoffes aus der Perspektive Lernender	Intensivere Auseinandersetzung mit dem Stoff	Geringere Hemmschwelle Unverständnis auszudrücken
Lehrkraft wird schneller auf individuelle Probleme aufmerksam	Förderung des sozialen Lernens durch Einnehmen neuer Rollen	Förderung des Aufbaus explorativen Verhaltens	Fähigkeit zur Erfassung und Vereinfachung der Stoffkomplexität
Förderung von Teamfähigkeit und Einfühlungsvermögen	Einüben von Präsentationstechniken u. Kommunikationsfähigkeit	Steigerung des Selbstbewusstseins und der Motivationsfähigkeit	Förderung von Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit und Planungskompetenz

Tabelle 4: Auswirkungen der Methode „Lernen durch Lehren“ nach Martin (2002, S.5f)

Diese Arbeit überprüft, ob sich dem für die Methode „Lernen durch Lehren“ zentralen Kontrollbedürfnis ähnliche Bedürfnisse, wie die psychologischen Grundbedürfnisse nach Deci und Ryan, durch Cross Age Peer Tutoring befriedigen lassen. Es wird somit versucht, einen Beitrag zur Beantwortung der Frage zu liefern, ob sich diese Grundbedürfnisse ebenso als mögliche theoretische Grundlage für das Unterrichtskonzept Cross Age Peer Tutoring anbieten, wie das Kontrollbedürfnis für die Methode „Lernen durch Lehren“, beziehungsweise wird auch eine gewisse Annäherung der beiden Theoriegebäude unterstützt.

Im Folgenden wird das diesen Methoden ähnliche Unterrichtskonzept Cross Age Peer Tutoring näher vorgestellt, dessen Wirkung auf intrinsische Motivation und Vorstellungsänderung in dieser Arbeit näher untersucht wird. Dazu erfolgt im folgenden Kapitel eine Zusammenfassung von Studien welche die Unterrichtsmethode und dessen Einfluss auf Lernerfolg und Konzeptwechsel (Kapitel 3.3.2.1) sowie Selbstwert, Motivation, Interesse und Einstellungen der Lernenden (Kapitel 3.3.2.2) untersuchen. Im Kapitel 3.3.2.3 wird näher auf die Rollen, welche die Lernenden während des Cross Age Peer Tutoring einnehmen, sowie auf das Verhältnis der Einflüsse des Cross Age Peer Tutoring zu diesen Rollen eingegangen.

3.3.2 Methodik und Einfluss von Cross Age Peer Tutoring

Aufgrund der sich aus der Lektüre der folgend angeführten Literatur ergebenden unterschiedlichen Möglichkeiten Cross Age Peer Tutoring einzusetzen, sollen einige Besonderheiten der Methode, wie sie im Rahmen dieser Arbeit eingesetzt wurde, kurz umrissen werden. Im Anschluss an die Beschreibung werden die Einflüsse der Methode auf Leistung (speziell Konzeptwechsel) sowie Motivation dargelegt, welche bisherige Studien fanden und die in Meta-Analysen und anderen Studien, welche die Entwicklung der Methode wiedergeben, zusammengefasst sind (z.B. Robinson et al., 2005; Topping, 2005; Cohen et al. 1982). Bei einer Meta-Analyse, so erklären Cohen et al. (1982, S.238), werden viele Ergebnisse von Einzelstudien statistisch untersucht und in einer Studie zusammengefasst. Einige Implikationen für die vorliegende Arbeit werden im Verlauf dieses Kapitels gemacht, das genaue Forschungsdesign und der Ablauf der Studie sind jedoch im empirischen Teil Kapitel 4 wiedergegeben.

Robinson et al. (2005) bieten in ihrer aktuelleren Meta-Analyse einen Überblick über die Ergebnisse vieler Studien zu Cross Age Tutoring und Peer Tutoring und untersuchen auch mehrere andere Meta-Analysen (z.B. Cohen et al. (1982), Britz et al. (1989, zit. nach Robinson et al. 2005)). Da laut Robinson et al. (2005, S.328) die Effekte von Cross Age Tutoring und Peer Tutoring sowie die Anlagen der Studien vielfältig sind und die Ergebnisse dieser Studien stark variieren, werden hier im Folgenden lediglich die für diese Untersuchung relevanten Ergebnisse zum Einfluss von Cross Age Peer Tutoring auf Konzeptwechsel sowie Interesse und Motivation wiedergegeben und auf das Forschungsdesign (siehe Kapitel 4.2) ausgelegt. Zudem wurde in der Meta-Analyse von Rohrbeck et al. (2003) laut Robinson et al. (2005, S.328, 330) zu wenig zwischen den verschiedenen in den einzelnen Studien angewandten Lernstrategien unterschieden und sich nicht auf Peer und Cross Age Tutoring beschränkt, sodass die Effekte aufgrund des Tutorings nicht von denen, die etwa durch Kleingruppenlernen, kooperatives (s.S.31) und kollaboratives Lernen (s.S.33) hervorgerufen wurden, unterschieden werden können.

Da die Ergebnisse dieser Diplomarbeit auch Hinweise auf die konkrete Art und Weise, wie sich einzelne Merkmale des Cross Age Peer Tutoring auf Vorstellungsänderung und Motivation auswirken, liefern soll, ist diese differenzierte Betrachtungsweise durchaus angebracht und es wird die wesentliche Zusammenfassung der Ergebnisse zum Cross Age Peer Tutoring nach Robinson et al. (2005) herangezogen, um die Einflüsse näher darzulegen. Robinson et al. (2005) analysierten vor allem Studien, bei denen die Tutoring Programme im Fach Mathematik durchgeführt wurden, es wurden aber auch Studien zum Tutoring in anderen Fächern, unter ihnen Naturwissenschaften, mit einbezogen (S.330).

Beim Cross Age Peer Tutoring unterstützen ältere, in der kognitiven Entwicklung fortgeschrittene Lernende jüngere Schülerinnen und Schüler in ihren Lernvorgängen (Barnhart, 2010, S.1). Vor dem eigentlichen Tutoring werden die zukünftigen Tutorinnen und Tutoren oft einem Training unterzogen (Robinson et al. 2005, S.341f). Im Rahmen des Sparkling Science Projekts fand dieses im Rahmen eines sogenannten Mentoring statt. Robinson et al. (2005, S.342) bedauern, dass solche Trainings häufig nicht sehr genau beschrieben werden. Im Rahmen dieser Arbeit findet man eine Beschreibung sowie die Auswertung der Videoanalyse des Mentorings im Kapitel 4.4.2, das Transkript eines Großteils des Mentorings ist im Anhang A.2 zu finden. Die Videographie des Mentorings fand vor allem statt, um den initialen Einfluss dieses Tutorinnen- und Tutorentrainings besser herauszuarbeiten. Robinson et al. (2005, S.342) unterstreichen, dass von neueren Studien (z.B. King, Staffieri & Adelgais, 1998; Balenzano et al., 1993; Tabacek et al., 1994; Fuchs et al. 1994; Rekrut, 1994) ein positiver Einfluss, der durch das Trainieren der Tutorinnen und Tutoren erreicht wird und auch die Tutees betrifft, belegt wird. Um positive Interaktionen zwischen den lehrenden Schülerinnen und Schülern und ihren Tutees zu fördern, werden beim Training häufig schon Rollenspiele eingesetzt (Robinson et al., 2005, S.342). Robinson et al. (2005, S.342) betonen zudem, dass das Trainieren von Führungsfähigkeiten der Tutorinnen und Tutoren es bedarf, ihnen Methoden zur Aufgabenbearbeitung an die Hand zu geben, mit denen sie bei der Sache bleiben, während die Sicherstellung der Versiertheit in den Inhalten zu ihren fachlichen Fähigkeiten beiträgt.

Nun ist es aber nicht besonders überraschend, dass Training die fachlichen Fähigkeiten der Tutorinnen und Tutoren (sowie ihrer Tutees) fördert, so betonen auch Roscoe und Chi (2008, S.342) und zeigten in ihrer Studie, deren wesentlichen Ergebnisse auf Seite 46 wiedergegeben sind, unter welchen Umständen auch untrainierte Tutorinnen und Tutoren einen Wissenszuwachs erreichen können.

Beim Cross Age Peer Tutoring im Rahmen dieser Arbeit nehmen die meisten Lernenden sowohl die Rollen der Tutorinnen und Tutoren als auch die der Tutees ein. Die Einnahme beider Rollen wird bei Robinson et al. (2005, S.343) nur im Rahmen des sogenannten „reciprocal tutoring“ (Übers. d. Autors: wechselseitiges Tutoring) beschrieben, womit aber lediglich ein Tausch der Rollen beziehungsweise eine Umkehr der Rollenverhältnisse zwischen den Tutorinnen und Tutoren sowie den Tutees gemeint ist, weshalb Robinson et al. es aufgrund der Alters- und Wissensdifferenzen als schwierig ansehen, diesen Rollentausch in Cross Age Tutoring Programmen durchzuführen. Dieses Problem wurde im Rahmen dieser Arbeit vermieden, indem die Tutees in einem weiteren Tutoring die Tutorinnen und Tutoren anderer Lernender darstellten, die in dem im Tutoring behandelten Gebiet noch nicht unterrichtet waren. Hier fand auch „Same-Age-Tutoring“ statt, bei dem es auch vorkommen kann, dass eine Tutorin oder ein Tutor jünger ist als das unterrichtete Kind. In einem solchen Fall empfehlen Ehly und Larsen (1976, S.475) einen möglichst kleinen Altersunterschied, um Gefühle der Verlegenheit und Frustration auf Seiten des Tutees zu vermeiden. Dies ergänzend sei jedoch auf den Einfluss von Altersunterschieden in Peer Tutoring-Prozessen auf die Lernleistung, der z.B. auf Seite 40 und 43 näher behandelt wird, hingewiesen.

Aufgrund von Pre-, Mid- und Post-Design sowie wegen der Videoanalyse kann auch bei der vorliegenden Arbeit der Einfluss der einzelnen Peer Tutoring-Lernprozesse auf Tutorinnen und Tutoren sowie auf deren Tutees genauer herausgearbeitet werden. Robinson et al. (2005, S.343f) betonen zudem, dass wechselseitiges Tutoring verglichen mit nicht-wechselseitigen Tutoring-Programmen größere Effektstärken beispielsweise hinsichtlich der Lernleistung, der Sozialkompetenz, des Verhaltens, der Selbstbeherrschung sowie der Erfüllung der Aufgaben im Zeitlimit aufweist. Weiters profitieren nicht nur die Tutees vom Cross Age Peer Tutoring, sondern auch Lernende, welche nur die Rolle des Tutors einnehmen, ziehen ebenso großen Nutzen aus dieser Unterrichtsmethode (Robinson et al., S.354).

Weiters stellen Robinson et al. (2005, S.354f) und auch Cohen et al. (1982, S.245) klar, dass zwischen der Leistungsstärke des Tutors und dem positiven Einfluss des Tutorings auf diesen kein Zusammenhang besteht – leistungsstarke und leistungsschwache Tutoren profitieren gleichermaßen. Jedoch wurde der Einfluss der Leistungsstärke des Tutors auf den Tutee laut Robinson et al. (2005, S.355) bisher noch keiner Untersuchung unterzogen. Zu dieser Forschungslücke soll die vorliegende Arbeit einen Beitrag leisten, um für den zukünftigen Einsatz der Methode hinsichtlich des Nutzens für die Tutees die Wahl der Tutorinnen und Tutoren zu erleichtern. Auch betonen Robinson et al. (2005, S.355), dass die Passung zwischen unterrichtenden Lernenden und unterrichteten Lernenden von Bedeutung ist.

Um eine größere fachliche Ausgangskompetenz auf Seiten der Tutorinnen und Tutoren zu gewährleisten, jedoch gleichzeitig sicherzustellen, dass auch die Tutorinnen und Tutoren fachlich vom Cross Age Peer Tutoring profitieren und damit bei diesen nicht der Eindruck entsteht, sie bekämen eine Aufgabe, die ohnehin jeder bewältigen könnte, empfehlen Robinson et al. (2005, S 355) für das Cross Age Peer Tutoring einen Altersunterschied von zwei bis vier Jahren zu den Tutees. Topping und Ehly (1998, S.93) befürworten ebenso diese Mindestaltersdifferenz von zwei Jahren und schlagen vor, die fähigsten Tutees von den leistungsstärksten Tutorinnen und Tutoren unterrichten zu lassen.

Die Meta-Analysen (z.B. Robinson et al., 2005; Topping, 2005; Cohen et al., 1982), die man in der Literatur finden kann, betonen beinahe einhellig den positiven Einfluss der Methode auf Lernleistung und Einstellungen der Tutorinnen und Tutoren sowie der Tutees. Diese seien – umgelegt auf Konzeptwechsel und Motivation – im Anschluss zusammengefasst.

3.3.2.1 Einfluss von Cross Age Peer Tutoring auf Lernleistung und Konzeptwechsel

Nun wurden bereits einige Anmerkungen betreffend der Wirkung des Methodendesigns von Cross Age Peer Tutoring auf die fachliche Leistung der Tutorinnen und Tutoren sowie der Tutees gemacht, welche sich positiv auswirken. Weitere Auswirkungen speziell auf die Lernleistungen und Konzeptwechsel seien folgend angeführt.

Robinson et al. (2005, S.334) betonen, mit Verweis auf die Ergebnisse von Allsopp (1997) und Cohen et al. (1982), dass besonders die Basisfertigkeiten der Tutees durch das Tutoring gefördert werden. Zu bemerken ist, dass Robinson et al. vor allem den Einfluss der Methode auf die mathematische Leistungsfähigkeit überprüfen. Dabei bemerken sie, dass Cross Age Peer Tutoring unter anderem einen positiven Einfluss auf mathematisches konzeptuelles Verständnis und Problemlösefähigkeiten der Tutees hat (Robinson et al., 2005, S.334), welche auch wichtige physikalische Fertigkeiten darstellen und wobei der Einfluss auf den Konzeptwechsel hinsichtlich Vorstellungen zu Gleichstromkreisen für diese Arbeit relevant ist. Die für diese Arbeit wesentlichen Ergebnisse der Meta-Analyse von Cohen et al. (1982) sind in Tabelle 5 zusammengefasst und seien im Folgenden im Fließtext erläutert.

Studienkategorie	Studienanzahl		Effekt Stärke			
			Mittelwert		Standardabweichung	
	Tutees	TutorInnen	Tutees	TutorInnen	Tutees	TutorInnen
Unterrichts-Implementation						
Ersatz	29	25	.47	.40	.10	.12
Ergänzung	23	13	.31	.40	.10	.11
Tutor Training						
Nein	13	11	.36	.32	.09	.10
Ja	39	27	.41	.35	.09	.12
Cross-age Tutoring						
Nein	24	11	.29	.28	.07	.08
Ja	28	27	.49	.35	.11	.14
Structured Tutoring*						
Nein	23	16	.26	.32	.06	.08
Ja	29	22	.51	.34	.11	.14
Zufällige Gruppenzuweisung						
Nein	22		.32		.07	
Ja	30		.46		.11	
Abhängigkeit von Unterrichtenden						
Unterschiedliche Unterrichtende	10		.36		.10	
Gleiche Unterrichtende	42		.41		.08	
Control for Author Bias***						
Instructor Developed Test	12		.84		.21	
Commercial Standardized Test	40		.27		.05	
Dauer des Programms***						
0-4 Wochen	6	3	.95	.56	.28	.25
5-18 Wochen	30	25	.42	.38	.08	.13
19-36 Wochen	14	9	.16	.10	.09	.09
Schulstufe der Tutees						
1-3	36	29	.45	.25	.09	.11
4-6	10	7	.25	.16	.12	.10
7-9	6	2	.33	.62	.17	.22
Schulstufe der TutorInnen						
1-3	15	16	.39	.25	.13	.07
4-6	10	12	.64	.48	.27	.26
7-9	14	10	.24	.28	.07	.10
10-12	11		.36		.11	
Gegenstand**						
Mathematik	18	11	.60	.62	.16	.22
Lesen	30	24	.29	.21	.06	.05
Andere	4		.30		.13	
Durchschnittliche Begabung der TutorInnen						
Sehr niedrig		19		.42		.17
Niedrig		11		.23		.07
Mittel		8		.25		.12
Durchschnittliche Begabung der Tutees						
Niedrig	40		.42		.08	
Mittel	12		.33		.14	
Leistungsfeststellung***						
Basisfertigkeiten	16		.76		.17	
Gemischt (Basis- und fortgeschrittene Fertigkeiten)	36		.24		.05	

Tabelle 5: Mittelwert und Standardabweichung der Effektstärke des Lernerfolges der Tutorinnen und Tutoren sowie der Tutees bei unterschiedlicher Studienanlage (Signifikanz: * $p < .10$, ** $p < .05$, *** $p < .01$); übersetzt und adaptiert nach Cohen et al. (1982, Table I, Table II, S.242, 245)

Cohen et al. (1982) untersuchten insgesamt 65 unabhängige Studien zu Tutoring-Programmen an Schulen in den USA. In 45 von 52 Studien (19 davon statistisch signifikant), welche die Leistung von Tutees untersuchten, und in 33 von 38 Studien (10 davon statistisch signifikant), die Leistung der Tutoren betreffend, wurde von Cohen et al. (1982, S.240, 244) ein verbesserter Lernerfolg gegenüber konventionell unterrichteter Kontrollgruppen festgestellt. Dabei waren die Effekte auf die Lernleistung für Tutees in strukturierten Peer-Tutoring-Programmen („structured tutoring“), bei denen Tutorinnen und Tutoren im Unterrichten ausreichend trainiert sind (Fogarty & Wang, 1982, S.460; Von Harrison &

Guymon, 1980, S.6ff, King et al., 1998, S.134ff) (s.a. S.38), wenn lediglich Basisfertigkeiten der Tutees überprüft wurden (s.a. Robinson et al., 2005, S.334; vgl. S.40) und in zeitlich kürzeren Programmen stärker (Cohen et al., 1982, S.243). Der Einfluss des Unterrichtsfaches auf die Effektstärke wird auf Seite 44 angesprochen und war in den von Cohen et al. (1982) untersuchten Studien vor allem im Hinblick auf die Lernleistung der Tutorinnen und Tutoren signifikant. Robinson et al. (2005, S.333ff) bestätigen durch Beleg weiterer Studien und Meta-Analysen den positiven Einfluss von Peer und Cross Age Tutoring Programmen auf die Lernleistung von sowohl Tutorinnen und Tutoren als auch Tutees.

Eine denkbare Erklärung für die Effektivität besonders kurzer Programme auf die Leistung könnte nach Robinson et al. (2005, S.341) der sogenannte Hawthorne-Effekt sein, nach dem die momentane und plötzliche Neu- und Andersartigkeit der Tutoring-Situation zu den Leistungssteigerungen beiträgt. Robinson et al. (2005, S.341) berichten in diesem Zusammenhang auch von einer Studie von Phillips et al. (1994), nach der einzelne Lernende ein Peer Tutoring Programm, das ein Jahr lang dauerte, als auf die Dauer monoton empfanden. Robinson et al. (2005, S.350) führen die Effektivität kurzer Programme daher auch auf die Einnahme neuer Rollen (vgl. S.58) zurück und plädieren für eine abwechslungsreiche Gestaltung des Cross Age Peer Tutoring mit vielen Möglichkeiten, neue Rollen einzunehmen. Dies könnte auch ein möglicher Beleg für die Effektivität von wechselseitigem Peer Tutoring sein (Robinson, 2005, S.343f; s. a. S.39).

Robinson et al. (2005, S.335) weisen darauf hin, dass die Tutorinnen und Tutoren, häufig nicht nur in den Gegenständen, in denen sie das Tutoring durchführten einen Leistungszuwachs zeigen, sondern auch in den Fächern, die sie nicht unterrichteten, bei den Tutees aber nur Lernzuwächse in dem Gegenstandsbereich, in welchem sie unterrichtet wurden, feststellbar sind. Obwohl Tutorinnen und Tutoren häufig neben dem fachlichen Training auch Methodentraining erhalten und sich das Unterrichten selbst möglicherweise positiv auf Rechen- und Problemlösefähigkeiten auswirkt, nehmen Robinson et al. (2005, S.335) andere Faktoren als die der zusätzlich erhaltenen Unterrichtung oder Übung als Ursache der Leistungszuwächse an. Diese Einflüsse ergeben sich laut Robinson (2005, S.348) aus der eingenommenen Rolle und können durch die Rollen-Theorie, auf die separat auf Seite 54 eingegangen wird, erklärt werden.

Robinson et al. (2005, S.345f) führen Studien an, bei denen besonders leistungsschwache Schülerinnen und Schüler profitieren. Die Autoren dieser Studien (Greer & Polirstok, 1982; Polirstok and Greer, 1986; Menikoff, 1999; White, 2000, welche Robinson et al. 2005, S.346 in diesem Zusammenhang beispielhaft anführen) bringen die Leistungszuwächse vor allem jedoch mit der „Belohnungsstruktur“ des Peer Tutoring-Programms (vgl. aber eine rollentheoretische Erklärungsmöglichkeit auf Seite 58) und der wechselseitigen Anerkennung der unterrichteten und unterrichtenden Lernenden in Verbindung. Wie bereits auf Seite 39 erwähnt, profitieren leistungsstarke und leistungsschwache Tutorinnen und Tutoren gleichermaßen vom Cross Age Peer Tutoring (Robinson et al., 2005, S.354f). Die Wirkung hoher Leistungsfähigkeit der Tutorinnen und Tutoren auf die Tutees, welche auch aus Tabelle 5 nicht hervorgeht und die nach Robinson et al.(2005, S.355) noch keiner

Untersuchung unterzogen wurde, wird im Bereich des konzeptionellen Verständnisses im Rahmen dieser Arbeit untersucht (siehe insbesondere Kapitel 4.4.3.8 bis 4.4.3.12).

Hinsichtlich des Einflusses von Altersunterschieden in Peer Tutoring-Prozessen auf die Lernleistung sei erwähnt, dass Topping (1996, S.332) von einer Studie von Rosen, Powell und Schubot (1977) berichtet, nach der Lernende vom Peer Tutoring in der Lernleistung besonders profitieren, wenn sie mit einem Partner oder einer Partnerin, die leistungsfähiger ist oder gleiche Leistungsstärke aufweist, zusammenarbeiten. Zudem belegt die Studie von Rosen, Powell und Schubot (1977), dass ein Rollenwechsel von Tutee zu Tutor, wie er auch von der vorliegenden Arbeit untersucht wird, mit einem Leistungsanstieg einhergeht. Eine differenziertere Untersuchung die Wirkung von Altersunterschieden beim Peer Tutoring betreffend unternahm DePaulo et al. (1989), die fanden, dass die Lernenden in Peer Tutoring-Gruppen, in denen sie sowohl im Alter als auch im Leistungsniveau weitgehend übereinstimmen, sich durch Unterstützung in ihrem Selbstwert verunsichert fühlen würden („[...] help would be self-threatening in dyads in which the children were similar to each other in both age and achievement.“ (DePaulo et al., 1989, S.423)) Aufgrund dieser Verunsicherung zeigten in leistungsstarken Gruppen sowohl Tutees als auch deren Tutorinnen und Tutoren ein gutes Lernergebnis, während in leistungsschwachen Gruppen nur die Tutorinnen und Tutoren gute Lernergebnisse aufwiesen. Mit dem Alter nimmt der Einfluss dieser auf der sozialen Vergleichssituation beruhenden Selbstwert-Bedrohung (vgl. Bierhoff, 2002) auf die Leistung zu.

DePaulo et al. (1989, S.425) geben (mit Hinweis auf DePaulo, Brown & Greenberg, 1983 und DePaulo, Brittingham & Kaiser, 1983) weiters zu bedenken, dass der Einfluss der Motivation auf Seiten der Tutees nicht unterschätzt werden darf und dass trotz einer guten Unterstützung, die erfahrene, trainierte und leistungsstarke Tutorinnen und Tutoren ihren Tutees in der Peer Tutoring-Situation bieten (vgl. „structured tutoring“ S.41), diese aufgrund anderer missachteter motivationsunterminierender Faktoren misslingen kann. Die Ergebnisse von DePaulo et al. (1989, S.429ff) zeigen, dass in Peer Tutoring-Gruppen mit älteren, leistungsstärkeren und unterstützenden Tutorinnen und Tutoren die „sozioemotionalen Ergebnisse“ gut, die Leistungssteigerungen der Tutees jedoch schlecht sind und unterstützen damit auch ein Modell von Nadler und Fisher (1986), welches die (kognitiven und sozialen) Selbstwertgefühle (s.a. S.50) hebende, jedoch die Motivation zur Selbsthilfe unterminierende Wirkung von zu großer Unterstützung aufzeigt (DePaulo et al. 1989, S.425, S.436f). Werden die Selbstwertgefühle hinsichtlich der eigenen Kompetenzzempfindung sowie sozialen Eingebundenheit interpretiert und die „Motivation zur Selbsthilfe“ mit einem Autonomiegefühl in Verbindung gebracht, so ist dieses Ergebnis auch im Hinblick auf die intrinsische Motivation und die Untersuchung ihres Einflusses auf die Leistungsänderung interessant, wie sie im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführt werden soll. Es zeigt dann nämlich, dass wohl viele Facetten sehr differenziert zu betrachten sind, um die Wirkung der psychologischen Grundbedürfnisse (nach Deci & Ryan (1993), s. S.26) auf die intrinsische Motivation und zudem den möglichen Einfluss der intrinsischen Motivation auf die Leistungsänderung zu untersuchen.

Auch die Zusammensetzung nach dem Geschlecht ist ausschlaggebend für die Lernleistung sowohl der Tutorinnen und Tutoren als auch der Tutees (Robinson et al. 2005, S.346). So belegen von Robinson et al. (2005, S.346) zitierte Studien (Topping und Whiteley, 1993; Rohrbeck et al., 2003), dass Tutees in geschlechtshomogenen Gruppen bessere Lernergebnisse erzielen als in geschlechtsheterogenen und die Studie von Topping & Whiteley (1993) wies auch nach, dass Tutorinnen mehr als ihre Tutees profitieren, wenn sie männliche Tutees unterrichteten. Diese auf den ersten Blick schwer begründbare Tatsache versuchen Robinson et al. (2005, S.350f) mit Hilfe der Rollentheorie zu erklären (s.S.57)

Überraschend ist auch ein Ergebnis der Studie von Madrid et al. (1998), welche von Robinson et al. (2005, S.354) beschrieben wird und besagt, dass sowohl aktives Peer Tutoring, bei dem Tutorinnen und Tutoren ihren Tutees die Aufgabe stellen, vorgelesene Wörter zu buchstabieren und aufzuschreiben, als auch passives Peer Tutoring, bei dem die Tutorinnen und Tutoren lediglich von den Tutees bei der Bewältigung dieser Aufgabe beobachtet wurden, bessere Ergebnisse hinsichtlich des Lernfortschrittes als traditionelle Unterrichtsmethoden herbeiführt. Wenn diese Methoden des Cognitive Apprenticeship auch im Unterricht der Kontrollgruppe stattgefunden haben (was leider nicht in Erfahrung gebracht werden konnte), könnte dies bedeuten, dass das Modeling im Rahmen dieses Peer Tutoring-Prozesses möglicherweise ebenso effektiv ist wie Coaching und die Effektivität von Modeling und Coaching im herkömmlichen Unterricht übersteigt (vgl. Kapitel 3.3.1.2). Für zukünftige Studien, die mit einer Kontrollgruppe arbeiten, wäre dies ein interessanter Forschungsaspekt.

Die vorliegende Arbeit verzichtet jedoch auf Kontrollgruppen und konzentriert sich auf die Auswirkungen einzelner Merkmale der Methodengestaltung sowie konkreter Verhaltensweisen der Tutorinnen und Tutoren sowie der Tutees auf den Konzeptwechsel (sowie auf die Motivation) der einzelnen Probandinnen und Probanden. Der Verzicht auf Kontrollgruppen ist auch damit zu begründen, dass, wie aus den angeführten Meta-Analysen ersichtlich ist, die Effekte von Cross Age und Peer Tutoring bereits ausführlich mit denen des konventionellen Unterrichts verglichen wurden und sich eindeutig Vorteile gegenüber diesem belegen lassen. Zudem hätte sich ein solcher Vergleich hinsichtlich der Studienanlage sehr aufwendig gestaltet. Beim Vergleich von Peer und Cross Age Tutoring mit konventionellen Unterrichtsmethoden wäre zudem zu bedenken, dass je nach Form und Art sowie Ausmaß und Tiefe des Unterrichts, der von Tutorinnen und Tutoren respektive von Lehrkräften durchgeführt wird, unterschiedliche Effektivität festzustellen wäre, was einen exakten Vergleich schwierig macht. Auch darauf weist Robinson (2005, S.353) mit Verweis auf Chapman (1998) und Fuchs et al. (1994) beiläufig hin.

Robinson et al. (2005, S.333) bemerken auch, dass die Effektstärke für Leistungsverbesserungen im Fachbereich Mathematik, auf den sich ihre Meta-Analyse primär bezieht, deutlich höher liegen als in anderen Fachbereichen, in denen die Methode angewandt wurde. Cross Age Peer Tutoring führt aber auch unabhängig vom Fachbereich in den meisten Studien zu einer Leistungsverbesserung, so sind es etwa in Cohens et al. (1982) Meta-Analyse 87% der untersuchten Studien (Robinson et al., 2005, S.332, 334).

Im naturwissenschaftlichen Fachbereich („science“) wurde die Methode etwa von Topping et al. (2004) untersucht (s.a. Robinson, 2005, S.333), der auch einen Überblick über die bisher durchgeführten Studien zu „Peer Tutoring in Science“ gibt und unter anderen eine Studie von King, Staffieri und Adelgais (1998) erwähnt, welche fanden, dass Tutorinnen und Tutoren, welche trainiert wurden, mit ihren Fragen zum Denken anzuregen, eine bessere Wissenskonstruktion bei den Tutees und bei schriftlichen Tests erreichen konnten (Topping et al., 2004, S.59). Dies rechtfertigt ergänzend zu den Ergebnissen aus den Analysen von Robinson et al. (2005) und Cohen et al. (1982) das im Rahmen des Sparkling-Science-Projekts in dieser Arbeit untersuchte Tutoren-Training (Mentoring). In Toppings et al. (2004) eigener Studie wirkten ältere 8- bis 9-jährige Schülerinnen und Schüler als Tutorinnen und Tutoren, die vor dem Tutoring in optimalem Tutorinnen- und Tutoren-Verhalten mit Hilfe von Handouts, Rollenspielen, Videosequenzen und gezielten Fragen trainiert wurden und sodann 7- bis 8-jährige Tutees unterrichteten (Topping et al., 2004, S 62ff). Arbeitsblätter („activity sheets“) boten ein unterstützendes Gerüst für die Interaktionen (Topping et al., 2004, S 60, 63f; vgl. zum Mentoring S.38 sowie zum Scaffolding S.34) und eine aus diesen Altersgruppen zusammengesetzte Klasse diente als Kontrollgruppe (Topping et al., 2004, S 62). Die Arbeitsblätter, welche im Rahmen des sparkling science Projekts verwendet wurden sind im Anhang A.1, B.1 und D.1 angeführt. Topping et al. (2004, S.71) empfehlen, sowohl Tutorinnen und Tutoren als auch Tutees Aktivitäten auswählen zu lassen und die Arbeitsaufträge auch mit herausfordernden Aufgaben zu ergänzen (was auch im Rahmen des Sparkling Science-Projektes ermöglicht wurde, vgl. Kapitel 4.4.2).

In der Studie wurden, neben einer rein qualitativen Beobachtung von Zuwächsen an sozialer Interaktion, Kommunikations-, Befragungs- und Experimentierfähigkeiten sowie Selbstvertrauen bei den Schülerinnen und Schülern (Topping et al., 2004, S.65), vor und nach dem Tutoring die Vorstellungen der Kinder zu Naturwissenschaft im Allgemeinen („science“) und das Wissen über andere häufig vorkommende naturwissenschaftliche Begriffe quantitativ überprüft (Topping et al., 2004, S.65, 71). Topping et al. (2004, S.71) empfehlen für zukünftige Untersuchungen in diesem Bereich auch noch konkrete fachliche Fähigkeiten zu überprüfen. Diese Forderung wird durch die vorliegende Arbeit aufgegriffen, indem die Fähigkeiten einen Stromkreis aus physikalischer Sichtweise korrekt zu analysieren mit Hilfe eines Testinstruments (s. Kapitel 4.3.2, Ergebnisse s. Tabelle 21, S.110) überprüft werden beziehungsweise konkrete Fertigkeiten experimentell mit Gleichstromkreisen umzugehen mit Hilfe der Videoanalyse (s. Kapitel 4.3.4, Ergebnisse Kapitel 4.4.3.8 bis 4.4.3.12) und im Rahmen der Interviews (s. auf diese Arbeit folgende Publikation) beleuchtet und abgefragt werden. Ein Pre-, Post- und Follow-Up-Design ermöglicht die ebenso von Topping et al. (2004, S.71) für zukünftige Untersuchungen vorgeschlagene Überprüfung des Bestehenbleibens der konzeptionellen wissenschaftlichen Fertigkeiten. Aufgrund der auf nur einzelne Probandinnen und Probanden (Tutorinnen und Tutoren sowie Tutees) beschränkte, jedoch in die Tiefe gehende Datenmenge, findet im Rahmen dieser Arbeit lediglich eine qualitative oder semiquantitative Analyse statt, da ein Blick auf die quantitative Auswertung des AECCP-Tests gemacht wird. Es handelt sich um einen Mixed-Methods-Design mit Hauptaugenmerk auf qualitativen Untersuchungsmethoden (s. Kapitel 4.3.1).

Der Pre-Test im Rahmen der Studie von Topping et al. (2004) zeigte, dass die Tutorinnen und Tutoren nur geringfügig mehr naturwissenschaftliches Wissen aufwiesen als ihre Tutees, weshalb nach Topping et al. (2004, S.62), bezugnehmend auf eine Studie von Topping (2001), im Rahmen des Tutorings eher kognitive Konflikte nach Piaget (vgl. S.19) als Scaffolding in der Zone der proximalen Entwicklung nach Vygotsky (vgl. S.34 & 32) zu erwarten wären. Weiters zeigte der Pre-Test, dass die Kontrollgruppe über ein höheres naturwissenschaftliches Ausgangs-Wissen verfügte. Kontroll- und Versuchsgruppe waren also hinsichtlich ihres naturwissenschaftlichen Vorwissens nicht ideal aufeinander abgestimmt. Der Post-Test zeigte, dass die Tutees starke und die Tutorinnen und Tutoren durchschnittliche aber beide signifikante Leistungssteigerungen aufwiesen. Für die Kontrollgruppe wurde kein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Post-Test-Ergebnissen festgestellt (Topping et al., 2004, S.66). Trotz der Empfehlung von Topping und Ehly (1998) einen geringen Unterschied in der Leistungsfähigkeit von Tutorinnen und Tutoren im Vergleich mit jener der Tutees, wie er in der Studie von Topping et al. (2004) festgestellt wurde, zu vermeiden, führte das Tutoring, wie soeben erwähnt, zu signifikanten Leistungssteigerungen, was wiederum die Empfehlung von Topping und Ehly (1998) in Frage stellt (Topping et al., 2004, S.62, 70; vgl. a. S.39 & 40). Im Rahmen dieser Arbeit werden ebenso die Einflüsse der stattfindenden Cross Age Peer Tutoring- und Same Age Peer Tutoring-Vorgänge auf den Konzeptwechsel erhoben und können im Anhang C.3 miteinander verglichen werden. Die Tutoring-Prozesse werden auch dahingehend untersucht, ob auftretende Konzeptwechsel eher auf einem kognitiven Konflikt oder eher auf einem bruchlosen Übergang durch Scaffolding basieren (vgl. Topping et al. S.63 und Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.13f; s. z.B. Kapitel 4.4.3.12; vgl. S.19, 34 & 32).

Dieses Kapitel zum Einfluss von Cross Age Peer Tutoring auf die Leistung und den Konzeptwechsel abschließend, sei noch auf eine Studie von Roscoe & Chi (2008) eingegangen, nach welcher, wie auf Seite 39 kritisch angemerkt wurde, neben dem nicht verwunderlichen Einfluss des Tutorinnen- und Tutorentrainings (Mentorings) noch weitere dem Peer Tutoring inhärente Prozesse die Lernleistung der Tutorinnen und Tutoren (auf welche Roscoe und Chi (2008) ihren Fokus legten) beeinflussen.

Roscoe und Chi (2008, S.330, 342) untersuchten drei unterschiedliche Konditionen, in denen Tutorinnen und Tutoren untrainiert ihr Wissen darlegten:

1. Peer Tutoring-Kondition („Peer tutors“): Tutorinnen und Tutoren sollten möglichst auf die Fragen der Tutees eingehen und sollten ihr Verständnis über den (nur für Tutorinnen und Tutoren, nicht aber für Tutees bereitgestellten) Lern-Text hinausgehend erweitern.
2. Tutoriums-Kondition („Tutorial explainers“): Tutorinnen und Tutoren sollten eine Unterrichtseinheit vor einer Kamera darbieten, welche so durchgeführt werden sollte, dass sie für einen Lernenden auf demselben Ausbildungsniveau erfolgreiches Lernen ermöglicht. Hier wurden entsprechend keine Tutee-Fragen gestellt.
3. Selbsterklär-Kondition („Self explainers“): Hier sollten die Lernenden sich Selbsterklärungen geben und diese so verbalisieren, dass sie selbst den Text und dessen Hintergründe tatsächlich verstehen.

Die Tutorinnen und Tutoren in den drei Konditionen wurden hinsichtlich ihres Leistungszuwachses mit einem „Pre-“, „Post-reading-“ und „Post-Test“ getestet. Es wurde sowohl das Fakten-Wissen abgefragt (Definitionen-Test („Definitions Test“)) als auch die Generierung von neuem Wissen durch Erinnerung an das Gelernte und dessen Integration und Anwendung durch praktische Fragen überprüft (Fragen-Test („Questions Test“)). Der Post-Fragen-Test beinhaltete sowohl bekannte als auch neue Fragen. (Roscoe & Chi, S.329f)

Das Faktenwissen betreffend übertrafen die Post-Test-Ergebnisse der Peer Tutoring- jene der Tutoriums-Kondition, woraus Roscoe und Chi (2008, S.333) schließen, dass die Interaktion mit den Tutees ausschlaggebend für diesen Lernzuwachs der Tutorinnen und Tutoren ist. Besonders günstig auf die Lernleistung auch hinsichtlich des tiefergehenden Verständnisses wirkte sich jedoch die Selbsterklär-Kondition aus, was vor allem an den signifikant besseren Ergebnissen beim Post-Fragen-Test bezüglich neuer Fragen deutlich wurde (Roscoe und Chi, 2008, S.333). Tabelle 6 gibt diese Ergebnisse von Roscoe und Chi (2008, S.332) wieder:

Testmethode	Kondition			Signifikante paarweise Vergleiche
	Peer Tutoring-Kondition (T)	Tutorium-Kondition (E)	Selbsterklär Kondition (S)	
Definitionen Test				
Pre-test	6,4 (6,1)	4,1 (2,7)	6,1 (3,3)	
Post-reading-Test	24,7 (14,1)	18,6 (6,7)	24,5 (10,1)	
Post-Test	33,3 (10,2)	21,3 (4,8)	37,6 (11,4)	T > E, S > E
Fragen Test				
Post-reading-Test	19,8 (6,1)	13,2 (5,1)	19,8 (5,3)	T > E, S > E
Post-Test	26,9 (4,9)	24,1 (5,3)	32,4 (4,9)	S > T, S > E
Bekannte Fragen im Post-Test	20,5 (3,1)	17,8 (3,3)	23,1 (3,1)	
Neue Fragen im Post-Test	6,4 (2,8)	6,3 (3,0)	9,3 (2,8)	

Tabelle 6: Testergebnisse: Mittlere Punktezahlen mit Standardabweichungen in Klammern; ohne Angabe der Effektstärken; Übersetzung nach Roscoe und Chi (2008, S.332)

Die drei auf Seite 46 vorgestellten „Wissenselaborationskonditionen“ hatten unterschiedliche Aktivitäten der Tutorinnen und Tutoren zu Folge, welche Roscoe und Chi (2008, S.333ff) mit Hilfe von Videoanalysen, als vorherrschend in thematisch abgegrenzten Einheiten (Episoden („episodes“)) kategorisierten, kodierten und mit dem Leistungszuwachs der Tutorinnen und Tutoren verglichen. Der von Roscoe und Chi (2008, S.331) festgestellte signifikante Leistungszuwachs der Tutees wurde von ihnen hinsichtlich dieser Verhaltenskategorien nicht untersucht.

Die in der Videoanalyse bezüglich der Aktivitäten der Gruppen kodierten Episoden in den drei unterschiedlichen Konditionen ließen sich folgendermaßen auf drei Hauptkategorien aufteilen (Roscoe & Chi, 2008, S.334ff, 326):

- Wissenswiedergabe („Knowledge-telling episodes“): Erklärungen durch reine Rezeption oder Zusammenfassung der erlernten Information aus dem Text („paraphrase“).
 - Konzept-Elaboration („Concept elaboration“): Textzusammenfassung wird in die Alltagssprache gebracht und so verdeutlicht.

- Wissenskonstruktion („knowledge building“): Textinformationen werden in das Vorwissen integriert, daraus werden Schlussfolgerungen („inferences“) gezogen und das eigene Verständnis wird kritisch überwacht.
 - Ausführliches Nachprüfen („elaborated reviewing“): Wiederholtes Durchdenken, Anwendung und Finden von Beispielen und Analogien für die Konzepte im Text.
 - Sinnschaffung („sense-making“): Aufgrund von Wissbegier und Interesse, sowie um Komplikationen aus dem Weg zu räumen und zur Vermeidung von Fehlern, gehen Lernende tiefgründigen, selbst auferlegten, für sie nur schwer zu beantwortenden Fragen nach.
- Metakognitive Aktivitäten: Episoden, in denen Äußerungen zu eigenen Lern- und Denkvorgängen der Tutorinnen und Tutoren vorkommen. Das Vorkommen dieser Aktivitäten ist auch zur Unterscheidung der Episoden hinsichtlich obiger Kategorien (Wissenswiedergabe oder Wissenskonstruktion) von Bedeutung.
 - Mit metakognitiver Selbstkontrolle („with monitoring“)
 - Ohne metakognitiver Selbstkontrolle („without monitoring“)

Die Aktivitäten wurden mit den Ergebnissen der Post-Tests (Definitionen und Fragen-Test) korreliert (s. Tabelle 7). Weiters kamen Aktivitäten mit metakognitiver Selbstkontrolle, in denen Tutorinnen und Tutoren ihr eigenes Denken reflektierten, signifikant häufiger in Episoden mit Wissenskonstruktion als in jenen mit Wissenswiedergabe vor.

	Definitionen-Test	Fragen-Test
Wissenswiedergabe	insignifikant	insignifikant negativ
Konzept-Elaboration	signifikant	insignifikant
Wissenskonstruktion	signifikant	signifikant
Ausführliches Nachprüfen	signifikant	signifikant
Sinnschaffung	signifikant	signifikant
Metakognitive Aktivität		
Mit Selbstkontrolle	signifikant	signifikant
Ohne Selbstkontrolle	insignifikant	insignifikant negativ

Tabelle 7: Korrelationen der Aktivitäten der Tutorinnen und Tutoren mit positiven Post-Testergebnissen nach Roscoe und Chi (2008, S.334ff).

Während Wissenskonstruktions-Aktivitäten sowohl mit Fakten-Wissen (Definitionen-Test) als auch mit tieferem Verständnis (Fragen-Test) beim Post-Test korrelierte, bedingt Wissenswiedergabe-Aktivität lediglich die Aneignung von Fakten vor allem aufgrund der Konzept-Elaboration (Roscoe & Chi, 2008, S.335, 339). Weiters stellten Roscoe und Chi (2008, S.339) fest, dass die Wissenskonstruktions-Aktivitäten vor allem von Probandinnen und Probanden in der Selbsterklär-Kondition gezeigt wurden, während jene in der Peer Tutoring- sowie in der Tutoriums-Kondition einen Hang zur Wissenswiedergabe-Aktivität zeigten, welcher in der Peer Tutoring-Kondition jedoch durch die Interaktionen mit den Tutees teilweise abgeschwächt wurde. In der Peer Tutoring-Kondition kam es auch häufiger zu Wissenskonstruktions- und metakognitiven Aktivitäten als in der Tutoring-Kondition (Roscoe & Chi, 2008, S.339). Den positiven Einfluss der eben angesprochenen Interaktionen führen Roscoe und Chi (2008, S.339ff, S.343f) auf den Einfluss der Tutees zurück, da vor allem jene Episoden mit Wissenskonstruktions-Aktivitäten von Tutees durch beispielsweise Fragen oder Kommentare initiiert wurden, während Tutorinnen und Tutoren vor allem

Episoden mit Wissenswiedergabe initiierten. Auch eine auf Seite 42 und ebenso von Roscoe und Chi (2008, S.340) erwähnte Studie von King et al. (1998) fand einen positiven Einfluss von speziellen Fragemethoden, welche Tutorinnen und Tutoren im Rahmen des Mentorings beigebracht wurden. Roscoe und Chi (2008, S.340ff) fanden nun, dass oberflächliche Fragen der Tutees (sog. „shallow questions“) auch oberflächliche Antworten der Tutorinnen und Tutoren ohne Metakognition hervorriefen, während vor allem Fragen der Tutees zu Inhalten, über die keine Information im Text bereitgestellt waren (sog. „deep questions“), den Tutorinnen und Tutoren Antworten abverlangten, welche Rückgriffe auf bereits vorhandenes Wissen, logische Folgerungen, neue Analogien, sowie weitere Diskussionen und oft metakognitive Aktivitäten nötig machten und damit zu Wissenskonstruktions-Aktivitäten führten. Somit wurde von Roscoe und Chi (2008, S.340ff) gezeigt, dass nicht nur durch Mentoring, sondern auch durch Tutee-Fragen Wissenskonstruktions-Prozesse in Gang gesetzt werden können, welche in einer besseren Lernleistung resultieren.

Am Rande sei hier noch erwähnt, dass Roscoe und Chi (2008, S.333) die größeren Lernfortschritte der Lernenden in der Selbsterklär-Kondition hinsichtlich tiefergehenden Verständnisses damit interpretieren, dass die Teilnehmer möglicherweise mehr durch die Erklärungen in einer Lernenden- als in einer Lehrenden-Rolle profitiert hätten.

Von Roscoe und Chi (2008, S.344) angeführte mögliche Ursachen für den oben erwähnten Hang der Tutorinnen und Tutoren Wissenswiedergabe-Aktivitäten statt Wissenskonstruktions-Aktivitäten zu setzen, werden im Kapitel 3.3.2.3 auf Seite 59 wiedergegeben.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen mit Hilfe der Videoanalyse Lernerfolg fördernde Aktivitäten von Tutorinnen und Tutoren sowie Tutees aufgefunden werden (s. insbesondere S.149ff und S.193ff), die den von Roscoe und Chi (2008) untersuchten Kategorien (s.S.47) sowie jenen von der Unterrichtsstrategie Cognitive Apprenticeship (s.S.33) empfohlenen Methoden entsprechen (konkrete Kategorien s. Tabelle 17, S.89). Sodann sollen (ebenfalls analog zu der Studie von Roscoe und Chi (2008) jedoch stichprobenartig und damit qualitativ) sowohl mögliche Korrelationen mit den Konzept-Test-Ergebnissen der Tutorinnen und Tutoren als auch mit jenen ihrer Tutees festgestellt und untersucht werden. Die zusätzliche Untersuchung der Korrelation der kodierten Aktivitäten mit den Lernerfolgen der Tutees, soll auch einem Hinweis von Roscoe und Chi (2008, S.343) auf Studien von Chi et al. (2001) sowie Graesser et al. (1995) nachgehen, nach denen die Unterstützung der Tutorinnen und Tutoren in ihren Lernangelegenheiten durch tiefgehende Diskussionen mit den Tutees auch den Lernerfolgen der Tutees zu Gute kommt. So vermuten Roscoe und Chi (2008, S.343), dass sich Tutees etwa durch das Mitverfolgen der Sinnschaffungs-Prozesse der Tutorinnen und Tutoren eigene entsprechende Lernstrategien aneignen könnten. Zudem weisen Roscoe und Chi (2008, S.344) auf eine Studie von Graesser und Person (1994) hin, nach der auch Tutees von überlegten, tiefgründigen Fragen („deep questions“, s. S.49) profitieren. Ergebnisse zu diesen Aspekten in dieser Arbeit sind etwa auf den Seiten 155ff dargelegt.

3.3.2.2 Einfluss von Cross Age Peer Tutoring auf Motivation und Interesse

Cross Age Peer Tutoring beeinflusst neben der Lernleistung auch die schulbezogenen Einstellungen, das Selbstkonzept sowie Motivation und Interesse der Lernenden positiv, weshalb auf die Wirkungen der Methode auf diese für diese Arbeit relevanten Aspekte und auf mit ihnen verknüpfte Gesichtspunkte im Folgenden etwas näher eingegangen wird:

Bei Vergleich mit Kontrollklassen zeigen acht von acht (eine signifikant) von Cohen et al. (1982) untersuchte Studien eine positivere Einstellung der Tutees und vier von fünf (eine signifikant) untersuchte Studien belegen eine positivere Einstellung der Tutorinnen und Tutoren gegenüber dem Unterrichtsfach (Cohen et al., 1982, S.243f). Diese Meta-Analyse ergänzend bestätigen Robinson et al. (2005, S.336f) die positive Änderung schulbezogener Einstellungen von Tutorinnen und Tutoren sowie Tutees auch für aktuellere Studien.

Das Selbstkonzept betreffend, berichteten Cohen et al. (1982, S.244) nur von einem kleinen positiven Effekt, welcher lediglich in Bezug auf die Tutorinnen und Tutoren und nicht bezüglich der Tutees signifikant ist. Neuere Studien, die Robinson et al. (2005, S.338f) diese Analyse ergänzend zusammenfassen, kommen zu deutlicher positiven Ergebnissen. Zu erwähnen sind dabei speziell die von Robinson et al. (2005, S.339) zitierten Studien von Early (1998) sowie von Fantuzzo et al. (1995), welche ein signifikant gesteigertes Kompetenzzempfinden auf Seiten der an den Peer Tutoring-Programmen teilnehmenden Schülerinnen und Schülern verzeichneten. Dieses Kompetenzzempfinden ist, wie bereits erwähnt eines der psychologischen Grundbedürfnisse nach der Selbstbestimmungstheorie der Motivation von Deci und Ryan (1993), das erfüllt wird, wenn eine Aufgabe ein optimales Anforderungsniveau für die Lernenden bereithält und das einen der Mediatoren für intrinsische Motivation darstellt (s.S.27).

Weiters berichten Robinson et al. (2004, S.339) über die auf Seite 43 hinsichtlich des Einflusses des Alters und der Kompetenz der Tutorinnen und Tutoren auf die Leistungssteigerungen der Tutees sowie deren Hilfe zur Selbsthilfe diskutierte Studie von DePaulo et al. (1989), nach der das Selbstwertgefühl der Kinder je nach Paarung der Tutorinnen und Tutoren mit den Tutees variiert und einen besonders hohen Wert dann aufweist, wenn der Tutor oder die Tutorin gegenüber dem Tutee besonders leistungsstark ist.

Ob die Dauer eines Peer Tutoring-Programms sozioemotionale Faktoren wie das Selbstkonzept beeinflusst, ist nach Robinson et al. (2005, S.341) unklar.

Von Bedeutung für die vorliegende Arbeit sind aber weiters die von Ehly und Bratton (1981, zit. nach Robinson et al., 2005, S.346) untersuchten Auswirkungen der Geschlechtszusammensetzung beim Tutoring-Prozess auf die wechselseitige Sympathie der Tutorinnen oder Tutoren und Tutees. Besonders gleichgeschlechtliche „Tutoring-Paare“ gaben an, einander zu mögen. Gemochte Tutorinnen oder Tutoren wurden von den Tutees als kompetenter wahrgenommen, obwohl, so berichten Robinson et al. (2005, S.346), tatsächliche Kompetenzunterschiede in Bezug auf die Beliebtheit der Tutorinnen oder Tutoren dabei unbekannt waren. Zudem beeinflussten weder Beliebtheits- noch Kompetenzzwahrnehmungen die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler. Auch die

vorliegende Arbeit überprüft qualitativ und stichprobenartig, ob dieser Zusammenhang gegeben ist. Weiters wird ein Bezug der Fremdwahrnehmung der Kompetenz der Tutorinnen und Tutoren auf das eigene Kompetenzzempfinden bei einzelnen Tutees qualitativ erhoben. Auch eine weitere von Robinson et al. (2005, S.346f) zitierte Studie macht auf den negativen Einfluss gemischter Gruppen auf die gegenseitige Sympathie aufmerksam: So äußerten laut einer Studie von Fogarty und Wang (1982, S.464), in der sich die Tutorinnen und Tutoren im Allgemeinen als effektiv erlebten, besonders Tutorinnen, die männliche Tutees (in Mathematik oder EDV) unterrichteten negative Rückmeldungen und baten, einen Tutee ihres Geschlechts unterrichten zu dürfen. Fogarty und Wang (1982, S.463) verglichen die Geschlechtszusammensetzung auch hinsichtlich der Kategorie des Antwortverhaltens. Dabei fanden sie, dass Tutees sich vor allem in gleichgeschlechtlichen Gruppen von sich aus verbal äußern, während sie in gemischten Gruppen lediglich auf von der Tutorin oder dem Tutor initiierte Fragen oder Aussagen antworten (siehe Tabelle 8, vgl. S.57). Einige der in Tabelle 8 angeführten Verhaltenskategorien zu „affektiv-sozialem verbalen Verhalten“ (Übers. d. Autors), welche von Fogarty und Wang (1982, S.455ff) neben dem „instruktionalem Verhalten“ (Übers. d. Autors) durch systematische Beobachtungen erhoben wurden, und weitere (etwa den Konzeptwechsel betreffende) Kategorien werden auch im Rahmen der Videoanalyse in der vorliegenden Arbeit (Kategoriensystem s. S. 89) untersucht. Mögliche Erklärungen für einige der oben erwähnten Effekte, wie etwa der Einfluss geschlechtsheterogener Gruppen auf das Verhalten der Tutorinnen und Tutoren sowie Tutees, können mit Hilfe der Rollentheorie gegeben werden (Kapitel 3.3.2.3). Auch die Ergebnisse von Fogarty und Wang (1982, S.467) bestätigen eine Theorie zur Rollenausführung (Sarbin, 1976), nach der die Rolle der Tutorinnen und Tutoren eher auf Freundschaft als auf Autorität, wie sie von einer Lehrkraft ausgeübt wird, basiert (s.S.55). Auch die in Tabelle 8 von Fogarty und Wang (1982) angeführten Kategorien basieren auf der Theorie von Sarbin (1976).

Affektiv-soziales verbales Verhalten											
Tutorinnen und Tutoren						Tutees					
Kategorie	Häufigkeit gesamt und in Abhängigkeit von...					Kategorie	Häufigkeit gesamt und in Abhängigkeit von...				
	ges.	Alter Tutee		Geschlecht			ges.	Alter Tutee		Geschlecht	
		Jung	Alt	Gleich	Ungleich			Jung	Alt	Gleich	Ungleich
Dimension des Impulsgebers der Äußerung						Dimension des Impulsgebers der Äußerung					
Äußerungen ausgehend von der Tutorin / vom Tutor	.557	.661*	.493*	.496*	.660*	Äußerungen ausgehend vom Tutee	.494	.458*	.509*	.518*	.456*
Äußerung als Reaktion auf den Tutee	.430	.339*	.507*	.504*	.340*	Äußerung als Reaktion auf die Tutorin / den Tutee	.499	.542*	.491*	.482*	.544*
Anderes Verhalten	.004					Anderes Verhalten	.004				
Nicht bestimmbar	.009					Nicht bestimmbar	.003				
Dimension des Einflussbereichs						Dimension des Einflussbereichs					
Bestimmendes Verhalten	.159	.190	.158	.161	.183	Bestimmendes Verhalten	.412	.401	.444	.442	.402
Kritik oder Ermahnung	.048	.038	.037	.037	.042	Kritik oder neckisches Verhalten	.103	.089	.110	.111	.087
Erklärendes Verhalten	.101	.095	.115	.110	.088						
Antwortverhalten	.333	.125	.134	.366*	.297*	Antwortverhalten	.352	.408	.333	.327*	.413*
Frageverhalten	.127	.088	.110	.136	.120	Lesen der Anleitung	.037	.039	.036	.041	.035
Lob und Ermutigung	.101114	.083	Lautes Denken	.059	.056	.052	.064	.055
Anderes Verhalten	.079	.165	.084	.076	.187	Anderes Verhalten	.020	.007	.025	.015	.008
Nicht bestimmbar	.052					Nicht bestimmbar	.017				
Dimension der verbalen Bestärkung						Evaluative Dimension					
Positive Rückmeldung	.196	.170	.201	.219	.168	Selbstbewertung	.076	.080	.062	.065	.078
Negative Rückmeldung	.125	.090	.132	.129	.099	Bewertung des Tutors	.069	.069	.062	.060	.075
Anderes Verhalten		.740	.667	.652	.733	Anderere Verhaltensweisen	.849	.851	.870	.855	.847
Neutral	.667					Nicht bestimmbar	.006				
Nicht bestimmbar	.012										

Tabelle 8: Anteil an affektiv-sozialen verbalen Verhalten von Tutorinnen und Tutoren sowie Tutees am jeweiligen Gesamtverhalten: Gesamtanteil sowie Anteil in Abhängigkeit von unterschiedlicher Geschlechtszusammensetzung und unterschiedlichem Alter der Tutees in den Tutoring Prozessen, adaptiert und übersetzt nach Tabelle 2, 4 und 5 von Fogarty und Wang (1982, S.456, 461f)

Fogarty und Wang (1982, S.453) fassen neben ihren eigenen Untersuchungen auch Ergebnisse weiterer Arbeiten zusammen. So zitieren sie Mohan (1972), der eine signifikante Motivationssteigerung durch Cross Age Peer Tutoring feststellte. Fogarty und Wang (1982, S.467f) stellen aber auch aufgrund der Ergebnisse ihrer Arbeit die Vermutung auf, dass Cross Age Peer Tutoring sowohl auf die Motivation der Tutorinnen und Tutoren als auch auf die der Tutees einen äußerst positiven Einfluss ausübt und so auch indirekt zu verbesserten Lernleistungen (s.S.40ff) und Einstellungsänderungen führt. Diese Arbeit versucht auch das Zustandekommen intrinsischer Motivation (Kapitel 4.4.3.9 und 4.4.3.11) durch Cross Age Peer Tutoring in Zusammenhang mit der Wirkung der ein- und wahrgenommenen Rollen (insbesondere jener des Tutors, s. Kapitel 4.4.5) auf die Akteure besser nachzuvollziehen und in einem weiteren Schritt intrinsische Motivation mit Leistungs-, Einstellungs- und Verhaltensveränderungen in Verbindung zu bringen, während Robinson et al. (2005, S.347ff) die Rollentheorie direkt mit den Verhaltens- und den Einstellungsänderungen in Bezug bringen (s. Kapitel 3.3.2.3).

Eine nähere Untersuchung der Wirkung von Cross Age Peer Tutoring zum Interesse von Schülerinnen und Schülern hat Zinn (2008) in seiner Dissertation unternommen. Zinn (2008) geht dabei eher von den Ansätzen vom „Lernen durch Lehren“ (vgl. Kapitel 3.3.1.3) aus und nennt den in seiner Arbeit untersuchten Unterricht entsprechend „Unterricht im Kontext „Physik lernen durch lehren“ oder „Unterricht im pädagogischen Kontext“ (Zinn, 2008, S.2). Die Anlage der Studie von Zinn (2008, S.125ff) und der Vergleich mit der Anlage der vorliegenden Studie sowie der vorgestellten Theorie zu Cross Age- und Peer Tutoring legt

jedoch nahe, beide Unterrichtsmethoden auch als Formen des Cross Age Peer Tutoring anzusehen und deshalb seien Zinns (2008, S 212ff) zentrale Ergebnisse (zu Interesse und Selbstkonzept, lediglich Punkt 6 betrifft Leistung und Kompetenzen) folgend zitiert:

1. „Die Schülerinnen und Schüler haben ein größeres situationales Interesse¹ am Unterricht im Kontext „Physik lernen durch lehren“ als am herkömmlichen Unterricht.“ (Zinn, 2008, S.213)
2. „Der Unterricht im Kontext „Physik lernen durch lehren“ ist für Schülerinnen interessanter als für Schüler.“ (Zinn, 2008, S.214)
3. „Der Unterricht im pädagogischen Kontext ist für den Interessentyp B und den Interessentyp C deutlich interessanter als für den Interessentyp A.“ (Zinn, 2008, S.215)^{2,3}
4. „Schülerinnen und Schüler, die einen Beruf erlernen möchten, der etwas mit Pädagogik zu tun hat, haben ein größeres Interesse an dem Unterricht im pädagogischen Kontext als Schülerinnen und Schüler, die einen Beruf erlernen möchten, der etwas mit Technik zu tun hat.“ (Zinn, 2008, S.216) „Schülerinnen sind weitaus stärker an Berufen mit Pädagogik interessiert als Schüler (...). Die Schüler sind hingegen stärker an Berufen mit Technik und Physik interessiert.“ (Zinn, 2008, S.220)
5. „Der Unterricht im pädagogischen Kontext steigert das fachspezifische Selbstkonzept Physikunterricht der Schülerinnen.“ (Zinn, 2008, S.217) Zinn (2008, S.216) fand jedoch „keine signifikante Veränderung“ für Schüler „in ihrem fachspezifischen Selbstkonzept Physikunterricht“.⁴
6. „Der pädagogische Zugang fördert die fachlichen Kompetenzen im Bereich des Prozesswissens⁵ und weniger im Bereich des Konzeptwissens⁶. Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt bei dem Unterricht im pädagogischen Kontext vor allem in der Vermittlung von überfachlichen Kompetenzen.“ (Zinn, 2008, S.218)

Zinn (2008, S.223) weist darauf hin, dass es sich bei diesem letzten Punkt lediglich um eine sich deckende Selbsteinschätzung des Kompetenzerwerbs durch die Schülerinnen und Schüler mit der Einschätzung der Lehrkräfte handelt und plädiert dafür „in einer weiterführenden Studie mit Versuchs- und Kontrollgruppen („Kreuz-Design“) und klar umrissenen Lerninhalten, den Lernerfolg weiter zu untersuchen.“ In dieser Studie kommen aus oben genannten Gründen (s.S.44) zwar keine Kontrollgruppen zum Einsatz, jedoch wird ein möglicher Lernzuwachs bezüglich des Konzeptwechsels mit Hilfe eines standardisierten, zuverlässigen Testinstruments mit Pre-, Mid-, Post-, und Follow-Up Testdesign (s. Kapitel

¹ Nach Zinn (2008, S.28) wurde nur das situationale Interesse beobachtet, da es nicht zu erwarten ist, dass sich aufgrund der nur kurzen Interventionsdauer durch die Unterrichtsmethode das individuelle Interesse der Lernenden verändern wird

² Eine Begründung dafür kann Zinn (2008, S.221) nicht angeben.

³ Zu den Interessentypen siehe Zinn (2008) auf S.49ff, und diese Arbeit S.37.

⁴ Hierzu sei erläutert, dass dieses auf das Fach Physik bezogene Selbstkonzept über eine Ermittlung der eigenen Leistungseinschätzung der Schülerinnen und Schüler im Fach Physik erhoben wurde (Zinn, 2008, S.242, 254).

⁵ D.i. z.B. Wissen zur passenden Experimentauswahl, angemessene Planung des Projektablaufs und Nachbereitung (Zinn, 2008, S.222)

⁶ Zinn (2008, S.222) betont hierzu, dass einer der Gründe hierfür darin liegt, dass der Stoff bereits im konventionellen Unterricht behandelt wurde, eine stärkere Verinnerlichung der „Modellvorstellung zu verschiedenen physikalischen Phänomenen“ sei aber erfolgt.

4.3.2 und Anhang C; Ergebnisse im Kapitel 4.4.3) untersucht. Weiters wurde das Thema nur bei den Tutorinnen und Tutoren der Oberstufe bereits im Unterricht behandelt.

Auch in der Studie zu Cross Age Peer Tutoring im Unterrichtsfach „Science“ von Topping et al. (2004, S.69) (s.a. S.45) wurde hinsichtlich des fachbezogenen Interesses und der Freude an den Naturwissenschaften eine Steigerung festgestellt. Auf besonders großen Zuspruch stieß hierbei die partnerschaftliche Zusammenarbeit beim Tutoring.

3.3.2.3 Einfluss der Rolle beim Cross Age Peer Tutoring

Um viele der oben erläuterten Ergebnisse von Cross Age Peer Tutoring zu interpretieren und weitest möglich theoretisch fundiert erklären zu können, wird häufig und auch in dieser Arbeit die Rollentheorie (engl. „role theory“) herangezogen (z.B. DePaulo et al., 1989; Fogarty & Wang, 1982; Robinson, 2005, S.347ff; Roscoe & Chi, 2008, S.345f).

Der Begriff der Rolle ist „vom Begriff der dramatischen Rolle des altgriechischen Schauspiels als ein durch Thema und Inhalt vorgeschriebenes Verhalten eines Akteurs abgeleitet [und ist] in der Sozialpsychologie die Summe der von einem Individuum erwarteten Verhaltensweisen, auf die das Verhalten anderer Gruppenmitglieder abgestimmt ist.“ (Häcker & Stapf, 2009, S.864) „Die Erwartungen lassen sich auch als Ansprüche der Gesellschaft an den Inhaber von Positionen verstehen, (...)“ (Bierhoff & Herner, 2002, S.211) Soziale Rollen werden nach Bierhoff und Herner (2002, S.212) durch die Sozialisation, vermittelt durch etwa Lehrkräfte und Eltern, verinnerlicht und so können die Rollen ausgeführt werden, ohne sie durch Sanktionen zu erzwingen. Es kann aber auch durch Rollenkonflikte, die „zwischen Anforderungen verschiedener Rollen einer Person (sog. Interrollenkonflikt) oder innerhalb einer sozialen Rolle (Intrarollenkonflikt) entstehen“ können, zu einer „Verletzung der Rollenerwartung“ kommen, „die in der Regel Sanktionen unterliegt.“ (Häcker & Stapf, 2009, S.865) Robinson et al. (2005, S.348) erklären mit Verweis auf Turner (2002), dass die Einnahme einer Rolle immer sehr wahrscheinlich mit rollenkonformem Verhalten, rollenkonsistenten Einstellungen sowie Selbstwahrnehmungen, welche den Rollenerwartungen angepasst sind, einhergeht.

Sowohl die unterschiedlichen Perspektiven als auch Konzepte der Rollentheorie, sind etwa von Biddle (1986) zusammengefasst. Da darauf hingewiesen wurde, dass die Rollentheorie als Erklärungsrahmen verschiedener Effekte des Peer Tutoring dienen kann (Allen, 1976, Bierman & Furman, 1981, zit. nach Robinson et al., 2005, S.347), werden im Weiteren die in Bezug auf die Ergebnisse der Cross Age Peer Tutoring-Studien relevanten Zusammenhänge mit der Rollentheorie, so wie sie in den eben angeführten Studien (DePaulo et al., 1989; Fogarty & Wang, 1982; Robinson, 2005, S.347ff; Roscoe & Chi, 2008, S.345f) erläutert werden, angegeben. Wichtig ist jedoch zu bemerken, dass sich ohne die Annahme, dass die sozialen Rollen ihren Trägern implizit bewusst sind und diese daher Auswirkungen auf Motivation, Selbstwert, Leistung und Verhalten haben, die Ergebnisse der eben genannten Studien kaum interpretieren ließen. Die relevanten Konzepte der Rollentheorie werden auch zur Interpretation der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit herangezogen.

So ziehen etwa auch DePaulo et al. (1989) die Rollentheorie heran, um die von ihrer Studie nachgewiesene, auf Seite 43 beschriebene Abhängigkeit der Leistungsstärke der Tutees und der Tutorinnen und Tutoren von ihrem relativen und absoluten Alter und ihrer Leistungsfähigkeit zu erklären. DePaulo et al. (1989, S.435) gehen dabei davon aus, dass die Leistungsfähigkeit über motivierende und demotivierende Effekte beeinflusst wird, welche von den inhärenten Statusunterschieden ausgehen, die zwischen den sozialen Rollen der Tutorinnen und Tutoren und denen der Tutees bestehen. Diese Statusunterschiede sind vergleichbar mit jenen, die zwischen der Rolle der Lehrkraft und der des Lernenden bestehen und die auch kleinen Kindern implizit geläufig sind (Allen 1983, zit. nach DePaulo et al., 1989, S.424). So handelten beispielsweise Tutorinnen und Tutoren kompetenter und selbstsicherer in ihrer Rolle, es wuchs sowohl ihr Selbstwert als auch ihre Leistung, wenn sie aufgrund ihres Alters und ihrer Leistungsfähigkeit die impliziten Erwartungen an die Rolle eines Lehrenden erfüllen konnten (DePaulo et al., 1989, S 436).

Bis zu einem gewissen Grad lassen sich laut Robinson et al. (2005, S.350) die negativen Einflüsse der Annahme von Hilfe durch einen Gleichgestellten (dessen Rolle nicht der einer Lehrkraft entspricht) jedoch dadurch relativieren, dass Peer Tutoring als „formale, akzeptierte Lernstrategie für die Klasse“ eingeführt wird, oder wenn die Methode etwa dafür angewandt wird, dem Tutee selbst das Unterrichten zu ermöglichen.

Fogarty und Wang (1982, S.453, 456) weisen weiters auf wesentliche Differenzen im Vergleich der Rolle der Tutorinnen und Tutoren sowie der Tutees mit den Rollen der Lehrkraft und der Lernenden hin. Sie beziehen sich dabei auch auf eine Theorie von Sarbin (1976), der das Peer Tutoring-Verhältnis zwischen Tutorinnen und Tutoren und ihren Tutees eher als wechselseitig freundschaftliches Verhältnis und weniger als eines zwischen Lehrkraft und Lernenden sah (Fogarty & Wang, S.453, 456). Fogarty und Wang (1982, S.453) meinen, dass wegen der nötigen Interaktion mit der gesamten Klasse die Rolle der Lehrkraft keine derartige Beziehung zu den einzelnen Lernenden zulässt, wie es im Cross Age Peer Tutoring-Prozess möglich ist und dass Tutorinnen und Tutoren, weil sie von den Tutees auch noch in der Rolle der Gleichgestellten („peers“) wahrgenommen werden, trotz eines Altersunterschiedes eine andere Rolle als die einer Lehrkraft in der Cross Age Peer Tutoring-Situation einnehmen. Um nun das Rollenbild der Tutorinnen und Tutoren hinsichtlich dieses freundschaftlichen Status zu überprüfen, untersuchten Fogarty und Wang (1982, S.455ff) sowohl das verbal geäußerte sozial-affektive Verhalten der Tutorinnen und Tutoren hinsichtlich der in Tabelle 8 angeführten Kategorien als auch ihr verbal instruktives Verhalten, das in Tabelle 9 wiedergegeben ist, und führten zudem Interviews durch.

Tutor		Tutee	
Kategorie	Verhaltenshäufigkeit*	Kategorie	Verhaltenshäufigkeit*
1. Erklärt, beschreibt, definiert oder erläutert Konzepte	,057	1. Initiiert Aussagen zur Arbeit	,191
2. Gibt Hinweise oder Tipps, bringt Beispiele ein oder weist auf die Lern-Situation bezogenen Stoff und / oder diese betreffende Konzepte hin	,076	2. Stellt Fragen	,142
3. Erklärt oder gibt Anweisungen zur Problemlösung	,277	3. Lautes Denken während der Problemlösung	,142
4. Erläutert falsche Antworten	,056	4. Beantwortet Fragen oder erklärt	,512
5. Stellt dem Tutee Fragen	,209	5. Anderes instruktives Verhalten	,007
6. Versucht Methode des Tutees zu ändern	,010	6. Nicht bestimmbar	,003
7. Ändert Antwort aufgrund von Rückmeldung	,014		
8. Bestätigt richtige Antwort, überprüft Verständnis, weist auf falsche Antwort ohne Erklärung hin	,296		
9. Anderes instruktives Verhalten	,003		
10. Nicht bestimmbar	,002		

Tabelle 9: Instruktives Verhalten der Tutorinnen und Tutoren sowie der Tutees, *gemessen am Gesamtverhalten. Übersetzung von Table 3 aus Fogarty & Wang (1982, S.457)

Fogarty und Wang (1982, S.458ff) fanden, dass

- die Tutorinnen und Tutoren eher positive als negative Rückmeldungen gaben,
- Interaktionen sowohl von Tutorinnen und Tutoren als auch von deren Tutees ausgingen,
- die Tutees den Tutoring-Prozess durch häufige Anweisungen ebenso leiten und mitbestimmen, wie die Tutorinnen und Tutoren und
- die Tutees sich selbst als auch die Tutorinnen und Tutoren evaluierten und damit auch Verhalten zeigten, welches man eher der Rolle der Tutorinnen und Tutoren zuschreiben würde.

Aus diesen Eigenschaften des Cross Age Peer Tutoring-Verhältnisses zwischen Tutees und ihren Tutorinnen und Tutoren schlossen Fogarty und Wang (1982, S.456-467), dass nicht die sozialen Rollen von Lehrkraft und Lernenden, sondern eine freundschaftliche Rollenverteilung mit „Geben und Nehmen“ während des Tutoring-Prozesses gegeben ist. Es sei auch erwähnt, dass Fogarty und Wang (1982, S.463) auch einen positiven Einfluss des Cross Age Peer Tutoring-Prozesses auf die Leistung der Tutees nachwiesen.

Weiters zeigt Tabelle 9, dass die Tutorinnen und Tutoren nur einige wenige instruktive Verhaltensweisen tatsächlich anwandten, was laut Fogarty und Wang die Wichtigkeit von Training der Tutorinnen und Tutoren unterstreicht. Doch sollte man nicht aus den Augen lassen, dass die Fragen der Tutorinnen und Tutoren, welche recht häufig gestellt wurden, einen ähnlich positiven Einfluss auf die Wissenskonstruktionsprozesse (vgl. S.47) der Tutees haben könnten, wie die Fragen der Tutees in der Studie von Roscoe und Chi (2008) (vgl. S.48 und 60) auf die Wissenskonstruktionsprozesse der Tutorinnen und Tutoren hatten.

Fogarty und Wang (1982, S.454f) betonten, dass in ihrem Tutorinnen- und Tutoren-Training auch auf die Wichtigkeit, ein gutes Vorbild für den Tutee darzustellen, hingewiesen wurde. Ob diese Vorbildwirkung sodann im Cross Age Peer Tutoring-Prozess konkret bestand, wurde jedoch nicht eingehend untersucht. Die vorliegende Arbeit versucht zu untersuchen,

ob und inwiefern Konzepte, Strategien und Analogien, welche Tutorinnen und Tutoren im Cross Age Peer Tutoring-Vorgang hervorbringen und die somit als rollenspezifische Verhaltensweisen angesehen werden können, von den Tutees angenommen werden. In einer weiteren auf die vorliegende Arbeit folgende Untersuchung, deren Ergebnisse bereits vorliegen, wird dann die Verwendung der angenommenen Strategien, Analogien und unterrichtsspezifischen übernommenen Verhaltensweisen im Unterricht der ehemaligen Tutees beschrieben. In Verbindung mit den Daten aus den Interviews, welche die Sicht der Tutees auf die sie Unterrichtenden erkennen lassen sollen, wird in dieser Folgeuntersuchung auch auf die Vorbildwirkung und Rollenübernahme durch die Tutees geschlossen.

In ihrer Studie berichten Fogarty und Wang (1982, S.464), wie bereits auf S.51 erwähnt, auch vom negativen Einfluss nach dem Geschlecht gemischter Gruppen auf die gegenseitige Sympathie, den sie jedoch nicht weiter erklären. Eine Erklärung für diesen Effekt, welcher vor allem in Gruppen mit Tutorinnen und männlichen Tutees auftrat, bieten Robinson et al. (2005, S.351), die sich zur Interpretation auf die Rollentheorie stützen und meinen, dass nach der traditionellen Geschlechterrollen-Verteilung die weibliche Rolle nicht als diejenige angesehen wird, welche mehr für die Lehrenden-Rolle als typisch angesehene Kompetenz und Autorität innehat als die männliche Rolle (z.B. Bem, 1974, Eagly et al., 2000, zit. nach Robinson et al., 2005, S.351), weshalb sich mehr oder weniger bewusst Befangenheit und Bedenken betreffend des Einnehmens der Geschlechterrolle bei den Tutorinnen einstellt und sich die männlichen Tutees in der „untergeordneten“ Rolle unwohl fühlen. Letzteres erklärt laut Robinson et al. (2005, S.351) die geringen Leistungszuwächse von Tutees, die im Rahmen der Studie von Topping und Whiteley (1993) von Tutorinnen unterrichtet wurden, welche (möglicherweise aufgrund von höherem Kompetenzzempfinden, vermittelt durch ihre Rolle, vgl. S.58) hohe Leistungszuwächse erzielten (vgl. S.44). Zudem kommt es laut Robinson et al. (2005, 351) in den gemischten Gruppen zu einer Bedrohung durch Stereotype („stereotype threat“), welche aufgrund des Bemerkens und der Angst vor der Bestätigung eines negativ besetzten Stereotyps entsteht. Diese durch die saliente (d.h. deutlich hervortretende (Häcker & Stapf, 2009, S.869; Hogg & Vaughan, 2005, S.61f) und vom Stereotyp betroffene soziale Rolle verursachten Effekte erklären auch die von Robinson et al. (2005, S.351) in vielen von ihnen analysierten Studien (z.B. Topping and Whiteley, 1993, Ryan & Ryan, 2005) gefundenen Leistungseinbußen, welche in gemischten Gruppen auch unabhängig vom Geschlecht der unterrichtenden Person in der mathematischen und in anderen Leistungsfähigkeiten festgestellt wurden.

Neben diesem negativen Einfluss der sozialen Rolle und der ihr zugeordneten Stereotypen der am Cross Age Peer Tutoring Beteiligten, werden mit Hilfe der Rollentheorie von Robinson et al. (2005, S.347ff) auch viele positive Einflüsse der Peer Tutoring-Programme erklärt.

So etwa lassen sich die Leistungssteigerungen, welche auch in Fachbereichen auftraten, in denen das Peer Tutoring nicht stattfand, und die positiven Verhaltensänderungen der Tutorinnen und Tutoren durch ihre eingenommene Rolle erklären. Robinson et al. (2005, S.348) gehen zur Beschreibung der Rolle der Tutorinnen und Tutoren von Arbeiten von Allen

und Feldman (1973, 1976) aus, die „meinen, dass die Rolle der Lehrkraft Kompetenz, Prestige und Autorität beinhaltet“ (Übersetzung des Autors). So ist die Rolle der Tutorinnen und Tutoren, trotz der Unterschiede, die Fogarty und Wang (1982) aufgezeigt haben (s.S.55), der Rolle einer Lehrkraft insofern ähnlich, als durch das Einnehmen der Tutorinnen- und Tutoren-Rolle auch eine „traditionell respektierte“ (Devin-Sheehan et al. 1976, S.370) und verantwortungsvolle Rolle ausgefüllt wird, der fachliche und didaktische Kompetenz sowie ein Gefallen an der Schule und am unterrichteten Fach zugeschrieben wird und in der verantwortungsvollen Aufgaben wie Informationsvermittlung, die Beantwortung von Fragen sowie das Eingehen auf den Tutee und Verbessern seiner Leistungen vorausgesetzt wird (Robinson et al., 2005, S.348). Das Ausfüllen dieser Rolle erklärt laut Robinson et al. (2005, S.348) auch die Ergebnisse von Studien von Allen und Feldman (1976) sowie Bierman und Furman (1981), welche gestiegenes Kompetenzzempfinden der Tutorinnen und Tutoren durch das Einnehmen ihrer Rolle beim Peer Tutoring nachwiesen. Bierman und Furman (1981) stellten dieses Kompetenzzempfinden selbst bei Tutorinnen und Tutoren fest, deren Tutees bessere Lernergebnisse aufwiesen. Die Rollentheorie liefert jedoch auch für die positiven Effekte auf leistungsschwache Tutorinnen und Tutoren eine mögliche Erklärung. Für diese ist der Unterschied zwischen der neu eingenommenen Tutorinnen- und Tutorenrolle und ihrer Rolle als Schülerinnen und Schüler besonders groß, was Robinson et al. (2008, S.348) als Grund für die dementsprechend großen Veränderungen zur Überwindung dieser „Diskrepanz“ ansehen.

Neben dem Kompetenzzempfinden und der besseren Einstellung gegenüber der Schule durch das Peer Tutoring, kann mit Hilfe der Rollentheorie laut Robinson et al. (2008, S.349) auch erklärt werden, wie den Tutorinnen und Tutoren die Bedeutungen bestimmter lernförderlicher Verhaltensweisen, die zur Pünktlichkeit, zur Disziplin und zur Leistungsfähigkeit beitragen, einsichtiger werden. So tragen die Bemühungen, die Tutees in ihrem Lernen zu unterstützen, dazu bei, dass sich auch die Tutorinnen und Tutoren günstige Lernstrategien aneignen, ihre Lernangelegenheiten aufmerksamer und angestrenzter bearbeiten sowie die Bedeutung des „guten“ Schülerverhaltens für das Verständnis erkennen und diese daher annehmen (Robinson et al., 2005, S.349). Mit Verweis auf Allen und Feldman (1976) und Schunk (1998) meinen Robinson et al. (2005, S.349) auch, dass der Wunsch ein Vorbild für die jüngeren Tutees zu sein, einen möglichen Grund für das verbesserte Verhalten der Tutorinnen und Tutoren darstellen könnte. Robinson et al. (2005, S.349) geben mit Verweis auf Ehly und Bratton (1981) auch den freundschaftlichen Umgang der Tutorinnen und Tutoren mit den Tutees (vgl. Fogarty & Wang, 1982; vgl. S.55) sowie die eher gegebene Gleichstellung aufgrund der gemeinsamen Rolle als Schülerinnen und Schüler und der geringen Altersdifferenz als Grund dafür an, eher als Lehrkräfte eine Vorbilds-Funktion ausüben zu können. Ob und inwiefern diese Vorbildwirkung von den Tutorinnen und Tutoren auch tatsächlich auf die Tutees durch das Cross Age Peer Tutoring ausgeübt wurde, wird in der vorliegenden Arbeit untersucht (s. Kapitel 4.4.5 und 56).

Robinson et al. (2005, S.350) erklären auch mit Hilfe der Rollentheorie warum der Lernerfolg ebenso gut durch kurz- wie durch langandauernde Peer Tutoring-Programme gesteigert wird. Den Grund nennen sie in der nur einmal am Beginn des Tutorings vorkommenden

neuen Rolleneinnahme sowie in der dadurch plötzlich gesteigerten Befassung mit dem Lehrstoff, welche später nicht mehr in diesem Ausmaß vorkommt, da die Salienz der Rolle stagniert oder sogar abnimmt. Um die Salienz der Rolle (vgl. Hogg & Vaughan, 2005, S.61f) und damit ihre positiven Effekte aufrechtzuerhalten, schlagen Robinson et al. (2005, S.356f) etwa die Bereitstellung von bedruckten T-shirts oder die Durchführung von Veranstaltungen für die Tutorinnen und Tutoren vor, wodurch sich die Tutorinnen und Tutoren in ihrer Rolle wiederholt anerkannt fühlen und im Schulalltag positiv hervortreten können.

Auch Roscoe und Chi (2008) sehen in der Rolle der Tutorinnen und Tutoren sowie der Tutees ein großes Erklärungspotential für einen von ihnen vorgefundenen Effekt, nämlich den Hang der Tutorinnen und Tutoren zur Wissenswiedergabe statt zur Wissenskonstruktion (vgl. S.47).

Bevor Roscoe und Chi (2008, S.345f) die rollentheoretischen Erklärungen für diesen Effekt, wiedergeben, nennen sie zudem noch Einschränkungen in der metakognitiven Selbstkontrolle als mögliche Ursache dafür. So könnten laut Roscoe und Chi (2008, S.344) die Gründe darin liegen, dass die Tutorinnen und Tutoren zu sehr auf ihre fachlichen Fähigkeiten vertrauen, Widersprüche zu den Fakten oder bereits gegebenen Erklärungen nicht erfassen, schwierige Konzepte auslassen und so die Tutees um wichtige Einsichten bringen oder bei Verständnisschwierigkeiten auf Seiten der Tutees Erklärungen nur neu formulieren anstatt die Probleme zu erläutern und zu klären. Mit Verweis auf Chi et al. (2004) und Foot et al. (1997) meinen Roscoe und Chi (2008, S.344), dass es eine Schwierigkeit und große Herausforderung für die Tutorinnen und Tutoren darstellen könnte, gleichzeitig ihre eigenen Denkvorgänge und Verständnisschwierigkeiten mit denen ihrer Tutees zu überwachen. Diese daraus resultierende mangelnde Selbstevaluation könnte laut Roscoe und Chi (2008, S.344) auch den Grund darstellen, dass Lernende in der Peer Tutoring-Kondition, trotz ihres Vorteils mit den Tutees in einen interaktiven Dialog zu treten, ein schlechteres Verständnis des Lernstoffes entwickelten als Lernende in der Selbsterklär-Kondition (vgl. S.46). Für zukünftige Untersuchungen empfehlen Roscoe und Chi (2008, S.345), die Valenz verbaler Selbsteinschätzungen und Selbstbewertungen der Tutorinnen und Tutoren zu untersuchen (sind die Aussagen negativ oder positiv?) und mit ihrer tatsächlichen Leistung zu vergleichen, um die Qualität der metakognitiven Selbstkontrolle besser einschätzen zu können. Zusätzlich sprechen sich Roscoe und Chi (2008, S.345) dafür aus, zu untersuchen, in welchem Ausmaß Wissenswiedergabe- im Verhältnis zu Wissenskonstruktions-Aktivitäten auf Phasen mit Selbsturteilen bestimmter Valenz folgen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden nicht nur die Selbsteinschätzungen, sondern auch die Fremdbewertungen erhoben und mit motivationalen Faktoren wie etwa dem Kompetenzzempfinden und rollentheoretischen Faktoren, wie der Zuweisung eines Stereotyps in Verbindung gebracht. Die Wirkung dieser Faktoren auf den Konzeptwechsel wiederum wurde in einer interpretativen Art und Weise dargelegt (vgl. Kapitel 4.4.3.9 und 4.4.3.11).

Nun wird von Roscoe und Chi (2008, S.345f) auch mit Hilfe der Rollentheorie und speziell mit der „Rollenwahrnehmung“ der Hang der Tutorinnen und Tutoren, ihr Wissen lediglich wiederzugeben anstatt Wissenskonstruktions-Aktivitäten zu setzen, erklärt. Ausgehend von

Allen (1983) und Foot et al. (1990) meinen Roscoe und Chi (2005, S.345), dass vor allem die Verhaltensweisen, welche die Tutorinnen und Tutoren als typisch für ihre Rolle ansehen, die konkreten Verhaltensweisen und damit das Lernen in ihrer Rolle mitbestimmen. So könnte die Neigung der Tutorinnen und Tutoren zur Wissenswiedergabe dadurch hervorgerufen werden, dass sie es als Aufgabe in ihrer Rolle ansehen, Wissen möglichst unverändert wiederzugeben und Beispiele und Analogien, da sie als potentielle Verwirrung für die Tutees angesehen werden, nicht zu konstruieren. Weiters ist es laut Roscoe und Chi (2008, S.345) möglich, dass die Tutorinnen und Tutoren davon ausgehen, dass es nicht Teil ihrer Rolle und es ihnen sogar peinlich ist, in der Unterrichtssituation etwas zu lernen, sondern, dass es lediglich wesentlicher Teil ihrer Rolle ist, für einen Lernvorgang der Tutees zu sorgen. Dies könnte auch die Einschränkungen metakognitiver Aktivitäten der Tutorinnen und Tutoren erklären. So meinen Roscoe und Chi (2008, S.346), dass Lernende in der Tutoriums-Kondition besonders stark diese Sicht der Tutoren-Rolle eingenommen haben könnten und auch Lernende in der Peer Tutoring-Kondition eine solche Rollenerwartung haben, die Fragen der Tutees in der letzteren Kondition jedoch metakognitive Aktivitäten anregen. Die Lernenden in der Selbsterklär-Kondition hingegen nahmen eine Lernenden-Rolle ein, in der sie ohne äußeren Antrieb versuchten, ein tatsächliches Verständnis der Konzepte für sich zu erreichen. Roscoe und Chi (2008, S.346) empfehlen, die Rollenwahrnehmungen der Tutorinnen und Tutoren und wie sie die Peer Tutoring-Situation beeinflussen durch eine Kombination aus Interview und Beobachtung genauer zu untersuchen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde versucht, die Wahrnehmung der Rollen der Tutorinnen und Tutoren auf Seiten der Tutees und den Einfluss dieser Rollenwahrnehmung auf die Tutees mit Hilfe der Videoanalyse zu erheben. In einer Folgeuntersuchung soll mit Hilfe von bereits durchgeführten Interviews gezeigt werden, wie das mit Hilfe der Videoanalyse identifizierte Rollenverhalten damit zusammenhängt, wie die Tutees ihre Unterrichtenden wahrnahmen.

Auch in der Arbeit von Zinn (2008) finden sich einige Hinweise auf positive Auswirkungen der Rolleneinnahme. So äußerte sich im Rahmen der Studie von Zinn (2008, S.427) ein Schüler im Interview ebenfalls positiv über das „Schlüpfen in eine andere Rolle“. Auch eine von Zinn (2008, S.278) interviewte Lehrkraft interpretiert diesen „Rollenwechsel vom Schüler zum Tutor“ als „reizvoll“ für die Schülerinnen und Schüler und zwei von Zinn (2008, S.411, 429) befragte Schüler scheinen dadurch einen gewissen Perspektivenwechsel durch die erfahrenen „Einblicke in die Rolle eines Pädagogen“ (Zinn, 2008, S.34) erlangt zu haben.

Es ist aus der Literaturrecherche deutlich erkennbar, dass die soziale Rolle der Teilnehmenden an einem Cross Age Peer Tutoring eine große Bedeutung für die Erklärung sowie Interpretation von Effekten, welche durch die Unterrichtsmethode verursacht werden, hat und daher im Rahmen der vorliegenden Arbeit ebenso näher untersucht werden soll.

3.4 Zusammenfassung der Theorie und Bezug auf die vorliegende Studie

Der theoretische Teil dieser Arbeit spannte den Bogen von Schülervorstellungen in der Elektrizitätslehre (Kapitel 3.1.1) über die Herkunft der Schülervorstellungen (Kapitel 3.1.2) bis zum Konzeptwechsel (Kapitel 3.1.3). An dieser Stelle wurde bemerkt, mit welchen zahlreichen Faktoren dieser kognitive Prozess zusammenhängt und eine Beschäftigung mit Motivation und Interesse erschien ein naheliegender und mit dem Konzeptwechsel eng zusammenhängender Ansatzpunkt zu sein (Kapitel 3.2). Die Unterrichtsmethode Cross Age Peer Tutoring hat (so konnte z.B. Zinn, 2010 zeigen) einen positiven Einfluss auf motivationale Aspekte. Ob Cross Age Peer Tutoring eine geeignete Methode zum Konzeptwechsel darstellt und inwiefern motivationale Faktoren mit einem solchen Konzeptwechsel einhergehen, ist das primäre Untersuchungsziel dieser Arbeit. Dabei ist ferner auch der Zusammenhang der Motivation mit dem Verhalten und der Rolle der am Cross Age Peer Tutoring Teilnehmenden in der Interaktion von Bedeutung und Interesse.

Wie all diese Größen von dieser Arbeit untersucht wurden und welche Ergebnisse erzielt wurden sei daher nun im zweiten, dem empirischen Teil dieser Arbeit beschrieben.

Nach der Darlegung der Forschungsfragen und Hypothesen der Arbeit (Kapitel 4.1), die sich aus der Auseinandersetzung mit der Theorie konkretisierten, werden das Forschungs- und Methodendesign sowie die Forschungsinstrumente beschrieben (Kapitel 4.2 und 4.3). Danach werden die Ergebnisse dargelegt und interpretiert.

4 Empirischer Teil

4.1 Forschungsfragen und Hypothesen der Untersuchung

Aufgrund der zahlreichen Studien, welche den positiven Einfluss von Cross Age Peer Tutoring auf die Lernleistung sowie die Motivation belegen, wird dieser im Rahmen dieser Untersuchung lediglich am Rande bestätigt, während auf die Zusammenhänge von Motivation und Lernleistung detaillierter eingegangen wird. Deshalb spielen auch quantitative Untersuchungs-Instrumente in dieser nach einem Mixed-Methods-Design vorgehenden Untersuchung eine eher untergeordnete Rolle (siehe Kapitel 4.3.1).

Zentral für diese Arbeit ist eine tiefergehende Untersuchung des Peer Tutoring-Prozesses hinsichtlich der Interaktionen der teilnehmenden Akteure und der auf sie wirkenden Einflussgrößen, welche die Teilnehmenden wechselseitig aufeinander ausüben und damit womöglich auch ihre Konzeptwechselprozesse und ihren Motivationshintergrund beeinflussen. Es seien daher folgende Forschungsfragen und Hypothesen formuliert:

4.1.1 Forschungsfragen

Aufgrund der eingangs erwähnten Positionierung des Grundgedankens der Untersuchung, sei die folgende Leitfrage formuliert:

L	Wovon wird die Interaktion der Akteure beim Cross Age Peer Tutoring gesteuert und wie wirken sich die spezifischen Einflussgrößen auf das Lernergebnis sowie auf die motivationale Einstellung gegenüber der Unterrichtsmethode aus?
---	--

Im Rahmen der Beantwortung dieser zentralen Forschungsfrage der Arbeit wird ein besonderer Schwerpunkt auf die Forschungsfragen F1 bis F3 gelegt, welche in dieser Frage implizit enthalten sind und im Folgenden dargelegt seien.

Die folgenden beiden zu den Forschungsfragen F1 und F2 hinführenden Fragen A und B, werden dazu mit Hilfe einer Fragebogenuntersuchung sowie eines Tests zum Konzeptwechsel in der Elektrizitätslehre beantwortet (siehe Kapitel 4.3.3) beziehungsweise geht ihre Beantwortung aus der Beantwortung der Forschungsfragen F1 und F2 hervor.

A Beeinflusst der Peer Tutoring-Prozess die intrinsische Motivation?

B Trägt der Peer Tutoring-Prozess zum Konzeptwechsel in der Elektrizitätslehre bei?

Durch Beantwortung dieser beiden Fragen kann auch an die Beantwortung der Forschungsfragen herangegangen werden:

F1	Auf welche Weise wechselwirkt das Verhalten der Akteure im Cross Age Peer Tutoring mit der intrinsischen Motivation der Teilnehmenden?
----	--

Die Suche nach der Beantwortung dieser ersten Frage geht der Wirkung des rollenspezifischen Verhaltens der am Cross Age Peer Tutoring Teilnehmenden auf deren intrinsische Motivation sowie der Wirkung der intrinsischen Motivation auf das Verhalten auf den Grund. Sie soll klären, ob und wie die intrinsische Motivation mit dem Verhalten der Akteure im Cross Age Peer Tutoring zusammenhängt. Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage ist es entweder nötig, die hinführende Frage A zu beantworten, oder es wird durch Beantwortung von F1 auch A beantwortet.

F2	Auf welche Weise wechselwirkt das Verhalten der Akteure im Cross Age Peer Tutoring mit dem Konzeptwechsel der Teilnehmenden?
----	--

Mit Hilfe dieser zweiten Frage soll sowohl der Wirkung des rollenspezifischen Verhaltens der am Cross Age Peer Tutoring Teilnehmenden auf deren Konzeptwechsel als auch im weitesten Sinne der Effekt von Konzeptwechseln auf das Verhalten der Akteure nachgegangen werden. Es wird danach gefragt, ob und wie das Verhalten der Teilnehmenden zur Überwindung von unwissenschaftlichen Vorstellungen beiträgt. Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage ist es nötig, die hinführende Frage B positiv zu beantworten oder die Antwort auf diese Frage erfolgt durch Beantwortung von F2.

F3	Haben intrinsische Motivation und Konzeptwechsel der am Cross Age Peer Tutoring Teilnehmenden einen bestimmaren wechselseitigen Einfluss aufeinander?
----	---

Mit Hilfe dieser Frage soll ein möglicher Zusammenhang zwischen intrinsischer Motivation und Vorstellungsänderungen sowie (über F1 und F2) dem Verhalten der Akteure im Cross Age Peer Tutoring überprüft werden.

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen F1 bis F3 sowie der Leitfrage L wurden die Interaktionen der Akteure mit dem im Kapitel 4.3 beschriebenen Methodendesign untersucht, wobei die Fragebogeninstrumente und Videoanalyse den Hauptbeitrag zur Beantwortung der Frage F1, das Testinstrument sowie die Videoanalyse einen Hauptbeitrag zur Frage F2 und letztendlich alle drei Forschungsmethoden einen Hauptbeitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage F3 lieferten.

4.1.2 Hypothesen

Aufgrund der offenen Fragestellung und der vielen Möglichkeiten, den theoretischen Hintergrund in die Hypothesen-Generierung einfließen zu lassen, sind sehr viele Hypothesen denkbar. Einige konkrete, die von dieser Arbeit vorläufig als zutreffend identifiziert wurden seien hier angeführt.

So könnte die Forschungsfrage F1 durch Bestätigung folgender Hypothese beantwortet werden:

H1	Unzufriedenheit mit bisherigen Konzepten, welche nicht das für die intrinsische Motivation nötige Kompetenzerleben einbrachten führen zu aktivem Frageverhalten.
----	--

Die Forschungsfrage F2 wäre beantwortet, wenn beispielsweise folgende Hypothese bestätigt würde:

H2	Aktives Frageverhalten der Akteure trägt bei adäquaten Antworten wesentlich zu deren jeweils eigenen Konzeptwechsel bei und festigt Konzepte der Antwortgebenden.
----	---

Die Bestätigung folgender Hypothese könnte eine passende Antwort auf Forschungsfrage F3 darstellen.

H3	Motivationale Einflüsse der Akteure vermögen einen Konzeptwechsel bei den Teilnehmenden zu bewirken.
----	--

Ergänzt man Hypothese H3 mit dem Hinweis, dass dieser Konzeptwechsel aufgrund intrinsischer Motivation über das Verhalten der Teilnehmenden eingeleitet wird, so wäre eigentlich bereits eine Beantwortung der Forschungsfragen F1 bis F3 gelungen. Genauer könnte eine solche Hypothese so formuliert werden:

H1-H3	Intrinsische Motivation der Akteure im Cross Age Peer Tutoring führt zu lernförderlichem Verhalten und damit zu positiven Auswirkungen auf den Konzeptwechsel, wobei die intrinsische Motivation durch das Verhalten der Teilnehmenden mit bedingt wird.
-------	--

4.2 Untersuchungsdesign

Diese Arbeit entstand im Rahmen eines Sparkling Science Projekts mit dem Kurztitel „Cross Age Peer Tutoring in Physics“. Das Forschungsprojekt wurde auf zwei Jahre anberaumt und untersucht unter anderem den Einfluss der Unterrichtsmethode Cross Age Peer Tutoring auf den Aufbau von konzeptionellem, physikalischen Verständnis. In dieser Hinsicht wurde die Untersuchung zum Cross Age Peer Tutoring im ersten Jahr (2010-2011) zum Thema Elektrizitätslehre und im zweiten Jahr (2011-2012) zur Optik durchgeführt. Die vorliegende Arbeit entspricht einer Detailanalyse von Peer Tutoring-Prozessen im Rahmen der Elektrizitätslehre.¹

Das Cross Age Peer Tutoring wurde an einer AHS und das Same Age Peer Tutoring an einer NMS der am Sparkling Science Projekt „Cross Age Peer Tutoring in Physics“ teilnehmenden Schulsets durchgeführt und dort für diese Arbeit untersucht. Der Ablauf der Untersuchungs-Durchführung ist in Tabelle 10 dargestellt und die Beschreibung der Stichprobe ist in Tabelle 11 angeführt.

Untersuchungsphase	Untersuchungsinstrument	Probanden	Ergebnisse
Kick-Off-Veranstaltung	Orientierung		Keine
Steuergruppentreffen	Beobachtung, Audiomitschnitt	Lernende	Schülervorstellungen (S.95)
Mentoring 6. Klasse AHS	a Fragebogen Lernen in Physik (FB1, S.80)	6.KI.AHS	Motivationale Faktoren (S.118ff)
	a Pre-Test	6.KI.AHS	
	b Videoanalyse	6.KI.AHS	Tutorenauswahl, Konzepte, Analogien etc. (S.97ff)
	b Beobachtung	6.KI.AHS	
	c Fragebogen aktuelle Motivation (FB2, S.81)	6.KI.AHS	Motivationale Faktoren (S.118ff)
Cross Age Peer Tutoring 6. Klasse AHS - 3. Klasse AHS	a Fragebogen Lernen in Physik (FB1, S.80)	3.KI.AHS	Motivationale Faktoren (S.130ff)
	a Pre-Test	3.KI.AHS	Schülervorstellungen (S.110ff)
	b Videoanalyse	L1, L2, S1-S6	Kategorienanalyse (S.140ff)
	c Fragebogen Peer Tutoring (FB3, S.82)	6.KI.AHS	Motivationale Faktoren (Seite 130ff)
	c Post-Test	6.KI.AHS	Schülervorstellungen (Seite 110ff)
Mentoring 3. Klasse AHS	c Fragebogen Tutee (FB4, S.84)	3.KI.AHS	Motivationale Faktoren (Seite 130ff)
	c Fragebogen aktuelle Motivation (FB2, S.81)	3.KI.AHS	Motivationale Faktoren (Seite 130ff)
	c Follow-Up-Interviews	S1-S5	Tutorenrolle aus Sicht der Tutees, Konzept- und Strategieübernahme (Ergebnisse in Folgeuntersuchung)
Same Age Peer Tutoring 3. Klasse AHS - 3. Klasse NMS	c Mid-Test	3.KI.AHS	Schülervorstellungen (S.110ff)
	a Pre-Test	3.KI.NMS	Beschreibung der Ergebnisse für Folgeuntersuchung vorgesehen
	b Videoanalyse	S1,S2,S4, S5 Sa, Sx, Sy, Sb	Konzept- und Strategieübernahme (Ergebnisse in Folgeuntersuchung)
	c Fragebogen Peer Tutoring (FB3, S.82)	3.KI.AHS	Motivationale Faktoren (Ergebnisse in Folgeuntersuchung)
	c Post-Test	3.KI.AHS	Schülervorstellungen (S. Anhang C.3)
	c Post-Test	3.KI.NMS	Beschreibung der Ergebnisse für Folgeuntersuchung vorgesehen

Legende: a ... vor der Interventionsphase, b ... während der Interventionsphase, c ... nach der Interventionsphase

Tabelle 10: Untersuchungssetting, eingesetzte Untersuchungsinstrumente und Ergebnisse

¹ vgl. Antragsformular Sparkling Science Projekt Cross Age Peer Tutoring in Physics 2009

Probanden	Mentoring	Cross Age Peer Tutoring	Mentoring 3. AHS	Same Age Peer Tutoring
6. AHS	n = 8, 7m, 1w;	n = 7, 7m		
3. AHS		n = 22, 16m, 6w	n = 21, 15m, 6w	n = 20, 14m, 6w
3. NMS	nicht untersucht			

Tabelle 11: Untersuchungsstichprobe mit Gesamtstichprobenzahl und Geschlecht

Die bei den jeweiligen Termin Teilnehmenden bearbeiteten die bei den entsprechenden Interventionen ausgegebenen Forschungsinstrumente. Im Mentoring wurden alle 8 Probanden der 6. AHS einer Videoanalyse unterzogen. Zwei der Probanden der 6. AHS sowie 6 Probanden der 3. AHS (4m, 2w) wurden mittels Videoanalyse im Cross Age Peer Tutoring näher untersucht. 4 dieser Probanden der 3. AHS (3m, 1w) wurden für die auf diese Arbeit folgende Untersuchung mittels Interview befragt und ebenso 4 Probanden (2m, 2w) wurden im Same Age Peer Tutoring einer Videoanalyse unterzogen.

Im Folgenden werden die Phasen der Untersuchung vorgestellt, die dazugehörigen Untersuchungsmethoden sind im Kapitel 4.3 erläutert und die Ergebnisse sowie deren Interpretation finden sich im Kapitel 4.4.

4.2.1 Kick-Off-Veranstaltung

Im Rahmen des Projekts fand am 23. November 2010 eine Kick-Off-Veranstaltung statt, bei der die Leiter der teilnehmenden Schulen, Lehrkräfte und mitarbeitende Studierende grob über den hier dargestellten Projektablauf (siehe Tabelle 10) und die Unterrichtsmethode Cross Age Peer Tutoring informiert wurden.

4.2.2 Steuergruppentreffen

An dem am 21. Dezember 2010 stattgefundenen ersten Steuergruppentreffen nahmen neben der Projektleitung den Lehrkräften, Studierenden der Universität Wien und der Pädagogischen Hochschulen auch ausgewählte Schülerinnen und Schüler teil. Die Aufgaben dieser Gruppen bestanden in der Koordination von Terminen, der fachdidaktischen und methodischen Ausrichtung, dem Festlegen und Artikulieren des Erwartungshorizontes der teilnehmenden Lehrkräfte und der Schülerinnen und Schüler sowie in der Verteilung von Aufgaben und der Feinabstimmung des Projektablaufes. Die Schülerinnen und Schüler wohnten dem Steuergruppentreffen vor allem als Botschafterinnen und Botschafter bei, um die Informationen und Eindrücke ihren Klassenkolleginnen und -kollegen zu vermitteln. Sie sollten erkennen, dass Mitarbeit nötig und Mitgestaltung erwünscht ist, sowie, dass alle Beteiligten am Projekt profitieren können.¹

Beim Steuergruppentreffen begannen auch die ersten Untersuchungen, welche für diese Arbeit relevant sind: Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler bearbeiteten Aufgaben

¹ vgl. Antragsformular Sparkling Science Projekt Cross Age Peer Tutoring in Physics 2009

zur Elektrizitätslehre, die sie in der Kleingruppe durch lautes Artikulieren ihrer Gedanken bearbeiten sollten. Im Rahmen dieser Gruppenarbeit wurden die Akteure beobachtet, wodurch konkrete Schülervorstellungen und Herangehensweisen der Lernenden an die Aufgaben erhoben werden konnten. Zur Bildung der Kleingruppen wurden die Schülerinnen und Schüler der Schulsets durchmischt, die „Altersgruppen“ jedoch aufrechterhalten. Es fand also eine Form des kollaborativen Lernens statt (vgl. S.33). Die Ergebnisse dieser Voruntersuchung, die vor allem dazu dienten zu eruieren ob Schülervorstellungen durch Beobachtung erhoben werden können, werden im Kapitel 4.4.1 kurz dargestellt, die Aufgabenstellung findet sich im Anhang F.

4.2.3 Mentoring der AHS-Oberstufe

Nach dem Steuergruppentreffen fand am 18. Februar 2011 das erste Mentoring der 6. Klasse statt, das auch videographiert wurde, um bestimmte Aspekte der Interaktion der Lernenden festzuhalten, die zur Begründung der weiteren Fokussierung auf einzelne Schüler beim eigentlichen Cross Age Peer Tutoring (am 03.03.2011) dienten, sowie um Einflussgrößen zu entdecken, welche die Tutoren in das Tutoring mitbringen.

Das Mentoring der 6. Klasse wurde von der Projektmitarbeiterin Mag.^a Marianne Korner geplant und durchgeführt, sowie von Doris Abraham und dem Autor dieser Arbeit unterstützt. Es dauerte etwa 3,5 Stunden und beinhaltete Bearbeitungszeit für Fragebögen (Anhang E), Testinstrument (Anhang C) und Arbeitsaufträge (Anhang A.1). Es wurde zunächst, nach abermaliger Erklärung des Projektablaufs, von den Schülerinnen und Schülern ein Fragebogen zum Lernen in der Physik ausgefüllt, der Aufschluss über die fachbezogene Motivation gibt (siehe Kapitel 4.3.3.1, S.80 und Anhang E). Gleich danach absolvierten die Schülerinnen und Schüler einen Test zur Elektrizitätslehre, der Teil eines am Austrian Educational Competence Center for Physics (AECCP) entwickelten Testinstruments zur „Erhebung des Verständnisses der elementaren Elektrizitätslehre“ (Urban-Woldron & Hopf, 2010) ist und mit dem das Vorwissen beziehungsweise die Ausgangsvorstellungen der Lernenden erhoben wurden (Testitems siehe Kapitel 4.3.2, S.72 und Anhang C.1; Testergebnisse siehe Kapitel 4.4.3.1, S.108 und Anhang C.3). Für die 6. Klasse wurde ein Pre-, Post- und Follow-Up-Testdesign gewählt, wobei die Testitems zur Vergleichbarkeit der Vorstellungsänderung und Konzeptübernahme bei den einzelnen Tests gleich blieben.

Nach Absolvierung des Pre-Tests wurde das eigentliche Mentoring durchgeführt (siehe Kapitel 4.4.2, S.96 und Anhang A.2), bei dem die am Beginn von Kapitel 4.4.2 beschriebenen Punkte mit den Schülerinnen und Schülern bearbeitet wurden. Am Ende des Mentorings wurde von den Teilnehmenden abermals ein Fragebogen ausgefüllt, mit dem nun die aktuelle Motivation und Einstellung zu der zu bewältigenden Aufgabe, das Cross Age Peer Tutoring mit der 3. Klasse AHS durchzuführen, ermittelt wurde (FB2).

Das Mentoring der sechsten Klasse AHS diente dieser Arbeit im Weiteren um mit Hilfe einer Videoanalyse sowie den Ergebnissen aus den Fragebögen und Tests zu evaluieren, welche Tutoren idealerweise beim Cross Age Peer Tutoring der 3. Klasse AHS beim Unterrichten beobachtet werden sollten, um die Variable des Einflusses des Tutors auf die Lernenden vergleichen zu können. Außerdem wurden anhand der Fragebogen, der Videoanalyse sowie

der Pre-Test-Ergebnisse zwei sich in ihrer Leistungsfähigkeit, im Interesse sowie in der Qualität und Anzahl ihrer Interaktionen während des Mentorings unterscheidende Schüler für die Videoanalyse beim „Cross Age Peer Tutoring 6. AHS – 3. AHS“ ausgewählt (s.S.107), um auch den Einfluss der Tutor-Variable zu überprüfen.

4.2.4 Cross Age Peer Tutoring: 6. Klasse AHS – 3. Klasse AHS

Die Untersuchung der Peer Tutoring Interaktionen erfolgte in zwei Schritten: Die 3. Klasse AHS (Sekundarstufe 1) wurde von der 6. Klasse AHS (Sekundarstufe 2) unterrichtet und unterrichtete sodann die 3. Klasse NMS. Die Schülerinnen und Schüler der 3. AHS traten aber durch dieses Setting sowohl als Lernende als auch als Lehrende auf und sowohl ein Cross Age Peer Tutoring als auch ein Same Age Peer Tutoring fand statt. Dieses Setting ermöglichte eine vertiefende Untersuchung der Interaktionen auch hinsichtlich Konzept- und Strategieübernahme der Akteure im Tutoring-Prozess. Im Folgenden wird das am 3. März 2011 stattgefundene Cross Age Peer Tutoring, bei dem die 6. Klasse AHS die 3. Klasse AHS unterrichtete und welches das Kernstück dieser Untersuchung darstellt, kurz beschrieben, das zweite Tutoring wird in Kapitel 4.2.6 beschrieben.

Das Cross Age Peer Tutoring dauerte mit der benötigten Zeit zum Bearbeiten von Fragebögen und Test sowie einer ca. fünfminütigen Pause in etwa 100 Minuten. Vor dem Cross Age Peer Tutoring wählten die Tutoren (vgl. Tabelle 11) ihre Tutees, Letztere füllten den Fragebogen zum Lernen in Physik aus (siehe Kapitel 4.3.3.1 und Anhang E) und durchliefen einen Pre-Test zu Vorstellungen in der Elektrizitätslehre, dessen Items sich von jenen der Testinstrumente der sechsten Klasse unterschieden (siehe Kapitel 4.3.2.2 und Anhang C.2).

Zum Cross Age Peer Tutoring wurde ein Arbeitsblatt (siehe Anhang B.1) ausgegeben, auf welchem die von der Gruppe zu bearbeitenden Fragen angeführt waren.

Den Tutoring-Prozesses begleitend wurde sodann die Videoanalyse als qualitatives Instrument eingesetzt, um die Vorstellungen, Konzeptwechselprozesse, Verhaltensweisen, Emotionen und intrinsische Motivation der Akteure beurteilen und die Wechselwirkung der Einflussfaktoren abschätzen zu können (s. Kapitel 4.4.3.8 bis 4.4.3.12). Nach dem Cross Age Peer Tutoring bewerteten die Tutees den Peer Tutoring-Prozess in einem Fragebogen (Korner, 2011) (FB3, s. S.84). Die Tutoren wiederum füllten einen von Korner (2011) entwickelten „Fragebogen zum Peer Tutoring“ (siehe Seite 82) aus, mit dessen Hilfe verschiedene die Motivation und das Interesse betreffende Faktoren gegenüber der Methode Cross Age Peer Tutoring erhoben wurden, und absolvierten den Post-Test.

4.2.5 Mentoring der AHS-Unterstufe

Das Mentoring der AHS-Unterstufe fand am 16. März 2011 statt, dauerte etwa 100 Minuten mit ca. 60 min reiner „Trainingszeit“ und lief analog zu dem der 6.AHS ab. Die ehemaligen Tutees wurden auf das Same Age Peer Tutoring, bei dem sie die Tutorenrolle einnehmen sollten vorbereitet. Es wurde nicht näher untersucht, da die Konzept- und Strategieübername aufgrund der Interaktion mit den Tutoren, das primäre Forschungsinteresse dieser Arbeit

darstellte. Nach dem Mentoring wurde mit Hilfe eines Fragebogens (FB2, S.81) die aktuelle Motivation erhoben, das Tutoring an der Volksschule (welches nicht im Rahmen dieser Arbeit untersucht wurde) und an der NMS durchzuführen (Ergebnisse siehe Kapitel 4.4.3.6). Zudem wurde der Mid-Test zu den Schülervorstellungen von der 3. AHS absolviert¹ und es wurden Interviews durchgeführt, um Rollen- und Konzeptübernahme von den Tutoren für eine Folgeuntersuchung zu überprüfen.

4.2.6 Same Age Peer Tutoring: 3. Klasse AHS – 3. Klasse NMS

Das Same Age Peer Tutoring fand am 15. April 2011 statt und dauerte in etwa 50 Minuten. Vor dem Tutoring fand der Pre-Test der 3.NMS statt (welcher mit jenem der 3. AHS ident war). Die Tutees der 3.Klasse NMS konnten ihren Tutor der 3. Klasse AHS frei wählen. Den Tutoring-Prozess begleitend fand abermals eine Videoanalyse statt, mit welcher nun jedoch konkret die Tutoren der 3. AHS im Same Age Peer Tutoring hinsichtlich des Vorkommens von aus dem Cross Age Peer Tutoring übernommenen Konzepten, und Problemlösestrategien untersucht wurden und deren Ergebnisse in einer auf diese Arbeit folgenden Untersuchung dargestellt seien. Nach dem Tutoring füllte die 3. AHS nun (wie zuvor am 3. März die 6. AHS) den „Fragebogen zum Peer Tutoring“ (FB3 s. Kapitel 4.3.3.3) aus, um ihre motivationalen Einstellungen bezüglich dem Peer Tutoring in Erfahrung zu bringen. Im Weiteren wurde von der 3. AHS und der 3. NMS der Post-Test zur Elektrizitätslehre (Kapitel 4.3.2.2) absolviert und ein Fragebogen, welcher der Diplomarbeit von Doris Abraham (zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Arbeit ebenfalls in Arbeit) entliehen wurde und im Anhang E als Kopie für die näher untersuchten Akteure angeführt ist, wurde von der 3. AHS ausgefüllt.

4.3 Forschungsinstrumente und Methoden-Design

In dieser Arbeit finden verschiedenartige Forschungsinstrumente ihre Anwendung und werden aufeinander abgestimmt. Ihre Ergebnisse werden miteinander kombiniert, um tiefgehende Ergebnisse zu erreichen. Die Auswertung der Daten geht dabei in die Tiefe und es wird versucht Querverbindungen zwischen den Ergebnissen herzustellen, um für die untersuchten Fälle relevante Schlussfolgerungen zuzulassen. Anzumerken ist, dass diese sich nur auf die konkret untersuchten Fälle beziehen und daher nicht kurzerhand verallgemeinert werden dürfen. Trotz dieser Einschränkung hat die vorliegende Untersuchung den Anspruch, aufgrund der vorgenommenen Verknüpfung von Daten und Methoden ein qualitatives und intersubjektiv reliables Komplement des im Rahmen des

¹ Dass der Midtest erst nach dem Mentoring der 3.AHS stattgefunden hat, war im Nachhinein betrachtet problematisch, da dadurch nicht der Einfluss der Cross Age Peer Tutoring-Prozesse auf den Konzeptwechsel von dem Einfluss der im Mentoring abgelaufenen Vorgänge mit dem Testinstrument unterschieden werden konnte. Es wurde jedoch versucht die durch das Cross Age Peer Tutoring verursachten Konzeptwechselprozesse mit Hilfe der Videoanalyse und mit Hilfe der Rückmeldungen aus den Interviews und Fragebögen herauszuarbeiten, um die Einflussfaktoren auf den Konzeptwechsel differenzieren zu können.

Sparkling-Science-Projektes großteils quantitativ ausgewerteten Forschungsmaterials darzustellen und ist somit als Mixed-Methods-Untersuchung mit Schwerpunkt auf Qualitativer Forschung zu verstehen. Zum Zweck der allgemeinen Nachvollziehbarkeit und möglichst intersubjektiven Reliabilität werden die Forschungs- und Analysemethoden möglichst nachvollziehbar und theoriebezogen dargestellt (Johnson & Onwuegbuzie, 2004, S.16) und es wird auf Daten-Triangulation über unterschiedliche Methoden Wert gelegt. In diesem Kapitel seien Die Eigenschaften von Mixed-Methods-Methoden-Designs seien im folgenden Kapitel in aller Kürze beschrieben und in den Kapiteln 4.3.2 bis 4.3.5 seien die zur Durchführung dieser Untersuchung konkret herangezogenen Forschungsinstrumente vorgestellt.

4.3.1 Methodendesign im Sinne der Mixed-Methods-Forschung

Mixed-Methods-Untersuchungen haben den Anspruch, die oft als unvereinbar geltenden Forschungsstränge qualitativer und quantitativer Forschung zu vereinen, von ihren Stärken zu profitieren und ihre Schwächen zu minimieren (Johnson & Onwuegbuzie, 2004, S.14f). Sie stellen damit eine Art Symbiose qualitativer und quantitativer Forschung dar. Dabei ist eine Abstimmung zwischen den eingesetzten Forschungsmethoden der einzelnen Forschungsstränge und der formulierten Forschungsfragen von besonderer Wichtigkeit, um letztere optimal beantworten zu können, eine solche Passung und damit eine bestmögliche Erklärung bietet ein Methodenmix (Johnson & Onwuegbuzie, 2004, S.17f).

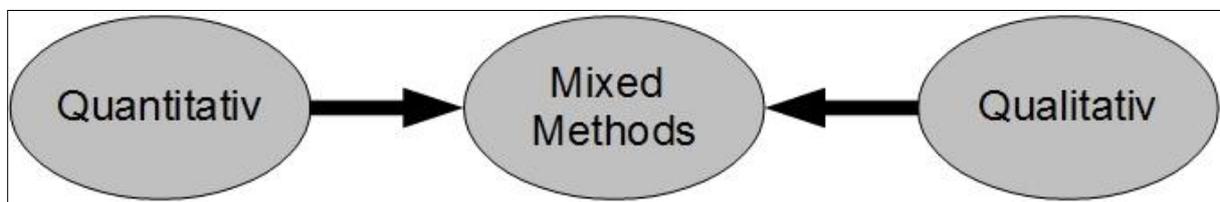


Abbildung 9: Mixed Methods als quantitative und qualitative Methoden vermittelnder Forschungsstrang (nach Johnson & Onwuegbuzie, 2004)

Auch hinsichtlich der in Kapitel 4.1.1 formulierten Forschungsfragen ist ein Mixed-Methods-Design, wie es hier im Folgenden beschrieben wird, zweckmäßig, da die Forschungsfragen sehr viele Hypothesen zur Beantwortung zulassen. Eine große Anzahl unterschiedlicher Methoden sowie in die Tiefe gehende Untersuchungen, welche auch unterschiedliche Dateninterpretation und damit unterschiedliche Antworten auf die Forschungsfragen zulassen, ist somit wohl optimal, um derart breit gestellte Forschungsfragen zu beantworten.

Ein weiteres Kennzeichen von Mixed-Methods-Designs ist wiederholter Rückbezug auf vorangegangene Schritte im Methoden-Design und kann auch zu einer Re-Formulierung der Forschungsfragen führen. (Johnson & Onwuegbuzie, 2004, S.21). Die Möglichkeit, Forschungsfragen erneut zu formulieren und zu formen gilt auch für rein qualitative Forschung (Flick, 2007, S.22) Aufgrund dieser flexiblen und kreativen Anpassungsmöglichkeiten (Johnson & Onwuegbuzie, 2004, S.20) des Methodendesigns an die Forschungsfrage und vice versa, erfahren Forschungsfrage und Methodenauswertung

eine mehrmalige auch theoriegeleitete Adaption, bis sie die beschriebene Form annahmen. Die Einsatzzeiten der quantitativen Untersuchungsmethoden waren der Adaption nicht unterworfen, da sie als Forschungsinstrumente einer Dissertation (Korner, in Arbeit) im Rahmen des Sparkling-Science Projekts für die vorliegende Arbeit entlehnt wurden.

Zur Bildung des in Abbildung 10 zusammengefassten Methoden-Designs wurden die im Rahmen des Sparkling-Science-Projektes mit Hilfe von jenen quantitativen Forschungsinstrumenten (wie Fragebögen und Tests) erhobenen Ergebnisse als Einflussgrößen herangezogen und daraus Kategorien zur qualitativen Analyse der in Kapitel 4.4.3.8 bis 4.4.3.12 beschriebenen Peer Tutoring-Prozesse gebildet, um neben anderen aus Interviews oder der Videoanalyse selbst gewonnenen Kategorien als Grundlagen zur Erklärung des Einflusses der Peer Tutoring-Interaktion auf das wiederum mit Hilfe quantitativer und qualitativer Forschungsinstrumente erhobene Ergebnis des Peer Tutoring-Prozesses bereitzustehen.

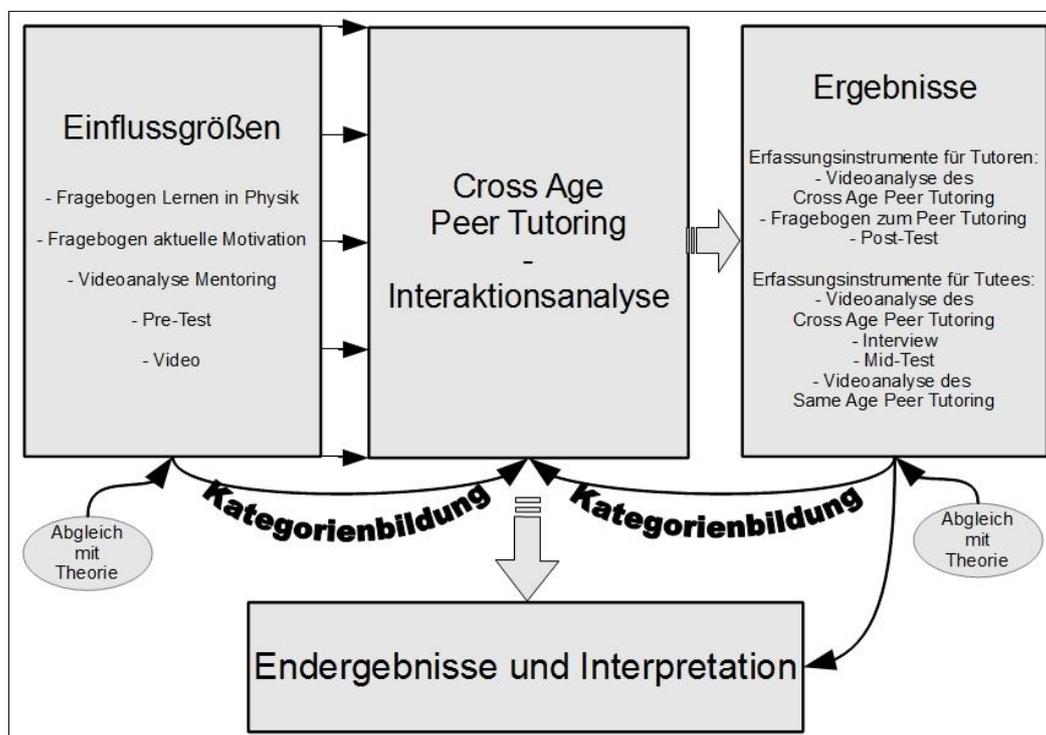


Abbildung 10: Mixed-Methods-Design im Rahmen der vorliegenden Untersuchung

Die Erklärung des Einflusses der verschiedenen Größen auf die Ergebnisse entspricht dem Endergebnis, das im Rahmen dieser Arbeit sukzessive interpretiert wird und im Kapitel 0 zusammengefasst ist. Der Abgleich mit der Theorie ist von besonderer Bedeutung, da die Kategorien auch bei qualitativen Untersuchungen nicht naiv und ohne Grundlage im theoretischen Hintergrund abgeleitet werden sollten (Flick, 2007, S.21).

Wie man der Abbildung 10 entnehmen kann, kommt das Video sowohl als kategoriengenerierendes als auch in einem weiteren Schritt als kategorienanalysierendes Instrument zur Anwendung. Das aus den zusammengeführten Ergebnissen der qualitativen und quantitativen Forschungsinstrumente sowie mit Hilfe des theoretischen

Rahmenkonzepts erstellte, auf die wesentlichen Begriffe reduzierte und übersichtlich dargestellte (vgl. „data reduction“, „data display“ und „data consolidation“ Johnson & Onwuegbuzie, 2004, S.22) Kategoriensystem wird im Kapitel 4.3.4 erläutert.

Die Nutzung von quantitativen Instrumenten als Erhebungsquelle hat den Vorteil, dass deren Variablen sehr distinkte Ergebnisse liefern und dass diese relativ unabhängig vom Forscher sind (Johnson & Onwuegbuzie, 2004, S.19), während für die qualitativen Analysen, insbesondere für die Videoanalyse ein Abgleich mit anderen Analyseinstrumenten, wo diese möglich ist, geschehen sollte.

Datentransformation (Johnson & Onwuegbuzie, 2004, S.22) der mit den auf quantitative Analyse abzielenden Instrumenten erhobenen Daten fand statt, indem diese qualitativ analysiert wurden (siehe etwa Kapitel 4.4.3.1 bis 4.4.3.7). Die qualitativ erhobenen Kategorien wiederum wurden quantisiert, indem ihre statistische Auftritts-Häufigkeit während der Peer Tutoring-Prozesse erhoben und auch unter den beiden Gruppen verglichen wurde (siehe etwa für die Videoanalyse Kapitel 4.4.3.8 bis 4.4.3.12). Nach Vergleich der qualitativ und quantitativ erhobenen Ergebnisse („data comparison“) wurden diese interpretiert und eine Integration in bestehende Theorien wurde versucht („data integration“).

Zur Triangulation, also zur oben beschriebenen Bekräftigung der qualitativen Daten wurden diese im Sinne des Mixed-Methods erhoben und mit der Theorie abgeglichen.

Nach der allgemeinen Darstellung der Art und Anwendung der Untersuchungsmethoden seien nun im Folgenden die zur Durchführung dieser Untersuchung herangezogenen Forschungsinstrumente genauer beschrieben.

4.3.2 Testinstrument

Zur Messung der Vorstellungsänderungen der Teilnehmenden am Cross Age Peer Tutoring wurde im Rahmen des Sparkling-Science-Projektes ein Testinstrument eingesetzt. Die Items dieses Tests entstammen einem am Austrian Educational Competence Center for Physics (AECCP) entwickelten Testinstruments zur „Erhebung des Verständnisses der elementaren Elektrizitätslehre“ (Urban-Woldron & Hopf, 2010, S.223), das im Weiteren als AECCP-Test bezeichnet wird.

Der AECCP-Test wurde, zum Zweck „qualitatives Wissen über Schülervorstellungen mit quantitativen, psychometrisch validierten Tests zu verbinden, und auf existierenden Testinstrumenten aufzubauen“ (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.12), aus Testinstrumenten wie beispielsweise dem DIRECT (Engelhardt & Beichner, 2004) und dem Rhöneck-Test (von Rhöneck, 1986) entwickelt und ist in der Lage „das Vorliegen und die Häufigkeit unterschiedlicher Schülervorstellungen“ (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.9) in der Elektrizitätslehre abzubilden.

Zur Illustration des Tests¹, sowie um zu klären, welche Schülervorstellungen mit diesem untersucht werden, seien die verwendeten Testitems vorgestellt. Einzelne Items werden in Qualifikationsarbeiten auch laufend weiterentwickelt, die angeführten Weiterentwicklungen von z.B. Hanisch (2011) waren jedoch beim Einsatz des Tests noch nicht bekannt, sie seien dennoch hier am Rande erwähnt, da dadurch besser erkennbar wird, welche Schülervorstellungen sich grundsätzlich mit einem Item abbilden lassen.

Einleitend sind auf allen Test-Fragebogen folgende Informationen wiedergegeben:

„Bei diesem Test handelt es sich ausschließlich um ideale Batterien (sie besitzen keinen Innenwiderstand). Ebenso sind verbindende Leitungen widerstandslos. Die Lampen in diesem Test besitzen nicht wie die meisten tatsächlichen Lampen einen vom Strom abhängigen Widerstand. Falls nicht anders angegeben, sind alle Lampen, alle Batterien und alle Widerstände in einem Beispiel gleich.“

Die im Test verwendeten Schaltsymbole wurden im Mentoring vor der Durchführung des Tests geklärt und bevor der Pre-Test vor dem Tutoring von den Tutees durchgeführt wurde, teilten die Tutorinnen und Tutoren die Information auch diesen mit.

Da die Tests der 6. AHS und die der 3. AHS bzw. 3. NMS sich unterscheiden, werden die Items in separaten Kapiteln vorgestellt. Die Testitems der 6. AHS sind einstufig, die der 3. AHS und 3. NMS sind teilweise zwei- oder sogar dreistufig ausgeführt, das heißt, dass zur Lösung des Items auch noch die aus physikalischer Sichtweise richtige Erklärung angeführt werden muss. Die „Stufung der Items [erlaubt] eine viel genauere Aufschlüsselung der bekannten Lernschwierigkeiten in der einfachen Elektrizitätslehre als bisher“ (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.7)

4.3.2.1 Testitems der 6. AHS

Die im Folgenden vorgestellten Testitems bei Pre- und Post-Test waren ident, sodass überprüft werden konnte, ob sich die Schülervorstellungen der Probanden ändern. Die konkreten Testinstrumente sind, so wie sie den Lernenden vorgelegt wurden, im Anhang C.1 und C.2 zu finden.

¹ Die Items wurden aus dem Testinstrument entnommen und zur Darstellung in der Arbeit geringfügig adaptiert. Physikalisch richtige Antwortmöglichkeiten wurden als X dargestellt. Die Tests sind so, wie sie den Probanden ausgegeben wurden, im Anhang C zu finden.

F1)	In welcher Schaltung oder in welchen Schaltungen (siehe Abbildungen rechts) sind die Widerstände R_1 und R_2 in Serie zur Batterie geschaltet?	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 1	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 2	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 3	
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 1 und 2	
<input checked="" type="checkbox"/>	Stromkreise 1, 2 und 3	
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 2 und 3	

F2)	In welcher Schaltung oder in welchen Schaltungen (siehe Abbildungen rechts) sind die Widerstände R_1 und R_2 parallel zur Batterie geschaltet?	
<input checked="" type="checkbox"/>	Stromkreise 1, 2 und 3	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 2	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 1	
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 1 und 2	
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 2 und 3	

F3)	In welcher Schaltung oder in welchen Schaltungen (siehe Abbildungen rechts) sind die Widerstände R_1 und R_2 parallel zur Batterie geschaltet?	
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 1, 2 und 3	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 2	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 1	
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 1 und 2	
<input checked="" type="checkbox"/>	Stromkreise 2 und 3	

- Mit den Testitems F1) bis F3) wird überprüft, ob Vorstellungen die Geometrie des Stromkreises betreffend vorliegen, welche die Unterscheidung von Parallel- und Serienschaltung betreffen. Die physikalisch richtigen Antworten sind F1)5, F2)1 sowie F3)5

und sind in den illustrierten Items angekreuzt alle anderen Angaben lassen auf Fehlvorstellungen schließen, welche sich aus der geometrischen und nicht physikalischen Analyse des Schaltbildes ergeben (siehe Kapitel 3.1.1.6). Wurden bei Item F2) oder F3) etwa jeweils die Distraktoren 2, 3 oder 4 gewählt, so ist es wahrscheinlich, dass sich der Proband aufgrund der Orientierung der Widerstände in der Schaltung dafür entschieden hat die jeweilige Schaltung als Parallelschaltung anzusehen und sich nicht an den in der Schaltung vorliegenden Knoten orientiert hat (vgl. Tabelle 8 in Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.20f)

F4)	Betrachte den Schaltkreis rechts. Nun wird der Widerstand $R_2 = 40\Omega$ durch einen Widerstand von 50Ω ersetzt. Der Widerstand R_1 bleibt unverändert. Wie verhalten sich dann die Ströme I_1, I_2 und I?	
Die Stromstärke I_1 ...	Die Stromstärke I_2 ...	Die Stromstärke I_{ges} ...
<input type="checkbox"/> wird größer	<input type="checkbox"/> wird größer	<input type="checkbox"/> wird größer
<input type="checkbox"/> wird kleiner	<input checked="" type="checkbox"/> wird kleiner	<input checked="" type="checkbox"/> wird kleiner
<input checked="" type="checkbox"/> bleibt gleich	<input type="checkbox"/> bleibt gleich	<input type="checkbox"/> bleibt gleich

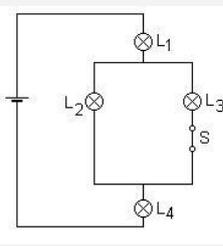
- Für das hier nur einstufig angewandte Item F4) wurden von Hanisch (2011, S.57f) Erklärungs-distraktoren entwickelt, welche das Vorliegen von Verbrauchs- und sequentieller Vorstellungen sowie einer Vorstellung von einer in der gesamten Parallelschaltung

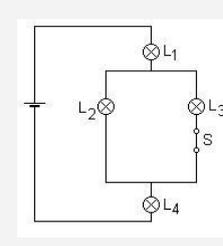
veränderten Stromstärke überprüfen soll. Da dieses Item auch als Aufgabe am Arbeitsblatt, welches während des Tutoring zu bearbeiten war, vorlag und die Angaben beim Test ohne Distraktoren nur wenig aufschlussreich zum Ausfindig-Machen von Schülervorstellungen waren, wurde es vor allem mit Hilfe der Videoanalyse hinsichtlich des Auftretens von Schülervorstellungen während der Bearbeitung beim Tutoring evaluiert.

F5)	Die Birchen im folgenden Stromkreis sind alle gleich. Die Gesamtstromstärke beträgt $1,2\text{ A}$. Wie groß sind die Stromstärken in den Verzweigungen? Ergänze die fehlenden Werte für I_1, I_2 und I_3!	
Stromstärke $I_1 =$	0,4	A
Stromstärke $I_2 =$	0,4	A
Stromstärke $I_3 =$	0,4	A

- Wird bei Item F5) für die Stromstärken $I_1 = 0,3\text{ A}$, $I_2 = 0,3\text{ A}$ und $I_3 = 0,6\text{ A}$ gewählt, so lässt sich daraus auf das Vorliegen einer lokalen Vorstellung schließen (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.21f; s.a. Kapitel 3.1.1.5, S.9). Zudem wurden von Hanisch (2011, S.56f) weitere Distraktoren entwickelt, durch die auch noch eine Vorstellung vorgefunden werden könnte, nach welcher die

Stromstärke mit der Entfernung von der Batterie abnimmt. Die physikalisch richtige Antwort ist in der Illustration des Items eingetragen.

F6)	Im Stromkreis rechts siehst du vier identische Lampen, die mit einer Batterie verbunden sind. Der Schalter S ist, wie dargestellt, anfänglich geschlossen. Was geschieht mit dem Strom durch Lampe L₁, wenn der Schalter S geöffnet wird?	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L ₁ wird größer.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L ₁ bleibt gleich.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L ₁ wird kleiner.	
<input type="checkbox"/>	Mit den gegebenen Informationen ist die Frage nicht zu beantworten.	

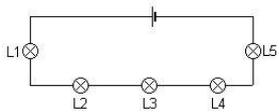
F7)	Im Stromkreis rechts siehst du vier identische Lampen, die mit einer Batterie verbunden sind. Der Schalter S ist, wie dargestellt, anfänglich geschlossen. Was geschieht mit dem Strom durch Lampe L₂, wenn der Schalter S geöffnet wird?	
<input checked="" type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L ₂ wird größer.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L ₂ bleibt gleich.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L ₂ wird kleiner.	
<input type="checkbox"/>	Mit den gegebenen Informationen ist die Frage nicht zu beantworten.	

- Mit den Items F6) und F7) kann das systemische Denken der Probanden überprüft werden. So korrespondiert etwa mit der Antwortmöglichkeit 2 bei den beiden Items die lokale Vorstellung (Lok) (vgl. für Item F7: Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.21f), dass ein Ändern eines Zweiges eines Stromkreises keinen Einfluss auf den Rest hat. Durch den von Urban-Woldron und Hopf (in Druck, S.24) aufgezeigten hochsignifikanten Zusammenhang der Vorstellungen „Batterie als Konstantstromquelle“ (kl) und „Lokales Denken“ (Lok) ist auch zu erwägen,

dass die Auswahl der erwähnten Distraktoren bei diesem Item eine Konstantstrom-Vorstellung aufzeigt.

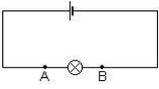
4.3.2.2 Testitems der 3. AHS und NMS

Bei den Testinstrumenten für die 3.Klassen AHS und NMS kann bei 9 der 10 eingesetzten Test-Items aus der Lösung nicht direkt auf die Schülervorstellung geschlossen werden, weshalb diese Items zweistufig ausgeführt sind (Item A7 sogar dreistufig), es muss also neben der Wahl der richtigen Antwortalternative auch noch eine korrekte Erklärung gegeben werden.

A1)	a) Wie hell werden die Glühbirnen leuchten?	
<input type="checkbox"/>	L1 leuchtet. Die anderen Glühbirnen leuchten nicht.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Alle Glühbirnen leuchten mit gleicher Helligkeit.	
<input type="checkbox"/>	L1 und L5 leuchten am stärksten; dann kommen L2 und L4. L3 leuchtet am schwächsten.	
<input type="checkbox"/>	L3 leuchtet am stärksten; dann kommen L2 und L4. L1 und L5 leuchten am schwächsten.	
<input type="checkbox"/>	L1 leuchtet am stärksten; dann nimmt die Helligkeit kontinuierlich entlang des Stromkreises ab.	
	b) Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Die erste Glühbirne braucht den gesamten Strom; für die anderen ist nichts mehr übrig.	
<input type="checkbox"/>	Jede Glühbirne verbraucht einen Teil des Stroms, so dass für die nächste weniger übrig ist.	
<input type="checkbox"/>	Der elektrische Strom wird schwächer je weiter die Glühbirne von der Batterie entfernt ist.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Der elektrische Strom ist an jeder Stelle des Stromkreises gleich.	
<input type="checkbox"/>	Die Ströme von beiden Polen der Batterie treffen einander bei L3.	

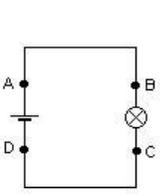
- Item A1) „stammt aus dem Rhöneck-Test (Aufgabe 4). In der ursprünglichen Version enthält das Item nur drei Distraktoren: (a) L5 leuchtet heller als L1, (b) L5 leuchtet so hell wie L1 und (c) L5 leuchtet schwächer als L1. Um alternative Vorstellungen abbilden zu können, wurden einerseits die Antwortmöglichkeiten erweitert und andererseits Alternativen für mögliche Erklärungen angeboten.“

(Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.11) Wird bei diesem Item a5 und b2 gewählt, so liegt eine Stromverbrauchs-Vorstellung (V) vor, welche signifikant mit der sequentiellen Argumentation (Seq) zusammenhängt (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.20ff, 24).

A2)	Die Glühbirne leuchtet.	
a)	Was kannst du über die Stromstärke bei den Punkten A und B aussagen?	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist bei A größer als bei B.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist bei B größer als bei A.	
X	Die Stromstärke ist bei A und bei B gleich groß.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
X	Es fließt im gesamten Stromkreis der gleiche Strom.	
<input type="checkbox"/>	Ein Teil des Stroms wird von der Glühbirne verbraucht.	
<input type="checkbox"/>	Der gesamte Strom wird von der Glühbirne verbraucht.	

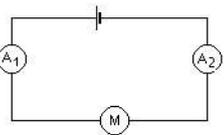
- Item A2) „wurde in seinem ersten Teil dem DIRECT (Question 8) entnommen und in die deutsche Sprache übersetzt. Die Distraktoren für die Erklärungen wurden nachträglich hinzugefügt, da im DIRECT keine Erklärungsdistraktoren vorgesehen sind. Bei der Formulierung der

Alternativantworten wurde dem Umstand, dass Lernende häufig auch die Richtung des Elektronenstroms als Stromrichtung heranziehen, Rechnung getragen.“ (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.10). Auch bei diesem Item kann von einer Stromverbrauchsvorstellung und damit zusammenhängender sequentieller Vorstellung ausgegangen werden, wenn etwa a1 und b2 angekreuzt wird (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.20ff, 24). Bei Auswahl der Distraktoren a3b2 oder a3b3 kann hier wohl auch auf eine Zweiwegzuführungsvorstellung geschlossen werden, während bei Entscheidung für die Distraktoren a1b3 oder a2b3 eventuell eine Einwegzuführungsvorstellung und bei der Wahl von a1b2 oder a2b2 wohl eine Form der sequentiellen oder Verbrauchsvorstellung vorliegt.

A3)	Betrachte den Stromkreis auf der rechten Seite. Was kannst du über den Strom an verschiedenen Stellen im Stromkreis aussagen?	
<input type="checkbox"/>	Der Strom ist bei A am größten.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom ist bei B am größten.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom ist bei C am größten.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom ist bei D am größten.	
X	Der Strom ist überall gleich groß.	

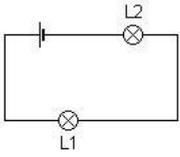
- Auch bei Item A3) kann, bei Auswahl der entsprechenden Distraktoren eine Stromverbrauchsvorstellung (V) aufgezeigt werden. Für exakte Unterscheidung, ob beispielsweise eine sequentielle (Seq) oder etwa eine Vorstellung, bei der die Stromstärke von der

Entfernung von der Batterie abhängt (E), müssten erst entsprechende Erklärungsdistraktoren entwickelt werden.

A4)	Im Stromkreis rechts ist eine Batterie mit einem Motor verbunden.	
a)	Was kannst du über die Anzeigen der beiden Amperemeter aussagen?	
<input type="checkbox"/>	A ₁ zeigt eine höhere Stromstärke an.	
X	Beide Amperemeter zeigen die gleiche Stromstärke an.	
<input type="checkbox"/>	A ₂ zeigt eine höhere Stromstärke an.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
X	Im gesamten Stromkreis ist die Stromstärke gleich.	
<input type="checkbox"/>	Ein Teil des Stroms wird vom Motor verbraucht.	
<input type="checkbox"/>	Der gesamte Strom wird vom Motor verbraucht.	

- Item A4) überprüft das Auftreten der Stromverbrauchsvorstellung (V) bei einem Motor welche wieder mit der sequentiellen Vorstellung (Seq) zusammenhängt (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.20ff, 24). Beim Cross Age Peer Tutoring 6. Klasse AHS – 3. Klasse AHS wurden Motoren nicht behandelt, weshalb dieses Item von den Tutees verlangte ein erlerntes Konzept auf einen teilweise unbekanntem Zusammenhang anzuwenden. Wie bei Item A2) lässt hier wohl

auch die Auswahl der Distraktoren a2b2 oder a2b3 den Schluss auf eine Zweiwegzuführungsvorstellung zu.

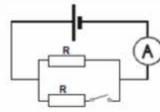
A5)	Betrachte den Stromkreis auf der rechten Seite. a) Wie hell werden die Glühlampen leuchten?	
<input type="checkbox"/>	Beide Glühlampen leuchten. L1 leuchtet heller als L2.	
<input type="checkbox"/>	Beide Glühlampen leuchten. L2 leuchtet heller als L1.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Beide Glühlampen leuchten gleich hell.	
<input type="checkbox"/>	L1 leuchtet. L2 leuchtet nicht.	
<input type="checkbox"/>	L2 leuchtet. L1 leuchtet nicht.	
	b) Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	L1 verbraucht den gesamten Strom. Es ist daher kein Strom mehr für L2 übrig.	
<input type="checkbox"/>	L1 verbraucht einen Teil des Stroms. Es ist daher nur noch weniger Strom für L2 übrig.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Der elektrische Strom ist überall im Stromkreis gleich.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom wird gleichmäßig auf beide Glühlampen aufgeteilt.	
<input type="checkbox"/>	L2 ist näher bei der Batterie. Daher bekommt sie mehr Strom.	

- Das letzte Item dieses Tests, das Stromverbrauchs- respektive sequentielle Vorstellung der Probanden überprüft, ist Item A5) (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.20ff, 24).

A6)	Der Stromkreis rechts besteht aus zwei Amperemetern und einem regelbaren Widerstand. Beide Amperemeter zeigen die Stromstärke an. Nun wird der Widerstand vergrößert.		
a)	Wie verändert sich dadurch die Anzeige von Amperemeter A₁?		b)
<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.	<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.
<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.	<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.
<input checked="" type="checkbox"/>	Sie wird kleiner.	<input checked="" type="checkbox"/>	Sie wird kleiner.
	c) Wie erklärst du deine Entscheidung?		
<input type="checkbox"/>	Ein größerer Widerstand braucht mehr Strom als ein kleinerer Widerstand.		
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie; daher liefert sie denselben Strom.		
<input checked="" type="checkbox"/>	Eine Vergrößerung des Widerstands führt zu einer Verringerung der Stromstärke überall im Stromkreis.		
<input type="checkbox"/>	Eine Vergrößerung des Widerstands führt zu einer Verringerung der Stromstärke nach dem Widerstand. Sie beeinflusst daher den Strom vor dem Widerstand nicht.		
<input type="checkbox"/>	Eine Vergrößerung des Widerstands führt zu einer Verringerung der Stromstärke nach dem Widerstand. Daher wird der Strom vor dem Widerstand größer.		

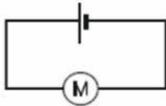
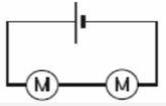
- Das Item A6), welches nach Urban-Woldron und Hopf (in Druck, S.17ff) die größte Itemschwierigkeit aufweist und bei dem von nur 11% der Probandinnen und Probanden in ihrer Untersuchung zur korrekten Lösung wurde, zeigt beispielsweise deutlich die Konstantstrom-Vorstellung (kl) und die sequentielle Vorstellung (Seq) auf, lässt aber auch auf die

Verbrauchsvorstellung zum Widerstand (VR) schließen. Wird etwa a1 und b1 angekreuzt, kann womöglich auf eine Art sequentielle Stau-Vorstellung (Seq (Stau)), Zweiwegzuführungsvorstellung oder auf die inverse Widerstandsvorstellung (invR) geschlossen werden. Auch Hybridvorstellungen aus den erwähnten Konzepten sind (wie auch bei den anderen Items) nicht auszuschließen.

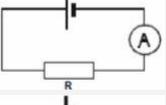
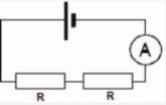
A7)	Die beiden Widerstände im Stromkreis rechts sind gleich. Der Schalter ist offen. Das Amperemeter zeigt die Stromstärke an.	
a)	Wie verändert sich die Anzeige des Amperemeters, wenn der Schalter geschlossen wird?	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sie wird größer.	
<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.	
<input type="checkbox"/>	Sie wird kleiner.	
	b) Wie erklärst du deine Entscheidung mit der Größe des Widerstands?	
<input type="checkbox"/>	Der Gesamtwiderstand ist nun größer.	
<input type="checkbox"/>	Der Gesamtwiderstand bleibt gleich.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Der Gesamtwiderstand ist nun kleiner.	
	c) Welche weitere Erklärung hast du noch für deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Die Batterie kann keinen so großen Strom antreiben.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Der zweite Widerstand stellt für den Stromfluss einen eigenen Weg zur Verfügung.	
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie; also liefert sie immer den gleichen Strom.	

- Beim dreistufigen Item A7) werden etwa Vorstellungen zu Widerständen in Parallelschaltungen oder zur Veränderung von Widerständen durch das Schließen von Schaltern in Zweigen mit Stufe b) erhoben. Stufe c) beinhaltet zusätzlich Distraktoren, nach welchen auf die inverse Widerstandsvorstellung (invR) geschlossen werden kann (c1), sowie

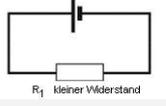
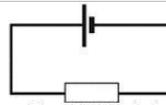
die Annahme einer Konstantstromvorstellung (kl) überprüft werden kann (c3). Womöglich wird auch die Widerstandssuperpositionsvorstellung (Rsup) durch b1c1 überprüft.

A8)	Ein Stromkreis besteht aus einer Batterie und einem Motor. Der Motor läuft (Abb. rechts oben). Dann wird ein zweiter gleicher Motor hinzugefügt (Abb. rechts unten).	
a)	Wie verändert sich die Stromstärke im Stromkreis?	
<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.	
<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sie wird kleiner, aber nicht Null.	
<input type="checkbox"/>	Es fließt kein Strom mehr.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Die Batterie ist nicht stark genug, überhaupt Strom durch zwei Motoren anzutreiben.	
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie; daher liefert sie denselben Strom.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Die Batterie kann nicht so viel Strom wie vorher durch beide Motoren treiben.	
<input type="checkbox"/>	Zwei Motoren brauchen mehr Strom als einer.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom teilt sich auf beide Motoren auf; so wird er halbiert.	

- Item A8) überprüft für die Distraktoren a2b2 die Vorstellung der Batterie als konstante Stromquelle (kl) und für a3b4 die Vorstellung zu einem proportional mit dem Widerstand steigenden Stromverbrauch (VR), welcher hochsignifikant mit der Stromverbrauchs-Vorstellung (V) zusammenhängt (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.20ff, 24). Auch etwa ein gleichmäßiges Aufteilen des Stromes (Sh) kann mit diesem Item überprüft werden (b5).

A9)	Ein Stromkreis besteht aus einer Batterie, einem Widerstand R und einem Amperemeter. Das Amperemeter zeigt die Stromstärke an (Abb. rechts oben).	
a)	Wie verändert sich die Anzeige des Amperemeters, wenn ein zweiter gleicher Widerstand R hinzugefügt wird?	
<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.	
<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sie wird kleiner, aber nicht Null.	
<input type="checkbox"/>	Es fließt kein Strom mehr.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Zwei Widerstände brauchen mehr Strom als einer.	
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie; daher liefert sie denselben Strom.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom halbiert sich und teilt sich auf beide Widerstände auf.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Die Batterie kann nicht so viel Strom wie vorher durch beide Widerstände treiben.	
<input type="checkbox"/>	Die Batterie ist nicht stark genug, überhaupt Strom durch zwei Widerstände anzutreiben.	

- Aus den Variablen von Item A9) lassen sich die Konstantstrom-Vorstellung (kl) bei Auswahl von a2b2, die inverse Widerstands-Vorstellung bei Entscheidung für a1b1 sowie die Vorstellung zum Widerstand als Verbraucher (VR) bei Entschluss für a3b1 ableiten (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.20ff, 24). Die Wahl von a3b3 könnte als sharing-Vorstellung interpretiert werden.

A10)	Der Widerstand R_1 im Stromkreis (Abb. rechts oben) ist klein. Er wird durch einen größeren Widerstand R_2 ersetzt (Abb. rechts unten).	
a)	Wie verändert sich die Stromstärke im Stromkreis?	
<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sie wird kleiner, aber nicht Null.	
<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.	
<input type="checkbox"/>	Es fließt kein Strom mehr.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Die Batterie ist nicht stark genug, um überhaupt Strom durch den größeren Widerstand zu treiben.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Die Batterie kann nicht einen so großen Strom wie vorher durch den größeren Widerstand treiben.	
<input type="checkbox"/>	Ein größerer Widerstand braucht mehr Strom als ein kleinerer Widerstand.	
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie; daher bleibt auch die Stromstärke gleich.	

Mit dem letzten Item des Tests A10) kann eine inverse Widerstandsvorstellung (invR) (a1b3), eine Konstantstromvorstellung (kl) (a3b4), sowie eine Verbrauchsvorstellung, bei welcher ein Stromverbrauch proportional zum Widerstand vorliegt (VR) (a2b3), überprüft werden. (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.10, 20ff)

Um die Vorstellungsänderungen der Teilnehmenden des Cross Age Peer Tutoring zu überprüfen, wurde ein Pre-, Post- und Follow-Up-Testdesign für die 6. Klasse AHS und die 3. Klasse NMS respektive ein Pre-, Mid-, Post- und Follow-Up-Testdesign für die 3. Klasse AHS aufgrund ihrer doppelten Rolle gewählt (s.a. Kapitel 4.2. Untersuchungsdesign). Der Mid-Test dient dabei vor allem dazu, die Auswirkungen von Cross Age Peer Tutoring-

Intervention und Mentoring von jenen Auswirkungen der Same Age Peer Tutoring-Intervention zu unterscheiden. Die Videoanalysen (s. Kapitel 4.3.4) sollen wiederum dazu beitragen die Einflüsse von Cross Age Peer Tutoring und der Mentoring-Prozesse auf den Konzeptwechsel der Akteure besser zu unterscheiden (vgl. S.69).

Beim Mentoring der 6. AHS kamen weitere Items des Testinstruments zum Einsatz, welche die Teilnehmenden bearbeiten sollten und zu denen sie auch Vermutungen notieren sollten. Die Distraktoren der Items überprüfen das Vorliegen von sequentieller Vorstellung, Konstantstrom-Vorstellung sowie inverser Widerstandsvorstellung, Widerstandssuperpositionsvorstellung und lokalem Denken. Obwohl diese Items nicht zum eigentlichen Testdesign gehören, lieferte ihre Behandlung im Mentoring interessante Ergebnisse (siehe z.B. Kapitel 4.4.2), weshalb sie hier vorgestellt seien:

C1)	In einem Stromkreis mit einer Glühbirne und den Widerständen $R_1 = 10\Omega$ und $R_2 = 10\Omega$ beträgt die Stromstärke $I = 0,4$ A. Widerstand R_1 wird nun durch den Widerstand $R_3 = 20\Omega$ ersetzt.	
	Welchen Einfluss hat das auf die Stromstärke durch die Glühbirne?	
<input checked="" type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist nun kleiner als 0,4 A.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist genau so groß wie vorher.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist jetzt größer als 0,4 A.	

C2)	In einem Stromkreis mit einer Glühbirne und den Widerständen $R_1 = 10\Omega$ und $R_2 = 10\Omega$ beträgt die Stromstärke $I = 0,4$ A. Widerstand R_2 wird nun durch den Widerstand $R_3 = 20\Omega$ ersetzt.	
	Welchen Einfluss hat das auf die Stromstärke durch die Glühbirne?	
<input checked="" type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist nun kleiner als 0,4 A.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist genau so groß wie vorher.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist jetzt größer als 0,4 A.	

Wird bei Item C1) Antwortmöglichkeit 1 und bei Item C2) Antwortmöglichkeit 2 gewählt oder umgekehrt, so kann auf das Vorliegen einer sequentiellen Vorstellung (Seq) geschlossen werden (Urban-Woldron & Hopf, in Druck, S.21f). Wird bei beiden Items C1 und C2 die Antwortmöglichkeit 2 angekreuzt ist es wahrscheinlich, dass die Batterie vom Probanden als Quelle konstanten Stromes angesehen wird (kl). Der dritte Distraktor bei beiden Items überprüft das Vorliegen einer inversen Widerstandsvorstellung (invR).

Ähnlich wie Items F6) und F7) überprüft das Item C3) das systemische Denken der Probanden. Antwortmöglichkeit 1 und 5 deuten auch auf Formen der Konstantstromvorstellung hin, während Antwortmöglichkeit 3 ein Anzeichen für das mögliche Vorliegen einer Widerstandssuperpositionsvorstellung (R_{sup}) darstellt. Die Auswahl von Antwortmöglichkeit 5 hängt womöglich mit lokalem Denken zusammen.

c3)	Im Stromkreis rechts unten siehst du drei Glühlampen. Der Schalter ist offen; daher leuchtet die Lampe L_3 nicht. Wie verändert sich die Helligkeit der beiden Lampen L_1 und L_2, wenn der Schalter geschlossen wird?	
<input type="checkbox"/>	L_1 bleibt gleich hell, L_2 leuchtet schwächer.	
<input checked="" type="checkbox"/>	L_1 leuchtet heller, L_2 leuchtet schwächer.	
<input type="checkbox"/>	L_1 und L_2 leuchten nun beide schwächer.	
<input type="checkbox"/>	L_1 und L_2 leuchten nun beide heller.	
<input type="checkbox"/>	L_1 und L_2 leuchten gleich hell wie vorher.	

4.3.3 Fragebogenuntersuchung

Die vier von Mag.^a Korner im Rahmen ihrer Dissertation zum Sparkling-Science-Projekt teilweise weiterentwickelten Fragebogeninstrumente wurden für die vorliegende Arbeit entlehnt und ermöglichten vor allem Motivation und Einstellungen der Akteure zu erfassen. Zudem lieferten sie verschiedenartige Kategorien, welche für die Videoanalyse als Einflussfaktoren herangezogen werden konnten sowie mit den Testergebnissen in Beziehung gebracht werden und untereinander verglichen werden konnten. (Ergebnisse siehe Kapitel 4.4.3.4 bis 4.4.3.7). Alle Skalen der verwendeten und im Anhang E angeführten Fragebogeninstrumente wurden fünfstufig ausgeführt (stimmt völlig: 5, stimmt eher: 4, stimmt teilweise: 3, stimmt eher nicht: 2, stimmt gar nicht: 1). Die vier Fragebogeninstrumente seien im Folgenden vorgestellt.

4.3.3.1 Fragebogen zum Lernen in Physik (FB1)

Zur Untersuchung der Lernmotivation im Unterrichtsfach Physik wurde der Fragebogen zum Lernen im Fach von Müller, Hanfstingl und Andreitz (2007), welcher eine adaptierte Version des Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A) darstellt, in von Korner (2011) für das Fach Physik modifizierter Form (siehe Anhang E) verwendet. Die in Kapitel 3.2.2 beschriebene Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan stellt die theoretische Basis des Fragebogens dar (Müller et al., 2007, S.3). Mit Hilfe des Fragebogens kann das Vorliegen der auf Seite 26 erläuterten Regulationsstile bei den Probanden ermittelt werden, wobei auf die Aufnahme von „Non-Regulation“ als Skala und, aufgrund der starken Ähnlichkeit zu intrinsischer Motivation, auch auf die Verwendung einer Skala von integrierter Regulation verzichtet wird (Müller et al., 2007, S.4f). 2651 Lernende in unterschiedlichen Schulen und in den Fächern Mathematik, Naturwissenschaften sowie Informatik wurden von Müller et al. (2007, S.6) untersucht und es wurde gefunden, dass sich diese „in ihrer motivationalen Orientierung eher als selbstbestimmt denn als kontrolliert wahrnehmen“, wobei es starke Unterschiede zwischen den Klassen gibt (Müller et al., 2007, S.10). Im Weiteren seien die den Skalen zugeordneten Items des leicht modifizierten und an das Fach Physik angepassten Fragebogens angeführt:

Skala	Item-Nr.	Item
		Ich arbeite und lerne im Fach Physik,...
Intrinsische Regulation	1	... weil es mir Spaß macht.
	5	... weil ich neue Dinge lernen möchte.
	9	... weil ich es genieße, mich mit dem Fach auseinanderzusetzen.
	13	... weil ich gerne Aufgaben aus dem Fach löse.
	17	... weil ich gerne über Dinge dieses Faches nachdenke.
Identifizierte Regulation	7	... weil ich damit mehr Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl habe.
	3	... um später eine bestimmte Ausbildung machen zu können
	11	... weil ich mit dem Wissen im Fach Physik später einen besseren Job bekomme
	15	... weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später einmal gebrauchen kann.
Introjierte Regulation	2	... weil ich möchte, dass mein/e Lehrer/in denkt, ich bin ein/e gute/r Schüler/in.
	6	... weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich wenig tun würde.
	10	... weil ich möchte, dass die anderen Schüler/Innen von mir denken, dass ich ziemlich gut bin.
	14	... weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich es nicht tun würde.
Extrinsische Regulation	12	... weil ich sonst schlechte Noten bekomme.
	16	... weil ich einfach lernen muss.
	4	... weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme.
	8	... weil ich sonst Ärger mit meinem/r Lehrer/in bekomme.

Tabelle 12: Skalen und zugeordnete Items zum FB1

Müller et al. (2007, S.7) machen mit Hinweis auf Levesque et al. (2004) sowie Vallerand (1997) darauf aufmerksam, dass sich aus den hier angegebenen Skalen der sogenannte „Selbstbestimmungsindex (SDI)“ berechnen lässt, welcher „ein relatives Gesamtmaß für die wahrgenommene eigene Selbstbestimmung liefert“ und der folgend zitiert sei:

„SDI = (2x intrinsische Regulation) + identifizierte Regulation – introjierte Regulation – (2x externe Regulation)“

Ist der SDI positiv, so gibt dies die Größe der Selbstbestimmung wieder, ist er negativ, so korreliert damit der Grad für das Empfinden äußerer Kontrolle. (Müller et al., 2007, S.7f)

4.3.3.2 Fragebogen zur aktuellen Motivation (FB2)

Die Einstellung zur Aufgabe, das Peer Tutoring als Tutor durchzuführen, wurde im Rahmen dieser Studie mit einem aus 18 Items und vier Skalen bestehenden „Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation“, kurz FAM, erhoben (Rheinberg, 2001, S.2), dessen einzelne Items von Mag.^a Korner derart modifiziert wurden, dass sie besser auf die Aufgabe, das Peer Tutoring abzuhalten, passen. Laut Rheinberg (2001, S.2) legen diverse Experimente einen validen Zusammenhang der mit diesem Fragebogen „erfassten Motivationskomponenten mit dem nachfolgenden Lernverhalten und der Lernleistung“ nahe (vgl. Abbildung 8, S.29). Im Rahmen dieser Arbeit soll zusätzlich auch der Einfluss der mit diesem Instrument erfassten Motivationskomponenten der Tutorinnen und Tutoren auf den Konzeptwechsel der Tutees erfasst werden (s. Kapitel 4.4.3.5).

Folgend seien die Faktoren und zugehörigen Items des eingesetzten Fragebogens angeführt:

Skala	Item-Nr.	Item
Interesse:	1	Ich mag so knifflige Aufgaben.
	4	Bei dieser Aufgabe mag ich die Rolle des Wissenschaftlers, der Zusammenhänge entdeckt.
	7	Nach dem Mentoring scheint mir diese Aufgabe sehr interessant.
	11	Bei dieser Aufgabe brauche ich keine Belohnung, sie macht mir auch so viel Spaß.
	17	Eine solche Aufgabe würde ich auch in meiner Freizeit übernehmen.
Herausforderung	6	Diese Aufgabe ist eine richtige Herausforderung für mich.
	8	Ich bin sehr gespannt darauf, wie gut ich hier abschneiden werde.
	10	Ich bin fest entschlossen, mich bei dieser Aufgabe voll anzustrengen.
Erfolgswahrscheinlichkeit	15	Wenn ich diese Aufgabe schaffe, werde ich schon ein wenig stolz auf meine Tüchtigkeit sein.
	2	Ich glaube den Schwierigkeiten dieser Aufgabe gewachsen zu sein.
	3 (R)	Wahrscheinlich werde ich die Aufgabe nicht schaffen.
	13	Ich glaube das kann jeder schaffen.
Misserfolgsbefürchtung	14 (R)	Ich glaube, ich schaffe diese Aufgabe nicht.
	5	Ich fühle mich unter Druck bei dieser Aufgabe gut abschneiden zu müssen.
	9	Ich fürchte mich davor, dass ich mich hier blamieren könnte.
	12	Es ist mir peinlich hier zu versagen.
	16	Wenn ich an diese Aufgabe denke, bin ich etwas beunruhigt.
18	Die konkreten Anforderungen hier lähmen mich.	

Tabelle 13: Skalen und zugeordnete Items zum FB2

Die mit (R) markierten Items 3 und 14 müssen invertiert werden (d.h. ihr Wert muss von 6 abgezogen werden). Der Fragebogen ist, so wie er ausgegeben wurde im Anhang E zu finden. Zur genauen Interpretation der zu den Items gefundenen Faktoren (siehe Skalen Tabelle 13) in Bezug auf die Theorie sei auf Rheinberg et al., 2007, S. 5f verwiesen.

Während sich Rheinberg (2001, S.7f) bei der Interpretation der Ergebnisse des Fragebogens auf den Einfluss unterschiedlicher Aufgaben auf die aktuelle Motivation beschränkt, sind im Rahmen der vorliegenden Arbeit auch die Motive und Einstellungen der Probanden und damit von den Personen abhängige Faktoren (vgl. Abbildung 8, S.29) von Interesse, welche beispielsweise mit den anderen Fragebogeninstrumenten erhoben werden.

Natürlich wird von Rheinberg (2001, S.8ff), wie bereits oben am Beginn des Kapitels erwähnt, auch der Einfluss der aktuellen Motivation auf die Lernergebnisse untersucht und festgestellt, dass sich je nach Lernbedingung unterschiedliche Faktoren des Fragebogens für die Vorhersage der Lernleistung eignen. So „lässt sich mit den FAM-Faktoren Interesse und Herausforderung wohl unter der Bedingung des selbstgesteuerten Verständnislernens [...] nicht jedoch beim fragengeführten Faktenlernen die Lernleistung vorhersagen“ (Rheinberg, 2001, S.10) und Rheinberg et al. (2001, S 10) „vermuten, dass die veridikalen Anteile von Erfolgswahrscheinlichkeit bzw. Misserfolgsbefürchtung sich besonders dann in der Prognose der tatsächlich erzielten Leistung ausdrücken können, wenn die Probanden genau wissen, was sie im Lernexperiment gleich zu tun haben.“ Weiters können Rheinberg et al. (2001, S.13) zeigen, dass die Skala Interesse sowie die Skala Herausforderung die Lernleistung für langsame Lerner besser vorhersagen kann und die Skala Erfolgswahrscheinlichkeit eher eine gute Vorhersage für die Leistung von Lernenden bietet, welche keine so langandauernden Lernphasen zur Beherrschung des Stoffs benötigen.

Zusammenfassend erklären Rheinberg et al. (2001, S.14), dass die mit dem FAM registrierten Motivationsfaktoren vor allem dann die nachfolgende Lernleistung vorhersagen kann, „wenn wenn die Lernsituation höhere Anforderungen an Selbstregulationsprozesse beim Lernen stellt und/oder wenn bei auftretenden Schwierigkeiten ausdauerndes Engagement erforderlich wird.“ Die Peer Tutoring-Situation ist eine solche nicht eng geführte Situation, bei der es auf Selbstengagement und –initiative der Tutorinnen und Tutoren ankommt, weshalb dieses Forschungsinstrument als geeignet erscheint.

4.3.3.3 Fragebogen zum Peer-Tutoring als Tutorin oder Tutor (FB3)

Mit diesem Fragebogen wurden motivationale Faktoren der Tutorinnen und Tutoren über deren Rückmeldungen den Peer Tutoring-Prozess betreffend erhoben. Die Faktoren, welche von den Skalen des Fragebogens erhoben werden (siehe Tabelle 14), entsprechen dabei neben anderen Einflüssen den für das Zustandekommen intrinsischer Motivation nötigen Grundbedürfnissen (Autonomie, Kompetenz, soziale Eingebundenheit) (siehe Kapitel 3.2.1.5).

Skala (Name der Skala im IMI)	Item- Nr.	Item
Interesse / Vergnügen („Interest/Enjoyment“)	2	Ich habe diese Tätigkeit sehr gerne gemacht.
	11	Diese Tätigkeit war recht vergnüglich.
	12	Ich würde diese Tätigkeit als interessant bezeichnen.
	20	Während ich diese Tätigkeit ausführte dachte ich daran, wie sehr ich sie genossen habe.
	21	Diese Tätigkeit hat Spaß gemacht.
	29(R)	Diese Tätigkeit war langweilig. (R)
	32(R)	Ich schenkte dieser Tätigkeit überhaupt keine Aufmerksamkeit. (R)
Wahrgenommene Kompetenz („Perceived Competence“)	3	Ich denke ich bin ziemlich gut bei dieser Tätigkeit.
	10	Ich bin recht geschickt bei dieser Tätigkeit.
	13	Verglichen mit meinen MitschülerInnen denke ich, dass ich bei dieser Tätigkeit recht gut war.
	19(R)	Das war eine Tätigkeit, die ich nicht sehr gut bewältigen konnte. (R)
	22	Nach einer Weile fühlte ich mich recht fähig für diese Tätigkeit.
28	Ich bin mit meiner Darbietung bei diesen Aufgaben zufrieden.	
Aufwand / Wichtigkeit („Effort/Importance“)	4	Ich habe mich bei dieser Tätigkeit sehr eingesetzt.
	9	Es war wichtig für mich, diese Aufgabe gut zu bewältigen.
	14	Ich habe mich sehr angestrengt bei dieser Tätigkeit.
	23(R)	Ich habe nicht viel Energie hineingesteckt.
	27(R)	Ich habe mich nicht sehr angestrengt diese Tätigkeit gut zu machen. ¹
Wahrgenommene Wahlfreiheit oder Autonomie („Perceived Choice“)	5	Ich glaube, dass ich bei dieser Tätigkeit Wahlfreiheit hatte.
	8(R)	Ich machte diese Tätigkeit, weil ich musste.
	15(R)	Ich hatte keine andere Wahl als diese Aufgabe zu erledigen.
	18	Ich machte diese Tätigkeit, weil ich es wollte.
	24(R)	Ich machte diese Tätigkeit, weil ich keine andere Wahl hatte.
	26(R)	Mir kam vor, dass ich das tun musste.
30(R)	Ich fühlte, dass ich nicht entscheiden konnte, ob ich das mache oder nicht	
Wert / Nutzen oder Bedeutung / Brauchbarkeit („Value/Usefulness“)	6	Ich glaube, dass mir diese Tätigkeit etwas bringen könnte.
	7	Ich denke, dass diese Tätigkeit brauchbar ist um in Physik/Biologie/Geschichte/...besser zu verstehen.
	16	Ich denke das ist wichtig, weil ich dadurch das Thema besser verstehen kann.
	17	Ich denke das ist eine wichtige Tätigkeit
	25	Ich denke, dass mir diese Tätigkeit helfen könnte, um in Physik/Biologie/Geschichte/... besser zu werden.
	31	Ich bin bereit das wieder zu machen, weil es für mich wertvoll ist.
33	Ich denke, es könnte für mich vorteilhaft sein, das zu tun.	
Verbundenheit oder soziale Eingebundenheit („Relatedness“)	34(R)	Ich fühlte mich der Person richtig fern
	35(R)	Ich bezweifle, dass diese Person und ich jemals Freunde werden könnten.
	36	Ich fühlte, dass ich dieser Person wirklich vertrauen konnte.
	37	Ich würde gerne eine Gelegenheit haben, mit dieser Person öfter zusammenzuarbeiten.
	38(R)	Ich würde mit dieser Person lieber nicht mehr zusammenarbeiten.
	39(R)	Ich habe nicht das Gefühl, dass ich dieser Person wirklich vertrauen kann.
	40	Es ist möglich, dass diese Person und ich Freunde werden, wenn wir viel zusammenarbeiten.
	41	Ich fühle mich dieser Person nahe.

Tabelle 14: Skalen und zugeordnete Items zum FB3

„Bei der Entwicklung des Fragebogeninstrumentes wurde vom Intrinsic Motivation Inventory (IMI) von Deci und Ryan (2003) ausgegangen [...]“ (Korner et al., 2011, S.99) Aus den 7 Subskalen (45 Items) wurden dazu 6 adaptierte Subskalen (40 Items) nach einer Pilotierung, einer Faktoren- sowie einer Reliabilitätsanalyse für diesen Test verwendet (Korner et al., 2011, S.99).

Zur Quantifizierung der Ergebnisse des Fragebogens werden Skalenwerte von 1 bis 5 addiert und mit (R) gekennzeichnete Items müssen invertiert werden. Intrinsische Motivation an sich wird nur von der Skala „Interest/Enjoyment“ erfasst, die Skalen „Perceived Competence“ und „Perceived Choice“ bilden aber die positiven Einflussgrößen auf die intrinsische Motivation ab (Deci & Ryan, 2003). Eine Validierung der Skala „Relatedness“ steht nach Deci und Ryan (2003) noch aus.

Im Rahmen der Arbeit musste aufgrund von fehlenden Daten eines Akteurs eine gekürzte Version des FB3 verwendet werden, in welchem lediglich die Items 2 bis 20 ausgewertet wurden.

¹ Mit Blick auf die Daten sei hier noch erwähnt, dass in Item 27 eine sprachliche Feinheit bei zwei von den 7 Tutoren sowie bei einem der sechs Tutees zu falschem Ankreuzen führte, denn das Wort „nicht“ wurde im Satz übersehen, weshalb für den zukünftigen Einsatz des Fragebogens empfohlen wird das Wort „sehr“ durch „sonderlich“ zu ersetzen, was die Aussage des Items eindeutiger erkennbar macht.

4.3.3.4 Fragebogen zum Peer Tutoring als Tutee (FB4)

Die Items dieses Fragebogens zur Erfassung der Motivation der Tutees beim Tutoring (Korner, 2011) entsprechen bis auf einige Modifikationen denen in Kapitel 4.3.3.3 vorgestellten (vgl. Tabelle 14 mit Tabelle 15) zur Erfassung der Motivation beim Tutoring.

Skala (Name der Skala im IMI)	Item- Nr.	Item
Interesse / Vergnügen („Interest/Enjoyment“)	16	Ich habe diese Tätigkeit sehr gerne gemacht.
	9	Ich dachte beim Tutoring daran, wie gerne ich anderen etwas erkläre
	6	Ich fand diese Tätigkeit sehr interessant.
	1	Diese Tätigkeit hat Spaß gemacht.
Wahrgenommene Kompetenz („Perceived Competence“)	18	Ich bin mit meiner Leistung beim Erklären zufrieden.
	21	Ich war recht geschickt bei dieser Tätigkeit.
	13	Ich war beim Erklären recht gut, wenn ich mich mit meinen MitschülerInnen vergleiche.
Aufwand / Wichtigkeit („Effort/Importance“)	12	Ich habe mich bei dieser Tätigkeit bemüht.
	22	Es war wichtig für mich, diese Aufgabe gut zu bewältigen.
	5	Ich habe mich angestrengt diese Tätigkeit gut zu machen.
	8	Ich habe da viel Energie hineingesteckt.
Wahrgenommene Wahlfreiheit oder Autonomie („Perceived Choice“)	17	Ich habe mich beim Tutoring sehr angestrengt.
	14	Ich glaube, dass ich bei dieser Tätigkeit eigene Entscheidungen treffen konnte.
	7	Ich konnte mitentscheiden, welche Aufgaben ich beim Tutoring mache.
	4	Ich konnte auswählen, wie ich es ihm / ihr erkläre
	23(R)	Ich machte diese Tätigkeit, weil ich musste.
Wert / Nutzen oder Bedeutung / Fruchtbarkeit („Value/Usefulness“)	20	Ich machte diese Tätigkeit, weil ich es selbst wollte.
	11(R)	Ich machte hier mit, weil ich keine andere Wahl hatte.
Verbundenheit oder soziale Eingebundenheit („Relatedness“)	19	Ich bin bereit das wieder zu machen. ¹
	15	Ich konnte spüren, wie es der anderen Schülerin / dem anderen Schüler ging.
	2	Ich konnte ihr/ ihm wirklich vertrauen.
	3	Ich würde gerne eine Gelegenheit haben, mit ihr / ihm öfter zusammenzuarbeiten.
	10	Es ist möglich, dass das andere Kind und ich Freunde werden, wenn wir viel zusammenarbeiten.

Tabelle 15: Skalen und zugeordnete Items zu FB4

¹ Item 19, das ursprünglich lautete „Ich bin bereit das wieder zu machen, weil es für mich wertvoll ist“, kann aufgrund der Kürzung bei diesem Fragebogen nicht mehr eindeutig der Wert / Nutzen – Skala zugeordnet werden, zudem ist es das einzige Item dieser Skala bei diesem Fragebogen, weshalb in der Datenauswertung keine interpretativen Rückschlüsse auf diese Kategorie gemacht werden.

4.3.4 Videoanalyse

Im Rahmen der Videoanalyse wurden die vom Mentoring und von den Peer Tutoring Prozessen aufgezeichneten Videoaufnahmen kategorienbasiert, mit Hilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring et al., 2005; Mayring, 2010; Mayring & Gläser-Zikuda, 2005) ausgewertet, wobei insbesondere die Interaktionen beim Cross Age Peer Tutoring 6. AHS-3. AHS mit Hilfe einer großen Anzahl an Kategorien (205 Kategorien) tiefgehend untersucht wurden (siehe Kapitel 4.3.4.3 und 4.3.4.4).

Die Videoanalyse sollte mit einem, ebenso von Mayring et al. (2005) sowie Widodo & Duit (2004, 2005) für ihre Untersuchungen herangezogenen Programm namens Videograph (Rimmele, 2002) durchgeführt werden. Zuerst wurde damit ein Transkript erstellt, wozu sich das Programm als effektiv erwies. Da die Software jedoch nicht mit dem großen Kategoriensystem (siehe Seite 89) zurechtkam und bereits bei Kategorierstellung mit permanent wiederholten Programmabstürzen reagierte, wurde die Entscheidung getroffen, auf Basis von Transkript und Video eine kategorienbasierte Analyse der Videos mit Hilfe einer Excel Tabelle vorzunehmen. Die Kodierung erfolgte nach konstanten 10-Sekunden-Intervallen, nach dem auf Seite 89 dargestellten Kategoriensystem, wozu in mehreren Durchgängen der Fokus auf unterschiedlichen Kategorien und Probanden lag. Mayring et al. (2005, S.17) bezeichnen solch ein Videoanalyseverfahren als „gemischt qualitativ-quantitatives Verfahren der Zuordnung von Kategorien zu Material in einem strikt regelgeleiteten, aber doch interpretativen Prozess mit der Möglichkeit späterer Quantifizierung der Kategoriezuordnungen“ und versuchen „die Vorgehensweise der qualitativen Inhaltsanalyse auf Videomaterial anzuwenden.“

Mayring (2010, S.13) fasst die Ziele der Inhaltsanalyse folgendermaßen zusammen:

„Zusammenfassend will [...] Inhaltsanalyse:

- *Kommunikation* analysieren.
- *fixierte* Kommunikation analysieren.
- dabei *systematisch* vorgehen.
- dabei also *regelgeleitet* vorgehen.
- dabei auch *theoriegeleitet* vorgehen.
- das Ziel verfolgen, *Rückschlüsse auf bestimmte Aspekte der Kommunikation* zu ziehen.“

4.3.4.1 Technisches Vorgehen

Zur Durchführung der Videoanalyse spielte die Auseinandersetzung mit der Technik der Aufnahme eine wesentliche Rolle. Mit dem vorhandenen Equipment wurde versucht, die Aufnahmen so optimal wie möglich zu gestalten. Zur Aufnahme vorhanden waren zwei Kameras mit integrierten Mikrofonen und ein Richtmikrofon. Während des Cross Age Peer Tutoring wurden pro Kamera eine Gruppe mit je einem Tutor und 3 Tutees erfasst (L1 mit S1, S2 und S3 sowie L2 mit S3, S4 und S5, siehe unten Tabelle 16). Beim Same Age Peer Tutoring wurden je Kamera 2 Gruppen mit je einer Tutorin bzw. einem Tutor und einem Tutee erfasst (S1 mit Sa und S5 mit Sb mit einer Kamera sowie S2 mit Sx und S4 mit Sy mit

einer Kamera). Da die Geräuschkulisse während der in einem Raum stattfindenden Peer Tutoring-Interaktionen die Videoanalyse – im Speziellen die Transkription – oft sehr erschwerte, werden für zukünftige Untersuchungen Knopfmikrophone für jeden Interaktions-Teilnehmenden oder zumindest zwei Richtmikrophone je Interaktionsgruppe empfohlen. Die etwas erhöhte Kameraperspektive hat sich zur Beobachtung der Akteure bewährt, ein größerer Abstand vom Interaktionsgeschehen, welcher einen noch besseren Überblick und eine unaufdringlichere Beobachtung ermöglicht hätte, war aufgrund der zu bewahrenden Tonqualität nicht möglich.

4.3.4.2 Transkription der Videoaufnahmen

Um die kategorienbasierte Inhaltsanalyse leichter durchzuführen und die Kommunikation in weiterer Form zu fixieren (vgl. Ziele der Inhaltsanalyse, Mayring 2010, S.12f), wurden die Videoaufnahmen zuerst transkribiert. Dazu wurden keine konkreten Transkriptionsmodelle (wie z.B. jene von Ehlich & Switalla, 1976, zit. nach Mayring, 2010, S.53), jedoch eigens erstellte, sehr einfache Transkriptionsregeln (siehe Tabelle 16) verwendet, die es zulassen,

Symbol / Beispiel	Bedeutung
PM	Projektmitarbeiterin
D(a), D(b)	Diplomierende
L1, L2, L3,...	TutorInnen im Mentoring und Cross Age Peer Tutoring
S1, S2, S3, S4, S5, S6,....	Tutees bzw. TutorInnen je nach Interaktion
Sa, Sb, Sx, Sy,	Tutees im Same Age Peer Tutoring (Folgeuntersuchung)
[zeichnet]	Beschreibung und Erläuterung von Vorkommnissen, Handlungen, Mimik, Gesten etc.; kurze Kommentare
-	Abbruch der Aussage oder Unterbrechung
(?)	Frageintonation
(...)	unverständlich
[...]	Auslassung der Transkription (z.B. Unwesentliches in Ankersequenzen)
(Weil hier in dem Kabel)	undeutlich; vermuteter Wortlaut in Klammer
31:30	Zeitangaben (min:s)

Tabelle 16: Transkriptionsregeln Videoanalyse¹

Handlungen und Gesprochenes im Video verständlich zu verschriftlichen. Wesentlich für die Regeln ist, dass der vom Transkribierenden erfasste Inhalt des Videos verständlich wiedergegeben wird und nicht der sprachliche Aspekt im Vordergrund steht, weshalb auch Dialekt, wenn dies ohne Inhaltsverfälschung möglich war, in die Schriftsprache übertragen wurde. Da

etwas nicht nur sprachlich, also in Laut- oder Wortäußerungen dargelegt werden kann, wurden auch Zeichnungen, Gesten und Mimik, wenn diese für das Verständnis hilfreich waren und die Verwendung eines bestimmten Konzepts oder einer Analogie verdeutlichen, transkribiert und konnten dann entsprechend leichter für die Kodierung herangezogen werden. Zu beachten dabei war, dass eine solche Transkription dann natürlich schon einem gewissen interpretativen Prozess entspricht und oft intuitiv abläuft.

Das Transkript wurde in 10-Sekunden-Segmenten erstellt, welche den zur Kategorienquantifizierung geeigneten und gewählten 10-Sekunden-Intervallen beim späteren Kodieren entsprechen. (vgl. Mayring, 2005, S.17 und Kapitel 4.3.4.4).

Erst nach Erstellung des im Anhang angeführten Transkripts der Videos im Programm Videograph (Rimmele, 2002) wurden die Aufnahmen mit Hilfe der für die Kodierungszwecke erstellten Excel-Tabelle kategorienbasiert analysiert.

¹ die Abkürzungen der Teilnehmenden werden auch im Fließtext verwendet

Abbildung 11 zeigt das Programm Videograph mit Clipfenster (1), Zeitleiste („Timelinefenster“) (2), „Kodierfenster“, in dem die Kategorien für das jeweilige Segment erstellt und ausgewählt werden sollen (3) sowie „Transkriptfenster“, in dem die Transkription des Videos für das jeweilige Transkriptionsintervall eingetragen wird (4). (Rimmele, 2002).

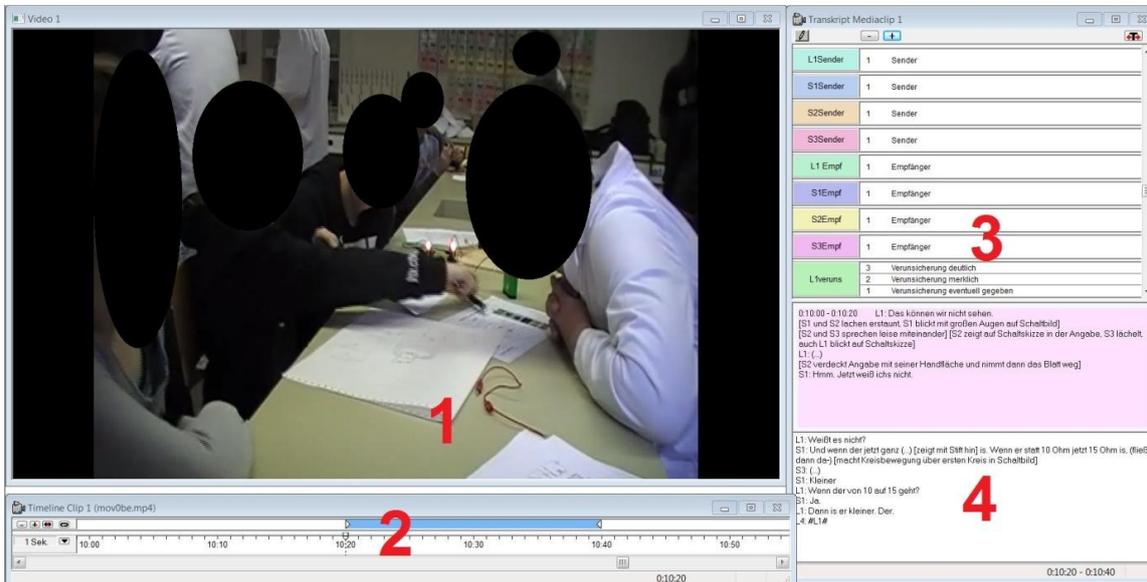


Abbildung 11: Das Programm Videograph (Beschreibung im Fließtext)

Aufgrund der erwähnten Schwierigkeiten bei der Kategorienerstellung wurde jedoch mit Hilfe der in Abbildung 12 dargestellten Excel-Tabelle kodiert.

	A	B	C1	C2	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	EZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG			
1000	S&B&U L1	Antwort auf Frage																																						
1005	S&B&U S1	Antwort auf Frage																																						
1010	S&B&U S2	Antwort auf Frage																																						
1015	S&B&U S3	Antwort auf Frage																																						
1020		GESAMT																																						
1025	S&B&U L1	Vielt auf katolische Antwort ohne Erklärung hin																																						
1030	S&B&U S1	Vielt auf katolische Antwort ohne Erklärung hin																																						
1035	S&B&U S2	Vielt auf katolische Antwort ohne Erklärung hin																																						
1040	S&B&U S3	Vielt auf katolische Antwort ohne Erklärung hin																																						
1045		GESAMT																																						
1050	S&B&U L1	Lob und Ermunterung																																						
1055	S&B&U S1	Lob und Ermunterung																																						
1060	S&B&U S2	Lob und Ermunterung																																						
1065	S&B&U S3	Lob und Ermunterung																																						
1070		GESAMT																																						
1075	S&B&U L1	Vortrag																																						
1080	S&B&U S1	Vortrag																																						
1085	S&B&U S2	Vortrag																																						
1090	S&B&U S3	Vortrag																																						
1095		GESAMT																																						
1100	S&B&U L1	Aussagen werden befragt von																																						
1105	S&B&U S1	Aussagen werden befragt von																																						
1110	S&B&U S2	Aussagen werden befragt von																																						
1115	S&B&U S3	Aussagen werden befragt von																																						
1120		GESAMT																																						
1125	S&B&U L1	Aussagen werden nicht befragt von																																						
1130	S&B&U S1	Aussagen werden nicht befragt von																																						
1135	S&B&U S2	Aussagen werden nicht befragt von																																						
1140	S&B&U S3	Aussagen werden nicht befragt von																																						
1145		GESAMT																																						
1150	S&B&U L1	Aufmerk.kam.kleinstenm im Tutor																																						
1155	S&B&U S1	Aufmerk.kam.kleinstenm im Tutor																																						
1160	S&B&U S2	Aufmerk.kam.kleinstenm im Tutor																																						
1165	S&B&U S3	Aufmerk.kam.kleinstenm im Tutor																																						
1170		GESAMT																																						
1175	S&B&U L1	Aufmerk.kam.kleinstenm im Tutor																																						

Abbildung 12: Kodierung mittels Excel-Tabelle

4.3.4.3 Kategoriensystem

Vor der Erstellung des endgültigen Kategoriensystems wurde in einer ersten Durchsicht des Videos überprüft, ob die Adäquatheit der Kategorien am Material gegeben ist (vgl. Mayring, 2010, S.50) und kleinere Adaptionen an einzelnen Kategorien wurden vorgenommen. Es wurden die Kategorien also deduktiv aus der Theorie abgeleitet und induktiv am Material auf Passung überprüft (vgl. Mayring, 2010, S.85). Nach der Überprüfung am Material wurden die ursprünglichen Kategorien nur geringfügig gekürzt, um nicht wesentliche den Konzeptwechsel beeinflussende Faktoren zu übersehen. Beschränkungen auf wenige Dimensionen mag die Ergebnisse zwar schärfen, gewisse Tiefe, Genauigkeit und interpretativer Spielraum durch das Potential manche Kategorien im Datenmaterial noch oder in stärker ausgeprägter Form vorzufinden gehen dabei aber wohl verloren.

In Tabelle 17 auf S.89 sind die verwendeten Kategorien überblicksmäßig dargestellt und auf die Theorie rückgeführt, indem Verweise auf weiterführende Literatur zur betreffenden Kategorie beziehungsweise auf jene Seiten dieser Arbeit gegeben werden, auf welchen der jeweilige theoretische Hintergrund der betreffenden Kategorien beschrieben ist, und sodass die kategorienbasierte Analyse des Datenmaterials (s. Kapitel 4.3.4.4 und Ergebnisse insbesondere in Kapitel 4.4.3.8 bis 4.4.3.12) besser intersubjektiv nachvollzogen werden kann (s. Kapitel 4.3.4.5).

Für die Videoanalyse des Mentorings (s.S.90 und Ergebnisse in Kapitel 4.4.2) wurden Kategorien gebildet, welche zur Erfassung von Schülervorstellungen (1., in Tabelle 17), möglicher Lernprozesse (2. bis 4. in Tabelle 17) sowie von Hinweisen auf die Übernahme von kognitiven Strategien und Analogien (5.3 in Tabelle 17) dienen. Auf die Motivation der zukünftigen Tutoren betreffende Faktoren (5.2 in Tabelle 17) wurde nur am Rande geachtet, dies geschah etwa speziell dann, wenn die Ergebnisse der Fragebögen (Kapitel 4.3.3 und 4.4.3.4) Anlass dazu gaben.

Bei der Videoanalyse der Cross Age Peer Tutoring-Prozesse (s.S.90 und S. 140ff) wurden sämtliche in der Tabelle 17 angeführten Kategorien verwendet.

Für die Analyse des Same Age Peer Tutoring (s.S.91 und Folgeuntersuchung) erwies sich eine Beschränkung auf die Kategorien 5.1, 5.3 und 5.5 zur Überprüfung von Konzept- und Strategieübernahme als günstig.

1. SV				2. Konzeptwechsel				3. Konzeptstagnation				4. negativer Konzeptwechsel				5. Einflussfaktoren																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1- Gruppen-, Struktur- und Organisationsfaktoren												2- Motivationale Faktoren				3- Kognitive Faktoren				4- Bedingungen für Konzeptwechsel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	1W	Geo in Ok (L1)	Geo (L2)	Ok in lges > I1&I2 (L2)	A Aufgabenstruktur	A Psychologische Grundbedürfnisse	A Kenntnisse und Strategien	A Unzufriedenheit	2	2W	Lok/Seq/kl in Ok (L1)	V in Sh (S1)	V in Sh (S1)	f in kl (L2)	1 Lebensnah und situiert	1 Autonomie	1 Domänenspezifisches Wissen	B Nachvollziehbarkeit	3	V	Geo in Ok (L2)	V in Rsup (S1)	V in Rsup (S1)	f in invR (L2)	2 Herausfordernd	2 Kompetenz	2 Heuristische Strategien	C Plausibilität	4	kl	Seq in Ok (S1)	V in V (S1)	V in V (S1)	f in ? (L2)	B Autoritätsstruktur	3 Soziale Eingebundenheit	3 Kontroll-Strategien	D Fruchtbarkeit	5	Sh	V in Ok (S1)	V in Sh&V (S1, post)	Ok in V (S1, post)	Ok in V (S1, post)	1 Optimale Wahlfreiheit	4 Autonomiebedrohung	4 Lernstrategien		6	Usup	kl in Ok (S2)	kl in V (S2)	Ok in V (S2)	Ok in V (S2)	2 Optimales Anforderungsniveau	5 Kompetenzbedrohung	5 Aufmerksamkeitsfokus		7	Rsup	V in Ok (S2)	invR/kl in invR/kl (S3)	Ok in V (S2)	Ok in V (S2)	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	6 Vorkenntnisse (Pre-Test)		8	invR	V in Ok (S2, post)	invR/kl in invR/kl (S3, post)	Ok in Sh (S3)	Ok in Sh (S3)	C Evaluierung und Exploration	B Zielorientierung	7 Vorkenntnisse (Mentoring)		9	Seq	2W/Seq in Ok (S3)	V in V (S3)	Ok in V (S3, post)	Ok in V (S3, post)	1 An Verbesserungen orientiert	1 Leistungszielorientierung	B Verarbeitungstiefe		10	Lok	invR in Ok (S3)	V in V (S4)	Rsup in Rsup (S4)	Rsup in Rsup (S4)	2 Fehler positiv sehen	2 Lernzielorientierung	1 Wissenswiedergabe		11	E	V in Ok (S3)	V in V (S4)	V in V (S4, post)	V in V (S4, post)	3 An Fehlern orientiert	C Valenz (motivational)	a einfache Zusammenfassung		12	Geo	Sh in Ok (S3, post)	V in V (S4)	? In Seq (S5)	? In Seq (S5)	4 Exploration der Lernbedürfnisse und Einstellungen	2 Fremdbewertung: a positiv, b neutral, c negativ	b Beschreibung in Alltagssprache		13	kpR	Seq in Ok (S4)	Ok in Seq (S5)	Rsup&Stau in Ok/Rsup (S5)	Rsup&Stau in Ok/Rsup (S5)	D Tutoren induzierte Aktivitäten der Akteure	D Situationales Interesse (FB2)	c Schlussfolgerungen		14	VR	Seq in Ok (S5)	Ok / Rsup in kpR&kl (S5, post)	kl in Seq/kein I (S5)	kl in Seq/kein I (S5)	1 Modeling	1 catch	d Integration in Vorwissen		15	andere	Seq (Stau) / kein I in Ok(S5)	Seq/kein I in V&Sh (S5)	Seq/kein I in V&Sh (S5)	Seq/kein I in V&Sh (S5)	2 Coaching	2 hold	e Tiefgehende Elaboration		16		Seq in Ok (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	3 Wissenschaftliche Denkweise	E Selbstwertbedrohung	f Articulation		17		Seq/V in Ok (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	4 Alltags-Denkweise	1 durch Ähnlichkeit	g Exploration		18		invR in Ok (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	5 Kognitiver Konflikt	2 durch Unterstützung (bei Ähnlichkeit)	h Sinnschaffung		19			kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	E Tutoren-Unterstützung und Rückzug	F Unterminierung der Motivation			20			kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	1 Scaffolding	1 zur Selbsthilfe durch übermäßige Unterstützung	C Metakognitive Aktivitäten		21			kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	2 Fading	2 zur Problemlösung durch Nicht-Beachtung	1 Selbstkontrolle und Valenz (kognitiv)		22	Ok		kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	3 Kognition unterstützend		2 Fremdbewertung kognitiver Aktivität					kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	4 Motivation unterstützend		a positiv, b neutral, c negativ					kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	a Autonomieunterstützung							kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	b Kompetenzunterstützung							kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	c Unterstützung sozialer Einbindung							kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	F Gruppenstruktur							kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	1 Community of Practice und Kollaboration							kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	2 Kooperation							kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	3 Einzelarbeit							kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	4 Befragung							kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	5 Vortrag							kl in V (S6)	kl in V (S6)	kl in V (S6)	6 Rollenspiel			
<p>Theoretische Fundierung der angeführten Kategorien:</p> <p>1. bis 4.: Der theoretische Hintergrund zu Schülervorstellungen und Konzeptwechsel ist in Kapitel 0 nachzulesen; die verwendeten Abkürzungen für die Schülervorstellungen finden sich in Tabelle 1 auf S.5. Ok bedeutet, dass das aus physikalischer Sicht korrekte Konzept verwendet wurde. Die Konstruktion der Kategorien in den Vorstellungen und zum Konzeptwechsel wurden sowohl mit Hilfe des Testinstruments (Kapitel 4.3.2) als auch auf Basis der Videoanalyse selbst erhoben. 3.: Kein Konzeptwechsel fand statt (oder nur eine Änderung der Schülervorstellung). 4.: Aus physikalischer Sicht richtige Vorstellungen werden zugunsten alternativer Vorstellungen aufgegeben. 5.1-A1: s.S.17; entspricht umgelegt aufs Tutoring Kategorie B-3 aus Widodo & Duit, 2004, S.243; 5.1-A2: s.S.17; 5.1-B1: s.S.17, Voraussetzung zur Erfüllung des Autonomiebedürfnisses, s.S.26; 5.1-B2: s.S.17; Voraussetzung zur Erfüllung des Kompetenzbedürfnisses; 5.1-C1 bis 3: s.S.17; Auswirkungen auf das Kompetenzerfinden der Tutees werden erwartet; 5.1-C4: nötig zur Herstellung optimaler Wahlfreiheit; entspricht umgelegt aufs Tutoring Kategorie B-1 und B-2 aus Widodo & Duit, 2004, S.243; 5.1-D1 & 2: s.S.17 & 33; 5.1-D3 & 4: s.S.17; soll überprüfen ob das Modeling bzw. Coaching eher eine wissenschaftliche oder eine Alltags-Denkweise bzw. -Vorstellung unterstützt. 5.1-D5: Es wird vom Tutor nicht, wie beim Cognitive Apprenticeship (Kapitel 3.3.1.2) evolutionär vorgegangen sondern revolutionär vorgegangen, s.S.19; vgl. Kategorie A-5 in Widodo & Duit, 2004, S.242 5.1-E1 & 2: s.S.17, 34 und 35 5.1-E3 & 4: Betrifft das Scaffolding und Fading eher motivationale oder kognitive Aspekte? (s.S.17) 5.1-E4a bis c: Welche der psychologischen Grundbedürfnisse (S.26) werden durch das Scaffolding und Fading unterstützt? 5.1-E4a: entspricht der von Widodo & Duit, 2004, S.244, verwendeten Kategorie D: „Unterstützung der Schüler beim eigenständigen Lernen“. 5.1-F1 & 2: s.S.31, 33, 35; 5.1-F3 bis 6: aus Videoanalyse abgeleitet; 5.2-A1 bis 3: s.S.26; 5.2-B1 & 2: s.S.23; 5.2-C Aussagen zur Wertigkeit eigener Lernmotivation oder der Lernmotivation eines Gruppenmitglieds s.S.52 & 59; 5.2-D: s.S.28, hier erfolgt auch ein Bezug zu FB2 (S.81); 5.2-E1 & 2: s.S.43; 5.2-E3: s.S.57; 5.2-E4: aus Videoanalyse abgeleitet 5.2-F1: s.S.43; 5.2-F2: aus Videoanalyse abgeleitet; 5.3-A1 bis 4: s.S.35; 5.3-A5: Kenntnisse, werden aufgrund bestimmter Aufmerksamkeit beim Peer Tutoring-Prozess erworben (Ankerverhalten im Video entspricht vor allem Aufmerksamkeitszentrum) 5.3-A6: in den Peer Tutoring-Prozess eingebrachte Vorkenntnisse, die aus den Antworten vom Pre-Test erkennbar sind. 5.3-A7: in den Peer Tutoring-Prozess eingebrachte Vorkenntnisse, die aus der Videoanalyse des Mentorings erkennbar sind. 5.3-B1 & 2: s.S.47ff ; 5.3-B1b: vgl. Kapitel 3.1.2.1; 5.3-B2a: s.S.18; 5.3-B2d: s.S.17 & 32 5.3-B2e bis g: s.S.34; 5.3-C1: s.S.47ff, 52 & 59; 5.3-C2: s.S.50 & 56; 5.3-P O E: s. S.15 Akteur trifft eine Vorhersage; Akteur beobachtet; Akteur erklärt. 5.4-A bis D: s.S.15; 5.5-: s.S.20 Widodo und Duit (2005, S.136f) bringen die Phase 1 auch mit der Kategorie A-1, die Phase 2 mit der Kategorie A-2, die Phase 3 mit den Kategorien A-3 und A-4, sowie die Phase 4 mit den Kategorien B-3 bis B-5 des Kodiersystems „KONU“ („Konstruktivistisch orientierter naturwissenschaftlicher Unterricht“) von Widodo und Duit (2004) in Verbindung. 5.6.: Diese Kategorien entsprechen zum Großteil denen von Fogarty und Wang (1982) (s.S.56 & 52) und sind zudem durch die Beobachtung der Videos entstanden. Sie bestimmen stark die differenzierteren Einflussfaktoren (5.1- bis 5.5-), was besonders im Verlauf der Videoanalyse ersichtlich wird (vgl. S.91). 5.6-: s.S.58; 5.7-: Kategorien, die das Lernen beeinflussende Emotionen identifizieren sollen und welche aus dem Kodiersystem von Mayring et al. (2005, S.8) entnommen wurden. Der „Kodierleitfaden“ zur Identifikation der Emotionen kann ebenso dort nachgelesen werden (in dieser Tabelle sind die Indikatoren ein wenig vereinfacht und adaptiert dargestellt). Auch diese Faktoren bestimmen die differenzierteren Einflussfaktoren (5.1- bis 5.5-) (vgl. S.91) 5.8-: Auch die Videokameras, welche die Interaktionen der Akteure aufzeichneten könnten Einfluss auf das gesamte Tutoring-Geschehen und auf damit auch auf den Konzeptwechsel gehabt haben (siehe z.B. S.209ff). Der mögliche Einfluss wird etwa auch von Mayring et al. (2005, S.5) aufgeworfen.</p>												<p>6- Verbales und nonverbales Verhalten</p> <p>A Dimension des Impulsgebers</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 intiierte Äußerung <ol style="list-style-type: none"> a zum Thema b nicht zum Thema 2 reaktive Äußerung <ol style="list-style-type: none"> a zum Thema b nicht zum Thema 3 Sender 4 Empfänger <p>B Dimension des Einflussbereichs</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Bestimmendes Verhalten 2 Kritik 3 Ermahnung 4 neckisches Verhalten 5 Erklärendes Verhalten (Instruktiv) <ol style="list-style-type: none"> a Gibt Hinweise, Tipps oder Beispiele b Gibt Anweisungen zur Problemlösung c Erläutert falsche Antworten d Versucht Methode des Gegenübers zu ändern 6 Frageverhalten <ol style="list-style-type: none"> a Überprüft Verständnis b Bittet um Erklärung c andere Frage 7 Lesen der Anleitung 8 Lautes Denken 9 Antwortverhalten <ol style="list-style-type: none"> a Ändert Antwort aufgrund Rückmeldung b Bestätigt richtige Antwort c Antwort auf Frage 10 Weist auf falsche Antwort ohne Erklärung hin 11 Lob und Ermutigung 12 Vortrag 13 Anweisungen <ol style="list-style-type: none"> a werden befolgt von b werden nicht befolgt von <p>C Dimension der verbalen Bestärkung</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Positive Rückmeldung 2 Negative Rückmeldung <p>D Evaluative Dimension (kognitiv & motivational)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Selbstbewertung 2 Bewertung eigener und anderer Gruppenmitglieder <p>E Andere Verhaltensweisen</p> <p>F Nicht bestimmbar</p> <p>H Handlung</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Zeigt 2 Experimentiert 3 Zeichnet 4 Baut 5 Andere Handlung 6 Nicken 7 Kopfschütteln 8 Stirnrunzeln / Stutzen <p>I Versiertheit</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Verunsicherung deutlich 2 Verunsicherung merklich 3 Verunsicherung eventuell gegeben <p>J Durch Verhalten betonte Rolleneigenschaften</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Autorität 2 Prestige 3 Kompetenz 4 Respekt 												<p>5- Konstruktivistische Lehr-Lern Sequenz</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Orientierung 2 Erkunden der Schülervorstellungen 3 Umstrukturieren der Schülervorstellungen 4 Anwenden der neuen Vorstellungen 5 Überprüfen und Bewerten der neuen Vorstellungen <p>1(2) Orientierung 2(2) Erkunden der bislang entwickelten Vorstellungen 3(2) Umstrukturierung dieser Vorstellungen</p> <p>7- Emotionen</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Indikator</th> <th>Mimik</th> <th>Handlung / Gestik</th> <th>Verbale Äußerung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A Ärger</td> <td>dünne Lippen harter Blick Stirnrunzeln Augenbrauen tief</td> <td>Abwenden Wegstoßen Schlagen spöttisch</td> <td>Frust Protest Schreien Wut</td> </tr> <tr> <td>B Angst / Unsicherheit</td> <td>weite Augen gerade Brauen angespannt gesenkter Blick</td> <td>Zittern Zucken verkrampft nervös</td> <td>Stottern leise Hilfe suchend</td> </tr> <tr> <td>C Langeweile</td> <td>leerer, umherschweifender Blick</td> <td>Trommeln Kritzeln auf Uhr schauen Nebengespräche</td> <td>Summen Singen entsprech. Äußerung</td> </tr> <tr> <td>D Freude</td> <td>lachen, lächeln große weite Augen entspannt</td> <td>offene Körperhaltung aktiv (Hüpfen) gelassen</td> <td>freudiger Ausruf</td> </tr> <tr> <td>E Interesse</td> <td>wach, neugierig, zum Gegenstand große Augen erstaut, konzentriert leicht offener Mund</td> <td>Neugierverhalten aktiv, engagiert hingewandt beobachtend Handeln</td> <td>Gedanken äußern Antworten Fragen Nachfrage</td> </tr> <tr> <td>F Zufriedenheit</td> <td>entspannt, offen, lächelnd</td> <td>entspannt Zurücklehnen Hände falten</td> <td>Zustimmung</td> </tr> </tbody> </table> <p>8- Einfluss der Videoaufnahme</p>												Indikator	Mimik	Handlung / Gestik	Verbale Äußerung	A Ärger	dünne Lippen harter Blick Stirnrunzeln Augenbrauen tief	Abwenden Wegstoßen Schlagen spöttisch	Frust Protest Schreien Wut	B Angst / Unsicherheit	weite Augen gerade Brauen angespannt gesenkter Blick	Zittern Zucken verkrampft nervös	Stottern leise Hilfe suchend	C Langeweile	leerer, umherschweifender Blick	Trommeln Kritzeln auf Uhr schauen Nebengespräche	Summen Singen entsprech. Äußerung	D Freude	lachen, lächeln große weite Augen entspannt	offene Körperhaltung aktiv (Hüpfen) gelassen	freudiger Ausruf	E Interesse	wach, neugierig, zum Gegenstand große Augen erstaut, konzentriert leicht offener Mund	Neugierverhalten aktiv, engagiert hingewandt beobachtend Handeln	Gedanken äußern Antworten Fragen Nachfrage	F Zufriedenheit	entspannt, offen, lächelnd	entspannt Zurücklehnen Hände falten	Zustimmung																																																																																																																																																																																																																																																																									
Indikator	Mimik	Handlung / Gestik	Verbale Äußerung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
A Ärger	dünne Lippen harter Blick Stirnrunzeln Augenbrauen tief	Abwenden Wegstoßen Schlagen spöttisch	Frust Protest Schreien Wut																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
B Angst / Unsicherheit	weite Augen gerade Brauen angespannt gesenkter Blick	Zittern Zucken verkrampft nervös	Stottern leise Hilfe suchend																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
C Langeweile	leerer, umherschweifender Blick	Trommeln Kritzeln auf Uhr schauen Nebengespräche	Summen Singen entsprech. Äußerung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
D Freude	lachen, lächeln große weite Augen entspannt	offene Körperhaltung aktiv (Hüpfen) gelassen	freudiger Ausruf																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
E Interesse	wach, neugierig, zum Gegenstand große Augen erstaut, konzentriert leicht offener Mund	Neugierverhalten aktiv, engagiert hingewandt beobachtend Handeln	Gedanken äußern Antworten Fragen Nachfrage																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
F Zufriedenheit	entspannt, offen, lächelnd	entspannt Zurücklehnen Hände falten	Zustimmung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

Tabelle 17: Kategoriensystem der Videoanalyse des Cross Age Peer Tutoring

4.3.4.4 Kategorienbasierte Analyse

Nach der Transkription der Videos und dem Aufstellen des Kategoriensystems wurde die kategorienbasierte Videoanalyse der unterschiedlichen Interaktionen nach den folgenden interpretativen Schemen, durchgeführt:

Zur Videoanalyse des Mentorings wurden aus Tabelle 17, wie bereits auf Seite 88 erwähnt, Kategorien zur Erfassung von Schülervorstellungen (1.), möglicher Lernprozesse (2. bis 4.), motivationaler Faktoren (5.2) sowie kognitiver Strategien und Analogien (5.3) gewählt. Auf Basis des Videos und der Beobachtungen während des Mentorings wurden zwei unterschiedliche Tutoren (ein als leistungsstark und extravertiert identifizierter und ein eher als leistungsschwach und introvertiert identifizierter Tutor, s. Kapitel 4.4.2.4, S.107) gewählt und im Weiteren erfolgte durch die Videoanalyse die Erfassung der Eingangsfaktoren dieser beiden Tutoren für den Cross Age Peer Tutoring-Prozess. Zu dieser Aufgabe waren zwei Analysedurchgänge des Videos, welches den Mentoring-Vorgang dokumentierte, notwendig:

- Im ersten Durchgang wurde auf die Schülervorstellungen und Wissenskonstruktions-Prozesse aller zukünftigen Tutoren und der Tutorin geachtet. Dies geschah auch, um die Auswahl geeigneter Probanden zur weiteren Videoanalyse der Cross Age Peer Tutoring-Prozesse zu erleichtern.
- Im zweiten Durchgang erfolgte die Analyse nach möglichen Lernprozessen, Motivation sowie aus dem Mentoring übernommener kognitiver Strategien und Analogien der beiden ausgewählten Tutoren. Um letztere zu finden, musste zuerst das Cross Age Peer Tutoring kodiert werden.

Die Videoanalyse des Mentorings diene auch dazu, aufzuschlüsseln welche Konzeptwechsel (und motivationale Änderungen) vermutlich aufgrund des Mentorings und welche aufgrund des Tutorings hervorgerufen wurden, da der Pre-Test vor dem Mentoring und der Post-Test nach dem Cross Age Peer Tutoring stattfand, jedoch keine Überprüfung der Schülervorstellungen zwischen den beiden Interventionen erfolgte. Doch ist hier anzumerken, dass beide Interventionen auch aufgrund der Empfehlungen Tutoren-Training durchzuführen (s. Kapitel 3.3.2) als Einheit zusammengefasst betrachtet werden sollten, und dass womöglich auch zwischen Mentoring und Tutoring Lernprozesse der Tutoren stattgefunden haben.

Zur Analyse der Videos des Cross Age Peer Tutoring-Prozesses nach allen Kategorien in Tabelle 17 mussten mehrere Durchläufe erfolgen.

- Im ersten Durchlauf wurden die Videos nach Schülervorstellungen untersucht und diese entsprechend Tabelle 17 kodiert.
- Im zweiten Durchlauf erfolgte die Kodierung von Verhalten und Emotionen der Akteure.
- Im dritten Durchlauf wurden die Einflussfaktoren und Bedingungen für den Konzeptwechsel erhoben, daraus Rückschlüsse auf das Vorkommen von Konzeptwechseln während des Cross Age Peer Tutoring-Prozesses gezogen und alles entsprechend kodiert. Beim Auffinden der Einflussfaktoren musste auf das

bereits kodierte Verhalten sowie auf die aufgefundenen Schülervorstellungen Rücksicht genommen werden.

Der nach der ersten Durchsicht des Videos und nach der Aufstellung des Kategoriensystems festgelegte Ablauf der aufbauenden Kategorienzuordnung ist in Abbildung 13 dargestellt und geht davon aus, dass Verhalten und Emotionen die differenzierteren motivationalen Faktoren, kognitiven Faktoren sowie Gruppen-, Struktur- und Organisationsfaktoren beeinflussen und das Wechselspiel dieser Faktoren wiederum sowohl die ursprünglichen Schülervorstellungen verändert oder ergänzt (s. Kapitel 3.1.3) als auch die bereits adaptierten Schülervorstellungen im Cross Age Peer Tutoring-Prozess beeinflusst und so einen Konzeptwechsel „hin“ oder „weg“ von den aus physikalischer Sicht korrekten Konzepten bewirken kann.

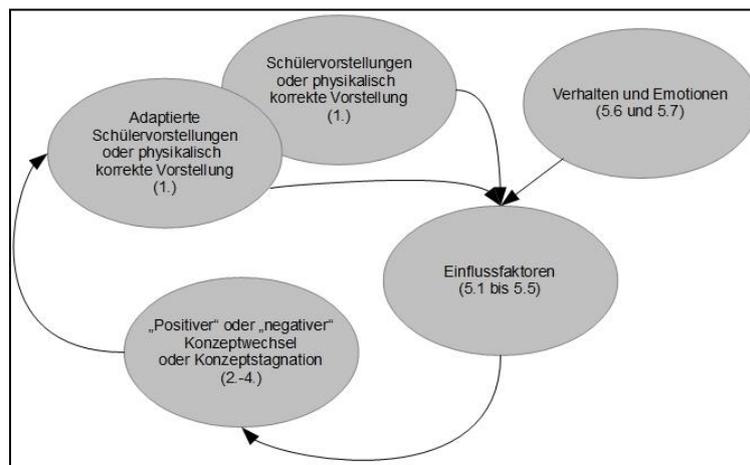


Abbildung 13: Ablauf der Kategorienzuordnung bei der Videoanalyse der Cross Age Peer Tutoring-Prozesse

Die Darstellung der Ergebnisse in den Kapiteln 4.4.3.8 bis 4.4.3.12 folgt jedoch nicht diesem Schema. Sondern es werden zuerst die Vorstellungen und Konzeptwechsel mit ihren möglichen kognitiven Ursachen dargestellt und sodann der Zusammenhang mit Verhalten, Emotion und mit diesen Faktoren in Beziehung stehender Motivation aufgezeigt.

Auch hier beim Cross Age Peer Tutoring wurde die Videoanalyse als ein das Testinstrument ergänzendes Mittel zur besseren Klarstellung, welche Intervention (Tutoring oder Mentoring) zu den Konzeptwechseln geführt hat, eingesetzt (vgl. Fußnote, S.69). Der Kritik von Robinson et al. (2005, S.334f), dass der Einfluss des in der Tutoring-Situation Unterrichtet-Werdens bei „Reciprocal Peer Tutoring“-Programmen nicht von der Wirkung des in Folge Selbst-Unterrichtens unterschieden werden kann, kann durch den Mid-Test Rechnung getragen werden (vgl. a. Tabelle 10).

Bei der Videoanalyse des Same Age Peer Tutoring Prozesses wurde – wie auch in den Interviews – für eine Folgeuntersuchung evaluiert, ob eine gewisse Übernahme von Konzepten, Problemlösungsstrategien und für die Tutorenrolle spezifischen Verhaltensweisen aus dem Cross Age Peer Tutoring-Prozess erfolgte. Zu diesem Zweck reichte ein Vergleich der in der Videoanalyse zum Cross Age Peer Tutoring für den jeweiligen Tutor (L1 oder L2, s. Tabelle 16) kodierten Kategorien mit den Verhaltensweisen der Tutees (S1, S2, S4, S5 s. Tabelle 16), welche nun die Tutorinnen- und Tutorenrolle

einnehmen. Es wurden entsprechend, wie bereits auf Seite 88 erwähnt, die Kategorien 5.1, 5.3 und 5.5 der Tabelle 17 zur Kodierung gewählt. Die Ergebnisse und Interpretationen dieser Untersuchung, die jene der vorliegenden Arbeit jedoch auch zu stützen und zu bestätigen vermögen, seien jedoch, um den Umfang dieser Arbeit zu beschränken, erst in folgenden Veröffentlichung dargestellt.

Bei allen kategorienbasierten Analysen fand keine „inhaltliche Segmentierung“ statt, sondern das Analysematerial wurde nach festgelegten 10 Sekundenintervallen segmentiert (vgl. Greve & Wentura, 1997, zit. nach Mayring et al., 2005, S.18).

Die Kodierung mit Videograph erwies sich wohl aufgrund der großen Anzahl an probandenspezifischen Kategorien als für die Rechenleistung des verwendeten PCs sehr ressourcenintensiv. Denn zu jeder Kategorie für jeden Akteur musste eine eigene Variable zugewiesen werden (vgl. Abbildung 14), sodass alle 10 Sekunden eine Zuordnung aller Kategorien zu allen Akteuren möglich war. „Videograph behandelt die Kategorien einer Variable [jedoch] als disjunkt, es können also innerhalb einer Variablen nicht mehrere Kategorien gleichzeitig codiert werden.“ (Rimmele, 2002, S.54). Somit hätte mit Videograph eine Anzahl von $205 \cdot 6 = 1230$ beziehungsweise $205 \cdot 3 = 615$ Variablen beziehungsweise probandenspezifischen Kategorien erstellt werden müssen, was mit dem Programm jedoch nicht gelang.

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">5.2A_L1</td> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">5.2A_L2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit</td> <td style="text-align: center;">6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5 Kompetenzbedrohung</td> <td style="text-align: center;">5 Kompetenzbedrohung</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4 Autonomiebedrohung</td> <td style="text-align: center;">4 Autonomiebedrohung</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 Soziale Eingebundenheit</td> <td style="text-align: center;">3 Soziale Eingebundenheit</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 Kompetenz</td> <td style="text-align: center;">2 Kompetenz</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomie</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomie</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">5.2A_S1</td> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">5.2A_S4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit</td> <td style="text-align: center;">6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5 Kompetenzbedrohung</td> <td style="text-align: center;">5 Kompetenzbedrohung</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4 Autonomiebedrohung</td> <td style="text-align: center;">4 Autonomiebedrohung</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 Soziale Eingebundenheit</td> <td style="text-align: center;">3 Soziale Eingebundenheit</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 Kompetenz</td> <td style="text-align: center;">2 Kompetenz</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomie</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomie</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">5.2A_S2</td> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">5.2A_S5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit</td> <td style="text-align: center;">6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5 Kompetenzbedrohung</td> <td style="text-align: center;">5 Kompetenzbedrohung</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4 Autonomiebedrohung</td> <td style="text-align: center;">4 Autonomiebedrohung</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 Soziale Eingebundenheit</td> <td style="text-align: center;">3 Soziale Eingebundenheit</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 Kompetenz</td> <td style="text-align: center;">2 Kompetenz</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomie</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomie</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">5.2A_S3</td> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">5.2A_S6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit</td> <td style="text-align: center;">6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5 Kompetenzbedrohung</td> <td style="text-align: center;">5 Kompetenzbedrohung</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4 Autonomiebedrohung</td> <td style="text-align: center;">4 Autonomiebedrohung</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 Soziale Eingebundenheit</td> <td style="text-align: center;">3 Soziale Eingebundenheit</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 Kompetenz</td> <td style="text-align: center;">2 Kompetenz</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomie</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomie</td> </tr> </table>	5.2A_L1	5.2A_L2	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	5 Kompetenzbedrohung	5 Kompetenzbedrohung	4 Autonomiebedrohung	4 Autonomiebedrohung	3 Soziale Eingebundenheit	3 Soziale Eingebundenheit	2 Kompetenz	2 Kompetenz	1 Autonomie	1 Autonomie	5.2A_S1	5.2A_S4	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	5 Kompetenzbedrohung	5 Kompetenzbedrohung	4 Autonomiebedrohung	4 Autonomiebedrohung	3 Soziale Eingebundenheit	3 Soziale Eingebundenheit	2 Kompetenz	2 Kompetenz	1 Autonomie	1 Autonomie	5.2A_S2	5.2A_S5	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	5 Kompetenzbedrohung	5 Kompetenzbedrohung	4 Autonomiebedrohung	4 Autonomiebedrohung	3 Soziale Eingebundenheit	3 Soziale Eingebundenheit	2 Kompetenz	2 Kompetenz	1 Autonomie	1 Autonomie	5.2A_S3	5.2A_S6	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	5 Kompetenzbedrohung	5 Kompetenzbedrohung	4 Autonomiebedrohung	4 Autonomiebedrohung	3 Soziale Eingebundenheit	3 Soziale Eingebundenheit	2 Kompetenz	2 Kompetenz	1 Autonomie	1 Autonomie	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A1_L1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A1_L2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomie_L1</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomie_L2</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A1_S1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A1_S4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomie_S1</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomie_S4</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A1_S2</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A1_S5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomie_S2</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomie_S5</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A1_S3</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A1_S6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomie_S3</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomie_S6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomie_S3</td> <td style="text-align: center;">Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomie_S6</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A2_L1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A2_L2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Kompetenz_L1</td> <td style="text-align: center;">1 Kompetenz_L2</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A2_S1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A2_S4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Kompetenz_S1</td> <td style="text-align: center;">1 Kompetenz_S4</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A2_S2</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A2_S5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Kompetenz_S2</td> <td style="text-align: center;">1 Kompetenz_S5</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A2_S3</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A2_S6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Kompetenz_S3</td> <td style="text-align: center;">1 Kompetenz_S6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Psychologische Grundbedürfnisse - Kompetenz_S3</td> <td style="text-align: center;">Psychologische Grundbedürfnisse - Kompetenz_S6</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A3_L1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A3_L2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Soziale Eingebundenheit_L1</td> <td style="text-align: center;">1 Soziale Eingebundenheit_L2</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A3_S1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A3_S4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Soziale Eingebundenheit_S1</td> <td style="text-align: center;">1 Soziale Eingebundenheit_S4</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A3_S2</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A3_S5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Soziale Eingebundenheit_S2</td> <td style="text-align: center;">1 Soziale Eingebundenheit_S5</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A3_S3</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A3_S6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Soziale Eingebundenheit_S3</td> <td style="text-align: center;">1 Soziale Eingebundenheit_S6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Psychologische Grundbedürfnisse - Soziale Eingebundenheit_S3</td> <td style="text-align: center;">Psychologische Grundbedürfnisse - Soziale Eingebundenheit_S6</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A4_L1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A4_L2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomiebedrohung_L1</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomiebedrohung_L2</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A4_S1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A4_S4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomiebedrohung_S1</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomiebedrohung_S4</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A4_S2</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A4_S5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomiebedrohung_S2</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomiebedrohung_S5</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A4_S3</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A4_S6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Autonomiebedrohung_S3</td> <td style="text-align: center;">1 Autonomiebedrohung_S6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomiebedrohung_S3</td> <td style="text-align: center;">Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomiebedrohung_S6</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A5_L1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A5_L2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Kompetenzbedrohung_L1</td> <td style="text-align: center;">1 Kompetenzbedrohung_L2</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A5_S1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">5.2A5_S4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 Kompetenzbedrohung_S1</td> <td style="text-align: center;">1 Kompetenzbedrohung_S4</td> </tr> </table>	5.2A1_L1	5.2A1_L2	1 Autonomie_L1	1 Autonomie_L2	5.2A1_S1	5.2A1_S4	1 Autonomie_S1	1 Autonomie_S4	5.2A1_S2	5.2A1_S5	1 Autonomie_S2	1 Autonomie_S5	5.2A1_S3	5.2A1_S6	1 Autonomie_S3	1 Autonomie_S6	Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomie_S3	Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomie_S6	5.2A2_L1	5.2A2_L2	1 Kompetenz_L1	1 Kompetenz_L2	5.2A2_S1	5.2A2_S4	1 Kompetenz_S1	1 Kompetenz_S4	5.2A2_S2	5.2A2_S5	1 Kompetenz_S2	1 Kompetenz_S5	5.2A2_S3	5.2A2_S6	1 Kompetenz_S3	1 Kompetenz_S6	Psychologische Grundbedürfnisse - Kompetenz_S3	Psychologische Grundbedürfnisse - Kompetenz_S6	5.2A3_L1	5.2A3_L2	1 Soziale Eingebundenheit_L1	1 Soziale Eingebundenheit_L2	5.2A3_S1	5.2A3_S4	1 Soziale Eingebundenheit_S1	1 Soziale Eingebundenheit_S4	5.2A3_S2	5.2A3_S5	1 Soziale Eingebundenheit_S2	1 Soziale Eingebundenheit_S5	5.2A3_S3	5.2A3_S6	1 Soziale Eingebundenheit_S3	1 Soziale Eingebundenheit_S6	Psychologische Grundbedürfnisse - Soziale Eingebundenheit_S3	Psychologische Grundbedürfnisse - Soziale Eingebundenheit_S6	5.2A4_L1	5.2A4_L2	1 Autonomiebedrohung_L1	1 Autonomiebedrohung_L2	5.2A4_S1	5.2A4_S4	1 Autonomiebedrohung_S1	1 Autonomiebedrohung_S4	5.2A4_S2	5.2A4_S5	1 Autonomiebedrohung_S2	1 Autonomiebedrohung_S5	5.2A4_S3	5.2A4_S6	1 Autonomiebedrohung_S3	1 Autonomiebedrohung_S6	Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomiebedrohung_S3	Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomiebedrohung_S6	5.2A5_L1	5.2A5_L2	1 Kompetenzbedrohung_L1	1 Kompetenzbedrohung_L2	5.2A5_S1	5.2A5_S4	1 Kompetenzbedrohung_S1	1 Kompetenzbedrohung_S4
5.2A_L1	5.2A_L2																																																																																																																																								
6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit																																																																																																																																								
5 Kompetenzbedrohung	5 Kompetenzbedrohung																																																																																																																																								
4 Autonomiebedrohung	4 Autonomiebedrohung																																																																																																																																								
3 Soziale Eingebundenheit	3 Soziale Eingebundenheit																																																																																																																																								
2 Kompetenz	2 Kompetenz																																																																																																																																								
1 Autonomie	1 Autonomie																																																																																																																																								
5.2A_S1	5.2A_S4																																																																																																																																								
6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit																																																																																																																																								
5 Kompetenzbedrohung	5 Kompetenzbedrohung																																																																																																																																								
4 Autonomiebedrohung	4 Autonomiebedrohung																																																																																																																																								
3 Soziale Eingebundenheit	3 Soziale Eingebundenheit																																																																																																																																								
2 Kompetenz	2 Kompetenz																																																																																																																																								
1 Autonomie	1 Autonomie																																																																																																																																								
5.2A_S2	5.2A_S5																																																																																																																																								
6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit																																																																																																																																								
5 Kompetenzbedrohung	5 Kompetenzbedrohung																																																																																																																																								
4 Autonomiebedrohung	4 Autonomiebedrohung																																																																																																																																								
3 Soziale Eingebundenheit	3 Soziale Eingebundenheit																																																																																																																																								
2 Kompetenz	2 Kompetenz																																																																																																																																								
1 Autonomie	1 Autonomie																																																																																																																																								
5.2A_S3	5.2A_S6																																																																																																																																								
6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit	6 Bedrohung sozialer Eingebundenheit																																																																																																																																								
5 Kompetenzbedrohung	5 Kompetenzbedrohung																																																																																																																																								
4 Autonomiebedrohung	4 Autonomiebedrohung																																																																																																																																								
3 Soziale Eingebundenheit	3 Soziale Eingebundenheit																																																																																																																																								
2 Kompetenz	2 Kompetenz																																																																																																																																								
1 Autonomie	1 Autonomie																																																																																																																																								
5.2A1_L1	5.2A1_L2																																																																																																																																								
1 Autonomie_L1	1 Autonomie_L2																																																																																																																																								
5.2A1_S1	5.2A1_S4																																																																																																																																								
1 Autonomie_S1	1 Autonomie_S4																																																																																																																																								
5.2A1_S2	5.2A1_S5																																																																																																																																								
1 Autonomie_S2	1 Autonomie_S5																																																																																																																																								
5.2A1_S3	5.2A1_S6																																																																																																																																								
1 Autonomie_S3	1 Autonomie_S6																																																																																																																																								
Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomie_S3	Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomie_S6																																																																																																																																								
5.2A2_L1	5.2A2_L2																																																																																																																																								
1 Kompetenz_L1	1 Kompetenz_L2																																																																																																																																								
5.2A2_S1	5.2A2_S4																																																																																																																																								
1 Kompetenz_S1	1 Kompetenz_S4																																																																																																																																								
5.2A2_S2	5.2A2_S5																																																																																																																																								
1 Kompetenz_S2	1 Kompetenz_S5																																																																																																																																								
5.2A2_S3	5.2A2_S6																																																																																																																																								
1 Kompetenz_S3	1 Kompetenz_S6																																																																																																																																								
Psychologische Grundbedürfnisse - Kompetenz_S3	Psychologische Grundbedürfnisse - Kompetenz_S6																																																																																																																																								
5.2A3_L1	5.2A3_L2																																																																																																																																								
1 Soziale Eingebundenheit_L1	1 Soziale Eingebundenheit_L2																																																																																																																																								
5.2A3_S1	5.2A3_S4																																																																																																																																								
1 Soziale Eingebundenheit_S1	1 Soziale Eingebundenheit_S4																																																																																																																																								
5.2A3_S2	5.2A3_S5																																																																																																																																								
1 Soziale Eingebundenheit_S2	1 Soziale Eingebundenheit_S5																																																																																																																																								
5.2A3_S3	5.2A3_S6																																																																																																																																								
1 Soziale Eingebundenheit_S3	1 Soziale Eingebundenheit_S6																																																																																																																																								
Psychologische Grundbedürfnisse - Soziale Eingebundenheit_S3	Psychologische Grundbedürfnisse - Soziale Eingebundenheit_S6																																																																																																																																								
5.2A4_L1	5.2A4_L2																																																																																																																																								
1 Autonomiebedrohung_L1	1 Autonomiebedrohung_L2																																																																																																																																								
5.2A4_S1	5.2A4_S4																																																																																																																																								
1 Autonomiebedrohung_S1	1 Autonomiebedrohung_S4																																																																																																																																								
5.2A4_S2	5.2A4_S5																																																																																																																																								
1 Autonomiebedrohung_S2	1 Autonomiebedrohung_S5																																																																																																																																								
5.2A4_S3	5.2A4_S6																																																																																																																																								
1 Autonomiebedrohung_S3	1 Autonomiebedrohung_S6																																																																																																																																								
Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomiebedrohung_S3	Psychologische Grundbedürfnisse - Autonomiebedrohung_S6																																																																																																																																								
5.2A5_L1	5.2A5_L2																																																																																																																																								
1 Kompetenzbedrohung_L1	1 Kompetenzbedrohung_L2																																																																																																																																								
5.2A5_S1	5.2A5_S4																																																																																																																																								
1 Kompetenzbedrohung_S1	1 Kompetenzbedrohung_S4																																																																																																																																								

Da in Videograph pro Variable nur eine Kategorie gewählt werden kann,...

...muss für jede Kategorie eine eigene Variable erstellt werden.

Abbildung 14: Disjunktes und konjunktes Kodieren in Videograph

Wie in Abbildung 12 auf Seite 87 gezeigt, gelingt das konjunkte Kodieren der Kategorien mit Hilfe einer Excel-Tabelle sehr einfach, sodass in einer 10-Sekunden-Sequenz auch an einem Akteur beispielsweise mehrere Schülervorstellungen identifiziert werden können, was etwa auch die Zuordnung von Hybridvorstellungen (s. S.11) ermöglicht. Ein weiterer Vorteil der Excel-Tabelle war, dass die Kategoriererstellung schneller vorgenommen werden konnte als dies mit Hilfe von Videograph möglich gewesen wäre.

Kategorien 2. bis 4. sind akteurspezifisch, die Einflussfaktoren 5.1 betreffen die gesamte Gruppe deren Einfluss auf den einzelnen Akteur wurde jedoch ebenso kodiert. Beim Kodieren der Kategorien unter Punkt 5.5- wurde auf den disjunkten Charakter geachtet, es kann somit nicht vorkommen, dass zur gleichen Zeit unterschiedliche konstruktivistische Lehr-Lern-Sequenzen auftreten (vgl. Widodo & Duit, 2005, S.139), es kam jedoch in einigen wenigen Sequenzen aufgrund von Überschneidungen oder kurzen Wechseln zwischen den Lehr-Lernsequenzen zu Mehrfach-Kodierungen. Für diese konstruktivistischen Lehr-Lern-Sequenzen sei auch gleich hier der Hinweis gegeben, dass es sich im Rahmen der Videoanalyse des Peer Tutoring lediglich das Kodieren der Anzeichen auf das Vorliegen einer solchen Sequenz handelt, da die Akteure diese Art zu unterrichten wohl nicht reflektiert und bewusst einleiteten.

4.3.4.5 Objektivität, Reliabilität und Validität der Videoanalyse

Die Analyse der Videos hat zwar einen stark interpretativen Schwerpunkt, wird jedoch durch die dahinterstehende Theorie sowie durch die methodische Triangulation durch Fragebogen und Testinstrument unterstützt und gewinnt somit an Reliabilität und Validität. Zudem sind bei der Dateninterpretation für Kategorien, welche für die Ergebnisse dieser Arbeit besonders wichtig sind, „Ankersequenzen“ beziehungsweise „Ankerbeispiele“ in Form eines Transkripts angeführt, um die Kodierung zu unterstützen. Zur Herstellung von Objektivität der Videoanalyse bedarf es der Intercoderreliabilität (Mayring, 2010, S.116ff), welche aufgrund des großen Aufwandes, sich mit den 205 Kategorien für jeden Akteur auseinanderzusetzen, und aufgrund der großen Anzahl an nötigen Analyse-Durchgängen nicht hergestellt wurde. Um zu überprüfen ob diese gegeben ist, müssen von zukünftigen Ratern vor einer Analyse des Datenmaterials die genauen Indikatoren für die entsprechenden theoriebasierten Kategorien dem theoretischen Teil dieser Arbeit an den in Tabelle 17 angeführten Seiten sowie der im theoretischen Teil behandelten und in Tabelle 17 angegebenen Literatur entnommen werden und es sollten die Ankerbeispiele in den Kapiteln 4.4.2 und 4.4.3.8 bis 4.4.3.11 überprüft werden. Konkrete „Kodieranweisungen“ (vgl. Widodo & Duit, 2004, S.242) wurden jedoch auch aufgrund der Vielzahl der Kategorien nicht verfasst.

Mayring gibt jedoch mit Hinweis auf Ritsert (1972, S.70) zu bedenken, „dass hohe Übereinstimmung zwischen verschiedenen Kodierern nur bei sehr einfachen Analysen zu erreichen sei.“ (Mayring, 2010, S.117)

4.3.5 Interview

Mit Hilfe von Interviews sollen primär Konzeptübernahme und Rollenwahrnehmung untersucht werden aber auch eventuell weitere Hintergründe das Interesse und die intrinsische Motivation der Schülerinnen und Schüler betreffend, entdeckt werden (vgl. Zinn 2010, S.145) sowie die Sicht der Tutees auf die Rollen-Eigenschaften ihrer Tutoren überprüft werden. Die Ergebnisse der Interviews sollen auch die Resultate der Videoanalyse stützen, hinterfragen und vertiefen, weshalb auf Basis der Aufnahmen ein „Follow-Up-Interview“ durchgeführt wurde. Diese weitere Bestätigung der Ergebnisse dieser Arbeit durch

Interviews wird jedoch in eine Folgeuntersuchung ausgelagert, um, wie bereits erwähnt, eine Umfangsreduktion des vorliegenden Werkes zu erreichen.

Wie auch die von Zinn (2008, S.114ff S.257ff) im Rahmen seiner Dissertation durchgeführten Interviews zum Einfluss der von ihm untersuchten Unterrichtsmethode auf die Interessen der Lernenden, waren die eingesetzten Befragungsmethoden halbstandardisierte Interviews mit selbst erstelltem „Interview-Leitfaden, der dem Interviewer mehr oder weniger verbindlich die Inhalte des Gesprächs vorschreibt“ (Zinn, 2008, S.114ff), durchgeführt. Diese die Grobstruktur der Interviews vorgebenden Schemen, die sich auch auf die bei der Beobachtung des Cross Age Peer Tutoring und bei Betrachtung der Videos identifizierten Schülervorstellungen der Akteure bezogen und die darauf ausgelegt waren übernommene Konzepte, die Einstellung zum Tutor und dessen rollenspezifische Wahrnehmung von Seiten der einzelnen Tutees etwas genauer zu identifizieren, seien jedoch nicht an dieser Stelle sondern erst in der Folgeuntersuchung beschrieben.

4.4 Durchführung und Ergebnisse

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der in Tabelle 10 zusammengefassten im Rahmen der Untersuchung durchgeführten Interventionen chronologisch dargestellt ausgewertet und interpretiert. Kapitel 4.4.1 beschreibt kurz das Auftreten von Schülervorstellungen beim Steuergruppentreffen. In Kapitel 4.4.2 sind die mittels Videoanalyse, Beobachtung und Arbeitsblatt erfassten Vorstellungen (4.4.2.1), Wissenskonstruktionsaktivitäten, Analogien und Heuristiken (4.4.2.2) sowie motivationale Aspekte beim Mentoring (4.4.2.3) auch anhand von Ankersequenzen geschildert und eine Begründung für die Auswahl zweier Tutoren zur näheren Beobachtung wird gegeben (4.4.2.4). In den Kapiteln 4.4.3.1 bis 4.4.3.7 sind die Ergebnisse der Test- und Fragebogen-Instrumente wiedergegeben, ausgewertet, ihre Ergebnisse miteinander in Beziehung gesetzt und interpretiert. Die Auswertung und Interpretation der Videoanalyse sowie die In-Bezug-Setzung der Ergebnisse mit den Fragebogen- und insbesondere den Testinstrumenten sei in den Kapiteln 4.4.3.8 bis 4.4.3.12 dargestellt. Kapitel 4.4.4 versucht grob den möglichen Einfluss des Mentorings der AHS-Unterstufe, welches für diese Arbeit nicht näher untersucht wurde, auf die Untersuchungsergebnisse darzulegen. In Kapitel 4.4.5 wird die Forschungsfrage und Hypothese der Folgeuntersuchung vorgestellt, in der die Ergebnisse der Interviews sowie der Videoanalyse des Same Age Peer Tutoring in Bezug auf die Konzept- und Strategieübernahme der Tutees sowie hinsichtlich ihrer Wahrnehmung des Tutors in seiner sozialen Rolle untersucht werden. Das letzte Kapitel dieser Arbeit fasst schließlich sämtliche Ergebnisse in Bezug auf die Forschungsfragen prägnant zusammen, überprüft das Zutreffen der Hypothesen und stellt Implikationen für zukünftige Untersuchungen sowie die Unterrichtspraxis auf.

Hier sei noch angemerkt, dass im Weiteren bei der Schilderung der Ergebnisse der Begriff „Konzeptwechsel“ oft nicht ganz sauber im Sinne des Auftretens eines anderen Konzeptes anstelle eines alten verwendet wird, wobei mit „positiver Konzeptwechsel“ gemeint ist, dass das identifizierte „neue“ Konzept aus physikalischer Sicht adäquat ist und „negativer Konzeptwechsel“ ein Auftreten eines inadäquaten Konzeptes an Stelle eines ursprünglich physikalisch gesehen passenden Konzeptes meint. Ob tatsächlich Konzeptwechsel im eigentlichen Sinne aufgetreten sind, kann nicht gesichert beurteilt werden, denn es kann sich im Grunde immer nur um Indizien dafür handeln. Für das Verständnis des Begriffes Konzeptwechsel sei abermals auf Kapitel 3.1.3 verwiesen.

4.4.1 Schülervorstellungen beim Steuergruppentreffen

Bereits beim Steuergruppentreffen konnten Vorstellungen von Lernenden der Sekundarstufe 1 identifiziert werden. So wurden durch Beobachtung der Teilnehmenden neben einer Verbrauchsvorstellung („Das Lämpchen verbraucht den ganzen Strom“), geometrischen oder Entfernungs-Vorstellungen („B und C leuchten gleich hell, weil sie auf derselben Höhe sind.“) sowie einer stofflichen Vorstellung zum Strom („In jeder Batterie ist elektrischer Strom“) auch Ansätze einer systemischen Vorstellung („Der Strom ist ja schon

überall rein geflossen“) und zu einer Überwindung der sequentiellen Vorstellung („Es könnte ja sein, dass der Strom gleich schnell durchfließt, dann leuchten die Lämpchen ja gleich hell.“) festgestellt. Dass innerhalb weniger Minuten Beobachtungszeit (insgesamt arbeiteten die Teilnehmenden 30 Minuten an den Aufgaben) durch die Beobachtung einer Arbeitsgruppe Schülervorstellungen identifiziert werden konnten, stimmte zuversichtlich auch in der Stichprobe derartige Konzepte und deren Evolution durch die Videoanalyse ausfindig machen zu können. Die von den Teilnehmenden bearbeiteten Aufgaben sind als Kopie dem Anhang F beigefügt.

4.4.2 Durchführung und Auswertung des Mentorings der AHS-Oberstufe

Die Durchführung des Mentorings, welches 4 Unterrichtsstunden (zu je 50 Minuten) dauerte und an dem eine Schülerin und sieben Schüler teilnahmen sowie von einer Projektmitarbeiterin geleitet und von zwei Diplomierenden unterstützt und beobachtet wurde, beinhaltete die folgenden Punkte, welche mit den Teilnehmenden bearbeitet wurden:

- Den Schülerinnen und Schülern wurden die für die Elektrizitätslehre typischen Schülervorstellungen aufgezeigt.
- Die Ziele des Tutorings, wie etwa diese Schülervorstellungen bei den Tutees aufzufinden und einen Konzeptwechsel herbeizuführen, wurden erklärt.
- Die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu ausgewählten Testitems (C1, C2, C3, s. S.79 u. 101) wurden geklärt.
- Verschiedene Konzepte, wie das der Serien- und der Parallelschaltung, wurden thematisiert.
- Vorgeschlagene Problemstellungen für die 3. Klasse AHS wurden von den Schülerinnen und Schülern der Oberstufe nach Feststellung der Voraussetzungen der Unterstufenschülerinnen und -schüler ausgewählt und durchgearbeitet, um zu dem Ziel der Entwicklung einer eigenen Lehrsequenz zu gelangen.
- Schließlich wurde noch darauf hingewiesen, im Rahmen des Cross Age Peer Tutoring, den Ablauf einzuhalten und auf Schülervorstellungen der Tutees zu achten.

Für diese Arbeit wurde beim Mentoring vor allem versucht, Schülervorstellungen, Wissenskonstruktionsaktivitäten und mögliche Konzeptwechsel ausfindig zu machen und die Identifikation zweier in diesen Punkten sowie im Verhalten und der Motivation stark voneinander differenzierender Akteure wurde angestrebt. Das dafür nötige Transkript der zur Analyse herangezogenen Videoaufnahmen sowie das kurze Protokoll der nicht videoanalytierten Teile des Mentorings finden sich im Anhang A.2. In diesem Transkript und im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden die am Mentoring teilnehmenden Akteure mit L1 bis L8 bezeichnet, die das Mentoring leitende Projektmitarbeiterin wird mit PM abgekürzt und den beiden das Mentoring unterstützenden Diplomierenden (einer ist der Autor dieser Arbeit) wird das Kürzel D(a) und D(b) zugeteilt. Eingangs sei auch angemerkt, dass aufgrund der Sitzordnung meist L1 und L4, L2 und L3, L5 und L8 sowie L6 und L7 zu zweit zusammen arbeiteten. Diese Zweier-Substrukturen wurden meist auch beibehalten, wenn im Raum verteilt, in Gruppen an Problemen gearbeitet wurde.

4.4.2.1 Vorstellungen beim Mentoring

Die durch den ersten Durchgang der Videoanalyse des Mentorings gefundenen Schülervorstellungen seien im Folgenden beschrieben. Im Laufe der Interpretation der weiteren Ergebnisse (Pre- und Post-Test-Ergebnisse der Tutoren sowie die Ergebnisse der Testinstrumente, welche die Tutees der jeweiligen Tutoren erbrachten), wird auf diese Vorstellungen zurückgegriffen. Die Vorstellungen und möglicherweise vollzogenen Konzeptwechsel während dem Mentoring stellten auch, wie bereits erwähnt, einen Faktor der in Kapitel 4.4.2.4 erläuterten Probandenauswahl dar.

Die Gesamtzahl der in der Videoanalyse und Beobachtung des Mentorings registrierten geäußerten Schülervorstellungen und deren Zuordnung zu den einzelnen Konzepten und Akteuren ist in Tabelle 18 wiedergegeben. Darauf folgend seien einige Ankersequenzen konkreter Vorstellungen und deren weitere Evolution sowie Interpretation wiedergegeben. Das gesamte Transkript des Mentorings ist im Anhang A.2 zu finden.

L \ SV	Gesamt	Ok	V	kl	Sh	Rsup	Seq	Lok	E	Geo	kpR	andere
Gesamt	136	56	5	12	3	6	10	4	9	14	1	16
L1	39	20	2	6	1	2	4	2				2
L2	0											
L3	5			1			1			2		1
L4	13	8	1			1		1		1		1
L5	12	7				1	1			1		2
L6	34	12	1	2	2	1		1	4	5	1	5
L7	33	9	1	3		1	4		5	5		5
L8	0											

Legende: L...Akteur (Tutor/Tutorin); SV...Schülervorstellung (Abkürzungen s. Tabelle 1); Ok ... physikalisch richtiges Konzept

Tabelle 18: Schülervorstellungen beim Mentoring

Die Anzahl der aus physikalischer Sicht richtigen Konzepte (Ok) ist meist auf die geäußerten Vorstellungen, bereits vor deren Erläuterung im Mentoring, zurückzuführen. Es wurden aber auch die von den Akteuren nach der im Mentoring erfolgten „Richtigstellung“ geäußerten Vorstellungen als solche Konzepte gewertet. Aufgrund der zahlreichen Diskussionen der Teilnehmenden untereinander sind diese Konzepte jedoch nicht klar voneinander und von zeitlich nur kurz im Verlauf des Mentorings auftretenden Vorstellungen zu unterscheiden. Ob tatsächlich ein Konzeptwechsel vollzogen wurde, ließe sich aus der Unterscheidung dieser Äußerungen voneinander jedoch ohnehin nicht gesichert feststellen.

Einige der in Tabelle 18 einzeln und distinkt angeführten, beobachteten Vorstellungen traten in Hybridvorstellungen auf und stellen somit „Vorstellungspakete“ dar. Beispiele finden sich im weiteren Fließtext.

Die Teilnehmenden unterschieden sich sehr stark in der Äußerung ihrer Vorstellungen. So äußerte L1 beispielsweise 39 Vorstellungen, wovon etwa 51% physikalisch korrekt waren und L7 nannte 33 Vorstellungen von denen ca. 27% einem geeigneten Konzept entsprachen. L2 und L8 äußerten überhaupt keine Vorstellungen, lediglich Bemerkungen zu Beobachtungen, wie „das leuchtet“, wurden registriert. Bei konkreter Nachfrage äußerte L8 lediglich Unkenntnis und dass der Sachverhalt unbekannt sei (vgl. Ankersequenz 2). L3

wiederholte, wenn er direkt gefragt wurde das zuletzt von einem anderen Teilnehmenden gehörte Konzept, was etwa an folgender Ankersequenz deutlich wird:

Ankersequenz 1 (Mentoring-Video 2, Anhang A.2)

- 12:40 L1: Es wird immer kleiner. Beim ersten Abschnitt vom Kabel wird 0,4 sein, dann Widerstand, nach der Lampe ist auch noch ein Widerstand, also die Lampe ist auch noch ein Widerstand, wieder kleiner, nach dem zweiten wieder.
 [...] [...]
 13:20 PM: #L2#, #L3#, habt ihr auch eine Vorstellung zu der Stromstärke, wo die wie groß ist?
 [...] [...]
 L3: Naja, nach dem Widerstand geringer.

Zudem konnten bei L3 und auch bei den meisten anderen Akteuren – insbesondere bei L6 und L7 – Schwierigkeiten bei der Identifikation von Parallel- und Serienschaltungen sowie deren Kombination festgestellt werden, weshalb diese als diffuse Vorstellungen zur Geometrie des Schaltbildes gewertet wurden. Obwohl L1 beim Pre-Test noch unpassende Vorstellungen zur Geometrie des Schaltbildes aufwies, konnten im Verlauf des Mentorings nur noch aus physikalischer Sicht richtige Aussagen von dem Akteur bezüglich der Art der Schaltung festgestellt werden.

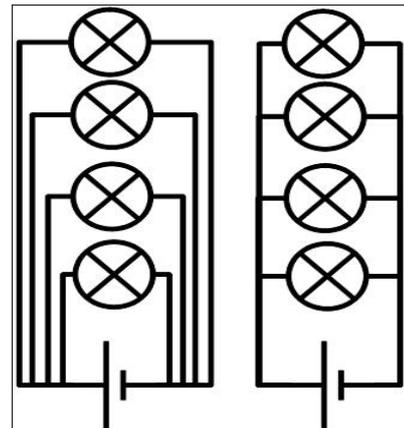


Abbildung 15: Unterschiedlich angelegte Parallelschaltungen, links Schaltung #1, rechts Schaltung #2

Besonders der Vergleich zweier unterschiedlich gebauter Parallelschaltungen (siehe Abbildung 15), die Frage nach dem Charakteristikum einer Parallelschaltung, sowie die wiederholte Behandlung unterschiedlicher Parallelschaltungen im Mentoring ermöglichte wohl L1 und vermutlich auch anderen Akteuren, wie etwa dem Tutor L5 ihre Vorstellungen zur Geometrie zu überdenken (vgl. Ergebnisse der Pre- und Post-Tests, Seite 110). Dies sei durch folgende Sequenz verdeutlicht:

Ankersequenz 2 (Mentoring-Video 1, Anhang A.2)

- 46:00 PM: Ja [lächelt L1 an], was ist der Unterschied zwischen dieser Schaltung [zeigt] und dieser Schaltung?
 L6, L7: Parallel und in Serie.
 [PM hebt Schaltung #2 an]
 46:10 PM: Bitte, wie heißt diese Schaltung [zeigt] und wie heißt diese Schaltung [zeigt]?
 L5: Umgekehrte Schaltung? [lächelt]
 46:20 PM: Jetzt schaut einmal zuerst auf die da, ja [PM hebt Parallelschaltung #2] mit 4 Lämpchen an, sodass alle sie sehen können]
 46:30 L1: Ich sag Parallelschaltung.
 L7: Serienschaltung, das ist parallel [zeigt auf #1].
 L6: Ich sag auch, dass das Serien- ist.
 D(b) [gleichzeitig]: Was sagst du, #L8#?
 L8: Ich hab keine Ahnung. Ich hab sowas noch nie gemacht.
 46:40 [...] [...]
 46:50 PM: Also, die Frage ist jetzt, was ist das Charakteristikum einer Serienschaltung und was ist das Charakteristikum einer Parallelschaltung? Das ist das, was für die Theorie ganz entscheidend ist. Oder?
 L1: Na warte sind das jetzt beides Parallelschaltungen?
 47:00 PM: Das sind beides Parallelschaltungen.
 L1: Aaah. (...)
 47:10 PM: Und was macht- was macht jetzt die Serien- und die Parallelschaltung aus?
 47:20 L1 [aufzeigend]: Ja in einer Serienschaltung ist ein Stromkreis und mehrere Lampen und da sind halt mehrere Stromkreise, einer, ein zweiter, ein dritter, ein vierter. [zeigt]
 47:30 PM: Ja, das heißt, bei einer Parallelschaltung haben wir immer irgendwo einen-

L1: Kreuzung
 PM: Kreuzungspunkt
 L5: Ist eh logisch.

Eine Schülervorstellung betreffend den Stromfluss, welche lediglich L6 und L7 aufwiesen und die durch Missverständnisse im Physik-Unterricht bedingt war (siehe Ankersequenz 3), konnte beim Mentoring sehr früh entdeckt werden. Nachdem nebenstehende Parallelschaltung auf die Tafel gezeichnet wurde, äußerten sich die Akteure folgendermaßen:

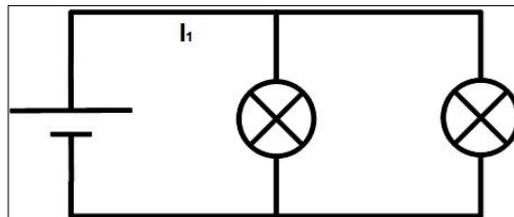


Abbildung 16: Zur Identifikation der "Kürzester Weg"-Vorstellung

Ankersequenz 3 (Mentoring-Video 1, Anhang A.2)

- 34:50 [...] PM: und jetzt mach ich da ein zweites Lämpchen dazu parallel.
 L7: Dann wird das zweite Lämpchen nicht g-, dann wird das nicht-
- 35:00 L6: Ja eh, da läuft ja nix hin. Der nimmt ja den kürzesten Weg.
 L7: Der nimmt ja den kür-, da leuchtet nur das erste
 L1 [schüttelt Kopf kneift Augen zusammen]: Mm-mmh!
 PM: Ah.
 L4: Na das nicht.
 L5: Ah deswegen hast einen Einser in Physik [zu L7, lacht]
- 35:10 L6: Ja sicher eigentlich schon, so haben wir's gelernt. [lacht]

Die Lernenden gingen hier also nicht von einem „Weg des geringsten Widerstandes“ aus, sondern sahen einfach den räumlich kürzesten Weg als den einzigen an, welchen der Strom gehen könne. Es handelte sich somit um eine Vorstellung zu räumlicher Nähe (E), wie auf Seite 10 beschrieben.

Im Verlauf des Mentorings konnte vermutlich auch ein Konzeptwechsel hin zu einem physikalisch akzeptablen Konzept von den beiden Tutoren vollzogen werden. Die folgende Sequenz etwa macht deutlich, dass die beiden Tutoren das „Konzept des geringsten Widerstandes“ auf Schaltpläne anwendeten, um zu identifizieren ob es sich (unter anderem) bei nebenstehenden Schaltplänen um Kurzschlüsse handle oder nicht. Das wohl bis zu einem gewissen Grad bereits nachvollzogene Konzept erwies sich also in einer neuen Situation als fruchtbar (vgl. Seite 16) und die beiden Tutoren reformulierten die neue Vorstellung.

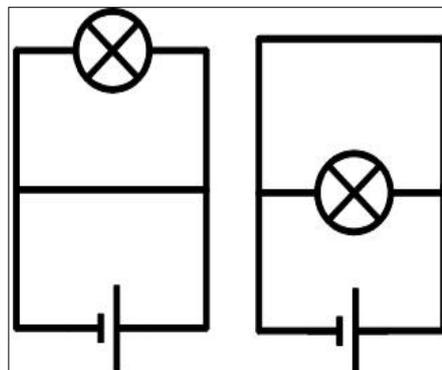


Abbildung 17: Zur Identifikation von Vorstellungen zu Kurzschlüssen

Ankersequenz 4 (Mentoring-Video 2, Anhang A.2)

- 22:50 [...] irgendwer hat gesagt, ganz am Anfang heute, das ist irgendwie, der Strom nimmt den kürzesten Weg oder wie war das.
 L6, L7: Ja.
 L5: Der #L7# war das glaub ich.
 PM: Ja.
 L1: Nein, den einfachsten, ohne Widerstand.
- 23:00 PM: Das hört man schon, das hört man schon, das ist kein Fehler oder (...). Du sagst den einfachsten, ohne Widerstand. Oder den mit dem-
 L5, L7: geringsten.

- PM: geringsten Widerstand, ja.
 L1: Ja, (...)
- 23:10 PM: Wo würde der Strom hier gehen, wo ist der Widerstand geringer? Da-
 L1: Nicht bei der Lampe.
 PM: oder da
 L6: Nja unten
 PM: Da. Da geht fast der ganze Strom durch.
- 23:20 L6: Das heißt da ist wieder ein Kurzschluss.
 PM: Und da, wo geht da der Strom-
 L1: Ja oben.
 L6: Ja, auch oben.
 PM: Ja, oben das ist auch, das sind beides Kurzschlüsse.
 L1: Hab ich doch gesagt.
 L7: Aha, ok. Das heißt es hängt nicht von der-
 23:30 L6: Nicht vom Weg, sondern vom Widerstand ab.

Das „Konzept des geringsten Widerstandes“ bot sich somit als Vorstellung an, welche die „Entfernungsvorstellung“ abzulösen im Stande war und diente gleichzeitig dazu, den Lernenden den Vorgang eines Kurzschlusses verständlicher zu machen, zu dem ebenso diffuse Vorstellungen, wie die in der folgenden Ankersequenz angeführten, auftraten:

Ankersequenz 5 (Mentoring-Video 2, Anhang A.2)

- 21:40 PM: Was ist sozusagen ein Kurzschluss?
 [...]
- 21:50 L5: Da geht einfach kein Strom mehr durch, also-
 PM: Kein Strom, gut, was sagst du? [zeigt auf L6 oder L1]
 L6: Kein Strom.
 L1: Dass sie nicht den angegebenen Weg fahren, also durch die Lampe durch, also nicht den gewollten Weg.
 PM: Ja, was sagst du? [auf L7 blickend]
 L7: Ja, wenn's keinen Verbrauch gibt-
 L6: Wenn ein Strom abgeht aber nicht zur Batterie.
 22:00 L7: Ja- (...)

Die zuletzt von L6 geäußerte Vorstellung erinnert ein wenig an die Funktionsweise eines Fehlerstrom-Schutzschalters und könnte möglicherweise mit einer missverstandenen Auffassung seiner Funktionsweise und einem unzulässigen Analogieschluss zusammenhängen.

Neben den Vorstellungen zur Geometrie von Schaltbildern und Stromkreisen sowie den Vorstellungen, welche mit der räumlichen Entfernung der Bauteile von der Spannungsquelle in der Schaltung zusammenhängen, wurden auch das Konzept einer Konstantstromquelle sowie die sequentielle Vorstellung sehr häufig unter den Teilnehmenden identifiziert.

Die Konstantstromvorstellung trat bei der Besprechung der Items F2 und F5 (s.S.74) des Pre-Tests auf. Während L6 und L7 zunächst sehr unsicher eine Hybridvorstellung aus lokaler, Verbrauchs- oder Widerstands-Superpositionsvorstellung aufwiesen, kam zu diesen Vorstellungen neben der Entfernungsvorstellung auch noch die Konstantstromvorstellung hinzu. Bei den beiden Akteuren lag hier offensichtlich ein sehr diffuses Vorstellungsamalgam vor, doch ist hier auch wieder auf den Zusammenhang zwischen lokaler und Konstantstrom-

Vorstellung, den Urban-Woldron & Hopf (in Druck, S.24) aufzeigen, hinzuweisen, welcher auch hier vorzuliegen schien. Auch L1 zog, trotz korrekter Beantwortung des Items F5, die Konstantstromvorstellung in Erwägung, die dann aber beim Post-Test nicht nachweisbar war.¹

Im Verlauf des Mentorings wurden auch einige Items zu sequentieller und lokaler Vorstellung bearbeitet (siehe Seite 79). Die Erklärungen zu den Fragen, welche die Teilnehmenden auf Zetteln hinterließen sowie die Besprechung der einzelnen Items ermöglichte ein klareres Bild von den betreffenden Konzepten der Akteure.

Es seien daher nun zunächst die Ergebnisse der Bearbeitung der Items C1 bis C3 durch die Akteure wiedergegeben, die jedoch nicht in Tabelle 18 auf Seite 97 aufgenommen wurden, da sie nicht mit Hilfe der Videoanalyse identifiziert wurden, sondern die Teilnehmenden die Aufgabe hatten, auch eine schriftliche Begründung zu ihren Item-Angaben anzuführen. Weil viele Akteure ihre Distraktoren-Auswahl und ihre Begründung nach Erklärung im Mentoring korrigierten, da verabsäumt wurde die Arbeitsblätter abzusammeln, sind die Angaben nicht ganz eindeutig, lassen jedoch auf folgende Schülervorstellungen bei den Akteuren schließen, die auch teilweise durch die Videoanalyse identifiziert wurden (vgl. Tabelle 18 und die Vorstellungen betreffende Ankersequenzen).

Akteure	Vorstellungen
L1	Seq
L2	Seq, Geo, kl
L3	Seq, Geo, kl
L4	Seq
L5	Seq, kl, Lok
L6	Seq/OK
L7	Seq
L8	?

Tabelle 19: Schülervorstellungen der Akteure im Mentoring der AHS-Oberstufe zu den Items C1 bis C3.

Die Vorstellungen von L8 konnten nicht nachvollzogen werden, da die Auswahl der Distraktoren und die Begründungen dazu nicht ernsthaft angeführt wurden.

Viele dieser Vorstellungen die Items C1 bis C3 betreffend wurden durch die weitere Diskussion jedoch umstrukturiert. Die in Tabelle 19 angeführten Konzepte stellen also, ebenso wie die mit Hilfe der Videoanalyse einzeln identifizierten Vorstellungen, nur eine Momentaufnahme der Konzepte bezüglich dieser Items während des Mentorings dar.

Zurückkehrend zur Videoanalyse, konnte im Rahmen der Diskussion dieser Items bei L1 eine sehr deutliche sequentielle Vorstellung identifiziert werden (siehe Ankersequenz 1, S.98 zu Items C1 und C2 auf S.79). Nachdem die Definition der Stromstärke wiederholt wurde, konnte auch bei L7 eine sequentielle Vorstellung identifiziert werden, welche dieser zunächst selbst auf geschlossene Wasserkreisläufe übertrug. Erst der Hinweis, dass in einem solchen

¹ Diese diversen Vorstellungen findet man im Transkript des Mentoring-Videos 1, min 31ff im Anhang A2.

Kreislauf ja keine Teilchen verloren gehen und die Einsicht, dass auch im Stromkreis an jeder Stelle gleich viele Elektronen zu und abfließen führte zu einer gewissen Unzufriedenheit mit der bisherigen Vorstellung, welche L1 besonders deutlich äußerte. Nur L6 drückte schon von Beginn der Diskussion an aus, dass er vermute, die Lage des Widerstandes im Stromkreis sei irrelevant, was auf eine physikalisch korrekte Sichtweise hindeutet. Zu den Items C1 und C2 stellte er dennoch zunächst die Frage in welche Richtung der Strom fließe und gab an, dass die Stromstärke bei C1 gleich bleibe und bei C2 kleiner werde, weshalb zunächst wohl eine sequentielle Vorstellung vorlag, mit der jedoch bereits eine gewisse Unzufriedenheit verbunden gewesen sein dürfte. Während der Besprechung der Items korrigierte L6 schließlich seine Angaben.

Ankersequenz 6 soll das eben Erläuterte verdeutlichen:

Ankersequenz 6 (Mentoring-Video 2, Anhang A.2)

- 15:30 D(b): Das ist das Kabel und hier [L3 steht auf um auf die Tafel zu sehen] greif ich um das Kabel und die Stromzange zählt mir die Ladungen, die durch den Leiterquerschnitt durchfließen.
L7: Und durch einen Widerstand verengt sich das einfach oder? [zeigt]
PM: Ja, also das ist einmal eine Vorstellung, die man durchaus gelten lassen kann. Durch einen
- 15:40 Widerstand verengt sich das, so wie wenn du beim Wasser hast, einen Staudamm im Prinzip.
L7: Aber dann ist es eh wichtig in welche Richtung es fließt, weil am Anfang verengt sich's nur gering, ja, und erst bei R2 wird das dann noch kleiner an, das heißt es hat keinen Einfluss
- 15:50 PM: Aber wenn die Elektronen, die fließen jetzt von einem Pol der Batterie zum anderen, ja,
L7: Ja.
- 16:00 PM: und wohin kommen die inzwischen? Wo, wo sind die Elektronen?
L1: Im Kabel.
- 16:10 PM: Im Kabel. Und wie viele gehen weg und wie viele- beim einen Pol, wie viele gehen beim einen Pol weg und wie viele kommen beim anderen an?
L1: Gleich viele.
L7: Gleich viele.
D(b): Na bitte (...) [zufrieden]
PM [gleichzeitig]: Gleich viele.
L6 [gleichzeitig]: Eigentlich schon ja.
PM: Deswegen haben wir überall die gleiche Stromstärke.
L5: Also immer, immer gleich?
PM: Überall.
- 16:20 L1: Geh, heast, na. [Unzufriedenheit mit bisherigem Konzept]
D(b): Wenn Wasser in einem geschlossenen Wasserkreislauf [Analogie übernommen] fließt, wie
- 16:30 viele Wasserteilchen fließen beim einen Punkt weg und kommen beim anderen-
L6: Eh, das ist logisch.
D(b): Es ist völlig egal ob das Rohr enger oder breiter wird, es fließt immer von einem Punkt zum anderen gleich viel weg, wie ankommt.
L1: Ja, aber es dauert länger.
L6: Ja, aber das-
PM: Bitte?
- 16:40 L1: Es dauert länger.
PM: Ja, vielleicht.
L1: Ja aber dann zählt ja dieses Gerät im-
D(b) [zu L1]: Ja, aber im ganzen
L6 [gleichzeitig, zu PM]: Das heißt es ist egal wo der Widerstand ist.
D(b) [zu L1]: Wasserkreislauf.
PM [zu L6]: Mhm [nickt]
L6: Na! [stupst L7 zufrieden an]
PM: Ja! [nickt]
- 16:50 L6: Ich hab das schon so gehabt.
PM: Es ist egal wo der Widerstand ist. Es ist egal in welche Richtung er fließt.

Im Zuge der Überwindung der sequentiellen Vorstellung trat bei L1 jedoch zunächst die Konstantstromvorstellung in Erscheinung, während neben L6 nun auch L4 eine aus physikalischer Sicht annehmbare Vorstellung aufwies, was die folgende Ankersequenz 7 deutlich machen soll.

Ankersequenz 7 (Mentoring-Video 2, Anhang A.2)

- 18:40 PM: Welche Stromstärke, die sich einstellt, hängt jetzt wovon noch einmal ab. Das haben wir eh wenn man-
 L4: Vom Gesamtwiderstand
 PM: Vom Gesamtwiderstand.
 L4: Aber dann ist es bei beiden [gemeint sind Items C1 und C2]
 L6: gleich viel.
 L4: kleiner.
 PM: Ja.
 L6: Ja.
 PM: Bei beiden ist es kleiner
- 18:50 L1 [gleichzeitig, zu L4]: Die Stromstärke ist genauso wie vorher, oder?
 PM [gleichzeitig]: weil der Gesamt-
 L4 [zu L1]: Nein kleiner!
 PM: Bei beiden ist es kleiner
 L6 [gleichzeitig]: Kleiner!
 PM [gleichzeitig]: weil der Gesamtwiderstand
 L6: Weil das ist wurscht wo der Widerstand liegt
 PM [gleichzeitig]: größer ist.
 L6: es ist immer die gleiche Stromstärke.
 L1: (...) ja
 PM: Ja, dafür reden wir ja.
- 19:00 [L6 lacht]
 L1: Aber es gehen doch trotzdem gleich viele durch?

Hier sei angemerkt, dass sich beim Post-Test und beim Cross Age Peer Tutoring keine Hinweise auf die beiden Schülervorstellungen (Seq und kl) bei L1 fanden. Möglicherweise hatte die Annahme der „Rohr-Analogie“ (siehe S.105f sowie S.159ff) eine wichtige Bedeutung für L1, um die Konstantstromvorstellung zu überwinden.

Die während des Mentorings auftretenden Verbrauchsvorstellungen waren entweder, wie etwa jene von L7 in Ankersequenz 5, mit anderen Vorstellungen verknüpft, sodass sie als Hybridvorstellungen identifiziert wurden oder sie traten nicht klar als Verbrauchsvorstellung in Erscheinung. So sagte etwa L4 (Mentoring-Video 1 min 54:10 im Anhang A2) dass bei einer Parallelschaltung in der Zuleitung deshalb weniger Strom fließe, weil ein Lämpchen weniger Strom brauche – L4 sprach also nicht direkt von Verbrauch.

Bei der Frage nach der Addition von parallel geschalteten Widerständen traten bei L1, L4, L5, L6 und L7 Widerstandssuperpositionsvorstellungen auf, welche manchmal auf Missverständnissen beruhten, was passiert wenn ein Widerstand in einen Stromkreis geschaltet oder herausgenommen wird. Die Besprechung von Item C3 offenbarte jedoch deutliche Schwierigkeiten bei der Addition von parallel geschalteten Widerständen. Während hier L7 eine Widerstandssuperpositionsvorstellung (R_{sup}) aufwies, welche dann von einer hier nicht ganz passenden Vorstellung zum „Weg des geringsten Widerstandes“ abgelöst wurde, die zu einer richtigen Schlussfolgerung führte, hatte L6 zunächst die Vorstellung, dass sich am Gesamtwiderstand bei Parallelschaltung eines weiteren Lämpchens nichts ändere (kpR):

Ankersequenz 8 (Mentoring-Video 2, Anhang A.2)

- 27:40 PM: Und wie ist das jetzt mit dem Gesamtwiderstand.
 L1 [gleichzeitig]: Und L1 zu [zeigt auf]
 [L6 zeigt auf]
 PM: Wenn ich nur die Lampe zwei hab
 [L5 zeigt auf]

- L7: Dann ist der Widerstand geringer.
 PM: Und was ist, wenn ich die Lampe zwei und drei hab?
 L7: Dann ist er wieder höher.
 [L1, L5 und L6 noch immer aufzeigend]
 [...]
- 28:10 PM [gleichzeitig]: Was ändert sich am Widerstand, wenn ich L3 dazuscha-. Also-
 L6: Nein, am Widerstand nix.
 PM [zu L7]: Bitte
 L6 [leiser]: Am Widerstand nix.
- 28:20 L7: Bei L2 und L3 muss der, wenn die beide eingeschaltet sind, muss der Widerstand geringer sein, weil sonst würd ja der Strom nicht nach L-
 L1 [aufzeigend]: Der Widerstand wird geringer.
 L7: drei fahren. Ja, es wird geringer.

Bei der Parallelschaltung von Lämpchen traten weitere Probleme auf, welche auch in Cross Age Peer Tutoring-Prozessen gefunden wurde (bei der Gruppe von L2, s. S.188). So beobachteten die Teilnehmenden häufig, dass bei zunehmender Parallelschaltung von mehreren Lämpchen deren Helligkeit abnimmt oder umgekehrt die Helligkeit zunimmt, wenn ein Lämpchen aus einer Parallelschaltung entfernt wird. Da weder der Begriff eines Innenwiderstandes noch die Tatsache eines Spannungsabfalls am Widerstand geläufig waren, konnten sich die Lernenden dieses Phänomen oft wohl nur mit einer inadäquaten Vorstellung erklären. Dies ist wohl auch ein weiteres Beispiel, welches das Ungenügen der reinen Betrachtung eines Experiments zum Konzeptwechsel aufzeigt (vgl. Schlichting, 1991, Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.9 und diese Arbeit S.14). Im Mentoring wurde in diesem Zusammenhang nur kurz auf die Beobachtung der Akteure eingegangen.

Ankersequenz 9 (Mentoring-Video 2, Anhang A.2)

- 47:40 PM: Ja, noch ein Charakteristikum einer Parallelschaltung. (...) Was ist, wenn ich da ein Lamperl jetzt raus schraub.
 L1: Na die anderen leuchten-
 PM: Schraubt ihr bitte ein Lamperl raus, irgendeines [L6 schraubt Lämpchen aus Parallelschaltung #2 in Abbildung 15] und schraubt ihr auch irgendein Lamperl raus [L3 schraubt Lämpchen aus Parallelschaltung #1].
 L7: Dann leuchtet das heller [zeigt]
- 47:50 PM: Dann leuch- ja, aber sie leuchten alle weiter, ja, das ist das Charakteristikum, ein weiteres
 48:00 Charakteristikum, ja. Übrigens, dass die jetzt heller leuchten, ja, das ist ein Effekt, der nur darauf
 48:10 zurückzuführen ist, dass-, dass die Batterien nicht ganz ideal sind, ja, weil die kommen auch irgendwann einmal an ihre Belastungsgrenze.
 L1: Die war aber neu.
 PM: Ja, aber trotzdem. (...)

Da sich eine längere Beschäftigung mit den Schülervorstellungen in diesem Zusammenhang im Mentoring als schwierig, langwierig und zeitintensiv und daher nicht zweckmäßig erweisen würde, wurde also in diesem Zusammenhang also lediglich ein Hinweis zur Vorsicht gegeben, welcher den Lernenden wohl nicht nachvollziehbar war. Auch beim Cross Age Peer Tutoring wurde in der Gruppe 2 dieser Unterschied von S6 bemerkt, jedoch nicht erklärt (s. S. 188 und Gruppe 2 Video 2 min 11:50, Anhang B.2)

4.4.2.2 Wissenskonstruktionsaktivitäten, Analogien und Heuristiken

Im Rahmen des Mentorings versuchten einige Teilnehmende sich ihre Vorstellungen durch Wissenskonstruktionsaktivitäten verständlich zu machen. Sie nahmen Analogien an, entwickelten sie selbstständig weiter und versuchten eine Passung der jeweiligen Analogie

und Vorstellung zu erreichen sowie Konzepte und ihre Folgerungen in Einklang zu bringen. Nach Analyse der Cross Age Peer Tutoring-Prozesse der ausgewählten Akteure fiel auf, dass diverse im Mentoring verwendete Analogien (vor allem von L1) im Tutoring verwendet wurden, selbst wenn sie im Mentoring nur von einem anderen Akteur geäußert wurden – die Teilnehmenden hörten sich also offenbar aufmerksam zu und lernten durch die Interaktion. Einige übernommene Analogien oder vorstellungsunterstützende und -hinterfragende Hilfsmittel sowie Aktivitäten von Akteuren die möglicherweise zu einem Konzeptwechsel führten seien hier kurz dargelegt.

Die Behandlung von geschlossenen Wasserkreisläufen (vgl. Ankersequenz 6) und die Wasserschlauch-Analogie (siehe Ankersequenz 10) ermöglichte L1 vermutlich seine sequentielle Vorstellung zu überwinden.

Ankersequenz 10 (Mentoring-Video 2, Anhang A.2)

- 17:50 PM: Nehmt einen Schlauch Wasser her. Ja, ok? Der Schlauch Wasser, wo ihr Wasser rein füllt und auf der anderen Seite rinnt es wieder raus. Wenn ihr irgendwo abquetscht, irgendwo, völlig wurscht wo, kann weniger rein rinnen und auch weniger raus rinnen [L3 nickt], das heißt im ganzen Schlauch hat man weniger Wasser, das durchfließt. Und so ähnlich kann man sich auch-
- 18:00 L4: Wieso, wenn man beim Schlauch an irgendeiner Stelle greift, fließt ja hinten (...).
- 18:10 L6: Ja aber kann ja nicht,
L4: Ja, es kann nicht-
L6: es wär [macht weite Bewegung mit den Händen, welche einen sich aufblähenden Schlauch darstellen soll], es würde ja-
L1: Es würde platzen.
L4: Ja eh.
- 18:20 PM: Ja also sagen wir der Schlauch bleibt gleich dick, nicht so wie in den Comics oder so, nicht ganz abquetschen, sondern nur ein bisschen, dann kommt einfach weniger durch. Ok? Und welche Stromstärke, jetzt kommt das, das hab ich nämlich bei euch auch, bei dieser, gehört
- 18:30 L4 [zeigt auf]: Entschuldigung, eine Frage noch.
- 18:40 PM: Welche Stromstärke, die sich einstellt, hängt jetzt wovon noch einmal ab. Das haben wir eh wenn man-
L4 [noch immer aufzeigend]: Vom Gesamtwiderstand
PM: Vom Gesamtwiderstand.

Auch im Cross Age Peer Tutoring benutzt L1 mit dem Hinweis, dass Stromleitungen nicht platzen können, eine Wasserrohranalogie (siehe S.159).

L5 entwickelte diese Analogie sogar weiter, um sich mit Hilfe von Wasserrohren klarzumachen, welche relativen Stromstärken in verzweigten Stromkreisen bei Item C3 (s. Seite 79) vorliegen müssen, wie die folgende Ankersequenz zeigt.

Ankersequenz 11 (Mentoring-Video 2, Anhang A.2)

- 28:40 PM: Die Stromstärke wird größer.
L1: Hab ich ja gesagt.
PM: Ja, genau das war's. #L5#
L5: Ja, ja ich wollt eigentlich eh nur das jetzt dazu sagen. Ich wollt jetzt sagen das ist Wasser, ok.
PM: Ja.
- 28:50 L5: Und da sind jetzt zwei Rohre drinnen
PM: Ja.
- 29:00 L5: und das eine ist zu. Ja das eine ist jetzt ja zu. Wurscht. Dann kann ja Aussa-, ja, Aussage c, weniger Wasser durchfließen, weil eben nur ein Rohr da ist. Aber wenn jetzt zwei Rohre offen sind, also wenn der Schalter jetzt zum Beispiel zu ist,-
PM: Ja.
L5: dann fließt es ja jedenfalls noch schneller.
- 29:10 L7: Aber dann musst du bedenken, dass wenn es wieder zusammen läuft, wird's trotzdem gleich eng.
L5: Aber das fließt trotzdem-
L7: Nur für das Stückerl.

- L5: Trotzdem fließt es schneller. [lächelt]
 29:20 L1: Na mit Wasser kann man sich es nicht vorstellen.
 PM: Doch. Ah, unter einer Voraussetzung.
 L1: Dass das hintere-
 PM: Dass das Zuleitungsrohr [zeigt mit beiden Händen „Rohre“ links und rechts der
 29:30 Parallelschaltung] überhaupt dick genug ist, dass da genug fließen kann.
 [...]
 29:57 PM: So deswegen die richtige Antwort ist jetzt [bei Item C3]
 L4, L1, L6, L7: die zweite.

L1 und L7 konnten diese Widerstandsadditionsvorstellung bei einer Parallelschaltung nicht nachvollziehen (siehe 29:10ff, Ankersequenz 11). L1 wurde daher im weiteren Mentoring-Verlauf (Einzelgruppen, daher nur Beobachtung) von PM empfohlen, mit Stromstärken zu argumentieren, woraufhin L1 mit etwas Unterstützung die Stromlinien-Heuristik entwickelte, welche er sehr effektiv zur Erklärung der Stromstärken in Parallelschaltungen im Cross Age Peer Tutoring heranzog. L1 hat dadurch aber umgangen, ein tieferes Verständnis von Widerständen in Parallelschaltungen aufzubauen.

Ankersequenz 12 verdeutlicht wie L4 durch eine aufmerksame Schlussfolgerung (Kategorie 5.3-B2b in Tabelle 17, S.89) sowie deren Elaboration (Kategorie 5.3-B2d) Unstimmigkeiten in der sequentiellen Vorstellung von L1 (Kategorie 1.9, siehe Ankersequenz 1) aufzeigt. L1 wurde daraufhin auf eine sprachliche Feinheit (Hervorhebung in Ankersequenz 12) im Item C1 aufmerksam und äußerte Unzufriedenheit (Kategorie 5.4-A), welche er sodann wohl auch auf seine bisherige Erklärung und damit auf seine sequentielle Vorstellung bezog, was ihm vielleicht einen ersten Schritt hin zum Konzeptwechsel erleichtert hat. Auch L6, der bereits vermutete, dass die Lage der Widerstände irrelevant ist (Transkript Mentoring-Video 2, min 09:50, Anhang A2), und L7 wurden durch die von L4 geäußerte Elaboration der Unstimmigkeit aufmerksam, wodurch sie womöglich auch ihre eigenen Vorstellungen reflektierten. Zudem griff L7 auf Vorwissen zur Widerstandsaddition zurück (Kategorie 5.3-B2c), wodurch ebenso die sequentielle Vorstellung in Frage gestellt wurde.

Ankersequenz 12 (Mentoring-Video 2, Anhang A.2)

- 12:50 PM: Was meinst du #L4#.
 L4: Ja, wenn's so ist wie er [L1] grad gesagt hat, dann ist es bei beiden Antworten kleiner aber nicht weil sich der Widerstand verändert, sondern überhaupt weil ein Widerstand da ist.
 L7: Ach so.
 L6: Stimmt.
 13:00 L7: ich glaub-, aber ist es nicht so bei der Serienschaltung, dass einfach die Widerstände addiert werden zumindest-
 L4 [zu L1]: Wenn du, so wie du's jetzt gesagt hast, ist es hier zumindest
 L1: kleiner
 L4: kleiner als hier.
 L1 [nickt L4 zu]: Mhm.
 PM [zu L7]: Ja, ja, ja, Widerstände werden einfach addiert. Ja. Und wie ist das jetzt bei der Stromstärke? Habt ihr-
 13:10 L1 [zu L4]: Ja das ist ja das, wenn das stimmt. Nein, „nun kleiner als 0,4 Ampere“, ah, #Fluchwort#, das war eine Fangfrage. Ich hab ja gesagt das war eine Fangfrage.

Dies zeigt auf, dass möglicherweise nicht nur eigene sondern auch Wissenskonstruktionsaktivitäten anderer (wie in diesem Fall jene von L4) für den Konzeptwechsel wesentliche Aktivitäten von Mitlernenden initiieren könnten. Die tiefgehende

Elaboration von L4 verhält sich dabei wohl wie eine der von Roscoe und Chi (2008, S.340ff) untersuchten tiefgehenden Tutee-Fragen (vgl. S.49).

4.4.2.3 Motivationale Aspekte beim Mentoring

Die Analyse der Videos des Mentorings nach motivationalen Aspekten ergab – aufgrund der nur spärlichen Befindlichkeitsäußerungen und auch aufgrund der Schwierigkeit das Mentoring aufgrund der verstreuten Gruppenarbeiten hinsichtlich Emotionen und Aufmerksamkeit zu kodieren – keine Ergebnisse. Das situationale Interesse wurde vor allem durch Kodierung der Äußerungen von Vermutungen und Vorstellungen sowie deren konstruktiver Reflektion im Plenum bestimmt. Entsprechend wurden jene Akteure, welche deutlich viele Vorstellungen im Plenum äußerten und sich extravertiert verhielten auch als entsprechend motiviert eingeschätzt (vor allem L1, L6 und L7). Da dies keine geeignete Messung des situationalen Interesses darstellt, wurde auf die Ergebnisse des Fragebogens zur aktuellen Motivation (FB2) zurückgegriffen. Diagramm 7 auf Seite 119 zeigt die Ergebnisse auf und bestätigt auch die Ergebnisse der Kodierung.

4.4.2.4 Auswahl der Probanden

Für die Analyse des Cross Age Peer Tutoring wurden Akteure unterschiedlicher Leistungsstärke und Persönlichkeitseigenschaften ausgewählt, um möglichst heterogene Lerngruppen mit unterschiedlichem „Binnenverhalten“ zu erhalten und diese detailliert vergleichen zu können. Zur Auswahl der Persönlichkeitseigenschaften der Probanden wurden jedoch keine Persönlichkeitstests herangezogen, es handelt sich also eher um eine Abschätzung der Extravertiertheit beziehungsweise Introvertiertheit im Hinblick auf die Äußerung von Schülervorstellungen. Insofern wurde dafür lediglich die Anzahl der geäußerten Schülervorstellungen als Maß der Extravertiertheit in dieser Hinsicht herangezogen. Der Anteil an physikalisch adäquaten Vorstellungen diente als Maß für die Leistungsstärke. Desweiteren wurden die Pre-Test-Ergebnisse sowie die Schulnote als Maß für die Leistungsstärke herangezogen. Auch die Ergebnisse des FB2 (Seite 81 und 119) hinsichtlich des Interesses flossen in die Entscheidung mit ein, welche Akteure für die weitere Beobachtung gewählt werden sollten.

Probanden	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
Geäußerte Schülervorstellungen	39 Rang 1	0 Rang 8	5 Rang 6	13 Rang 4	12 Rang 5	34 Rang 2	33 Rang 3	0 Rang 8
Adäquate Schülervorstellungen	20 (51%) Rang 3	0 (-) Rang 8	0 (0%) Rang 8	8 (62%) Rang 1	7 (58%) Rang 2	12 (35%) Rang 4	9 (27%) Rang 5	0 (-) Rang 8
Pre-Test-Ergebnis	4 Rang 1	1 Rang 4	3 Rang 2	4 Rang 1	1 Rang 4	2 Rang 3	2 Rang 3	0 Rang 8
Schulnote	1 Rang 1	4 Rang 3	2 Rang 2	5 Rang 8	4 Rang 3	1 Rang 1	1 Rang 1	4 Rang 3
Interesse bei FB2	84% Rang 3	64% Rang 5	40% Rang 6	40% Rang 6	72% Rang 4	100% Rang 1	88% Rang 2	32% Rang 8
Gesamtrang	1,8	5,6	4,8	4	3,6	2,2	2,8	7

Tabelle 20: Zur Auswahl der Probanden nach Persönlichkeitseigenschaft, Leistungsstärke und Interesse

Auswertung der Tabelle 20 ergibt L1 und L8 als die am stärksten voneinander differenzierenden Akteure. L8 nahm jedoch am weiteren Projektverlauf nicht teil, somit wurden die Interaktionsprozesse von L1 und L2 während des Cross Age Peer Tutoring analysiert.

Im Nachhinein bestätigten auch die Posttest-Ergebnisse der AHS-Oberstufe (siehe Kapitel 4.4.3.1, Seite 108) die Auswahl der beiden Probanden hinsichtlich der Leistungsstärke. L1 wies den stärksten „Wissenszuwachs“ aller Probanden auf und absolvierte den Post-Test fehlerlos, während L2 lediglich hinsichtlich der Vorstellungen zur Geometrie des Schaltbildes mit Verbesserungen relativ zum Pre-Test aufwarten konnte (siehe Tabelle 21, Seite 110). L2 wurde auch gewählt, da vermutet wurde, dass die Angst vor der Preisgabe der eigenen Fehlvorstellungen im Pre-Test (es wurden keine Angaben zu drei Items gemacht, siehe ebenso Tabelle 21) mit der Schwierigkeit, einen Konzeptwechsel zu vollziehen, korrelieren könnte. Tatsächlich, so erwies sich später, war beim Post-Test kein Wissenszuwachs bei den betreffenden Items zu vermerken.

4.4.3 Cross Age Peer Tutoring AHS-Oberstufe – AHS-Unterstufe

Da beim Cross Age Peer Tutoring die einzige Tutorin der AHS-Oberstufe (L8) fehlte, ist in diesem Kapitel (4.4.3) nur noch von Tutoren (L1 bis L7) und nicht von Tutorinnen und Tutoren die Rede. Im Weiteren werden zuerst die Vorstellungsänderungen aller Akteure betrachtet (Kapitel 4.4.3.1), sodann werden diese Vorstellungsänderungen mit den Ergebnissen aus den Fragebogeninstrumenten in Beziehung gesetzt (Kapitel 4.4.3.5) und abschließend werden die Ergebnisse der Videoanalyse für die beobachteten Akteure mit jenen des Pre-Tests und der Fragebögen verglichen und der Bezug wird interpretiert (Kapitel 4.4.3.8 und 4.4.3.10).

4.4.3.1 Vorstellungsänderungen aller Akteure

Um die Vorstellungsänderungen der Teilnehmenden interpretieren zu können, muss man bedenken, dass zwischen Pre- und Post-Test der Tutoren sowohl deren Mentoring als auch das Cross Age Peer Tutoring liegt, dasselbe gilt für die Tutees in umgekehrter Reihenfolge für ihren Pre- und Mid-Test (siehe Tabelle 10, Seite 65). Der Ablauf des Mentorings der AHS-Oberstufe wurde genau untersucht und analysiert (siehe Kapitel 4.4.2, Seite 96ff) und Auswirkungen auf den Post-Test der Tutoren können daher darauf zurückgeführt werden. Das Mentoring der AHS-Unterstufe ist in den Kapiteln 4.2.5 und 4.4.4 kurz beschrieben, es fand jedoch keine Beobachtung oder Videographie dieses Mentorings statt, sodass unbemerkte Einflüsse des Mentorings auf das Mid-Test-Ergebnis der Tutees S1 bis S6 durchaus möglich sind (vgl. Anmerkung auf Seite 69). Auf diese Tatsache sei im Weiteren aber nicht mehr bei den Interpretationen wiederholt hingewiesen. Auch sei hier angemerkt, dass die Tutees bei Bearbeitung des Pre-Tests noch keinen Elektrizitätslehre-Unterricht erfahren haben.

Tabelle 21 auf Seite 110 gibt die Ergebnisse von Pre- und Post-Test aller Tutoren sowie von Pre- und Mid-Test aller Tutees wieder, wobei die Tutees ihren Tutoren zugeordnet sind. Zudem sind die mit Hilfe der Testinstrumente identifizierten möglichen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler wiedergegeben. Die Beschreibung der Schülervorstellungen und die Zuordnungen der einzelnen Konzepte zu den Abkürzungen finden sich auf den Seiten 5ff. Die Testitems und ihre Beschreibung können im Kapitel 4.3.2 (S.72ff) nachgeschlagen werden. Anzumerken ist hier, dass in Tabelle 21 die Stromverbrauchsvorstellung proportional zum Widerstand (VR) aufgrund deren häufig signifikanten Zusammenhangs mit der Verbrauchsvorstellung (V) (vgl. Urban-Woldron & Hopf, in Druck) unter diese subsumiert wurde. Die übrigen Testergebnisse der Tutees (Post- und Follow-Up-Test) sind im Anhang C.3 gemeinsam mit den hier angeführten Ergebnissen, jedoch ohne Auflistung der konkret identifizierten Vorstellungen aufgelistet.

L1, Geschlecht: m, Note: 1				S1, Geschlecht: w, Note: 1				S2, Geschlecht: m, Note: 1				S3, Geschlecht: m, Note: 1			
Item	Pre	Post		Item	Pre	Mid		Pre	Mid			Pre	Mid		
F1	1	Geo	5 OK	A1	52	Seq	24 OK	24 OK	24 OK	32	E/V	24 OK	24 OK		
F2	1	Ok	1 OK	A2	12	Seq	31 OK	31 OK	32	V	31 OK	31 OK	31 OK		
F3	4	Geo	5 OK	A3	1	Seq	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK		
F4	322	Ok	3 OK	A4	12	Seq	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK		
F5	1	Ok	1 OK	A5	12	Seq	3(3&4) OK&Sh	33 OK	33 OK	33 OK	33 OK	33 OK	33 Sh		
F6	2	kl/Lok	3 OK	A6	331	V	333 OK	222 kl	333 OK	111	invR	333 OK	333 OK		
F7	1	Ok	1 OK	A7	112	invR&Rsup	112 invR&Rsup	132 OK	122 kpR&ul	331	invR	333	invR?/kl?		
				A8	34	V	34 V	33 OK	34 V	34 V	34 V	33 OK	33 OK		
				A9	31	V	34 OK	22 kl	31 V	31 V	31 V	31 V	31 V		
				A10	23	V	22 OK	23 V	22 OK	23 V	22 OK	23 V	22 OK		
L2, Geschlecht: m, Note: 4				S4, Geschlecht: m, Note: 1				S5, Geschlecht: w, Note: 2				S6, Geschlecht: m, Note: n.a.			
Item	Pre	Post		Item	Pre	Mid		Pre	Mid			Pre	Mid		
F1	4	Geo	5 Ok	A1	24	OK	24 OK	24 OK	24 OK	11	1W	24 OK	24 OK		
F2	4	Geo	4 Geo	A2	31	OK	31 OK	12 Seq	12 Seq	12 Seq	12 Seq	31 OK	31 OK		
F3	2	Geo	5 Ok	A3	5	OK	5 OK	5 OK	4 E/Seq	2 Seq	5 OK	5 OK	5 OK		
F4	322	Ok	223 Iges > I1+I2?	A4	21	OK	21 OK	21 OK	12 Seq	13 1W	21 OK	21 OK	21 OK		
F5		fehlt	0 kl	A5	33	OK	33 OK	12 Seq	33 OK	41 1W	33 OK	33 OK	33 OK		
F6		fehlt	1 invR?	A6	234	Seq	(333) OK	313 ?	131 Seq(Stau)/V	131 Seq(Stau)/V	fehlt	fehlt	fehlt		
F7		fehlt	3 invR?	A7	312	Rsup	312 Rsup	111 Rsup&Stau	112 invR&Rsup	223 kpR&kl	fehlt	fehlt	fehlt		
				A8	34	V	34 V	22 kl	31 Seq(Stau)/kein I	22 kl	22 kl	22 kl	22 kl		
				A9	31	V	31 V	44 Seq(Stau)/kein I	34 OK	31 V	31 V	31 V	31 V		
				A10	22	OK	23 V	22 OK	21 Seq(Stau)/kein I	13 invR	22 OK	22 OK	22 OK		
L3, Geschlecht: m, Note: 2				S7, Geschlecht: m, Note: 2				S8, Geschlecht: m, Note: 1				S9, Geschlecht: w, Note: 1			
Item	Pre	Post		Item	Pre	Mid		Pre	Mid			Pre	Mid		
F1	4	Geo	5 Ok	A1	43	2W/E	22 V	33 E	24 OK	33 E	24 OK	33 E	24 OK		
F2	4	Geo	1 Ok	A2	13	V	31 Ok	12 Seq	31 OK	31 OK	31 OK	31 OK	31 OK		
F3	4	Geo	5 Ok	A3	5	Ok	fehlt	5 Ok	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK		
F4	322	Ok	322 Ok	A4	22	V (&2W?)	2_	31 ?	21 OK	21 OK	21 OK	12 Seq	12 Seq		
F5	1	Ok	0 kl	A5	25	E	33 Ok	34 Sh	3 ?	33 OK	33 OK	33 OK	33 OK		
F6	3	Ok	3 Ok	A6	333	Ok	131 Seq(Stau)/V	131 Seq(Stau)/V	314 Seq	112 invR?/kl?	314 Seq	112 invR?/kl?	314 Seq		
F7	2	kl	1 Ok	A7	222	kpR	223 kpR&kl	112 invR&Rsup	312 Rsup	223 kpR&kl	222 kpR	222 kpR	222 kpR		
				A8	15	V?&Sh?	34 V	14 V?/invR?	3 ?	34 V	23 ?	23 ?	23 ?		
				A9	33	Sh	11 invR	23 kl&Sh?	34 OK	31 V	21 kl&V?	21 kl&V?	21 kl&V?		
				A10	31	?	33 ?	13 invR	22 OK	22 OK	22 OK	22 OK	22 OK		
L4, Geschlecht: m, Note: 5				S10, Geschlecht: m, Note: 1				S11, Geschlecht: m, Note: 1				S12, Geschlecht: m, Note: 1			
Item	Pre	Post		Item	Pre	Mid		Pre	Mid			Pre	Follow-Up		
F1	5	Ok	5 OK	A1	22	V	24 OK	24 OK	24 OK	24 OK	24 OK	24 OK	24 OK		
F2	5	Geo	1 OK	A2	31	OK	31 OK	31 OK	31 OK	31 OK	31 OK	31 OK	31 OK		
F3	5	Ok	5 OK	A3	5	OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK		
F4	322	Ok	322 OK	A4	21	OK	21 OK	22 V(&2W?)	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK		
F5	2	Lok	1 OK	A5	33	OK	33 OK	3 ?	3 ?	33 OK	33 OK	33 OK	33 OK		
F6	2	kl/Lok	3 OK	A6	3 4	?	231 Seq	333 OK	33 ?	333 OK	333 OK	333 OK	333 OK		
F7	1	Ok	2 kl	A7	223	kpR&kl	312 Rsup	132 OK	223 kpR&kl	322 kpR&VR?	112 invR&Rsup	112 invR&Rsup	112 invR&Rsup		
				A8	35	Sh	fehlt	32 kl&V?	32 kl&V?	35 Sh	35 Sh	35 Sh	35 Sh		
				A9	33	Sh	fehlt	fehlt	31 V	33 Sh	33 Sh	33 Sh	33 Sh		
				A10	23	V	fehlt	24 ?	23 V	23 V	23 V	23 V	23 V		
L5, Geschlecht: m, Note: 4				S13, Geschlecht: w, Note: 2				S14, Geschlecht: m, Note: 2				S15, Geschlecht: m, Note: 1			
Item	Pre	Post		Item	Pre	Mid		Pre	Mid			Pre	Mid		
F1	1	Geo	5 OK	A1	33	E	24 OK	24 OK	22 V	24 OK	24 OK	24 OK	24 OK		
F2	3	Geo	1 OK	A2	32	V (&2W?)	31 OK	31 OK	32 V (&2W?)	31 OK	31 OK	31 OK	31 OK		
F3	2	Geo	5 OK	A3	5	OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK		
F4	320	Lok?	322 OK	A4	21	OK	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK		
F5	0	Lok?Entf?	0 Lok?Entf?	A5	34	Sh	34 Sh	33 OK	34 Sh	33 OK	33 OK	33 OK	33 OK		
F6	1	Ok	3 Ok	A6	115	Seq(Stau)&2W?	313 ?	135 Seq(Stau)	333 OK	135 Seq(Stau)	333 OK	333 OK	333 OK		
F7	4		1 Ok	A7	331	invR	222 kpR	223 kpR&kl	222 kpR	223 kpR&kl	312 Rsup	312 Rsup	312 Rsup		
				A8	22	kl	25 kl&Sh	24 ?	32 kl&V?	22 kl	34 V	34 V	34 V		
				A9	45	kein I	34 OK	31 V	33 Sh	31 V	31 V	31 V	31 V		
				A10	34	kl	11 ?	23 V	22 OK	22 OK	22 OK	22 OK	22 OK		
L6, Geschlecht: m, Note: 1				S16, Geschlecht: m				S17, Geschlecht:				S18, Geschlecht: w, Note: 1			
Item	Pre	Post		Item	Pre	Mid		Pre	Mid			Pre	Mid		
F1	5	OK	5 OK	A1	52	Seq	24 OK	52 Seq	24 OK	22 V	24 OK	22 V	24 OK		
F2	3	Geo	2 Geo	A2	12	Seq	31 OK	12 Seq	31 OK	12 Seq	12 Seq	12 Seq	12 Seq		
F3	2	Geo	2 Geo	A3	1	Seq	5 OK	1 Seq	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK	5 OK		
F4	322	OK	323 ?	A4	12	Seq	21 OK	12 Seq	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK	21 OK		
F5		fehlt	0 Lok	A5	12	Seq	33 OK	12 Seq	33 OK	12 Seq	12 Seq	12 Seq	12 Seq		
F6	2	kl/Lok	2 kl/Lok	A6	23	Seq?	333 OK	234 Seq	333 OK	125 ?	333 OK	333 OK	333 OK		
F7	2	kl	1 OK	A7	311	Rsup	31_ Rsup?	111 ?	222 kpR	331 invR	223 kpR&kl	223 kpR&kl	223 kpR&kl		
				A8	34	V	35 Sh	33 OK	22 kl	22 kl	34 V	34 V	34 V		
				A9	1	?	33 Sh	31 V	22 kl	34 OK	22 kl	22 kl	22 kl		
				A10	23	V	23 V	23 V	22 OK	14 ?	22 OK	22 OK	22 OK		
L7, Geschlecht: m, Note: 1				S19, Geschlecht: m, Note: 1				S20, Geschlecht: m, Note: n.a.				S21, Geschlecht: w, Note: 1			
Item	Pre	Post		Item	Pre	Mid		Pre	Mid			Pre	Mid		
F1	5	OK	5 OK	A1	22	V	24 OK	45 2W	22 V	32 E/V	24 OK	24 OK	24 OK		
F2	3	Geo	1 OK	A2	12	Seq	31 OK	32 V (&2W?)	12 Seq	13 V	32 V (+2W?)	32 V (+2W?)	32 V (+2W?)		
F3	3	Geo	5 OK	A3	5	OK	5 OK	5 OK	1 Seq	1 V	5 OK	5 OK	5 OK		
F4	333	kl	322 OK	A4	22	V (&2W?)	21 OK	33 V	22 V (&2W?)	13 1W	21 OK	21 OK	21 OK		
F5		fehlt	1 OK	A5	25	E	33 OK	12 Seq	11 V	23 ?	34 Sh	34 Sh	34 Sh		
F6	2	kl/Lok	3 OK	A6	134	?	324 Seq	333 OK	311 Seq(Stau)/V	333 OK	331 V	331 V	331 V		
F7	1	OK	2 kl	A7	112	invR&Rsup	222 kpR	213 Rsup&kl	231 invR&(Seq/VR)?	133 kl?	313 kpR&(Seq/VR)&kl?	313 kpR&(Seq/VR)&kl?	313 kpR&(Seq/VR)&kl?		
				A8	34	V	34 V	22 kl	22 kl	34 V	34 V	34 V	34 V		
				A9	34	OK	31 V	33 Sh	23 kl&Sh?	fehlt	11 invR	11 invR	11 invR		
				A10	23	V	23 V	12 ?	23 V	fehlt	33 ?	33 ?	33 ?		
L8, Geschlecht: m, Note: 1				S22, Geschlecht: m, Note: 1											
Item	Pre	Mid		Item	Pre	Mid									
A1	32	E/V	24 OK	A1	32	E/V	24 OK								
A2	12	Seq	31 OK	A2	12	Seq	31 OK								
A3	5	OK	5 OK	A3	5	OK	5 OK								
A4	2_	?	12 Seq	A4	2_	?	12 Seq								
A5	25	E	33 OK	A5	25	E	33 OK								
A6	134	?	233 ?	A6	134	?	233 ?								
A7	112	invR&Rsup	312 Rsup	A7	112	invR&Rsup	312 Rsup								
A8	34	V	35 Sh	A8	34	V	35 Sh								
A9	34	OK	33 Sh	A9	34	OK	33 Sh								
A10	22	OK	23 V	A10	22	OK	23 V								

Tabelle 21: Mit dem Testinstrument erfasste Konzepte der Akteure

Für die näher untersuchten Akteure, wird in den Kapiteln 4.4.3.8 und 4.4.3.10 auch angegeben, ob und welche der mit dem Testinstrument identifizierten Vorstellungen sowie Konzeptwechsel durch Videoanalyse (S.140ff) ausfindig gemacht werden konnten, was somit stichprobenartig die Validität des Testinstruments für die Identifikation der Vorstellungen durch diese Items bestätigt.

Zunächst soll aber hier eine nähere Erläuterung einiger Einzelheiten von Tabelle 21 gegeben werden, erst danach seien die Testergebnisse hinsichtlich der Items sowie hinsichtlich der Akteure interpretiert und mit den Ergebnissen aus der Analyse des Mentorings sowie aus den Fragebogen-Instrumenten in Zusammenhang gebracht. Zum Nachvollzug der Identifikation der Vorstellungen bei den einzelnen Items seien also nun noch vor weiterer Auswertung der Tabelle 21 einige Anmerkungen gemacht:

- Treten bei einem Item mehr als nur eine Vorstellung auf, so sind die Vorstellungen in der Tabelle mit einem „&“ verbunden gekennzeichnet, ein Schrägstrich zwischen den Vorstellungen weist entweder auf Unsicherheit, welche der Vorstellungen vorliegt oder auf Hybridvorstellungen hin.
- Bei mit Fragezeichen versehenen Items konnte durch die Angaben keine konkrete Schülervorstellung identifiziert werden oder die angegebenen Vorstellungen sind äußerst unsicher oder (noch) nicht nachvollziehbar.
- Wenn andere Items auf eine sequentielle Vorstellung bei einem Probanden schließen ließen, so wurde auch für Item A3 bei Auswahl des Distraktors 1 (aufgrund des engen Zusammenhangs mit der Verbrauchsvorstellung) auf eine solche geschlossen (Seq), sonst wurde die Auswahl dieser Antwortmöglichkeit lediglich als nicht näher definierte Verbrauchsvorstellung (V) angesehen. Zudem ist zur sequentiellen Vorstellung zu vermerken, dass die von den Probanden gewählte Stromrichtung nicht für alle Items beibehalten wird, so gibt etwa S9 unterschiedliche Stromrichtungen bei den Items A4 und A6 an. Des Weiteren wurde eine spezielle Form der sequentiellen Vorstellung etwa bei Item A6 identifiziert, nach welcher die Tutees annehmen, der Strom würde vor dem Widerstand größer und nach dem Widerstand kleiner und dies mit einem Verbrauch von mehr Strom durch den Widerstand erklären (a1b3c1 oder a3b1c1). Diese Vorstellung wurde demnach mit „Seq(Stau)/V“ bezeichnet, möglicherweise liegt aber auch eine Form der inversen Widerstandsvorstellung (invR) vor. Analoges gilt für die Auswahl der Distraktoren a1b3c5 oder a3b1c5.
- Bei Item A7 sahen viele Lernende den Gesamtwiderstand trotz weiterer Parallelschaltung von Widerständen als konstant an (kpR), dennoch tritt bei S2 die Vorstellung auf, dass die Stromstärke – unabhängig vom Widerstand – größer wird (unabhängige Stromstärke: ul), weshalb diese Vorstellung hier mit kpR&ul abgekürzt wird. Diese Vorstellung ist, wie auch die Vorstellung der inversen Widerstandsvorstellung in Kombination mit der Widerstandssuperpositionsvorstellung (invR&Rsup), bei diesem Item mit der „Stromlinien-Heuristik“ (siehe Seite 157) vereinbar und wurde daher nicht durch die Übernahme der Heuristik aufgegeben.
- Die Auswahl von a1b4 und a1b5 bei Item A8 durch die Probanden S7 und S8 weist möglicherweise auch auf den Einfluss von Alltagsbeobachtungen hin, denn bei

Anschluss mehrerer Geräte im Haushalt (wo sie parallel geschaltet sind) tritt ein größerer Strom in der Zuleitung auf. Da Motoren im Cross Age Peer Tutoring nicht behandelt wurden und deren Aufbau wohl kaum bekannt war, vermuteten die Tutees womöglich auch eine andere Funktionsweise oder einen anderen Zusammenhang mit der Stromstärke als bei Lämpchen und Widerständen.

Nach diesen Anmerkungen zur Identifikation nicht ganz exakt fassbarer Vorstellungen, welche durch die Testinstrumente aufgedeckt wurden, folgt nun eine erste Interpretation der Testergebnisse hinsichtlich der Items, danach hinsichtlich der Tutees und Tutoren sowie eine In-Beziehung-Setzung der auf Seite 110 aufgelisteten Testergebnisse mit anderen Ergebnissen:

4.4.3.2 Untersuchung der Item-Schwierigkeit hinsichtlich der Stichprobe

Aus Tabelle 21 ist bereits erkennbar, dass die Interventionen einen Lernfortschritt bei den Probanden bewirkt haben. So lag der Mittelwert der adäquat beantworteten Items beim Test der Tutoren vor der Intervention bei $\bar{x} = 35\%$ mit einer Standardabweichung von $\sigma = 18\%$ und betrug danach $\bar{x} = 71\%$ und $\sigma = 30\%$. Die Tutees beantworteten vor der Intervention ihren Pre-Test im Mittel zu $\bar{x} = 31\%$ und $\sigma = 22\%$ adäquat und nach den Interventionen wurde der Mid-Test zu $\bar{x} = 50\%$ und $\sigma = 18\%$ angemessen beantwortet.

Die Items der AHS-Oberstufe sowie der AHS-Unterstufe wurden vor und nach der Intervention auch in ihrer Schwierigkeit beurteilt, es wurden zur Auswertung Pre- und Mid-Test herangezogen. Da Proband S12 keinen Mid-Test absolvierte, wurden die Test-Ergebnisse dieses Probanden nicht in die Berechnung der mittleren Schwierigkeit der Test-Items der AHS-Unterstufe mit einbezogen. Je niedriger die Anzahl der korrekt beantworteten Items, desto höher die Item-Schwierigkeit. In Diagramm 1 ist der Prozentsatz der von den Probanden korrekt beantworteten Items vor und nach dem Cross Age Peer Tutoring und dem Mentoring wiedergegeben.

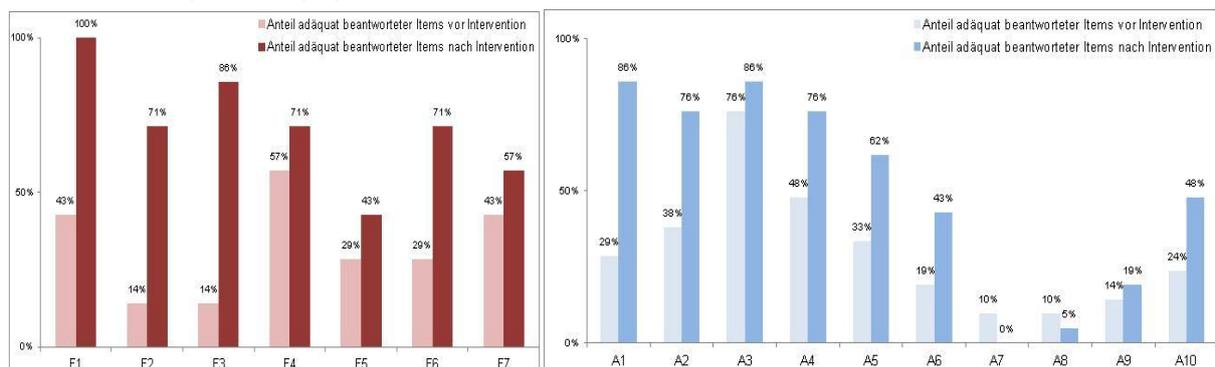


Diagramm 1: Durchschnittliche Tutoren-Leistung (links) und Tutee-Leistung (rechts) vor und nach der Intervention in Bezug auf die jeweiligen Testitems

Auch die durchschnittliche Itemschwierigkeit ist in Diagramm 1 erkennbar. So stellte etwa Item A3 das einfachste Item für die Tutees dar und A7 das schwierigste. Das für die Tutoren durchschnittlich einfachste Item war F1 und F5 war das schwierigste.

Zudem ist in Diagramm 1 die Leistungsänderung vom Pre-Test der Tutees verglichen mit ihrem Mid-Test respektive vom Pre-Test der Tutoren mit deren Post-Test ersichtlich und lässt somit erkennen, bezüglich welcher Items ein Lernzuwachs durch die Interventionen erreicht werden konnte.

Bei Betrachtung von Diagramm 1 fällt auf, dass nach der Intervention Item A7 von allen Tutees inadäquat beantwortet wurde und auch bei Item A8 ein Leistungsabfall zu verzeichnen ist. Ein Leistungszuwachs ist bei den Ergebnissen des Testinstruments der Tutees bei jenen Items zu verzeichnen, welche Vorstellungen zu Serienschaltungen mit Widerständen oder Lampen überprüfen. Daraus lässt sich schließen, dass den Tutees das Prinzip einer Parallelschaltung vermutlich unverständlich war und dass zudem Probleme bei der „Konzeptübertragung“ von Serienschaltungen mit Widerständen oder Lampen auf Serienschaltungen mit Motoren, welche in den Cross Age Peer Tutoring-Interaktionen nicht behandelt wurden, auftraten.

Die Tutoren verzeichneten den größten Leistungszuwachs bei Items, mit welchen Vorstellungen zur Geometrie von Schaltbildern identifiziert werden können, so etwa bei Item F3 um 71%. Die Merkmale zur Unterscheidung von Parallel- und Serienschaltung wurden im Mentoring sehr häufig und an diversen Schaltungen geübt und wiederholt.

Im Mittel ist bei Vergleich des Pre-Tests mit dem Post-Test bei den Tutoren ein Leistungszuwachs von 39% zu verzeichnen und bei Vergleich von Pre-Test mit dem Mid-Test der Tutees kann eine Steigerung der adäquaten Item-Beantwortung um 20% identifiziert werden.

4.4.3.3 Testergebnis-Untersuchung in Hinblick auf die Akteure und die Mentoringanalyse

Aus Tabelle 21 erkennt man, dass alle Tutoren außer L6 beim Posttest eine größere Anzahl an Items adäquat beantworteten als beim Pre-Test, was eine größere Anzahl an positiven als an negativen Konzeptwechseln bedeutet und somit einem Lernzuwachs (Differenz aus positiven und negativen Konzeptwechseln) entspricht. Die Beachtung des so ermittelten Leistungs- oder Lernzuwachses (die Begriffe werden im Weiteren synonym verwendet) ist auch deshalb von Bedeutung, weil sie als Skala dienen kann, welche sowohl den mittleren positiven als auch den mittleren negativen Konzeptwechsel der Tutees berücksichtigt und somit auch der Korrelation mit anderen Skalen (etwa solchen aus den Fragebogeninstrumenten) dienen kann (siehe Kapitel 4.4.3.5, Seite 123). Optimal sind zudem Lernbedingungen, durch die hohe Lern-Zuwachsraten ohne negative Konzeptwechsel erreicht wurden, was dann der Fall ist, wenn positiver Konzeptwechsel und Lernzuwachs einander entsprechen. Die Ergebnisse der Auswirkungen der Mentoring- und Cross Age Peer Tutoring-Intervention auf die Konzeptwechsel und den Lernzuwachs der Tutoren sind in Diagramm 2 veranschaulicht.

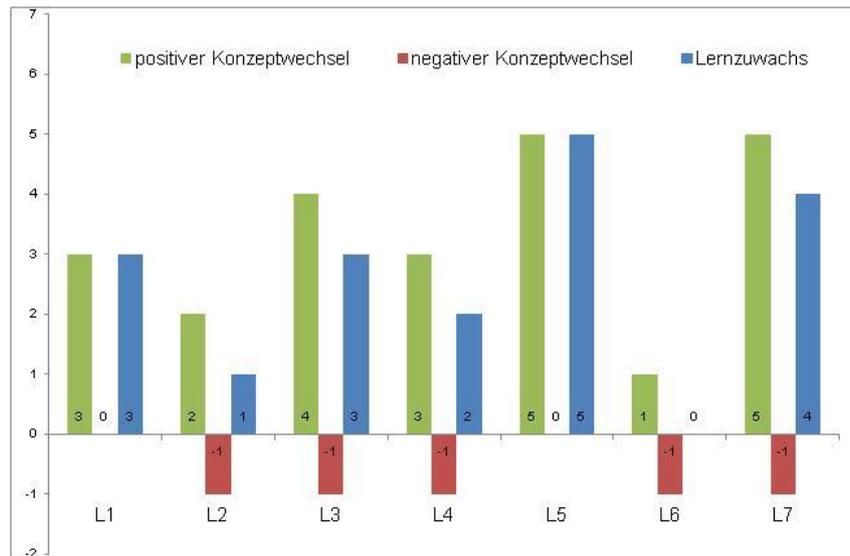


Diagramm 2: Konzeptwechsel und Lernzuwachs der Tutoren

Die größten Lernzuwächse erreichten L5, L7, L1 und L3, wobei L5 und L1 dabei keine negativen Konzeptwechsel zeigten. Jedoch wies L1 als einziger Tutor am Post-Test keine inadäquaten Vorstellungen mehr auf. Anzumerken ist hier weiters, dass das Testinstrument, mit dem die Schülervorstellungen der AHS-Oberstufe überprüft wurden, keine Items aufweist, welche speziell die sequentielle Vorstellung überprüfen. Es fiel beim Mentoring jedoch auf, dass L6 die Items C1 und C2, welche die sequentielle Vorstellung überprüfen nicht nur als einziger Tutor korrekt beantwortete, sondern auch während des Mentorings die Irrelevanz der Lage des Widerstandes im Stromkreis für die Stromstärke betonte. Auch das Item C3 beantwortete L6 adäquat und gab auch eine geeignete Begründung für seine Antwort. (vgl. Kapitel 4.4.2.1, Seite 101f)

An Tabelle 21 erkennt man, dass L3 eine Konstantstromvorstellung zu Item F5 entwickelt hat. Diese Vorstellung ist womöglich auch mitbedingt durch das Mentoring: Während einer Besprechung der Parallelschaltung wurde mehrmals zwischen der Diskussion des Items F2 und F5 gewechselt. Die Ankersequenz 13 gibt einen Auszug dieser Diskussion wieder und verdeutlicht, dass L3 womöglich die nur vorläufige Vermutung von L1 zum Item F5 als überdauernde Konstantstromvorstellung übernommen hat:

Ankersequenz 13 (Mentoring-Video 1, Anhang A.2)

- 34:30 [...]

L1: [...] gehört überall Ein-Komma-Zwei? [bei Item F5]

PM: Eigentlich-

L6: Ja, das hab ich überlegt ob ich hinschreiben soll.

L3: Ahja, sicher!

PM: Also das ist-

34:40 L6: Logischerweise schon.

Da diese Vorstellung nicht sofort richtig gestellt wurde, kein kognitiver Konflikt in Bezug auf das Konzept auftauchte und im weiteren Mentoring-Verlauf in dieser Hinsicht vor allem auf die „Entfernungsvorstellung“ eingegangen wurde, war dies womöglich einer der Gründe, weshalb sich die Konstantstromvorstellung bei L3 etablieren konnte. Auch die diffusen Vorstellungen von L6 diesem Item gegenüber könnten in dieser Sequenz mitbegründet sein.

Zur „Lernstagnation“ von L6 hinsichtlich der Vorstellungen zur Geometrie von Schaltbildern sei noch bemerkt, dass dazu auch die relativ hohe Anzahl an diesbezüglich identifizierter Vorstellungen durch die Analyse des Mentorings passt (vgl. Tabelle 21 auf Seite 110 mit Tabelle 18 auf Seite 97).

Diagramm 3 gibt die Anzahl der gemittelten Konzeptwechsel sowie Lernzuwächse der den Tutoren zugehörigen Tutees (die Tutees S1, S2 und S3 gehören zu L1, die Tutees S4, S5 und S6 zu L2, usw. wie in Tabelle 21 dargestellt) wieder. Die Mittelung erfolgte einfach durch Division der negativen und positiven Konzeptwechsel der Tutees einer Gruppe durch die Anzahl der Tutees in der Gruppe (also Division durch drei bzw. vier, siehe Tabelle 21). Etwas problematisch bei dieser Mittelung war, dass Proband S12 weder am Mid- noch am Post-Test teilgenommen hat, weshalb die Ergebnisse des Follow-Up-Tests für diesen Probanden zur weiteren Auswertung von Tabelle 21 herangezogen wurden. Zu beachten ist hier jedoch, dass zwischen Mid und Follow-Up-Test Unterricht zur Elektrizitätslehre im Fach Physik stattgefunden hat. Dennoch vollführte S12 nur einen negativen und einen positiven Konzeptwechsel bei diesem Test, was in Summe keinen Wissenszuwachs gegenüber dem Pre-Test ergab, weshalb die Beachtung des Follow-Up-Tests von S12 auch keinen Beitrag zum mittleren Lernzuwachs der Tutees dieser Gruppe lieferte (vgl. Tabelle 21 und Diagramm 3) und daher die Ergebnisse dieses Probanden auch nicht vernachlässigt werden mussten und in Tabelle 21 angeführt wurden.

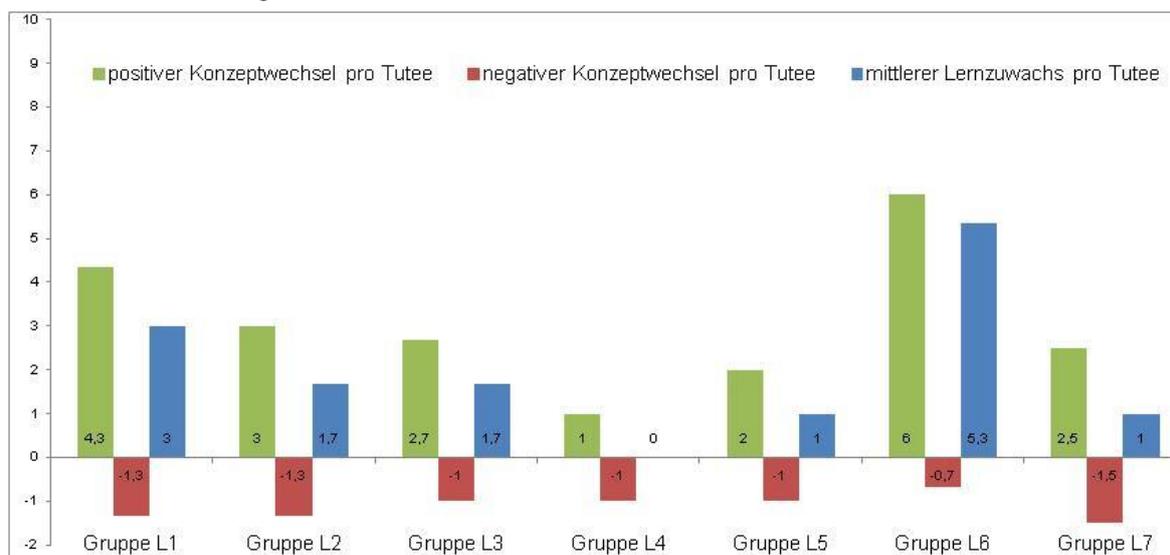


Diagramm 3: Anzahl der gemittelten Konzeptwechsel und Lernzuwächse der Tutees in den Cross Age Peer Tutoring-Gruppen (Tutor der Gruppe 1 ist L1, usw.)

Vergleicht man nun das Diagramm 3 mit dem Diagramm 2, so ist keine Korrelation erkennbar. Betrachtet man aber Diagramm 3 genauer, so erkennt man deutlich, dass die Tutees von L6 im Vergleich mit den Tutees der anderen Interaktions-Gruppen einen beträchtlichen Lernzuwachs aufweisen. Aus Tabelle 21 geht hervor, dass dieser positive Konzeptwechsel vor allem die Vorstellungen der Tutees zu den Items A1 bis A6 betrifft, welche zu einem Großteil sequentielle Vorstellungen waren. Die Items ähneln dabei zudem den Items C1 bis C3, welche L6 im Mentoring adäquat löste. Aus diesem Ergebnis lässt sich deutlich schließen, dass sich Verständnis für ein bestimmtes Konzept auf Seiten des Tutors

auch lernförderlich für das Verstehen des betreffenden Konzepts auf Seiten der Tutees auswirkt. Ohne zusätzliche Untersuchung des Mentorings der AHS-Oberstufe wäre dieser Sachverhalt in den Daten jedoch nicht auffindbar gewesen.

Es muss jedoch auch angemerkt werden, dass L6 zudem zufälligerweise gerade jene Tutees unterrichtete, welche eine eindeutig sequentielle Vorstellung aufwiesen, sodass es möglicherweise auch leichter für diesen Tutor war, die Vorstellung zu erkennen sowie darauf einzugehen. Dass die Tutees von L4 keinen Lernzuwachs erreichen konnten, lag wohl auch daran, dass diese bereits im Pre-Test viele und vor allem jene Items mit geringerer Schwierigkeit physikalisch adäquat beantworteten (vgl. Tabelle 21 mit dem in Diagramm 1 auf Seite 112 angegebenen Anteil adäquat beantworteter Items). Somit sollte auch die mittlere Ausgangsleistung der einzelnen Tutees (Anzahl ihrer adäquat beantworteten Items) im Vergleich mit ihrer mittleren Leistung nach der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion ins Auge gefasst werden. Diagramm 4 gibt diesen Zusammenhang wieder.

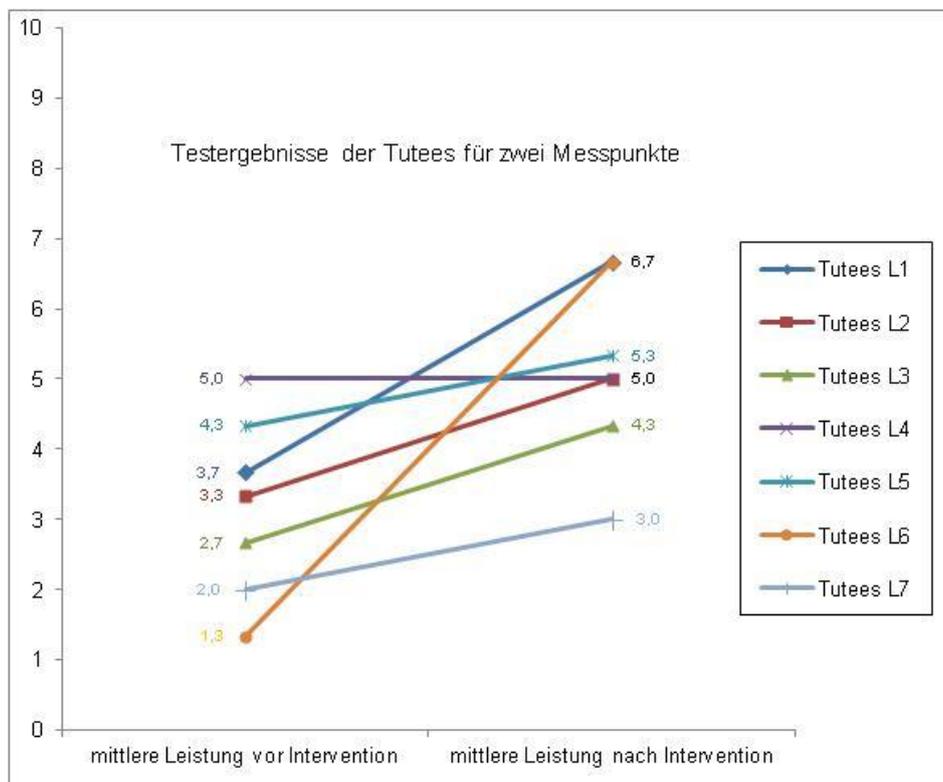


Diagramm 4: Mittlere Testleistungen der Tutees der einzelnen Cross Age Peer Tutoring-Gruppen vor und nach der Intervention

Aus Diagramm 4 ist auch ein durchschnittlicher Gesamt-Leistungsanstieg von 3,1 auf 5,0 (mit genauen, nicht mit gerundeten Werten berechnet) ersichtlich, was dem auf Seite 113 angegebenen 20%-Leistungsanstieg der Tutees entspricht. Diesen durchschnittlichen Anstieg übertreffen lediglich die Tutees von L1 (3,7 auf 6,7) und L6 (1,3 auf 6,7). Zudem ist erkennbar, dass die Ausgangsleistung der Tutees von L4 bereits der durchschnittlich erreichten mittleren Gesamtleistung aller Tutees nach der Intervention entspricht, was einsichtiger macht, weshalb kein Lernzuwachs in der Gruppe mehr stattfand. Dennoch ist darauf hinzuweisen, dass mit durchschnittlich nur 5 von insgesamt 10 angemessen beantworteten Items die Leistung noch wesentlich steigerbar wäre.

Betrachtet man Tabelle 21 und Diagramm 1 genauer, so fällt auch auf, dass jene Tutees, die von L1 unterrichtet wurden, Lernfortschritte auch bei den Items mit großer Schwierigkeit aufwiesen. Bei genauerer Untersuchung ergibt sich, dass es die größten mittleren Lernzuwächse der gesamten Tutee-Population in diesem Bereich sind, was an Diagramm 5 verdeutlicht sei. An diesem sind auch ein ausschließlich negativer Konzeptwechsel der Tutees von L7 sowie eine negative Gesamt-Leistungsbilanz der Tutees von L4 für die betreffenden Items größerer Schwierigkeit ersichtlich. Fünf von sechs der negativen Konzeptwechsel der Tutees von L7 sind in diesem Bereich höherer Item-Schwierigkeit zu finden. Insgesamt weisen die Tutees dieser Gruppen nach dem Cross Age Peer Tutoring und ihrem Mentoring also sogar mehr inadäquate Vorstellungen zu diesen Items A6 bis A10 auf als vor der Intervention, was an den blauen Säulen erkennbar ist.

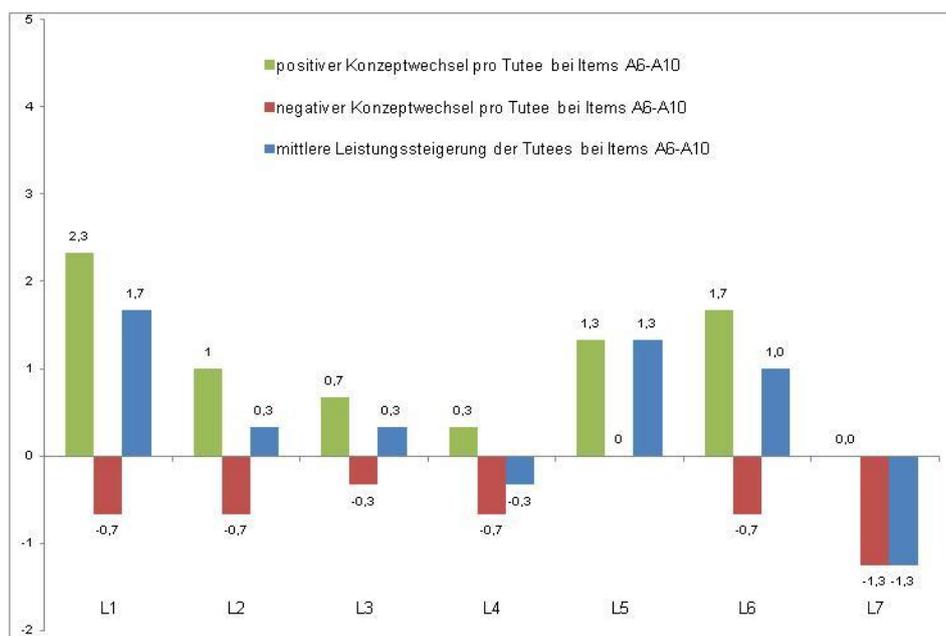


Diagramm 5: Anzahl der gemittelten Konzeptwechsel und Lernzuwächse der Tutees in den Cross Age Peer Tutoring-Gruppen für die Items höherer Schwierigkeit (A6 bis A10)

Um den Lernerfolg einzelner Tutee-Gruppen zu erklären, wurden nun bereits Einflüsse des Mentorings der AHS-Oberstufe als relevant erkannt. Ein weiterer möglicher Zusammenhang mit dem Konzeptwechsel respektive Lernzuwachs der Tutees besteht mit den motivationalen Eigenschaften der Akteure, welche mit den Fragebogeninstrumenten erfasst wurden. Während auf Seiten der Tutees nur jene je vier Fragebögen der sechs mit Hilfe der Videographie näher betrachteten Akteure (S1 bis S6) analysiert wurden, wurden alle Fragebögen der Tutoren untersucht, wodurch einige Korrelationen mit den Testergebnissen entdeckt werden konnten. Um diese erkenntlich zu machen seien zuerst die Ergebnisse der Fragebogeninstrumente, welche die Tutoren bearbeiteten im Überblick dargelegt, um sie dann mit den Daten aus dem Testinstrument zu vergleichen und die Ergebnisse zu interpretieren.

4.4.3.4 Ergebnisse der Fragebogenuntersuchungen der Tutoren im Vergleich

Auswertung des Fragebogens zum Lernen in Physik (FB1, S.80), welchen die Tutoren vor dem Mentoring ausfüllten, lieferte, neben den Noten der Tutoren, Daten zum Vorliegen der Regulationsstile der Probanden sowie zum Ausmaß ihrer Selbstbestimmung, welches der „Selbstbestimmungsindex“ (Müller et al., 2007, S.7) angibt (vgl. S.26 & 80). Aus den im Diagramm 6 links angegebenen Regulationsstilen lässt sich über die im Kapitel 4.3.3.1 angegebene Formel angeben, ob sich der Tutor im Fach Physik als selbstbestimmt (Maximum: +12) oder als fremdbestimmt (Maximum: -12) erlebt, was im Diagramm 6 rechts dargestellt ist.

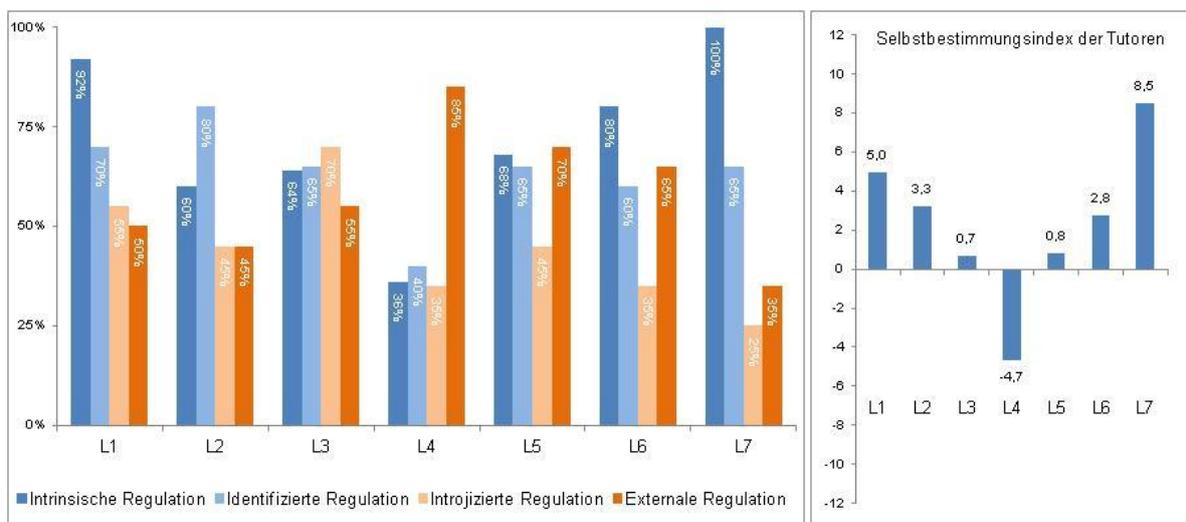


Diagramm 6: Regulationsstile (links) und Selbstbestimmungsindex (rechts) der Tutoren im Physikunterricht (Ergebnis FB1)

An dem hohen Grad an intrinsischer Regulation bei den Tutoren L1 und L7 lässt sich bereits auf einen hohen Selbstbestimmungsindex schließen. Ebenso lässt die starke externe Regulation von L4 einen negativen Selbstbestimmungsindex vermuten. In Diagramm 6 lässt sich die Übereinstimmung des Ausmaßes der Regulationsstile mit dem Grad der Selbstbestimmung leicht selbst vergleichen. Auffällig ist, dass L4, welcher als einziger Tutor eine negative Physiknote (siehe Tabelle 21, 110) erhielt, sich offenbar in diesem Fach fremdbestimmt zu fühlen scheint und verglichen mit den anderen Tutoren stark external reguliert ist.

Die Auswertung des Fragebogens zur aktuellen Motivation lieferte Ergebnisse zu der empfundenen Herausforderung der Tutoren gegenüber der Aufgabe, das Cross Age Peer Tutoring durchzuführen, gab Auskunft wie zuversichtlich sie sind, die Aufgabe erfolgreich zu absolvieren (Misserfolgsbefürchtung vs. Erfolgswahrscheinlichkeit) und welches Interesse gegenüber der Aufgabe besteht. Betrachtet man die Ergebnisse in Diagramm 7 so erkennt man gewisse Parallelen der Interessen und Herausforderungsskala im Vergleich mit den von den Akteuren angegebenen intrinsischen oder identifizierten Regulationsstilen respektive ihrem Selbstbestimmungsindex in Diagramm 6. Dabei fällt vor allem der relativ zu den anderen Tutoren sehr niedrige Wert von Interesse und Herausforderung von L4 und damit eine Korrelation dieser Skalen mit den in Diagramm 6 angeführten Ergebnissen auf.

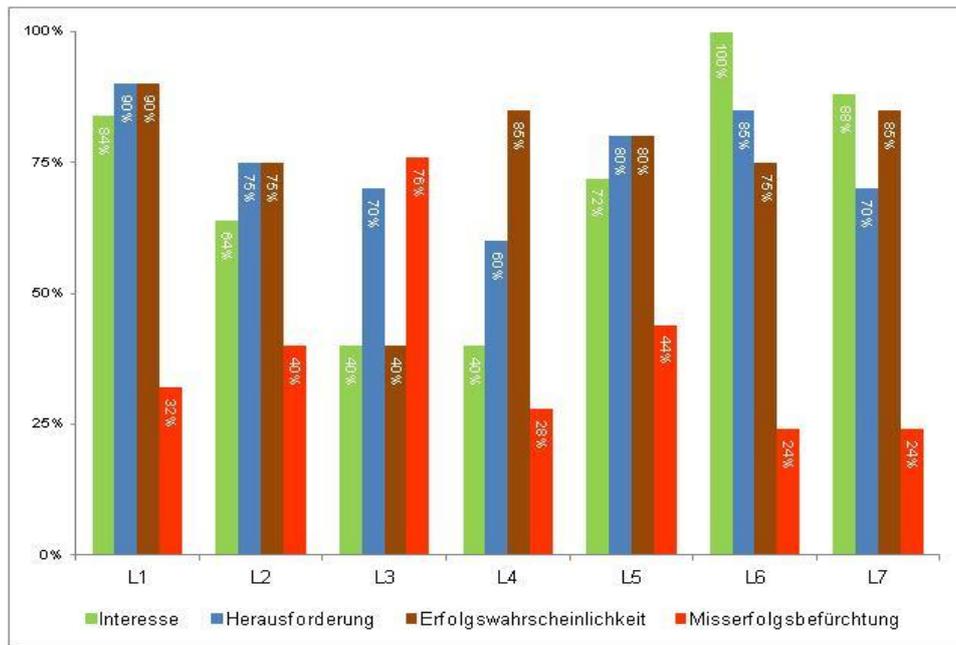


Diagramm 7: Ergebnisse des Fragebogens zur aktuellen Motivation (FB2) der Tutoren der AHS-Oberstufe hinsichtlich der Aufgabe das CAPT durchzuführen

So beträgt Pearsonsche Korrelationskoeffizient aus den Mittelwerten der Skalen intrinsischer und identifizierter Regulation von FB1 und den Mittelwerten der Skalen Interesse und Herausforderung von FB2 etwa $r = 0,75$ bei einer Signifikanz von $p = 0,05$. Der Korrelationskoeffizient aus den Ergebnissen der Skala "Intrinsische Regulation" von FB1 und der Skala "Interesse" für die Tutoren der AHS-Oberstufe beträgt sogar $r = 0,80$ bei einer Signifikanz von $p = 0,03$. Diagramm 8 illustriert diese Korrelationen.

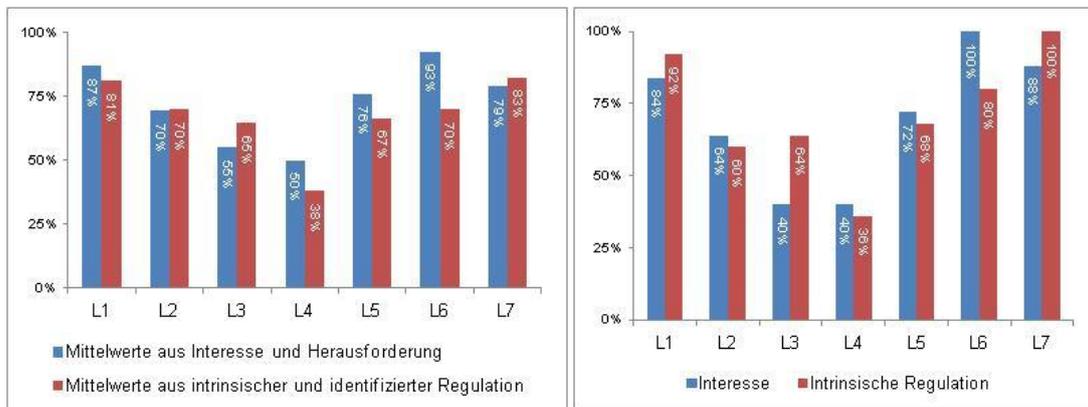


Diagramm 8: Illustration der Korrelation von Ergebnissen aus FB1 (blau) und FB2 (rot)

Daraus lässt sich womöglich schließen, dass ein grundsätzlich im Fach Physik eher intrinsisch regulierter Schüler (welcher eher selbstbestimmt agiert) auch eher Interesse an der Aufgabe, das Cross Age Peer Tutoring durchzuführen, hat.

Die Auswertung des Fragebogens zum Peer Tutoring für die Tutoren der AHS-Oberstufe ergab die in Diagramm 9 dargestellten Ergebnisse. Leider konnte für L3 die Auswertung des FB3 nicht gänzlich erfolgen, da dieser sämtliche Items übersah, welche sich auf einer zweiten Seite des Fragebogens befanden.

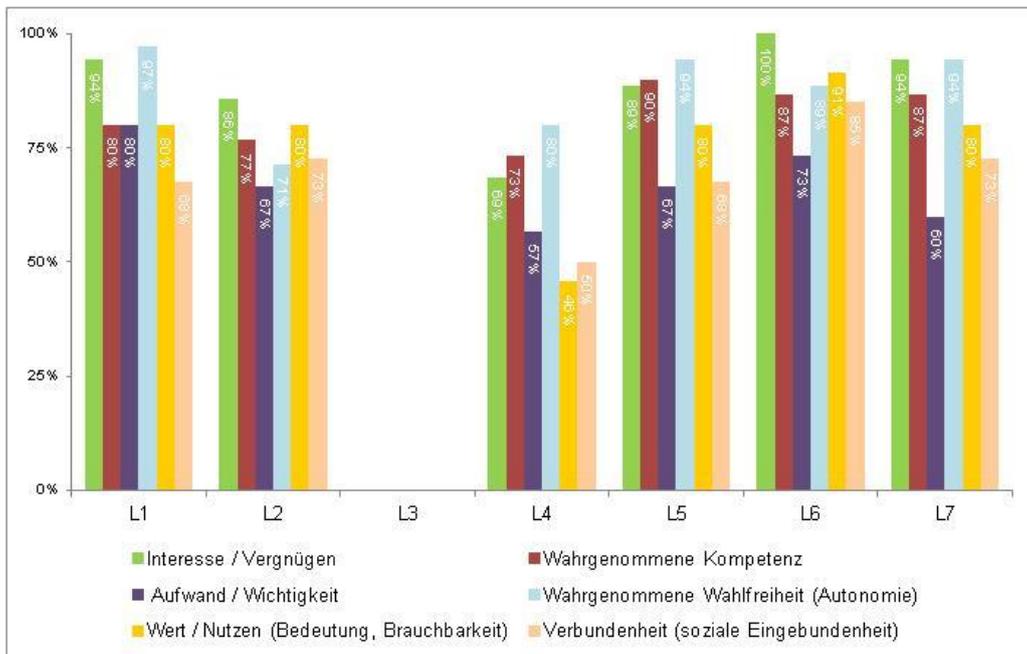


Diagramm 9: Mit FB3 erhobene motivationale Empfindungen der Tutoren der AHS-Oberstufe das CAPT betreffend

Um den FB3 nun auch für L3 auszuwerten und die Stichprobenanzahl wieder auf sieben zu erhöhen, wurde der Fragebogen auf eine Seite gekürzt (Items 2 bis 20 der auf Seite 83 angegebenen wurden benutzt) und erneut für alle Tutoren ausgewertet. Vergleich von Diagramm 9 mit Diagramm 11 lässt erkennen, dass die Kürzung keine beträchtliche relative Veränderung der übernommenen Skalenwerte ergibt. Die in Tabelle 22 angegebenen Korrelationen der einzelnen Skalen sind $r \geq 0,89$ und mit $p \leq 0,016$ signifikant, die Skala Verbundenheit (soziale Eingebundenheit) bleibt jedoch in der gekürzten Version des FB3 unbeachtet, da sich die entsprechenden Items auf der zweiten Seite des Fragebogens befanden.

Skalen im gekürzten und ungekürzten FB3	Korrelationen der Skalen	Signifikanzen der Korrelationen
Interesse / Vergnügen	$r = 0,96$	$p = 0,0030$
Wahrgenommene Kompetenz	$r = 0,97$	$p = 0,0018$
Aufwand / Wichtigkeit	$r = 0,89$	$p = 0,0160$
Wahrgenommene Wahlfreiheit	$r = 0,95$	$p = 0,0032$
Wert / Nutzen	$r = 0,98$	$p = 0,0004$

Tabelle 22: Korrelationen der Skalen des gekürzten mit jenen des ungekürzten FB3

Auffällig an der eben erwähnten Skala sozialer Eingebundenheit ist, dass sich Tutor L4 offenbar wesentlich weniger verbunden mit den Tutees fühlte als die übrigen Akteure und dass die Resultate dieser Skala abermals mit den Ergebnissen der Interessenskala ($r = 0,89$, $p = 0,02$) signifikant und mit jenen der Herausforderungsskala aus FB2 insignifikant ($r = 0,73$, $p = 0,10$) korreliert sowie mit den Angaben zur Skala der intrinsischen Regulation aus FB1 ($r = 0,88$, $p = 0,02$) signifikant korreliert. Eine Korrelation von sozialer Eingebundenheit mit identifizierter Regulation liegt jedoch nur äußerst schwach und gänzlich insignifikant vor ($r = 0,45$, $p = 0,37$).

Betrachtet man Diagramm 10 so erkennt man zudem, dass die Mittelwerte aus den Angaben zu Interesse und Herausforderung aus FB2 sowohl hochsignifikant mit der motivationalen Einstellung der Tutoren (Mittelwerte aus allen Skalenwerten von FB3) ($r = 0,98$, $p = 0,0005$)

als auch knapp sehr signifikant mit der Grundbedürfniserfüllung (Mittelwerte aus den Ergebnissen der Skalen Autonomie, Kompetenz und soziale Eingebundenheit) ($r = 0,92$, $p = 0,009$) korrelieren und dass das Empfinden der Grundbedürfniserfüllung und die motivationale Gesamt-Einstellung der Akteure ebenfalls sehr signifikant miteinander korrelieren ($r = 0,96$, $p = 0,003$).



Diagramm 10: Zur Illustration der Korrelation von Ergebnissen aus FB2 (rechts) und FB3 (links und Mitte)

Zudem korrelieren die Angaben der Tutoren zu den Interessensskalen aus FB2 und FB3 ($r = 0,90$, $p = 0,01$), das Interesse vor dem Cross Age Peer Tutoring ist also mit dem nach der Interaktion vergleichbar. Zur Berechnung der auf Seite 120 angegebenen Korrelationskoeffizienten konnten die Ergebnisse von L3 auf FB1 und FB2 leider nicht mit einbezogen werden, da sie für FB3 fehlten. Aufgrund der etwas kleineren Stichprobe liegen deshalb eventuell auch die zu diesen Daten angegebenen Korrelationskoeffizienten und Signifikanzen etwas höher. Nun können aber mit Hilfe des gekürzten FB3 die übrigen Ergebnisse von L3 wieder in die Datenauswertung integriert werden und die weitere Untersuchung mit der gesamten Stichprobe fortgesetzt werden.

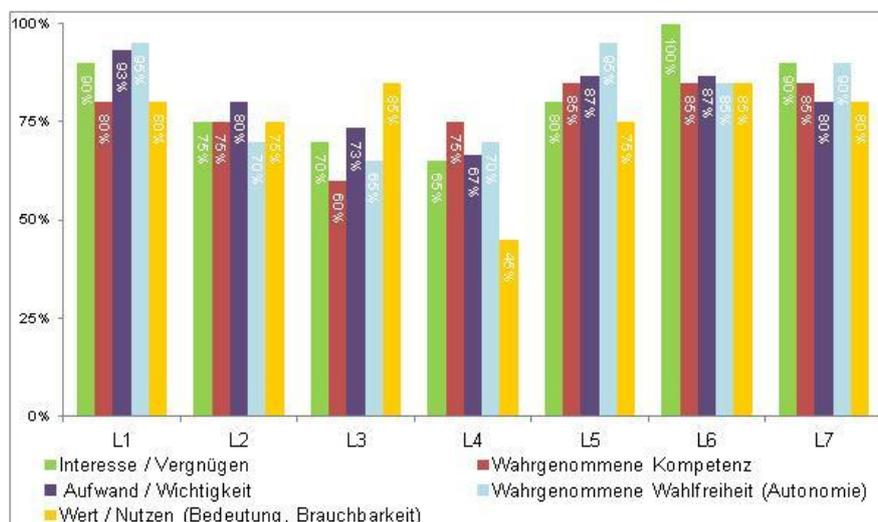


Diagramm 11: Mit dem gekürzten FB3 erhobene motivationale Empfindungen der Tutoren der AHS-Oberstufe des CAPT betreffend

Fasst man die Kategorien Interesse / Vergnügen, Aufwand / Wichtigkeit und Wert / Nutzen zur Kategorie „Interesse, Aufwand und Wert“ zusammen, ist wieder eine mit $p = 0,005$ sehr signifikante Korrelation von $r = 0,91$ mit Mittelwerten der Skalen Interesse und Herausforderung aus FB2 feststellbar (vgl. Diagramm 12).

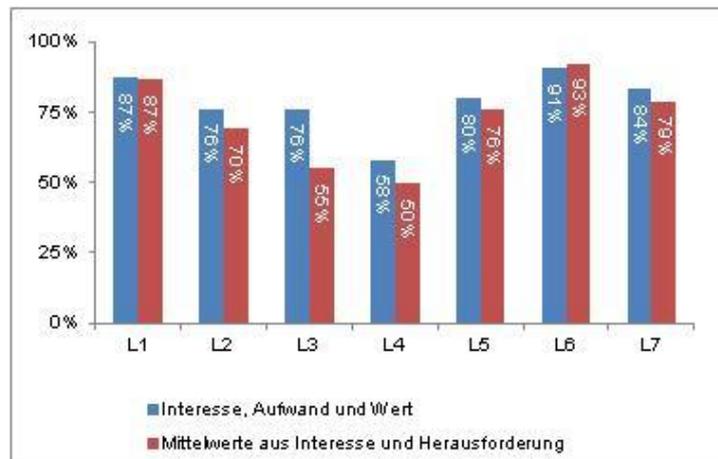


Diagramm 12: Vergleich von Skalen aus FB2 (rot) und FB3 (blau)

Auffällig an Diagramm 12 ist aber, dass die nach dem Cross Age Peer Tutoring erfassten Angaben zu Interesse, Aufwand und Wert bei L3 deutlich höher ausfallen als die Mittelwerte seiner Angaben aus den Skalen Interesse und Herausforderung vor der Intervention. Eine mögliche, eventuell ein wenig spekulative Interpretation wäre, dass erst der eigene Unterricht tatsächlich das Interesse von L3 geweckt hat und er nun trotz oder gerade wegen des Aufwandes einen höheren Wert in dieser Form zu lernen sieht.

Nach Zusammenfassen der Kategorien „Wahrgenommene Kompetenz“ und „Wahrgenommene Wahlfreiheit“ aus FB3 zur Kategorie „Kompetenz und Autonomie“ durch Mittelwertbildung fällt eine Korrelation von $r = 0,74$ mit der Skala Erfolgswahrscheinlichkeit aus FB2 auf (siehe Diagramm 13), die jedoch mit $p = 0,056$ knapp insignifikant ist.

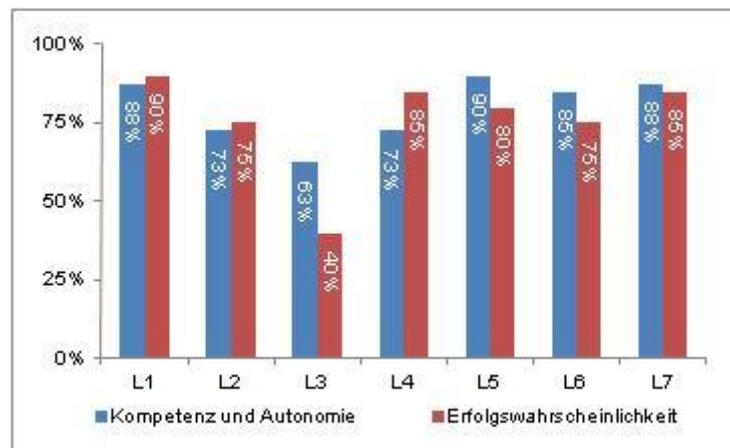


Diagramm 13: Vergleich von Skalen aus FB2 (rot) und FB3 (blau)

Vor allem fällt an Diagramm 13 auf, dass zwar die Werte der wahrgenommenen Kompetenz und Autonomie von L3 weit unter jenen der anderen Tutoren liegen (was auch durch Ausschnitte der Videoanalyse nachvollziehbar ist, siehe z.B. Seite 173), doch, dass L3 zudem relativ zur Einschätzung des Erfolges vor dem Cross Age Peer Tutoring (aber nach dem Mentoring) nun nach dem eigenen Unterricht einen hohen Wert an wahrgenommener Kompetenz aufweist, was möglicherweise wieder als positiver Einfluss auf die Wahrnehmung der eigenen Kompetenz durch das Cross Age Peer Tutoring gewertet werden kann. Der

interpretative Vergleich der Skalenwerte von L4 lässt eventuell darauf schließen, dass dieser seine Erfolgswahrscheinlichkeit vor dem Cross Age Peer Tutoring zwar hoch einschätzte, die wahrgenommene Kompetenz und Autonomie nach dem Cross Age Peer Tutoring aber nicht diesen Wert erreichte. Mit Blick auf den nicht gegebenen Lernzuwachs der Tutees von L4 (siehe etwa Diagramm 3), ließe sich, wenn L4 die schwache Leistung bemerkt haben sollte, diese Interpretation auch als Unzufriedenheit mit dem eigenen Unterricht erklären. Wieder sei bemerkt, dass die Interpretationen der Daten sehr spekulativer Natur sind und kein Anspruch auf vollständige Adäquatheit der Darlegung besteht. Letztere Interpretation weist bereits auf den Zusammenhang der Testergebnisse mit den durch die Fragebogenuntersuchungen erfassten motivationalen Faktoren der Akteure hin. Dieser Zusammenhang sei im folgenden Abschnitt näher untersucht.

4.4.3.5 Bezug der Fragebogen-Ergebnisse der Tutoren auf die Testergebnisse der Tutees

Viele der obigen signifikanten Korrelationen waren aufgrund der sehr ähnlichen Konstrukte, welche von den Fragebögen gemessen wurden, nicht besonders verwunderlich. Treten aber ähnlich signifikante Korrelationen zwischen Fragebogenergebnissen und Testresultaten auf, so könnte dies zu einer ersten Bestätigung der Hypothese H3 (siehe Seite 64) führen.

Korrelationen zwischen Fragebogen-Ergebnissen der Tutoren und ihren eigenen Testergebnissen wurden nicht entdeckt, jedoch weisen erstere mit den mittleren Testergebnissen ihrer Tutees erstaunliche Parallelen auf, welche hier geschildert seien.

Es sei mit dem Vergleich der Ergebnisse von FB2 mit den Testergebnissen begonnen. Tatsächlich scheint sich hier, etwa bei Vergleich der Skala Herausforderung in Diagramm 7 mit der mittleren Leistungsänderung der vom jeweiligen Tutor unterrichteten Tutees in Diagramm 3 oder bei Vergleich der Skala des Interesses der Tutoren mit eben jener Leistungsänderung eine Korrelation abzuzeichnen. In Diagramm 14 ist zu erkennen, dass mit steigender Herausforderung und steigendem Interesse der Tutoren auch die Leistung ihrer Tutees zunimmt.

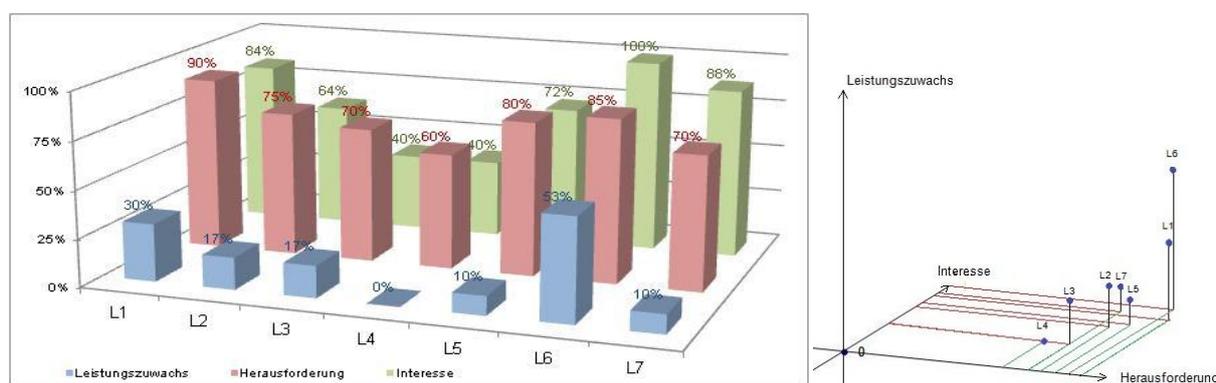


Diagramm 14: Zur Illustration der Korrelation von Leistungssteigerung, Herausforderung und Interesse (links); Der mittlere Leistungssteigerung der Tutees steigt mit Herausforderung und Interesse der Tutoren (rechts)

Bei genauerer Berechnung ergibt sich zwischen der Herausforderung, welche die Tutoren im Cross Age Peer Tutoring sehen und der durchschnittlichen Leistungssteigerung ihrer Tutees ein mit $p = 0,05$ signifikanter Korrelationskoeffizient von $r = 0,75$ und zwischen dem Interesse der Tutoren an ihrem bevorstehenden Unterricht und dem mittleren Leistungssteigerung der

Tutees ist noch ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,68$ zu verzeichnen, welcher mit $p = 0,09$ jedoch bereits sehr insignifikant ist.

Noch größere Korrelationen der beiden Skalen werden mit dem positiven Konzeptwechsel erreicht (siehe Diagramm 15).

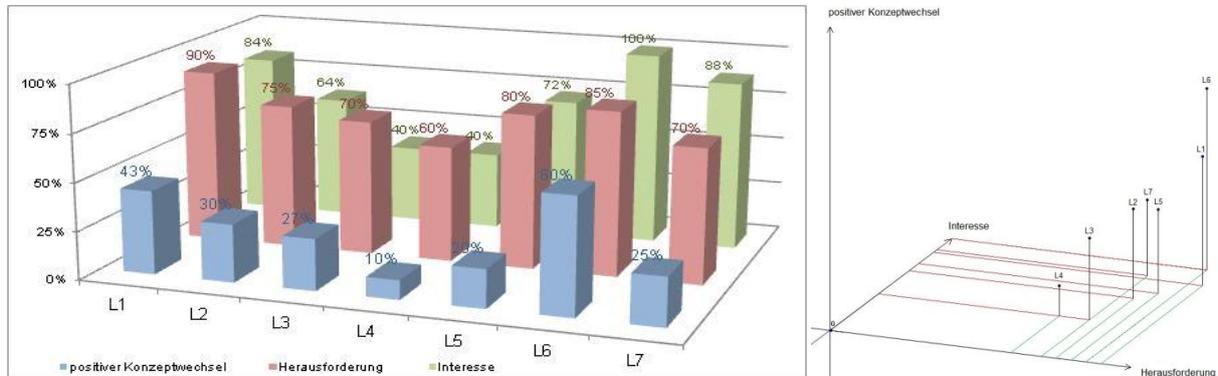


Diagramm 15: Zur Illustration der Korrelation von positivem Konzeptwechsel, Herausforderung und Interesse (links); Der positive Konzeptwechsel pro Tutee steigt mit Herausforderung und Interesse der Tutoren (rechts).

Hier ergibt sich zwischen der Herausforderungs-Skala und dem mittleren positiven Konzeptwechsel der Tutees ein mit $p = 0,035$ signifikanter Korrelationskoeffizient von $r = 0,79$ und zwischen dem Interesse der Tutoren und dem positiven Konzeptwechsel der von ihnen unterrichteten Akteure besteht ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,73$, welcher mit $p = 0,06$ knapp insignifikant ist.

Dieselben Korrelationen lassen sich zwischen Leistungssteigerung respektive positiven Konzeptwechsel mit dem Mittelwert von Herausforderung und Interesse darstellen. Die Korrelationskoeffizienten sind hier sowohl mit dem positiven Konzeptwechsel ($r = 0,80$, $p = 0,03$) als auch mit dem Leistungszuwachs ($r = 0,75$, $p = 0,05$) im signifikanten Bereich und in Diagramm 16 ist die Korrelation illustriert.

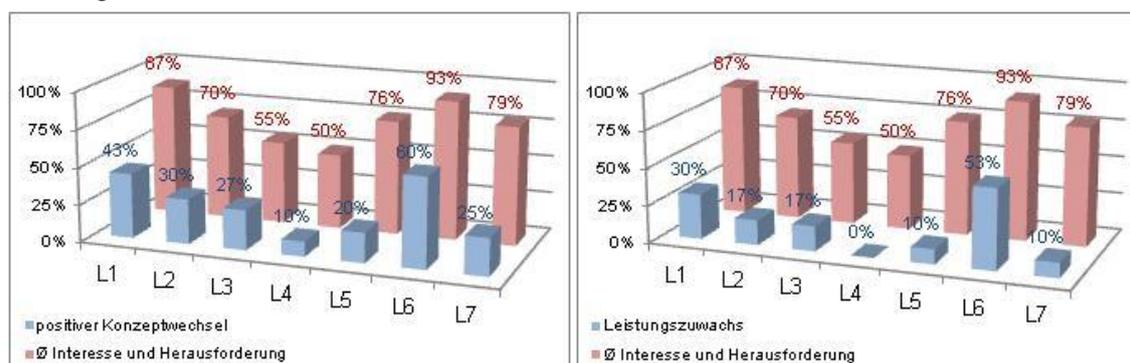


Diagramm 16: Illustration der Korrelationen von mittlerem positivem Konzeptwechsel sowie Leistungszuwachs der Tutees mit den Mittelwerten aus Interesse und Herausforderung (FB2) der Tutoren

Obige Ergebnisse lassen sich möglicherweise so interpretieren, dass die Tutoren wahrscheinlich umso engagierter unterrichten, je herausfordernder und eventuell auch je interessanter sie die bevorstehende Cross Age Peer Tutoring-Situation empfinden und dass dies sich positiv auf das Lernen ihrer Tutees auswirkt. Als Implikationen für weitere Forschung sei angegeben, dass nähere Informationen durch Fragbogen- und Testergebnisse einer größeren Tutoren-Population geliefert werden könnten und dass die

interpretativen Zusammenhänge sich durch breiter angelegte Tiefen-Interviews sowie Videoanalysen überprüfen ließen.

Weder mittlerer Leistungszuwachs und positiver Konzeptwechsel der Tutees noch der Leistungszuwachs und positive Konzeptwechsel der Tutoren korreliert mit den Skalen Erfolgswahrscheinlichkeit oder Misserfolgsbefürchtung, jedoch erreicht man mit einer Skala aus den Mittelwerten der Skalen Herausforderung, Interesse und invertierte Erfolgswahrscheinlichkeit (100%-Erfolgswahrscheinlichkeit) eine noch höhere Korrelation mit dem mittleren Leistungszuwachs ($r = 0,85$, $p = 0,015$), und mit dem positiven Konzeptwechsel der Tutees ist der Korrelationskoeffizient $r = 0,88$ sogar noch sehr signifikant ($p = 0,0097$). Die Zusammenhänge sind im Diagramm 17 illustriert.

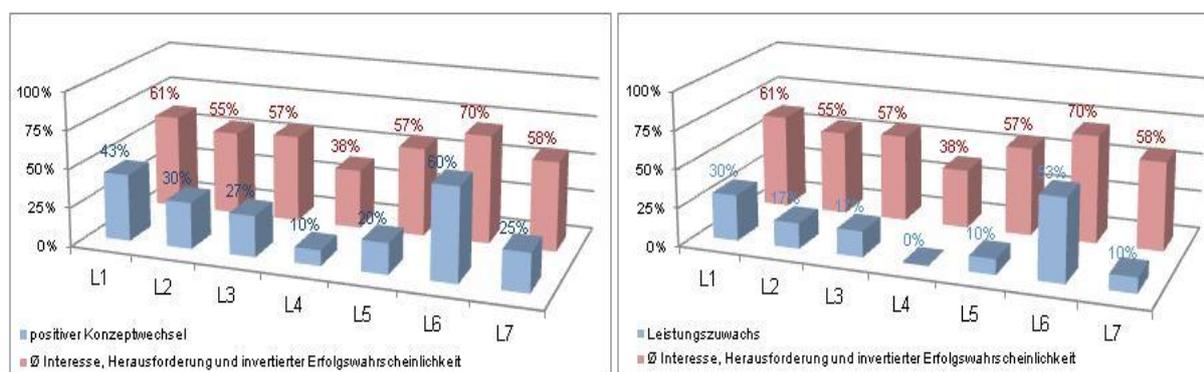


Diagramm 17: Illustration der Korrelation von mittlerem positivem Konzeptwechsel ($r = 0,88$, $p = 0,0097$) sowie Leistungszuwachs ($r = 0,85$, $p = 0,015$) der Tutees mit den Mittelwerten aus Interesse, Herausforderung und invertierter Erfolgswahrscheinlichkeit (FB2) der Tutoren.

Dieser mögliche Zusammenhang lässt sich so interpretieren, dass die Tutoren bei zu hoher Zuversicht, beim Cross Age Peer Tutoring erfolgreich zu sein, weniger Erfolg beim Hervorrufen von Konzeptwechseln bei ihren Tutees haben. Unter Umständen leidet unter dieser Einstellung ihr Engagement und ihre Anstrengung in der Sache oder sie bemerken erst beim Cross Age Peer Tutoring Schwierigkeiten, mit denen sie nicht gerechnet hatten. (vgl. dazu die Skala Aufwand in Diagramm 11 und die Differenz aus der Skala Kompetenz/Autonomie und der Skala Erfolgswahrscheinlichkeit in Diagramm 13)

Der Einbezug der Skala Misserfolgsbefürchtung in die Mittelwertberechnung ergibt ein deutliches Absinken der Korrelation mit den Tutee-Ergebnissen und deren Signifikanz. Invertiert man die Skala Misserfolgsbefürchtung und bezieht sie in die Mittelwertbildung mit ein, so gehen die Korrelationen mit dem mittleren positiven Konzeptwechsel ($r = 0,85$, $p = 0,016$) und dem durchschnittlichem Leistungszuwachs ($r = 0,80$, $p = 0,028$) nur sehr leicht zurück. Es wird daher angenommen, dass der sehr hohe Wert bei L3 auf der Misserfolgsbefürchtungs-Skala sich positiv auf den Konzeptwechsel und den Leistungszuwachs seiner Tutees ausgewirkt hat, da dieser sich durch seine Angst vor der neuen und daher etwas unbestimmten Aufgabe womöglich angespornt wurde und achtsamer unterrichtete, während die anderen Tutoren durch die Angst vor Misserfolg gehemmt wurden oder umgekehrt ihre Leistungsfähigkeit zu stark einschätzten. Es fiel auch auf, dass L3 während dem Tutoring andere Tutoren fragte, wenn er sich unsicher war. Eine dieser

Interaktionen (die sich aber auch negativ auf die Kompetenzwahrnehmung von L3 ausgewirkt haben könnte) wurde zufällig auf Video aufgezeichnet und bei der Videoanalyse der Gruppe 1 in die Untersuchung mit einbezogen (s. S.173). Weitere Überprüfung dieser hypothetischen Interpretation der Daten wäre aber nur mit weiteren Tiefeninterviews möglich gewesen, was jedoch einen unangemessenen Aufwand für dieses Einzelergebnis darstellt. Vielleicht liegt die mangelnde Aussagekraft der Misserfolgs-Skala auch in der bereits von Rheinberg (2001, S.10) vermuteten Prognose-Zuverlässigkeit der Skala nur bei von den Probanden genau bekannter bevorstehender Aufgabe (vgl. Seite 82). Was im Cross Age Peer Tutoring aber genau abläuft, kann wohl nicht immer vorhergesagt werden, wodurch es den Akteuren womöglich schwerfiel, ihren Erfolg oder Misserfolg einzuschätzen und daher die beiden Skalen Misserfolgsbefürchtung und Erfolgswahrscheinlichkeit vielleicht mehr über die Herangehensweise der Probanden an die Aufgabe als über den Erfolg aussagen.

Aufgrund der erwähnten Korrelationen konnte somit FB2 mit invertierter Skala für die Erfolgswahrscheinlichkeit und mit Ausnahme der Misserfolgsbefürchtungs-Skala im Falle dieser Intervention als Prädiktor für die Lernerfolge der Tutees des jeweiligen Tutors dienen. Die Vorhersagekraft des Fragebogens ist umso beeindruckender, da im Rahmen dieser Arbeit von den Angaben der Tutoren auf den Fragebogen die Güte des Cross Age Peer Tutoring über die Lernleistung der Tutees noch vor dem Stattfinden der Interaktion postuliert wurde. Weitere Untersuchungen sollten überprüfen, ob dieses Instrument auch bei weiteren Stichproben diese Prognose-Leistung erfüllt. Doch ist auch zu bedenken, dass natürlich auch die Einstellungen der Tutees selbst großen Einfluss auf ihre eigene Lernleistung haben, weshalb in Kapitel 4.4.3.6 auch deren Fragebogenergebnisse für die gesamte Stichprobe mit in die Auswertung einbezogen werden sollen und im Kapitel 4.4.3.7 diese Ergebnisse einem Vergleich mit den Tutee-Leistungen unterzogen werden sollen.

Doch auch mit dem von den Tutoren bearbeiteten FB3 sind zunächst mögliche Zusammenhänge mit den Ergebnissen der Testergebnisse erkennbar. So korreliert vor allem der positive Konzeptwechsel etwa signifikant mit den Skalen „Interesse / Vergnügen“, und „Verbundenheit (soziale Eingebundenheit)“ aus FB3 sowie mit den neu aus den gemittelten Werten der Skalen „Aufwand / Wichtigkeit“ und „Wert / Nutzen“ erstellten Kategorien (siehe Tabelle 23). Keine Korrelation des Leistungszuwachses besteht mit den Kategorien „Kompetenz“ und „Autonomie“, weshalb auch die wahrgenommene Erfüllung der drei psychologischen Grundbedürfnisse durch das Cross Age Peer Tutoring keine signifikanten Korrelationswerte mit Leistungszuwachs sowie positiven Konzeptwechsel ergibt. Die jeweiligen Korrelationskoeffizienten mit diesen Skalen aus FB3 sind zudem nur für die Stichprobe ohne L3 angegeben, da sich für diesen aufgrund der fehlenden Daten die Skala der sozialen Eingebundenheit und damit auch die wahrgenommene Erfüllung der drei psychologischen Grundbedürfnisse sowie die motivationale Gesamteinstellung nach dem Cross Age Peer Tutoring nicht ermitteln ließen. Die signifikanten Zusammenhänge wurden in Tabelle 23 mit * markiert und sind farblich hervorgehoben.

Tutor (FB3) \ Tutee	positiver Konzeptwechsel		Lernzuwachs	
	r	p	r	p
Interesse / Vergnügen	0,81	0,05*	0,75	0,08
Wahrgenommene Kompetenz	0,31	0,55	0,32	0,5
Aufwand / Wichtigkeit	0,80	0,06	0,76	0,08
Wahrgenommene Wahlfreiheit (Autonomie)	0,23	0,66	0,21	0,69
Wert / Nutzen (Bedeutung, Brauchbarkeit)	0,76	0,08	0,72	0,11
Verbundenheit (soziale Eingebundenheit)	0,82	0,04*	0,80	0,06
Mittlere Motivationale Gesamt-Einstellung	0,79	0,06	0,75	0,09
Wahrgenommene Grundbedürfniserfüllung	0,65	0,16	0,63	0,18
Mittelwert Aufwand und Wert	0,84	0,03*	0,80	0,06
Mittelwert Interesse Aufwand und Wert	0,85	0,03*	0,80	0,06
Mittelwert Interesse, Aufwand, Wert und soziale Eingebundenheit	0,86	0,03*	0,81	0,05*

Tabelle 23: Korrelationen und Signifikanzen (* $p \leq 0,05$) von Antworten der Tutoren zu Skalen aus FB3 mit dem mittleren positiven Konzeptwechsel sowie durchschnittlichen Lernzuwachs der Tutees.

Man erkennt, dass häufig solch signifikante Korrelationen nur mit dem positiven Konzeptwechsel und nicht mit dem Lernzuwachs bestehen, was wohl darauf hindeutet, dass kein (linearer) Zusammenhang mit den Skalen von FB3 und dem negativen Konzeptwechsel bestehen (was tatsächlich nicht der Fall ist).

Vernachlässigt man aber bei der von den Tutoren empfundenen Grundbedürfniserfüllung und bei der motivationalen Gesamteinstellung zur Interaktion mit den Tutees die Kategorie der Verbundenheit (soziale Eingebundenheit), so kann man den Probanden L3 wieder in die Berechnung der Korrelation der Skalen des auf eine Seite gekürzten FB3 (vgl. S.83 & 120f) mit einbeziehen und erhält folgende, in Tabelle 24 dargestellten Ergebnisse:

Tutor (FB3) \ Tutee	positiver Konzeptwechsel		Lernzuwachs	
	r	p	r	p
Interesse / Vergnügen	0,82	0,02*	0,78	0,04*
Wahrgenommene Kompetenz	0,28	0,54	0,26	0,58
Aufwand / Wichtigkeit	0,68	0,10	0,62	0,14
Wahrgenommene Wahlfreiheit (Autonomie)	0,31	0,50	0,26	0,57
Wert / Nutzen (Bedeutung, Brauchbarkeit)	0,67	0,10	0,62	0,14
Mittlere motivationale Gesamt-Einstellung (ohne soziale Eingebundenheit)	0,68	0,09	0,63	0,13
Kompetenz und Autonomie	0,31	0,49	0,27	0,55
Mittelwert Aufwand und Wert	0,73	0,06	0,68	0,09
Mittelwert Interesse Aufwand und Wert	0,82	0,02*	0,77	0,04*

Tabelle 24: Korrelationen und Signifikanzen (* $p \leq 0,05$) von Antworten der Tutoren zu Skalen aus dem gekürzten FB3 mit dem mittleren positiven Konzeptwechsel sowie durchschnittlichen Lernzuwachs der Tutees

Nun ist zu erkennen, dass die Korrelation mit dem durchschnittlichen positiven Konzeptwechsel und dem mittleren Lernzuwachs der Tutees vor allem mit der Skala „Interesse / Vergnügen“ gegeben ist und wohl auch die hohe Korrelation der Mittelwerte der Skalen „Interesse, Aufwand und Wert“ vor allem auf die Interessenskategorie zurückführbar sind, da diese Werte auch alleine mit der Interessensskala erreicht werden (vgl. blaue Hervorhebungen in Tabelle 24). Auch hier korrelieren Kompetenz- und Autonomie-Empfinden der Tutoren nicht mit dem durchschnittlichen positiven Konzeptwechsel und dem mittleren Lernzuwachs der Tutees.

Obwohl also keine Korrelationen mit diesen beiden die entsprechenden psychologischen Grundbedürfnisse erhebenden Skalen des FB3 bestehen, so erkennt man, wie bereits erwähnt, eine deutliche Korrelation der Skala, welche die soziale Eingebundenheit der

Tutoren erhebt, mit dem durchschnittlichen positiven Konzeptwechsel und dem mittleren Lernzuwachs der Tutees (siehe Tabelle 23). Diese signifikante Korrelation lässt sich nun womöglich so interpretieren, dass das Gefühl des Tutors, ein wichtiger Bestandteil der Lerngruppe zu sein, den positiven Konzeptwechsel der Tutees zu unterstützen scheint, und ebenso dass das Wohlfühlen des Tutors in der Gruppe zum Lernerfolg der Tutees, welche dieses Verbundenheitsgefühl vielleicht auch an ihrem Tutor wahrnehmen, beiträgt.

Wie in Kapitel 3.2 erwähnt ist das psychologische Grundbedürfnis der sozialen Eingebundenheit zudem mit notwendig zum Zustandekommen intrinsischer Motivation. Ob der Regulationsstil (vgl. Seite 26) der Tutoren nun mit dem Leistungszuwachs der Tutees zusammenhängt, was ein Indiz dafür darstellen würde, dass auch die intrinsische Motivation Unterrichtender für den Lernerfolg der Unterrichteten von Bedeutung ist, kann über einen Vergleich von FB1 mit den Daten aus den Testinstrumenten überprüft werden und sei in Tabelle 25 dargestellt.

Tutor (FB1) \ Tutee	mit Daten der Gruppe L7				ohne Daten der Gruppe L7			
	positiver Konzeptwechsel		Lernzuwachs		positiver Konzeptwechsel		Lernzuwachs	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Intrinsische Regulation	0,55	0,20	0,45	0,31	0,80	0,06	0,75	0,09
Identifizierte Regulation	0,35	0,43	0,26	0,58	0,37	0,47	0,28	0,59
Introjierte Regulation	0,04	0,94	0,05	0,91	-0,06	-	-0,11	-
Externale Regulation	-0,26	-	-0,13	-	-0,45	-	-0,35	-
Ø intrinsische & identifizierte Regulation	0,55	0,20	0,43	0,33	0,73	0,10	0,63	0,18
Ø intrinsische, identifizierte & invertierte introjierte Regulation	0,48	0,28	0,37	0,42	0,78	0,07	0,73	0,10
Ø intrinsische, identifizierte & invertierte externe Regulation	0,46	0,30	0,33	0,46	0,64	0,17	0,56	0,25
Ø intrinsische, identifizierte invertierte introjierte & invertierte externe Regulation	0,43	0,34	0,30	0,51	0,73	0,10	0,66	0,15
Ø intrinsische, identifizierte introjierte & invertierte externe Regulation	0,44	0,32	0,33	0,47	0,52	0,29	0,44	0,38
Ø aller vier Regulationsstile (ohne Inversion)	0,53	0,22	0,50	0,26	0,51	0,30	0,47	0,35
Ø intrinsische, identifizierte & introjierte Regulation	0,50	0,25	0,41	0,15	0,25	0,28	0,46	0,13
Ø intrinsische, identifizierte & externe Regulation	0,67	0,10	0,61	0,36	0,72	0,11	0,69	0,36

Tabelle 25: Korrelationen von Angaben der Tutoren zu verschiedenen Skalen und deren Mittelwerten (Ø) aus FB1 mit dem durchschnittlichen positiven Konzeptwechsel sowie dem mittleren Lernzuwachs der Tutees mit (links) und ohne (rechts) Einbezug der Daten der Tutoring-Gruppe von L7.

Es fällt auf, dass lediglich der intrinsische Regulationsstil (erste Zeile in Tabelle 25) sehr schwach und insignifikant mit dem durchschnittlichen positiven Konzeptwechsel korreliert (was in Diagramm 18 dargestellt ist). Auch Mittelwertberechnungen aus den Skalen sowie den invertierten Skalen ermöglichten keine höhere Korrelation oder Steigerung der Signifikanz. Es sei dennoch hier angemerkt, dass vor allem die Angaben von L7 zu diesem niedrigen Korrelationswert beitragen, was bei Vergleich der p-Werte der Korrelation der intrinsischen Regulation mit dem positiven Konzeptwechsel mit und ohne Gruppe L7 auffällt (siehe Korrelationen mit und ohne Einbezug der Fragebogen- und Tutee-Leistungs-Daten der Gruppe L7 in Tabelle 25 und vergleiche auch mit Diagramm 18).

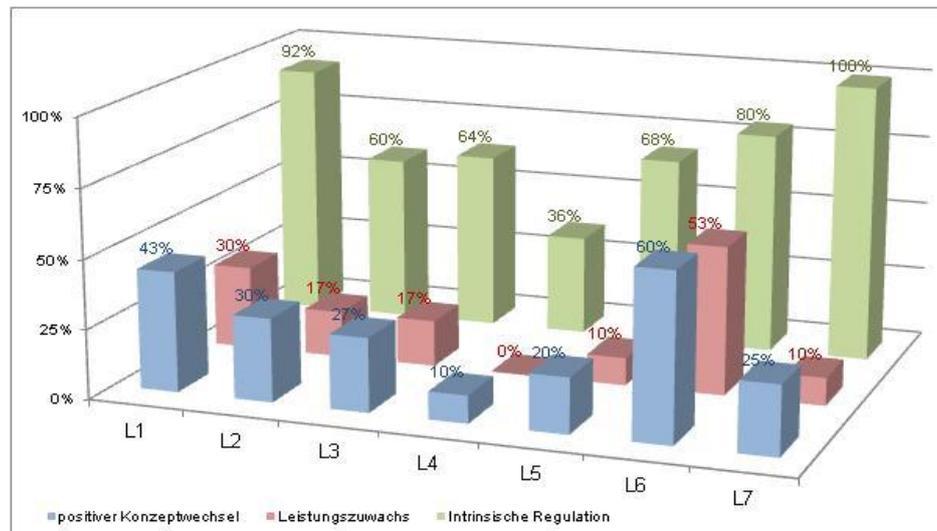


Diagramm 18: Illustration der Korrelation von intrinsischer Regulation der Tutoren mit mittlerem Leistungszuwachs sowie durchschnittlichem positiven Konzeptwechsel der Tutees

L7 unterrichtete die in ihrer Ausgangsleistung schwächsten Tutees (siehe Diagramm 4, Seite 116), weshalb es möglicherweise schwierig war, einen größeren mittleren Leistungsanstieg zu erreichen. Dies ist jedoch rein spekulative Interpretation der Daten und sei hier nur als Anmerkung erwähnt.

Zu beachten ist weiters, dass die in diesem Kapitel geschilderten Korrelationen die mittlere Ausgangsleistung der einzelnen Tutees unbeachtet lassen. Ihr möglicher Einfluss auf die Testergebnisse wurde jedoch bereits auf Seite 116 kurz diskutiert. Hier sei noch erwähnt, dass etwa vor allem die Gesamt-Leistung der Tutees von L7 auf den Mid-Test schwächer als die aller anderen Tutees ausfällt und dass sich mit der mittleren Endleistung der Tutees („mittlere Leistung nach der Intervention“ in Diagramm 4) und den Skalen der Fragebögen keine derartig hohen Korrelationen, wie die in diesem Kapitel geschilderten ergeben. Möglicherweise hängt die mittlere Endleistung der Tutees eher mit ihren eigenen motivationalen Einstellungen zusammen, welche im Kapitel 4.4.3.6 dargestellt seien und im Kapitel 4.4.3.7 mit ihrer Endleistung (und ihrem Leistungszuwachs) verglichen werden, als mit jenen der Tutoren.

- Zusammenfassung und erste Schlussfolgerungen

Aus der Analyse der Daten geht also hervor, dass für die untersuchten Tutor-Tutee-Paare der gesamten Cross Age Peer Tutoring-Interaktion die mit dem FB2 erhobene Herausforderung, sowie das mit FB2 und 3 erhobene Interesse und Vergnügen der sieben Tutoren positiv mit dem durchschnittlichen positiven Konzeptwechsel und mit dem Lernzuwachs ihrer Tutees korrelieren. Zudem wurde gefunden, dass die von den Tutoren laut FB2 erwartete Erfolgswahrscheinlichkeit selbst zwar nicht mit dem mittleren Leistungszuwachs oder positiven Konzeptwechsel korreliert, jedoch in invertierter Form unter Einbezug der Kategorien Interesse und Herausforderung ein sehr signifikantes Maß für den durchschnittlichen Konzeptwechsel und ein signifikantes Maß für den mittleren Leistungszuwachs der Tutees darstellt. Auch der Aufwand, den die Tutoren laut ihren

Angaben für das Cross Age Peer Tutoring betrieben haben sowie der Wert, den sie darin sehen und ihre soziale Eingebundenheit in der Interaktionsgruppe (Angaben aus FB3), korrelieren als kombinierte und gemittelte Skala signifikant mit dem durchschnittlichen positiven Konzeptwechsel sowie Leistungszuwachs der Tutees. Das Ergebnis, das sich aus diesen Daten interpretativ ableiten lässt, kann in einem Satz wiedergegeben werden: Sieht ein Tutor aus Interesse am Cross Age Peer Tutoring und aus Überzeugung von seinem Wert eine Herausforderung in der Aufgabe die Tutees zu unterrichten, überschätzt er seine Erfolgsaussichten nicht, fühlt er sich auch noch in der Gruppe wohl und strengt sich überdurchschnittlich an, dann wird dieser Unterricht auch mit höherer Wahrscheinlichkeit erfolgreich sein und die Tutees werden ihre Konzepte eher zu physikalisch richtigen hin entwickeln. Dies ist alles einsichtig, doch zeigt es, wie bereits erwähnt die doch beeindruckende Prognose-Leistung der Fragebogeninstrumente. Abschließend sei hier noch einmal darauf hingewiesen, dass zudem noch eine schwache und insignifikante Korrelation mit intrinsischer Regulation zu vermerken ist (FB1). Obwohl es sich nun hier nur um Ergebnisse einer kleinen Stichprobe handelt, sind im Rahmen dieser Arbeit genügend Indizien vorhanden, die zur Bestätigung der Hypothese H3 und damit zur positiven Beantwortung der Forschungsfrage F3 führen, welche in dieser Arbeit aufgestellt wurden.

4.4.3.6 Ergebnisse der Fragebogenuntersuchungen der Tutees im Vergleich

Wichtig in diesem Zusammenhang mit dem Cross Age Peer Tutoring ist vor allem der von den Tutees bearbeitete FB1 zum Lernen in Physik. Ebenso von Belang ist der FB4 (siehe Kapitel 4.3.3.4, Seite 84), in dem die Tutees mit Bezug auf das Cross Age Peer Tutoring Angaben zu Erfüllung ihrer drei psychologischen Grundbedürfnisse sowie zu den Skalen „Interesse / Vergnügen“, „Aufwand / Wichtigkeit“ und „Wert / Nutzen“ machen¹. Ferner ist vielleicht der FB2 von Bedeutung, der sich auf ihre bevorstehende Aufgabe bezieht, das Same Age Peer Tutoring zu bewältigen. So könnte dieser Fragebogen im weitesten Sinne auch noch Auskunft über die von den Tutees empfundene Qualität des Cross Age Peer Tutorings sowie des Mentorings geben, denn diese Interventionen sollten sie in den Stand setzen, das Same Age Peer Tutoring zu bewältigen. So zeigt die Auswertung des FB2 mit der Skala Erfolgswahrscheinlichkeit oder jener der Misserfolgsbefürchtung eventuell an, wie gut vorbereitet sie sich nach dem Cross Age Peer Tutoring und Mentoring fühlten. Nicht von Bedeutung ist hier der FB3, der sich lediglich auf das Same Age Peer Tutoring selbst bezieht und der in der Folgeuntersuchung zu dieser Arbeit näher dargelegt wird. Die Ergebnisse dieses letzten Fragebogens seien deshalb hier noch nicht angeführt.

Somit sollen die Ergebnisse des FB1 hier genauer, die des FB2 nur am Rande dargestellt sein:

¹ vgl. zu letzterer Skala jedoch die Anmerkung in der Fußnote auf Seite 82.

Die mit dem FB1 erhobenen Regulationstypen der 22 Tutees seien überblicksmäßig in Diagramm 19 angeführt.

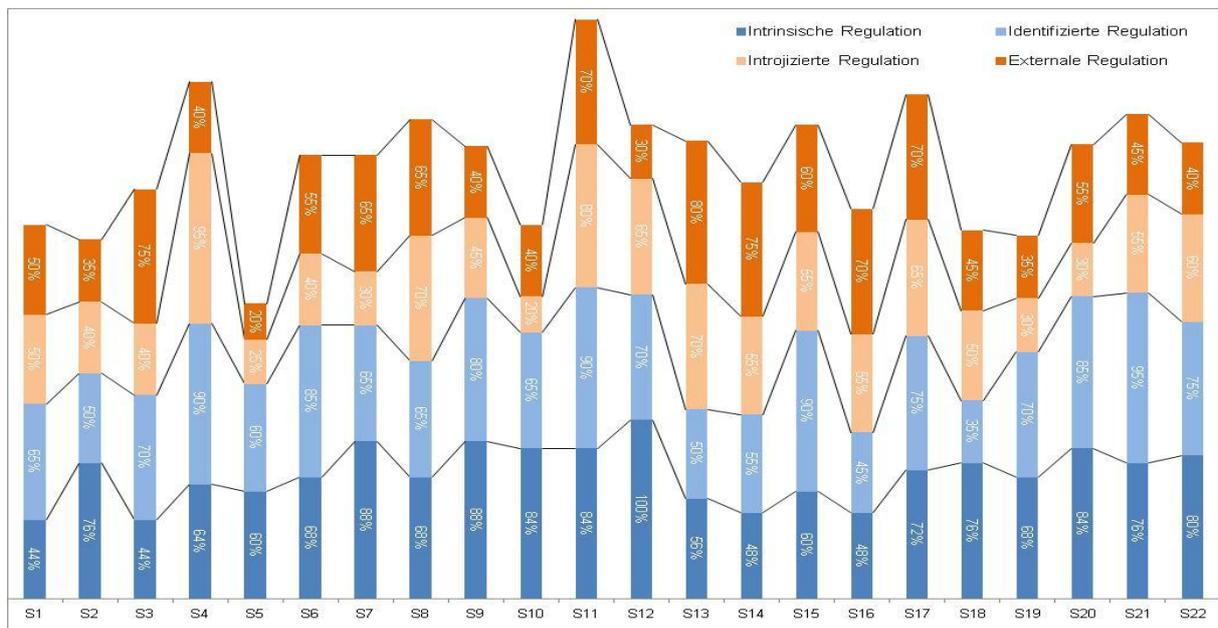


Diagramm 19: Darstellung der Regulationsstile aller Tutees (FB1)

Die Akteure empfinden sich laut ihren Angaben in FB1 im Mittel mit 70% als intrinsisch reguliert, mit ebenso 70% als identifiziert reguliert, mit 51% als introjiert reguliert und mit 53% als external reguliert. Diagramm 20 gibt den aus den obigen Werten berechneten Selbstbestimmungsindex (SDI) der Tutees wieder.

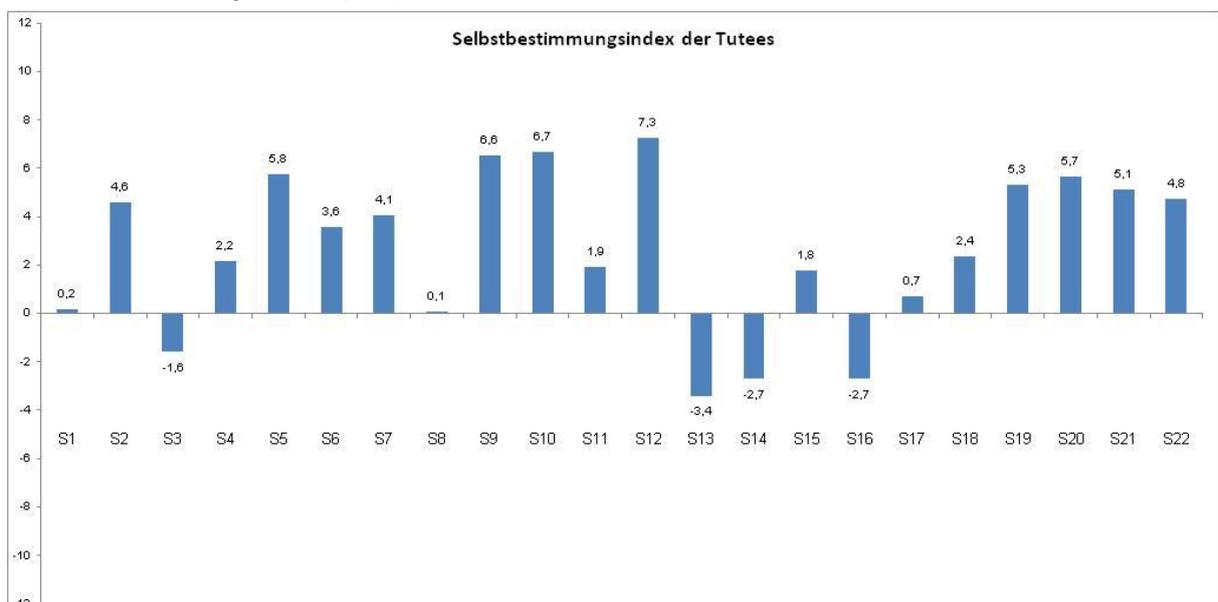


Diagramm 20: Selbstbestimmungsindizes aller Tutees (FB1)

Die meisten der Akteure scheinen sich eher als selbstbestimmt denn als fremdbestimmt im Physikunterricht zu empfinden und es besteht keine Korrelation des Selbstbestimmungsindex mit den Noten im Fach Physik, die in Tabelle 21 angeführt sind.

Weist man die Tutees ihren Gruppen zu und bildet die Mittelwerte aus den Regulationsstilen sowie die Mittelwerte der Selbstbestimmungsindizes der Tutees, so ergibt sich das in Diagramm 21 skizzierte Ergebnis, das übersichtlicher und besser interpretierbar ist als die Darstellung der Regulationsstile und des SDI in Diagramm 19 und Diagramm 20.

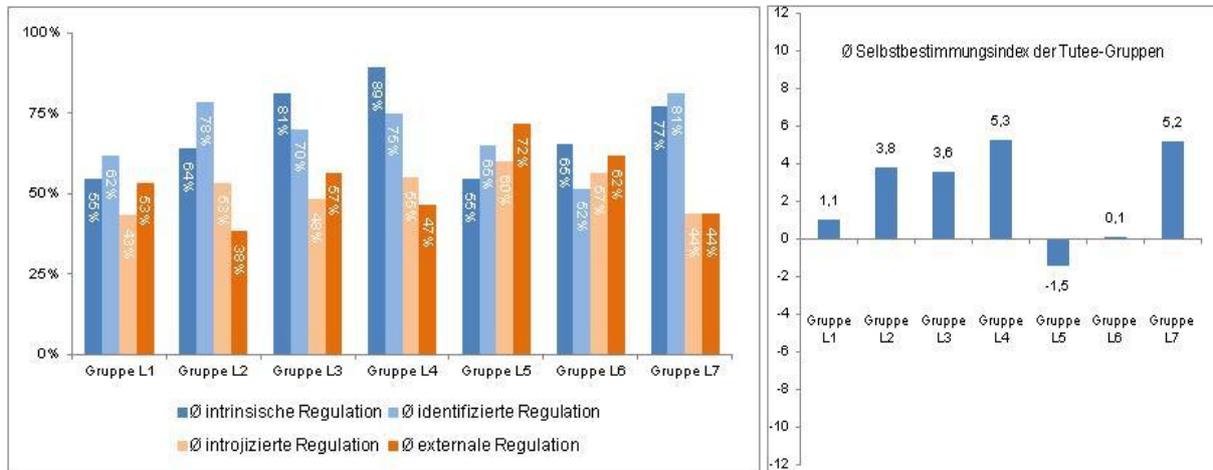


Diagramm 21: Mittelwerte der mittels FB1 ermittelten Regulationsstile der Tutee-Gruppen (links) und gemittelter Selbstbestimmungsindex der Tutee-Gruppen (rechts)

Vergleiche mit den Testergebnissen seien erst im folgenden Kapitel 4.4.3.7 auf Seite 135 angestellt, doch fällt bei Vergleich mit den in Diagramm 3 auf Seite 115 dargestellten mittleren Tutee-Leistungen bereits jetzt auf, dass jene Tutee-Gruppen mit geringerem(!) mittleren Selbstbestimmungsindex bessere Leistungen beim Mid-Test zeigten. Genauereres hierzu ist im Kapitel 4.4.3.7 erläutert.

Nun sei der FB4 ausgewertet, bei dem die Tutees Angaben zum Cross Age Peer Tutoring ausgehend von ihrer Tutee-Rolle beantworten sollten. Hier werden nicht mehr für jeden einzelnen Tutee die Skalen-Ergebnisse dieses Fragebogens angeführt, jedoch werden Skalen-Ergebnis-Vergleiche der Fragebögen untereinander angestellt und Korrelationskoeffizienten angegeben. Die Skalen-Ergebnisse aus FB1 und der Selbstbestimmungsindex korrelieren nicht mit den Angaben der Tutees zu den Skalen von FB4 (alle $r < 0,36$, alle $p > 0,10$). (der Selbstbestimmungsindex (SDI) wurde, um ihn vergleichen zu können, prozentual angegeben (Werte in Diagramm 20 durch 12 dividiert)). Bildet man nun auch für FB4 die gruppierten Mittelwerte der Skalen, so ergibt sich das in Diagramm 22 dargestellte Bild, woran man bereits aus dem Sicht-Vergleich mit Diagramm 21 erkennt, dass auch hier keine Korrelationen der Skalen mit den Ergebnissen aus FB1 auftreten (alle $r < 0,62$, alle $p > 0,14$).

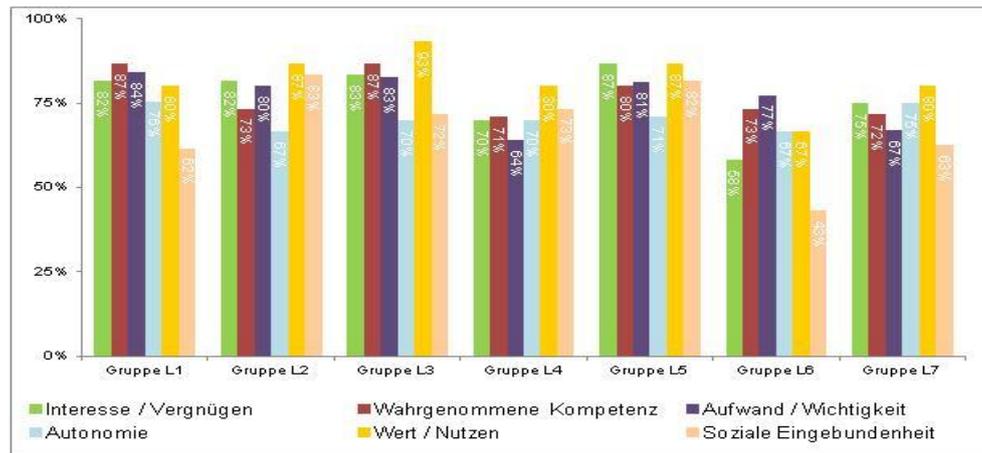


Diagramm 22: Pro Tutee-Gruppe gemittelte Ergebnisse der Bearbeitung von FB4 durch alle Tutees.

Anzumerken sei hier auch, dass die Skala Wert / Nutzen nur aus einem Item bestand, das nicht wirklich dieser Skala zugeordnet werden kann (was bei Betrachtung der in Diagramm 22 angeführten Ergebnisse dieser Skala auch zu beachten ist), es lautet „Ich bin bereit, das wieder zu machen“ und 41% stimmten dieser Aussage völlig zu, während 27% meinten, diese Aussage stimme eher und 32% angaben, sie stimme teilweise.

Nun sei noch der FB2 ausgewertet, um dessen Resultate mit den Ergebnissen von FB1 und dem FB4 sowie im Kapitel 4.4.3.7 mit den Testergebnissen der Tutees zu vergleichen. Hier macht eine graphische Darstellung der Einzelergebnisse aufgrund der mangelnden Übersichtlichkeit wieder wenig Sinn. Es wurden neben einigen etwas schwächeren aber doch signifikanten Korrelationen der Regulationsstile aus FB1 mit den Antworten der Tutees auf die Skalen aus FB2 ($r \leq 0,53$, $p \geq 0,012$) auch sehr signifikante Korrelationen zwischen den Mittelwerten aus intrinsischer und identifizierter Regulation und den Mittelwerten der Angaben zu den Skalen Interesse, Herausforderung und invertierte Misserfolgsbefürchtung ($r = 0,58$, $p = 0,004$) sowie den Mittelwerten der Angaben zu den Skalen Interesse, Herausforderung und invertierte Misserfolgsbefürchtung ($r = 0,56$, $p = 0,007$) gefunden. Diese Ergebnisse werden bekräftigt durch die bemerkenswerten Korrelationen des Selbstbestimmungsindex (SDI) mit diesen Skalen von FB2. Letztere relevante Korrelationen seien in Tabelle 26 dargestellt.

FB2	FB1	
	r	p
Interesse	0,53	0,011*
Herausforderung	0,51	0,015*
Ø Interesse & Herausforderung	0,63	0,002**
Ø Interesse, Herausforderung, Misserfolgsbefürchtung und Erfolgswahrscheinlichkeit	0,46	0,032*
Ø Interesse, Herausforderung, inv. Misserfolgsbefürchtung u. inv. Erfolgswahrscheinlichkeit	0,66	0,0009***
Ø Interesse, Herausforderung und inv. Erfolgswahrscheinlichkeit	0,56	0,007**
Ø Interesse, Herausforderung und inv. Misserfolgsbefürchtung	0,69	0,0004***
Ø Interesse, Herausforderung, Erfolgswahrscheinlichkeit und inv. Misserfolgsbefürchtung	0,63	0,002**

Tabelle 26: Korrelationen von Angaben der Tutees zu Skalen von FB2 mit dem aus FB1 ermittelten Selbstbestimmungsindex (SDI); * $p \leq 0,05$ signifikant, ** $p \leq 0,01$ sehr signifikant *** $p \leq 0,001$ hochsignifikant

Obwohl keine Korrelationen des SDI mit den Skalen Misserfolgsbefürchtung oder Erfolgswahrscheinlichkeit gefunden wurden (auch nicht bei Inversion und Mittelwertbildung), erreicht die Korrelation des Selbstbestimmungsindex mit den Mittelwerten der Skalenwerte

Interesse und Herausforderung sowie der invertierten Skala Misserfolgsbefürchtung mit $r = 0,69$ die höchste sowie mit $p = 0,0004$ eine hochsignifikante Korrelation von Angaben zu Skalen aus FB1 und FB2. Dies lässt sich wohl so interpretieren, dass Tutees, welche sich als selbstbestimmter erleben auch größeres Interesse am bevorstehenden Same Age Peer Tutoring empfinden und es eher als Herausforderung ansehen. Ihre Misserfolgsbefürchtung ist dabei jedoch eher gering und die Einschätzung ihres Erfolges spielt keine große Rolle (möglicherweise sind sie zu keiner konkreten Einschätzung in der Lage).

Auch nach Zuteilung der Tutees zu ihren Gruppen und entsprechender Mittelung ihrer Angaben ergeben sich hohe und sehr hohe Korrelationen der Angaben zur Skala intrinsischer Regulation mit den Mittelwerten aus den Resultaten der Skalen Interesse, Herausforderung, Erfolgswahrscheinlichkeit und invertierte Misserfolgsbefürchtung ($r = 0,94$, $p = 0,002$) sowie den Mittelwerten aus diesen Skalen ohne die Skala Erfolgswahrscheinlichkeit ($r = 0,83$, $p = 0,02$), welche signifikant respektive sehr signifikant sind. Die erwähnten Korrelationen seien in Diagramm 23 illustriert.

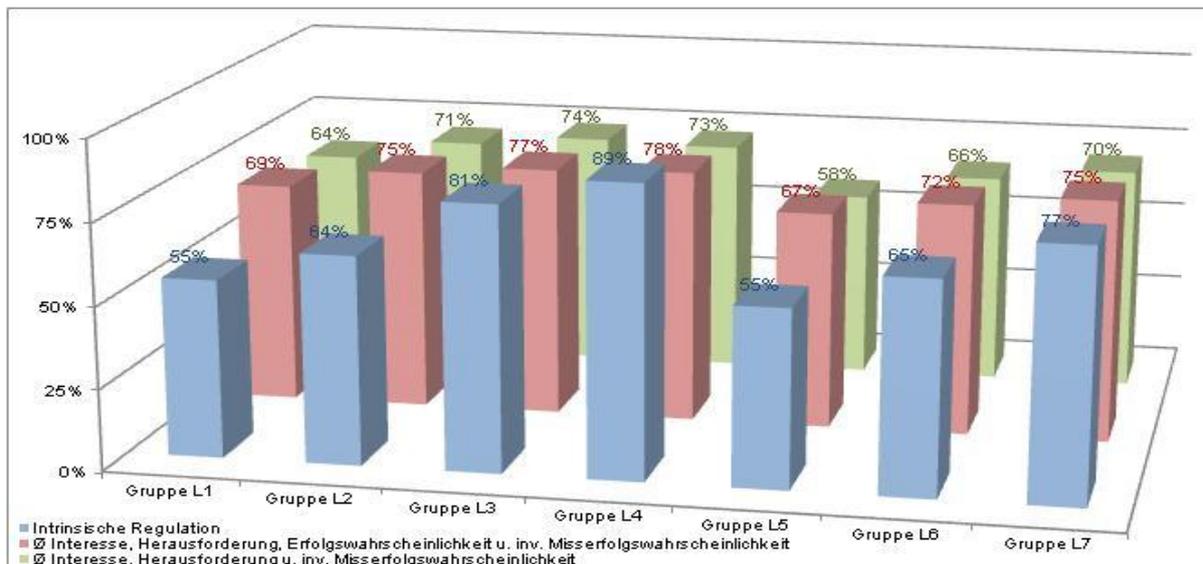


Diagramm 23: Zur Illustration der Korrelation der mit FB1 erfassten mittleren intrinsischen Regulation der Tutee-Gruppen mit den entsprechend gemittelten Angaben der Tutees zu Skalen aus FB2

Ebenso sind auch hier nach der Mittelung der Angaben der Tutees ihren Gruppen entsprechend hohe und sehr signifikante Korrelationen des Selbstbestimmungsindex mit jenen Skalen (Korrelation mit beiden Skalen $r = 0,89$ mit je $p = 0,008$) zu verzeichnen, was wieder obige Ergebnisse bestätigt und die zuletzt erwähnte Interpretation zu Tabelle 26 zulässt.

Keine signifikanten Korrelationen ergab der Vergleich der Angaben der Tutees zu den Skalen von FB4 mit ihren Angaben zu FB2. Auch die Zuordnung der Tutees zu den Gruppen und Mittelwertbildung ihrer Ergebnisse änderte daran nichts.

Es sei nun ein Vergleich der Antworten der Tutees auf den FB4 mit den Angaben der Tutoren im FB3 angestellt, um die unterschiedliche Wahrnehmung derselben Interaktion in Abhängigkeit von der Rolle zu untersuchen. Zur Auswertung werden die pro Interaktionsgruppe gemittelten Antworten der Tutees herangezogen und mit den Antworten des jeweiligen Tutors verglichen. Zum Vergleich der sozialen Eingebundenheit sowie des Mittelwertes der Erfüllung der drei psychologischen Grundbedürfnisse wurde die

Langfassung des FB3 der Tutoren verwendet, sonst, aufgrund der fehlenden Items von L3 die auf eine Seite gekürzte Version des FB3 (bestehend aus den Items 2 bis 20 der auf Seite 83 angegebenen). Bei den Vergleichen traten jedoch keine signifikanten Korrelationen auf, was womöglich als weitgehende Unabhängigkeit der motivationalen Faktoren der Akteure in ihren unterschiedlichen Rollen zu deuten ist.

Ein Zusammenhang der Angaben zu den Skalen von FB2 von Tutees und Tutoren hätte womöglich darauf schließen lassen, dass die Einstellung der Tutoren zur Aufgabe das Tutoring durchzuführen eventuell von den Tutees bis zu einem gewissen Grad übernommen wurde, doch auch hier sind keine Korrelationen der Angaben festzustellen.

4.4.3.7 Bezug der Fragebogen-Ergebnisse der Tutees auf ihre Testergebnisse

Nun werden Zusammenhänge zwischen den Angaben der Tutees in den Fragebogeninstrumenten und ihren Testleistungen untersucht. Da S12 keinen Mid-Test absolvierte, wurde für diesen der Follow-Up-Test zur Bewertung herangezogen, hierbei wird nochmals darauf hingewiesen, dass in der Zwischenzeit Elektrizitätslehre-Unterricht im Fach Physik stattfand.

Bei Vergleich der einzelnen Tutee-Leistungen mit dem FB1 wurden mittlere und sehr signifikante Korrelationen des invertierten Selbstbestimmungsindex (= 100%-Absolutbetrag des SDI/12) mit dem positiven Konzeptwechsel ($r = 0,58$, $p = 0,004$) mit dem Leistungszuwachs der Tutees ($r = 0,56$, $p = 0,006$) (vgl. Diagramm 24) sowie eine geringe Korrelation desselben invertierten SDI mit der Gesamt-Leistung der Tutees nach der Intervention, also mit der Mid-Test-Leistung ($r = 0,50$, $p = 0,02$) entdeckt. Außerdem besteht noch eine ebenso geringe Korrelation von positivem Konzeptwechsel mit den gemittelten und invertierten Angaben der Tutees zu intrinsischer und identifizierter Regulation. ($r = 0,50$, $p = 0,02$). Mit externaler und introjizierter Regulation lag keine signifikante Korrelation vor. Versucht man diesen nicht besonders stark aber merklich ausgeprägten Sachverhalt zu interpretieren, so würde dies wohl bedeuten, dass weder reine Selbst- noch Fremdbestimmung der Tutees förderlich für den eigenen positiven Konzeptwechsel respektive den Leistungszuwachs durch die Cross Age Peer Tutoring Interventionen ist und dass Werte des SDI gegen Null förderlich sind. Eine Überprüfung an einer größeren Stichprobe müsste angesetzt werden, um diese Interpretation der Daten zu bestätigen oder zu widerlegen. Der SDI dürfte aber auf jeden Fall eine Rolle für den Konzeptwechsel spielen, was ein weiteres Indiz für eine Bestätigung der Hypothese H3 und die positive Beantwortung der Forschungsfrage F3 darstellt.

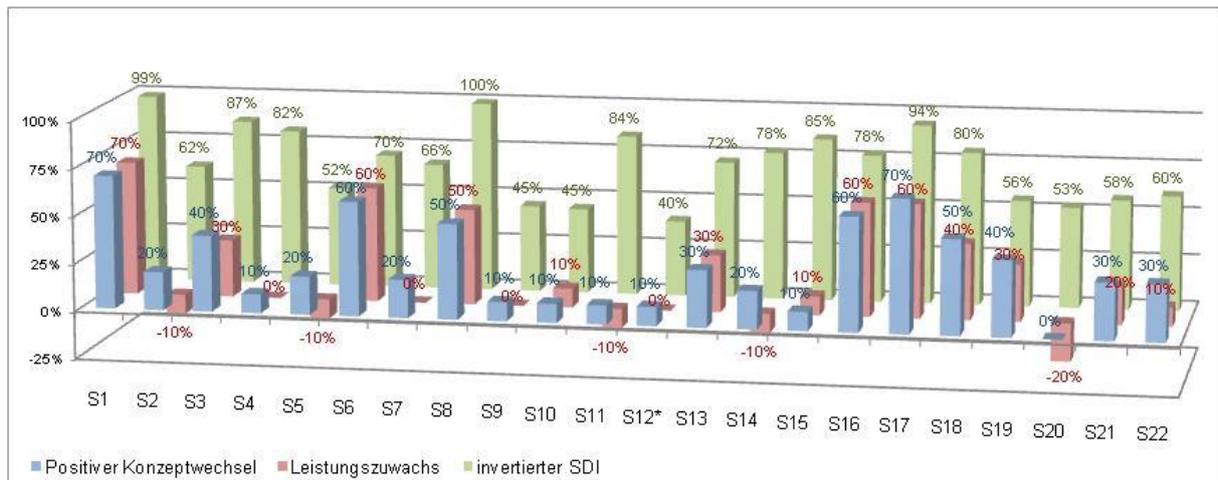


Diagramm 24: Illustration der Korrelation des invertierten SDI aus den Antworten der Tutees zu FB1 mit dem positiven Konzeptwechsel sowie dem Leistungszuwachs der Tutees

Mit den einzelnen Gesamtleistungen auf den Pre-Test korrelieren keine Angaben zu den Skalen von FB1.

Bezieht man nun die gemittelten Angaben der Tutee-Gruppen zu F1 auf ihren mittleren positiven Konzeptwechsel, Leistungszuwachs oder Testerfolg, so fallen die Korrelationen zwar etwas höher aus, verlieren aber aufgrund des kleineren Stichprobenumfangs natürlich auch an Signifikanz, sie lassen sich aber auch leichter visualisieren, was man an Diagramm 25 neben den Korrelationskoeffizienten im Diagrammtext erkennen kann.

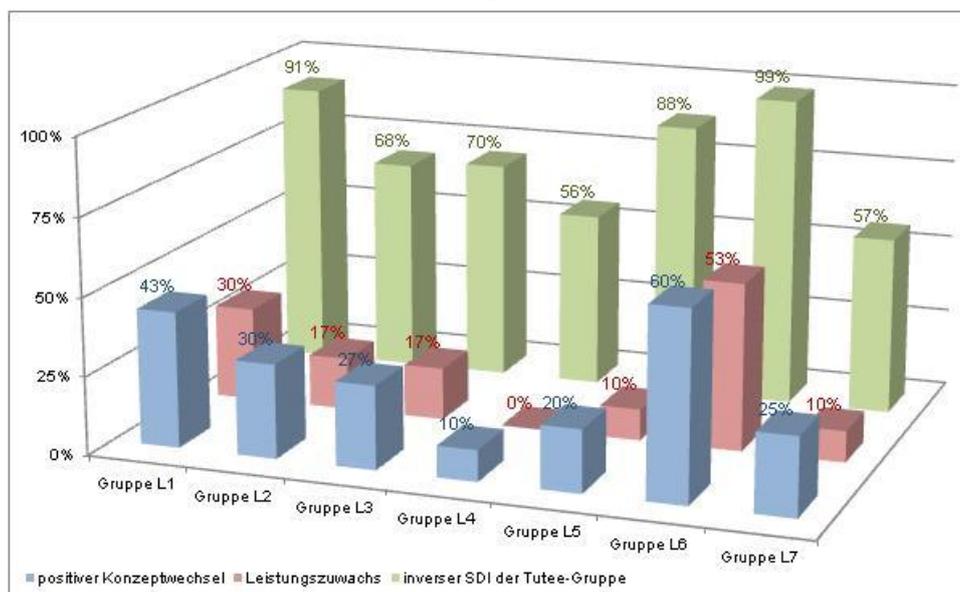


Diagramm 25: Der mittlere positive Konzeptwechsel der Tutee Gruppen korreliert mit dem inversen SDI der Tutee-Gruppen mit $r = 0,76$ und $p = 0,05$, der durchschnittliche Leistungszuwachs der jeweiligen Gruppen korreliert mit $r = 0,80$ und $p = 0,03$ mit dem inversen SDI.

Zudem tritt nun, da man die Tutees zu Gruppen zusammenfasst, neben der Korrelation der Mid-Test-Ergebnisse nach der Intervention mit dem inversen SDI ($r = 0,83$, $p = 0,02$), auch noch eine solche mit den invertierten Mittelwerten der Ergebnisse zu den Skalen intrinsischer und identifizierter Regulation auf ($r = 0,80$, $p = 0,03$). Eine signifikante Korrelation der Testergebnisse mit externaler Regulation tritt nach wie vor nicht auf, was ein weiteres Indiz

für die Bedeutung des kleinen aber nicht negativen SDI hinsichtlich des Lernerfolgs bei dieser Interaktion darstellt.

Eine zusammenfassende Interpretation der Bedeutung des SDI für die Akteure des Cross Age Peer Tutoring ergibt also, dass der „Lehrerfolg“ besonders hoch ist, wenn sich Tutoren als besonders selbstbestimmt erleben und der Lernerfolg ihrer Tutees hoch ist, wenn der SDI nahe Null liegt.

Vergleicht man die Angaben der Tutees zu FB4, mit dem die motivationalen Faktoren der Tutees zum Cross Age Peer Tutoring erfasst wurden, mit ihren Testergebnissen, so findet man keine Korrelationen. Auch nach Zuordnung der Tutees zu ihren Gruppen und entsprechende Mittelwertbildung der Angaben zu den Skalen und der Testergebnisse sind keine Zusammenhänge erfassbar.

Ein Vergleich der Testergebnisse der Tutees mit den Angaben zu FB2 (welcher unmittelbar nach dem Mid-Test ausgegeben wurde), sollte Auskunft darüber liefern, ob Erfolg oder Misserfolg am Mid-Test eventuell zu einer niedrigeren oder höheren Misserfolgsbefürchtung beiträgt oder ob der Testausgang zur Beeinflussung der Angaben zur Skala der Erfolgswahrscheinlichkeit des Interesses oder der wahrgenommenen Herausforderung einen Beitrag leistet. Es wurden hier zwar keine signifikanten Korrelationen bei den einzeln verglichenen Tutee-Angaben gefunden, weshalb nicht vermutet wird, dass ein enger Zusammenhang besteht. Es wurde jedoch ein signifikanter Zusammenhang des mittleren positiven Konzeptwechsels ($r = 0,82$, $p = 0,02$) sowie des durchschnittlichen Leistungszuwachses ($r = 0,79$, $p = 0,03$) jeweils mit den gemittelten und den Tutee-Gruppen zugeordneten Angaben zu der Skala Misserfolgsbefürchtung gefunden (siehe Diagramm 26). Der Vergleich der Ergebnisse der nicht gemittelten Daten mit den gemittelten erscheint zunächst widersprüchlich, doch ist auch schon bei Vergleich der Einzelergebnisse eine zwar insignifikante und äußerst niedrige aber vergleichsweise dennoch deutlich hervortretende Korrelation des positiven Konzeptwechsels mit den Angaben der Tutees zur Skala Misserfolgserwartung aufgefallen ($r = 0,30$, $p = 0,17$). Der starke Anstieg bei Mittelung der Daten und Zuordnung zu den Gruppen ist zwar überraschend, jedoch womöglich neben der Reduktion des Stichprobenumfangs (der aber natürlich bei Berechnung der Signifikanz berücksichtigt wurde) auch auf den Einfluss des jeweiligen Tutors der Gruppen zurückzuführen, was zwar eher spekulativ ist, dennoch als Interpretation der Daten kurz geäußert werden soll: Möglicherweise nämlich, sind die Misserfolgsbefürchtungen jener Tutees besonders hoch, welche durch die Interaktion mit den jeweiligen Tutoren auf besonders viele unpassende Konzepte ihrerseits oder vielleicht auch auf Seiten des Tutors gestoßen sind, denn ein ungetrübter Blick auf solch inadäquate Vorstellungen mag auch unangenehm sein und vielleicht von so manchem strebsamen und leistungsorientierten Lernenden als „Misserfolg“ verstanden werden, woraufhin sie weitere „Misserfolge“ bei der Same Age Peer Tutoring-Interaktion befürchten.

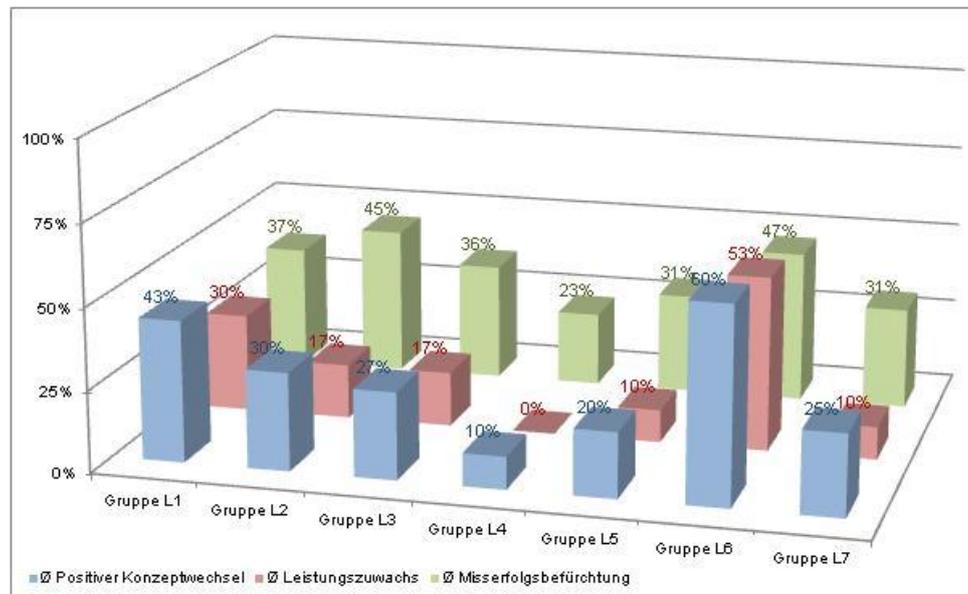


Diagramm 26: Illustration der Korrelation von mittlerem positiven Konzeptwechsel und mittlerem Lernzuwachs der Tutees in ihren Gruppen mit ihrer mittleren Misserfolgsbefürchtung bezüglich der Interaktion als Tutorin oder Tutor im Same Age Peer Tutoring

Dieses Ergebnis deutet dann aber wohl auch darauf hin, dass die Wahrscheinlichkeit für einen positiven Konzeptwechsel bei jenen Tutees höher ist, welche ihre inadäquaten Vorstellungen als solche erkennen oder unzufrieden und unsicher sind und daher Misserfolg befürchten. Zudem sehen diese Tutee-Gruppen, welche einen höheren positiven Konzeptwechsel aufweisen ihren Erfolg als zumindest nicht gänzlich sicher an, was an der hohen Korrelation von mittlerem positiven Konzeptwechsel mit den Mittelwerten aus den Skalen der inversen Erfolgswahrscheinlichkeit und Misserfolgsbefürchtung der Tutee-Gruppen erkennbar ist ($r = 0,81$, $p = 0,03$). Auch korreliert der Leistungszuwachs knapp noch signifikant mit diesen Mittelwerten ($r = 0,75$, $p = 0,05$).

Diese Ergebnisse weisen dann, so kann man wohl aus dem Dargelegten schließen, auf die Wichtigkeit der Unzufriedenheit mit bisherigen Konzepten als Bedingung für einen Konzeptwechsel hin (vgl. Seite 15 und Posner, et al., 1982, S.214).

Zumindest bemerkenswert ist an den Zusammenhängen der Testergebnisse mit den Skalen des FB2 auch noch eine insignifikante Korrelation (welche die höchste Korrelation nach den signifikanten Korrelationen aufweist) der mittleren Tutee-Leistung vor der Intervention mit der inversen Misserfolgsbefürchtung ($r = 0,64$, $p = 0,12$). Das heißt, jene Tutees, die bereits am Pre-Test höhere Leistungen erzielten, haben nun eine eher geringe Misserfolgsbefürchtung bezüglich des Same Age Peer Tutoring.

Die Angaben der Tutees zu FB3 wurden nicht mit den Auswertungen der Mid-Test-Ergebnisse verglichen, da der FB3 von den Akteuren erst nach dem Same Age Peer Tutoring bearbeitet wurde und sich eher auf ihre Rolle als Tutor bezieht (siehe Folgeuntersuchung).

- *Zusammenfassung*

Die dargelegten Korrelationen zwischen erfassten Leistungs- und Motivationsmerkmalen der Akteure lassen eine Beantwortung der Forschungsfrage F3 zu: Interesse, Herausforderung und eine angemessene Erfolgseinschätzung spielen scheinbar eine wesentliche Rolle ob der Unterricht der Tutoren einen Konzeptwechsel bei den Tutees hervorrufen kann oder nicht. Zudem scheint ein hoher Grad an Selbstbestimmung auf Seiten der Tutoren eine Bedeutung für erfolgreiches Lehren zu haben, wobei es den Konzeptwechsel der Tutees unterstützt, wenn deren Regulationsstile sowohl internale als auch externale Motivationskomponenten, welche sich die Waage halten, aufweisen. Somit vermögen motivationale Einflüsse der Akteure einen Konzeptwechsel bei den Teilnehmenden zu bewirken, womit die Darlegungen in obigen Kapitel die Hypothese H3 bestätigen.

Hier sei jedoch noch eine Bemerkung bezüglich der Validität der Fragebogeninstrumente angeführt: Hinsichtlich der dargelegten Interpretationen der Auswertungen der Fragebögen (auch im Vergleich mit den Beobachtungen und Auswertungen der Videos), besteht der Eindruck, dass die Lernenden der AHS-Oberstufe die Fragebogeninstrumente „wahrheitsgemäßer“ und gewissenhafter ausfüllten, während die Schülerinnen und Schüler der AHS-Unterstufe ihre Antworten aufgrund mangelnder Selbsteinschätzung vermutlich eher entsprechend unterstellter Erwartungen schönten, weshalb die Fragebogeninstrumente wohl eher für ältere Lernende geeignet erscheinen.

Diese Arbeit geht im Weiteren in die Tiefe, und es werden die Ergebnisse der Videoanalyse der beiden ausgewählten Akteurgruppen geschildert und interpretiert. Dabei sind S1, S2 und S3 die Tutees von L1, und S4, S5 und S6 sind jene von L2. Die Gruppen werden nach ihren Tutoren mit Gruppe 1 und Gruppe 2 bezeichnet. Es wird zunächst auf die Vorstellungen und Konzeptwechsel der Akteure der beiden untersuchten Interaktionsgruppen sowie auf die diese Vorstellungen und Vorgänge möglicherweise verursachenden Faktoren eingegangen (Kapitel 4.4.3.8. und 4.4.3.10) Danach werden das Verhalten, die Emotionen und die teilweise daraus resultierende Motivation der Akteure sowie dessen Einfluss auf die Interaktion und den Konzeptwechsel beschrieben (Kapitel 4.4.3.9 und 4.4.3.11). Die Ergebnisse der Videoanalyse werden zudem mit den Test- und Fragebogen-Ergebnissen in Beziehung gesetzt und mögliche Korrelationen werden festgehalten.¹

¹ Leider fehlten S2 und S3 einige Minuten während der Interaktion, da mit dem Cross Age Peer Tutoring begonnen wurde bevor die Pre-Interviews abgeschlossen waren und somit einen störenden Einfluss auf die Videoanalyse ausübte und die Aufnahmequalität der Pre-Interviews ebenso wie jene der Post-Interviews, für die auch kein ruhiger Raum zur Verfügung stand beinahe unbrauchbar machte. Die Follow-Up Interviews konnten hingegen wie geplant durchgeführt werden.

4.4.3.8 Vorstellungen und Konzeptwechsel der Akteure der Gruppe 1

Im Folgenden sei zunächst eine Übersicht über das Vorkommen von physikalisch inadäquaten Vorstellungen während der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion der Akteure der Gruppe 1 gegeben. Einige davon seien exemplarisch anhand von Ankersequenzen beschrieben. Danach seien diese Vorstellungen mit den durch das Testinstrument identifizierten verglichen um dessen Validität zu unterstreichen (Seite 191). Darauf folgend seien vermutete Konzeptwechselforgänge und deren mögliche Einflussfaktoren geschildert, deren Zusammenhang mit Motivation, Emotionen und Verhalten der Akteure auch in Kapitel 4.4.3.9 geschildert ist, und es seien diese Hinweise auf einen Konzeptwechsel durch die Videoanalyse ebenso mit den durch das Testinstrument festgestellten Konzeptwechseln verglichen (Seite 149ff).

- Identifizierte Schülervorstellungen und deren Beschreibung

Im Folgenden seien in Tabelle 27 die durch die Videoanalyse der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion der Gruppe 1 aufgefundenen Schülervorstellungen dargestellt, die im Weiteren anhand von Ankersequenzen genauer beschrieben und interpretiert seien.

Akteure	Alle Akteure	L1	S1	S2	S3
SV					
Gesamt	37	18 (5,2%)	9 (2,8%)		10 (2,8%)
2W	2	1 (0,3%)			1 (0,3%)
V	1		1 (0,3%)		
Sh	2		1 (0,3%)		1 (0,3%)
Rsup	3	3 (0,8%)			
Seq	3		3 (0,8%)		
Lok	1				1 (0,3%)
Geo	10	1 (0,3%)	4 (1,1%)		5 (1,4%)
andere	15	13 (3,6%)			2 (0,6%)

Tabelle 27: Geäußerte inadäquate Schülervorstellungen der Gruppe 1 während der CAPT-Intervention; Angegeben sind die Anzahl entsprechend kodierter 10s-Sequenzen sowie in Klammer der Anteil an der Gesamtinteraktion (100% = Summe aller 362 10-Sekunden-Sequenzen)

Es fällt auf, dass nur sehr wenige inadäquate Vorstellungen, von S2 gar keine und fast 50% aller identifizierten Schülervorstellungen vom Tutor L1 selbst geäußert werden. Zu bemerken ist dabei jedoch, dass die Unterrichtssituation von L1 eher vortragsartig belehrend war (vgl. Kapitel 4.4.3.9), daher kein solch großer Schwerpunkt von diesem auf das Ausfindig-Machen von Schülervorstellungen gelegt wurde, weshalb die Anzahl der identifizierten Vorstellungen nicht allzu groß ausfiel, und von L1 häufig versucht wurde durch Elaboration Sachverhalte zu erklären, was zur Erfassung vieler nicht zuordenbarer Vorstellungen seinerseits führte.

In Tabelle 27 wurden die aus physikalischer Sicht korrekt geäußerten Vorstellungen nicht berücksichtigt, da L1 sehr viel zum Thema erläutert (siehe Kapitel 4.4.3.9) und er im Vergleich mit seinem Redeanteil nur wenige inadäquate Schülervorstellungen aufweist. Zudem wiederholten die Akteure auch oft die physikalisch korrekten Vorstellungen, bei denen sie sich sicher waren, sodass die Kodierung von Anzeichen adäquater Vorstellungen vermutlich eine unrealistische Verzerrung des Verhältnisses zu den inadäquaten

Vorstellungen ergeben würde. Zu den mehrmals von L1 während der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion wiederholten Vorstellungen gehört etwa die in die in Ankersequenz 14 zitierte Phrase, welche er auch schon im Mentoring gebraucht.

Ankersequenz 14 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

02:00 L1: Wenn ihr mich fragt, was kann ich mir vorstellen, wie er durchfließt hier der Strom. Weil der Strom wird nicht verbraucht, wenn er durch eine Lampe durchfließt, der gibt nur seine Energie ab.

Bereits jetzt sei hierzu ein Kommentar zu Konzeptwechseln gemacht, welche im Allgemeinen jedoch näher auf den Seiten 149ff erläutert seien. Diese Vorstellung, welche auch eine einfache Wissenswiedergabe darstellt (vgl. deren Häufigkeit in Tabelle 30, Seite 151) ist sehr wesentlich für den Konzeptwechsel der Verbrauchsvorstellungen der Akteure, wegen der stetigen Betonung der Abhängigkeit der Stromstärke vom Widerstand auch für den Konzeptwechsel der inversen Widerstandsvorstellung von S3, und möglicherweise auch für jenen der sequentiellen Vorstellung von S1 hin zu physikalisch adäquaten Vorstellungen (vgl. Tabelle 29). Dennoch ist mit der Energievorstellung von L1 nach wie vor eine stoffliche Vorstellung bei L1 verbunden, was man an der folgenden Ankersequenz erkennt:

Ankersequenz 15 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

32:10 L1: Das heißt, wenn hier ein Widerstand wär [zeigt] fließen nicht so viele Elektronen durch wie ohne Widerstand. Die Elektronen werden nicht verbraucht, die fließen weiter (in die Richtung),
32:20 geben ihre Energie ab [zeigt] bei der Lampe, damit leuchtet sie, fließen aber dann trotzdem mit weniger Energie wieder zur Batterie zurück, wieder zurück

Diese stoffliche Energievorstellung könnte eventuell mit verschiedenen Analogien zum elektrischen Strom, wie etwa die von Haider (2010, S.56f) beschriebene „Fahrradkettenanalogie“, oder durch genaue Beschreibung der Funktionsweise einer Glühbirne besser überwunden werden.

Vergleicht man nun für L1 die quantitative Darstellung der identifizierten Vorstellungen in Tabelle 27 mit der Darstellung seiner Schülervorstellungen in Tabelle 18 auf Seite 97, so erkennt man, dass eine Vielzahl der im Mentoring aufgetretenen Schülervorstellungen nun nicht mehr auftraten. Analysiert man genauer, so erkennt man, dass diese durch physikalisch adäquate Vorstellungen ersetzt wurden, welche auch elaboriert wurden. Anzeichen für solche Konzeptwechselforgänge während der Interaktion seien im Kapitel „Konzeptwechsel und strukturelle sowie kognitive Einflussfaktoren“ auf Seite 149 beschrieben. Eine nach wie vor auch in der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion auftretende Schülervorstellung war die Widerstandssuperpositionsvorstellung (Rsup). So versuchte L1 bereits am Ende der Cross Age Peer Tutoring-Intervention den Tutees die Abhängigkeit der Stromstärken vom Widerstand in einer Parallelschaltung zweier unterschiedlicher Widerstände, wie in Ankersequenz 16 beschrieben, zu erklären, nachdem ihm die Erklärung mit Hilfe der „Stromlinienheuristik“ (vgl. Abbildung 20, Seite 157) im Grunde bereits gelungen war.

Ankersequenz 16 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1, Video 2, Anhang B.2)

- 11:00 S1: Und hier-
L1: (...) [zieht Zettel zu sich]. Da teilt sich der Strom [zeigt auf Knoten]. Weil es muss (...immer gleich viel durchfließen). Weil da jetzt ur viel Widerstand ist [zeigt], kann er da nicht so viel reinhauen, Strom, aber hier [zeigt] wird er trotzdem nicht mehr kleiner, weil da kann er noch immer
- 11:10 gleich viel, ähm, weil er ja noch immer 10 Ohm ist. [S1 nickt] Hier kommt viel weniger durch und hier kommt mehr durch.
- 11:20 S1: Mhm.
- 11:30 L1: Das heißt da geht quasi mehr Strom geht rein (auf dem Weg) und da [zeigt auf ersten Kreis] kommt ja nicht so viel, weil's so eng ist. [S1 nickt] (...) Ihr wisst auf jeden Fall, dass, dass nicht voneinander abhängt. Wenn man da noch an dritten hinmachen würde [zeigt], würd's dann hier immer kleiner werden am Anfang. Also [kneift Augen zusammen] I wird sich immer verkleinern, weil diese 50 Ohm haben natürlich auf den Kreislauf einen Einfluss [zeigt] und zwei haben auf den
- 11:40 einen Einfluss [S1 nickt], das heißt I ist immer beeinflusst [zeigt Leiter links und rechts der Spannungsquelle] vor der Stromquelle und nach der Stromquelle und wo der Strom wieder
- 11:50 zusammenfließt [zeigt mit beiden Händen], zählen wieder beide, wo er sich teilt [zeigt mit Händen] zählt wieder quasi wo er sich geteilt hat. Schau, wenn jetzt hier [zeichnet dritten Widerstand parallel in Schaltung] noch was wär-. Hoffentlich fällt mir das in dem Fall ein. Wenn wir jetzt noch
- 12:00 einen Widerstand haben, ähm, würd der auch- hmm [fährt mit Stift Schaltplan nach]
- 12:10 S1: Das heißt, wenn man dann (...), das wär dann sechzig Ohm[zeigt]?
- 12:20 L1 [zu S1]: Das darfst jetzt nicht so addieren.
- 12:30 S1: Aso.
- 12:40 L1: Das ist ein bissi anders, das lassen wir mal. das steht da nicht, dass ich euch das erklären soll. Auf jeden Fall, der verändert sich, der wird kleiner [L1 zeigt in Schaltplan neben Batterie] [S1 nickt] umso mehr Widerstände, wird der kleiner [L1 verzieht Gesicht selbst etwas skeptisch].

Möglicherweise war L1 unzufrieden damit, Stromstärken in einer Parallelschaltung lediglich qualitativ mit Hilfe der Stromlinienheuristik zu erklären und suchte nach einem Weg, sie wie in einer Serienschaltung in Abhängigkeit vom Gesamtwiderstand zu erklären. Ihm war aber nicht bekannt wie die Widerstandsaddition in einer Parallelschaltung zu vollziehen ist, obwohl er wusste, dass die Widerstände nicht wie in der Serienschaltung zu addieren sind und S1 sogar korrigierte, schlussfolgerte er, dass die Gesamtstromstärke „auf jeden Fall (...) kleiner (wird)“. Die Stromlinienheuristik (welche auf Seite 157 vorgestellt wird) mag also ein geeignetes Werkzeug für die Identifikation der relativen Größe von Stromstärken in einer Parallelschaltung sein, eignet sich jedoch nicht zur Bestimmung des Gesamtwiderstandes. Die Aussage „Hoffentlich fällt mir das in dem Fall ein“ deutet darauf hin, dass dieser Sachverhalt aus dem Mentoring und auch dem Physik-Unterricht bekannt sein sollte.

Im Allgemeinen scheint L1 gewisse Unsicherheiten bei der Widerstandsaddition aufgewiesen zu haben. So ging er bei der Addition von zwei gleichen in Serie geschalteten Widerständen davon aus, dass der Gesamtwiderstand einem doppelt so engen statt doppelt so langen Widerstand entspräche (vgl. Gruppe 1 - Video 1, min 39:30f, Anhang B.2). Zwar gelingt es S1 die einfache Addition der Widerstände selbst zu vollziehen, dennoch ist diese Vorstellung wegen des quadratischen Eingehens des Durchmessers etwas problematisch.

Eine weitere der in Tabelle 27 angeführten Vorstellungen von L1 ist die Zweiwegzuführungs-Vorstellung (2W), welche kodiert wurde weil L1 diese äußerte, nicht weil er sie für physikalisch korrekt ansieht. L1 äußert sie in folgendem Zusammenhang:

Ankersequenz 17 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- S3: Der Strom geht ja in die Richtung, oder? Der geht ja nur in eine. [zeigt]
- 29:20 L1: Der Strom kann nicht in beide Richtungen gehen, sonst würd er sich in der Mitte treffen [L1 und S3 wenden sich voneinander ab].
- S3: Ok.

Die Frage von S3 nach der Stromrichtung weist in diesem Zusammenhang nun auch auf seine Beantwortung von Item A1 im Pre-Test hin, die auf eine Entfernungsvorstellung schließen ließe, doch nach dieser Frage vielleicht auch als Zweiwegzuführungs-Vorstellung interpretierbar ist. Die prompte Antwort von L1, die genau die Zweiwegzuführungs-Vorstellung anspricht, lässt zudem vielleicht darauf schließen, dass L1 früher selbst dieses Konzept aufwies oder dass es ihm zumindest in einer gewissen Weise plausibel erscheint, warum andere es als Erklärung für den elektrischen Strom heranziehen. Er geht jedoch im weiteren Interaktionsverlauf nicht mehr darauf ein.

Die Akteure hatten auch Schwierigkeiten beim Zeichnen von Schaltungen, was als Vorstellungen zur Geometrie des Stromkreises kodiert wurde wobei die entsprechende Vorstellung von L1 zur Geometrie des Stromkreises eher auf ungenaue Beobachtung oder mangelnde Routine in der Analyse von Schaltplänen zurückzuführen ist, so führte die Identifikation eines in einer Zeichnung von S3 kurzgeschlossen gezeichneten Lämpchens als korrekt parallelgeschaltet zur Kodierung dieser Vorstellung, was die folgende Sequenz deutlich macht.

Ankersequenz 18 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 03:50 L1: Immer in die Hälfte bei jeder Kreuzung?
S3: An der Stelle teilt er sich [zeigt]
L1[nickend]: An der Stelle teilt er sich, weil-. Aha. Und was ist wenn ich da a dritte dran häng noch?
- 04:00 S3: Wo?
L1: Daneben gleich, wieder parallel.
S3: Da her? [zeigt auf Kreuzung bei parallel geschalteten Lampen.]
L1: Na, nur parallel.
S3: #S1#, zeichne du das ein.
L1 [lacht]: #S1# bitte
[S1 zeichnet ein Lämpchen in Serie zu einem der parallel geschalteten Lämpchen]
- 04:10 L1: Na, nicht da, das wäre dann eine Parallel-Serien-Schaltung.
[S1 lässt Hand auf Tisch fallen und blickt enttäuscht]
S1: Wo?
L1: Was wo?
S1[den Kugelschreiber hin und her schüttelnd]: Sag's mir, ah zeig's-
L1: (Nein. Mach eine Linie jetzt) parallel, bitte.
- 04:20 S1: (Das check ich jetzt nicht.)
L1: Noch eine Parallelschaltung.
[...]
[S1 Setzt zum Zeichnen an]
L1 [zu S1]: Nein, das wär ja dann-
- 04:30 S3 [geht um S2 herum]: Da her? [zeigt auf anderen Zweig]
L1 [zu S1]: Nein, du musst noch eine Sp-, einen Draht musst auch noch dazu zeichnen. [macht Bewegung mit Finger am Tisch]
S3: Ich glaub ich weiß es. [Nimmt Stift von S1, zeigt auf Leiterstück in Serie zur Batterie und sagt, während er mit dem Stift deutet:] Da so noch ein Viereck rein?
- 04:40 L1: Nein, beim Viereck noch ein (Eck dazu).
S3: Aah. So? [zeichnet ein kurzgeschlossenes Lämpchen ein]
[S1 lacht]
- 04:50 L1 [schaut 2 Sekunden lang auf die Schaltung; S3 lacht]: Ja, theoretisch geht's auch. [bestätigt falsche Antwort, nickt und dreht Kopf] [schaut gleich wieder weg auf die von S2 gebaute Schaltung]

Diese Sequenz beinhaltet zudem zu Beginn einen Versuch von L1 zu überprüfen, ob bei S3 eine lokale Vorstellung vorliegt (siehe die Fortsetzung der Interaktion in Ankersequenz 35 auf Seite 165). Hier sei jedoch auf die Probleme der Tutees das Schaltbild betreffend weiter eingegangen. Das Unvermögen der Tutees am Ende des Cross Age Peer Tutoring einfache

Schaltungen nach Anweisung zu zeichnen mag daher rühren, dass den Unterschieden zwischen Parallel- und Serienschaltung während der Interaktion nur wenig Zeit gewidmet wurde. Nachdem S1 ein Schaltbild, bei dem eine Parallel- und eine Serienschaltung vorlag, als ein solches identifizierte, war L1 zufrieden, lieferte nur noch eine Definition der Parallelschaltung und erläuterte die von S1 identifizierte Schaltung anstatt etwa den Tutees das Zeichnen unterschiedlicher Schaltungen aufzutragen (siehe Ankersequenz 19).

Ankersequenz 19 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 05:20 L1: Wisst ihr was das jetzt für ein Stromkreis ist? Also hier ist quasi die Stromquelle [zeigt]. Der Strom geht in die Richtung [zeigt] und der fließt hier durch.
[...]
S1: (Is das nicht) beides zusammen?
- 06:00 L1: Das ist beides- Wow, du bist gut. Also parallel kann man quasi definieren, wenn der Strom sich teilen muss irgendwo. Bei der Serienschaltung- Das ist jetzt beides in einem. Das ist jetzt quasi zuerst serien-[zeigt auf Zettel von S2] wo ist meins- zuerst seriengeschaltet [zeigt auf eigenen Angabezettel] da haben wir jetzt Parallelschaltung. Die zwei stehen parallel aber diese beide stehen in Serie.

Dieses rasche Vorgehen mag womöglich entweder an einer nach wie vor bei L1 eventuell gegebenen Unsicherheit hinsichtlich der Geometrie von Schaltbildern oder an einer leichten Überschätzung der Fähigkeiten der Tutees liegen.

Die an S1 und S3 identifizierten „Sharing-Vorstellungen“ (Sh) seien an den folgenden beiden Ankersequenzen illustriert. Diese Vorstellung wurde im Rahmen der Interaktion an Parallelschaltungen verzeichnet, obwohl dieses Alternativkonzept normalerweise als inadäquate Erklärung für das „Schwächer-Leuchten“ von Lämpchen in Serienschaltungen herangezogen wird. Möglicherweise wurde das Konzept unreflektiert übertragen. Zuerst wurde die Sharing-Vorstellung von S1 geäußert (siehe Ankersequenz 20).

Ankersequenz 20 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 02:50 L1: Gut, aber warum leuchten die da jetzt [zeigt auf Parallelschaltung] glaubst beide gleich hell wie vorher wenn zwei Lampen drinnen sind? Da muss ja irgendwo mehr Strom kommen- irgendwie.
- 03:00 S1: Weil von der dann der Strom weggenommen wird?
- 03:10 L1: Naja, das- [schaut auf Zettel, blickt sich um]. Das ist eine Parallelschaltung was ihr da seht. Das Zeichen sind Widerstände [zeigt]. Widerstände, die lassen wir jetzt mal weg. Das ist eine Parallelschaltung. Jetzt nehmt mal einen Stift, Stift!

Es macht zwar den Eindruck als wäre L1 kurz verunsichert gewesen, er versuchte aber schließlich den Tutees ohne weiteres Ansprechen der Vorstellung eine passendere Erklärung nahezulegen. Dabei erwähnte er aber eingangs, dass es sich ja um eine Parallelschaltung handle, was möglicherweise zur Sharing-Vorstellung beim Testitem A5 führte, bei dem eine Serienschaltung vorliegt (s.a. Tabelle 29). Während S3 kurz nicht in der Interaktionsgruppe anwesend war (am Beginn des Cross Age Peer Tutoring wurden noch mit S2 und S3 je etwa 3 minütige Kurzinterviews geführt, leider war keine Zeit für diese eingeplant), versuchte L1 im weiteren Interaktionsverlauf die Vorstellung der „gegenseitigen Wegnahme des Stromes“ mit Hilfe einer Heuristik zu „beheben“, die im Kapitel Konzeptwechsel und strukturelle sowie kognitive Einflussfaktoren auf Seite 149 vorgestellt ist. Nach Rückkehr von S3 in die Interaktionsgruppe erklärte er auch diesem die Schaltung anhand der Heuristik. Leider war das leise Gespräch zwischen den beiden am Video nur

schwer verständlich, da sich S1 und S2 in der Zeit mit dem experimentellen Aufbau dieser Schaltung beschäftigten und daher viele Nebengeräusche auftraten. Deutlich konnte aber der folgende in Ankersequenz 21 skizzierte Teil der Unterhaltung wahrgenommen werden, der Aufschluss darüber gibt, dass auch S3 dieselbe Vorstellung vorbrachte wie S1 und dass L1 wieder aktiv versuchte, S3 zur Überwindung dieser „Stromwegnahme-Vorstellung“ (vgl. Gruppe 2, Kapitel 4.4.3.10) zu bringen.

Ankersequenz 21 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

10:30 [L1 zeichnet Stromlinien in Parallelschaltung]
[...]
S3: Ja. [überlegt] Und der nimmt dem den Strom weg oder?
10:40 L1: Aso, Entschuldigung, das sind Widerstände die nehmen nix weg.
10:50 [...]
L1: Schau, da ist doppelt so viel Strom.
[...]
11:00 L1: [erklärt S3 wieder Schaltbild] Da ist doppelt so viel Strom wie da und da, deshalb leuchten die
11:10 immer gleich hell und gleich stark. Und es ist wurscht wie viele (...)

Allerdings ist zu vermerken, dass L1 bei der Erklärung der auf Seite 157 beschriebenen Stromlinienheuristik S1 und S2 mehr Zeit widmete als S3 und bei der Erklärung für S3 nicht darauf einging, was passiert wenn ein dritter Widerstand parallel geschaltet wird (weshalb seine interviewbedingte Abwesenheit zwar etwas problematisch war, der Einfluss dieser aber überschaubar blieb, da sich L1 auch im Laufe der Interaktion mehrmals wiederholte). Möglicherweise kann jedoch deshalb gegen Ende des Cross Age Peer Tutoring S3 die Frage nach der Aufteilung des Stromes in Parallelschaltungen nicht so gut beantworten wie S2, und behauptet, wie in Ankersequenz 18 auf Seite 143 und in Ankersequenz 35 auf Seite 165 dargelegt, der Strom teile sich bei Knoten immer in die Hälfte, was als lokale Vorstellung in Tabelle 27 verzeichnet wurde.

S1 fiel es sehr schwer, die Sequentielle Vorstellung zu überwinden und konfrontierte L1 immer wieder mit Aussagen, wie sie in der folgenden Ankersequenz exemplarisch angeführt sind.

Ankersequenz 22 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

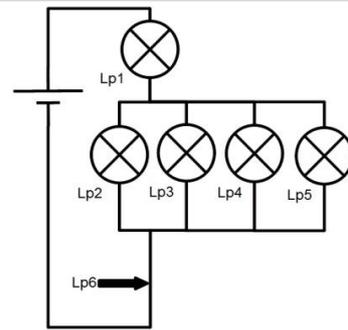
34:20 S1: Bei dem, wenn ich da davor [vor dem Widerstand in einer Serienschaltung] die Lampe hätte, würde die Lampe wieder stark leuchten, oder?

Wie es mit Hilfe von L1 schließlich doch dazu kam, dass S1 keine sequentiellen Vorstellungen mehr im Post-Test aufwies, sei im Kapitel „Konzeptwechsel und strukturelle sowie kognitive Einflussfaktoren“ (S.149ff) beschrieben.

Das einzige Konzept von S1, welches als Stromverbrauchsvorstellung kodiert wurde, ähnelt ebenso sehr stark ihren sequentiellen Vorstellungen und sei in der folgenden Ankersequenz dargestellt:

Ankersequenz 23 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 28:10 L1: [...] Welche leuchten am stärksten? [vgl. Abbildung]
S1: Die erste. [Lp1]
L1: Die leuchtet am stärksten?
- 28:20 S1: Ja
L1: Und die, wie leuchten die [Lp2 bis Lp5]?
S1: Gleich.
L1: Alle gleich?
[S1 verzieht das Gesicht]
L1: Und wo geht da jetzt am meisten Strom durch bei den Kabeln?
- 28:30 L1: Stell's euch's wieder mit den Linien vor [vgl. Stromlinienheuristik Seite 157]. Das geht leichter.
S1: [zeigt] Da am Anfang.
- 28:40 L1: Ja und wie oft muss da die Linie durchgehen, also der Strom durchgehen, wenn er einmal durchgeht einmal hier durch, einmal hier durch, einmal hier durch- [zeigt].
S1: Dreimal
L1: Viermal, weil-
S1: Viermal
- 28:50 L1: [Zählt] Eins, zwei, drei, viermal muss er, das heißt es leuchtet viermal so stark, wie die leuchten. [S1, S2 und S3 nicken.] Dann fließt hier der Strom wieder zusammen. Deswegen würd, wenn wir hier [Lp6] auch noch eine Lampe rein machen würden, wie würd die leuchten, wenn man sie da zum Schluss noch-? [nimmt sich Stift und zeichnet Lp6 ein]
- 29:00 S2: (Die würd quasi ja noch schwächer leuchten.) [zeigt auf Lp1 im Schaltplan]
S1: Die würd am schwächsten leuchten. [meint Lp6]
L1: Bitte? Die würd am schwächsten leuchten?
S2: Nein. [schüttelt Kopf]
[S3 runzelt Stirn, hebt Schultern]
- 29:10 L1: Warum glaubst du, leuchtet die am schwächsten? Glaubst du der Strom wird hier verbraucht bei den Lampen und hier ist keiner?
S1: Oh, nein.



An der Ankersequenz 23 ist auch zu erkennen, dass S2 bemerkte, dass die beiden Lämpchen Lp1 und Lp6 in Serie geschaltet sind und daher Lp1 schwächer leuchten würde, wenn Lp6 in die Schaltung eingefügt würde. S1 hingegen verglich die relative Helligkeit aller Lampen und meinte Lp6 würde am schwächsten leuchten, was an einer Verbrauchsvorstellung liegen könnte, jedoch auch die Ursache darin haben könnte, dass S1 vielleicht meinte, dem Strom würden ja zuerst die Lampen L1 bis L5 „zustoßen“ bevor sie zu L6 kommen, was einer sequentiellen Vorstellung entspräche.

L1 versuchte im Weiteren auch diese Vorstellung von S1 mit Hilfe der Stromlinienheuristik zu „beheben“ (siehe Seite 162 in Ankersequenz 33 den weiteren Verlauf von Ankersequenz 23).

Die Darstellung der verschiedenen in der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion der Gruppe 1 aufgefundenen Vorstellungen abschließend sei noch ein nicht zuordenbares aber interessantes Konzept von L1 zur Batterie beschrieben.

Ankersequenz 24 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 33:30 L1: Also, ich hab mir das immer so vorgestellt, dass die negativen Teilchen, weil die werden von den positiven angezogen – das ist der Punkt, das Wesentliche -, dass die negativen da durchgehen [zeigt], da ist eine Lampe oder nicht [zeigt] dann geht's bei der Lampe durch bis zum
- 33:40 Positiven und dann sind's wieder neutral. Ein Positives und ein Negatives ziehen sich an, wenn das Negative beim Positiven ist, ist es [stoppt kurz und schaut fragend] neutral. (...) Bei einer
- 33:50 Batterie ist jetzt also irgendwas in der Mitte, das trennt die positiven von den negativen (Ionen). Und die negativen sind auf der Seite und können aber nicht mehr in die Richtung gehen und (gehen außen rum) [zeigt].

Die Vorstellung von L1 macht auch die Wichtigkeit der Behandlung der Funktionsweise von Batterien als Spannungsquellen im Physikunterricht deutlich – ihre Besprechung sollte nicht

dem Fach Chemie überlassen werden. Der Stromfluss in einer Batterie könnte mit der Stromzange (welche etwa L5 auch im Rahmen des Cross Age Peer Tutoring verwendete, siehe Seite 158) nachgewiesen werden und könnte möglicherweise zum Hinterfragen mancher Vorstellungen durch die Lernenden beitragen.

Die Behandlung der Funktionsweise von Batterien würde auch ein geeignetes interdisziplinäres Forschungsgebiet zu Schülervorstellungen im Grenzgebiet Physik-Chemie darstellen.

Zuletzt sei zu diesem Kapitel angemerkt, dass auch die Unsicherheit, ob eine und welche Schülervorstellung vorliegt, als „andere Vorstellung“ kodiert und somit in Tabelle 27 verzeichnet wurde.

- *Vergleich der identifizierten Vorstellungen mit den Test-Ergebnissen*

Nun soll ein Vergleich der durch Videoanalyse des Cross Age Peer Tutoring entdeckten Vorstellungen mit den mit dem Test-Instrument identifizierten Vorstellungen angestellt werden, um die beiden Analyseinstrumente miteinander zu vergleichen und die Validität des Testinstruments zu überprüfen. Da die Analyse der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion für L1 nur Schülervorstellungen nachweisen konnte, die mit den Post-Test-Items nicht oder lediglich durch Anpassung der Items erfassbar gewesen wären (vgl. Tabelle 27 mit den Items im Kapitel 4.3.2.1), ist das Ergebnis, dass L1 den Post-Test „fehlerlos“ bearbeiten konnte, nicht überraschend.

In Tabelle 28 sind die während des Cross Age Peer Tutoring mit Hilfe der Videoanalyse identifizierten Vorstellungen (Tabelle 27, S.140) mit jenen mit dem Pre- und Mid-Test gefundenen Vorstellungen (Tabelle 21, S.110) verglichen.

Vorstellung	L1			S1			S2			S3		
	Pre	Video	Post	Pre	Video	Mid	Pre	Video	Mid	Pre	Video	Mid
2W (E)	n.l.	✓	n.l.	-	-	-	-	-	-	✓	✓	
V	n.l.	-	n.l.	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓
Sh	n.l.	-	n.l.	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓
Rsup	n.l.	✓	n.l.	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-
Seq	n.l.	-	n.l.	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
Lok	✓	-	-				-	-	-	n.l.	✓	n.l.
Geo	✓	✓	-	n.l.	✓	n.l.	-	-	-	n.l.	✓	n.l.
invR	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	✓
kpR&ul	-	-	-	-	-	-	-	-	✓			
kl	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-

Tabelle 28: Mit der Videoanalyse vorgefundene Vorstellungen im Vergleich mit den mit dem Testinstrument vorgefundene Vorstellungen; ✓...Vorstellung vorgefunden; - ... keine Vorstellung vorgefunden; n.l. ... kein Item für die betreffende Vorstellung im Testinstrument vorhanden; Außer bei der Vorstellung kpR&ul wurden Hybridvorstellungen in die einzelnen Vorstellungen aufgeteilt.

Von den Testinstrumenten wurden somit alle mit der Videoanalyse vorgefundene Vorstellungen, für welche die Items ausgelegt waren, für die jeweiligen Akteure gefunden, was eine weitere Validitäts-Bestätigung des Testinstruments darstellt.

Eventuell ließen sich mit den Items F6 und F7 des Tests der AHS-Oberstufe noch Vorstellungen wie etwa die Widerstandssuperpositionsvorstellung (R_{sup}) überprüfen, wenn eine zweite Stufe mit Distraktoren dafür entwickelt würden (vgl. Hanisch, 2011).

F6)	Im Stromkreis rechts siehst du vier identische Lampen, die mit einer Batterie verbunden sind. Der Schalter S ist, wie dargestellt, anfänglich geschlossen.	
	a) Was geschieht mit dem Strom durch Lampe L_1 , wenn der Schalter S geöffnet wird?	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L_1 wird größer.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L_1 bleibt gleich.	
X	Die Stromstärke durch L_1 wird kleiner.	
<input type="checkbox"/>	Mit den gegebenen Informationen ist die Frage nicht zu beantworten.	
	b) Wie erklärst du deine Entscheidung?	
X	Durch das Öffnen des Schalters wird der Gesamtwiderstand größer und es wird kein zusätzlicher Strom mehr durch L_1 gezogen.	
<input type="checkbox"/>	Es sind nun weniger Lämpchen in der Schaltung vorhanden, dadurch wird der Widerstand kleiner und die Stromstärke durch L_1 größer.	
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie, daher bleibt auch die Stromstärke gleich.	

Abbildung 18: Item F6 mit hypothetischer zweiter Stufe zur Überprüfung des Vorliegens einer Konstantstrom- oder Widerstandssuperpositionsvorstellung

Die zweite Stufe in solchen Items könnte womöglich wie jene in der nebenstehenden Abbildung für das Item F6 konstruierte (b) aussehen, mit der möglicherweise das Vorliegen des physikalisch korrekten Konzepts (mit X markiert), das Vorkommen einer Konstantstrom-Vorstellung (a2b3) oder das Vorhandensein einer Widerstandssuperpositionsvorstellung (a1b2) überprüft wird. Das Item wurde jedoch nicht an Probanden getestet und ist daher nicht valide. Tiefen-Interviews

könnten etwa feststellen, ob eine solche zweite Stufe tatsächlich eine Widerstandssuperpositionsvorstellung identifizieren kann (vgl. Hanisch, 2011). Würde ohne zweite Stufe a1 gewählt werden, wäre aber wohl nicht gänzlich sichergestellt, ob nicht eine andere Vorstellung als die Widerstandssuperpositionsvorstellung vorliegt.

Dass einige der im Cross Age Peer Tutoring geäußerten Vorstellungen mit dem Pre-Test aber nicht mehr mit dem Mid-Test identifiziert wurden, zeigt auch, dass noch Konzeptwechsellvorgänge während der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion oder im Mentoring der Tutees passiert sein müssen.

Nicht im Videomaterial gefunden werden konnten die Vorstellung des konstant bleibenden Widerstandes bei Parallelschaltung mit vom Widerstand unabhängig größer werdenden Strom (kpR ; vgl. a. S.111) und die inverse Widerstandsvorstellung ($invR$), doch aufgrund der Äußerung von L1 in Ankersequenz 16 auf Seite 142, zur Addition von Widerständen in Parallelschaltungen, welche nahelegt, dass auch Verständnis dieses Vorgangs seinerseits nicht gegeben ist, ist es nicht verwunderlich, dass auch die Tutees S1 und S3 diese diffus mit anderen Vorstellungen vermischten Vorstellungen am Mid-Test aufweisen. Zudem ist die Stromlinienheuristik (s. Abbildung 20, S.157) nicht zur Behebung dieser Vorstellungen kapabel.

Mit der Videoanalyse konnten auch nicht die Verbrauchsvorstellung von S3 sowie, wie bereits erwähnt, alle neben kpR noch übrigen und mit dem Testinstrument identifizierten Vorstellungen von S2 gefunden werden, was vor allem an dem Mangel an Tutee-Äußerungen lag (vgl. a. Tabelle 34 S.171).

L1 hat die Konstantstromvorstellung, die auch als Zwischenvorstellung bei der Überwindung der sequentiellen Vorstellung beim Mentoring entstand, wie vermutet offensichtlich noch vor dem Cross Age Peer Tutoring überwunden (vgl. die Anmerkungen zu Ankersequenz 7 auf S.103), denn auch in der Videoanalyse des Cross Age Peer Tutoring war sie nicht zu identifizieren. Im Gegenteil, L1 betonte regelmäßig, die Abhängigkeit der Stromstärke vom

Widerstand gleichzeitig mit dem systemischen Denken, welches dem Aufkommen der sequentiellen Vorstellung entgegenwirkt (vgl. Seite 161ff und Testergebnisse S1), was etwa an folgender Ankersequenz erkennbar ist:

Ankersequenz 25 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

L1: und das ist wurscht ob ich hier eine Lampe reinhänge [zeigt] oder hier eine Lampe reinhänge
36:50 [zeigt] sie leuchten immer alle schwächer, durch die Widerstände, weil weniger durchfließt. Das ist vollkommen wurscht wo der Widerstand ist.

Auffällig ist auch, dass bei S1 und S3 die Sharing-Vorstellung, die jene Tutees während der Interaktion für Parallelschaltungen äußerten, nun für Serienschaltungen auftrat, während sie beim Pre-Test nicht auftrat, was eine Konzeptstagnation bei S1 und ein negativer Konzeptwechsel bei S3 beim Mid-Test bedeutete (vgl. Tabelle 21, S.110). Da diese Vorstellung jedoch nur bei Item A5 auftrat und nicht aus der Beantwortung der anderen Items (A8 und A9), welche diese Vorstellung überprüfen, geschlossen werden konnte, wird angenommen, dass diese Aufteilungsvorstellung auch mit einer Vorstellung zur Schaltbild-Geometrie (Geo) oder einer „Entfernungs-Vorstellung“ (E) zusammenhing. Die Bemühungen, eine Überwindung dieser „Stromaufteilungsvorstellungen“ durch die Stromlinienheuristik (vgl. Abbildung 20, S.157) hervorzurufen, eignen sich jedenfalls nicht für Serienschaltungen, wie das Testinstrument nun zeigt. Und auch die zum Beispiel auf Seite 159 beschriebene „Rohr-Analogie“ wurde von den Tutees wohl nicht für dieses Item angewandt.

- *Konzeptwechsel und strukturelle sowie kognitive Einflussfaktoren*

Nachdem die aufgetretenen Schülervorstellungen dargelegt und mit dem Testinstrument verglichen wurden, soll nun zuerst derselbe Vergleich für die Konzeptwechsel in der Interaktionsgruppe 1 geschehen. Darauf folgend seien die Hinweise auf die in der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion von den Akteuren vollzogenen Konzeptwechsel und deren Abhängigkeit von bestimmten Einflussfaktoren anhand von Ankersequenzen beschrieben (S.155ff).

	L1		S1		S2		S3	
	KW bei Tests (Anteil*)	KW-Indizien im Video (Anteil**)	KW bei Tests (Anteil*)	KW-Indizien im Video (Anteil**)	KW bei Tests (Anteil*)	KW-Indizien im Video (Anteil**)	KW bei Tests (Anteil*)	KW-Indizien im Video (Anteil**)
positiver Konzeptwechsel (KW)								
Geo → Ok	2 (67%)	3 (0,8%)						
kl/Lok → Ok	1 (50%)	8 (2,2%)						
Seq → Ok				37 (10,2%)				
V → Ok				18 (5,0%)				4 (1,1%)
kl → Ok						4 (1,1%)		
E/V → Ok						7 (1,9%)		
invR → Ok								1 (0,3%)
								19 (5,2%)
Konzeptstagnation								
Seq → Sh			1 (-)	-				
invR/Rsup → invR/Rsup			1 (-)	9 (2,5%)			1 (-)	7 (1,9%)
V → V			1 (-)	-				
V → Sh			1 (-)	1 (0,3%)				
kl → V						8 (2,2%)		
invR → invR/kl								4 (1,1%)
negativer Konzeptwechsel								
Ok → kpR					1 (-)	3 (0,8%)		
Ok → V					1 (-)	-		
Ok → Sh							1 (-)	1 (0,3%)

Tabelle 29: Mit dem Testinstrument erfasste Konzeptwechsel und mit der Videoanalyse identifizierte Indizien dafür; *die Berechnung des Anteils der Konzeptwechsel an den Testinstrumenten wird im Fließtext erläutert, **der Anteil der Konzeptwechselindizien wird berechnet indem die entsprechend kodierten 10s-Sequenzen durch die Gesamtzahl der 10s-Sequenzen dividiert wird (durch 362).

In Tabelle 29 sind die mit Hilfe der Videoanalyse erfassten, vermuteten Beiträge zu einem Konzeptwechsel, wie er mit der Videoanalyse festgestellt wurde, sowie in Klammer der Anteil an der Gesamtinteraktion angeführt. Zudem ist die Anzahl der mit dem Testinstrument erfassten Konzeptwechsel und im Falle der positiven Konzeptwechsel auch deren Anteil am Test angegeben. Letzter Anteil wurde ermittelt, indem die Anzahl der verzeichneten Konzeptwechsel des jeweiligen Konzepts durch die Anzahl der Items dividiert wurde, welche die Identifikation der betreffenden Zielvorstellung (bei positiven Konzeptwechsel) grundsätzlich zulassen. Dieses Vorgehen ist nötig, da die einzelnen Items im Allgemeinen unterschiedliche Vorstellungen überprüfen. Mit der Angabe des Anteils am Test hat man aber auch ein Vergleichsmaß erreicht, um die Konzeptwechselindizes mit den bei der Bearbeitung des Testinstruments eingetretenen Konzeptwechseln zu vergleichen.

Vor Beschäftigung mit den einzelnen Konzeptwechselindizes sei daher ein solcher Vergleich der Häufigkeit des Auftretens solcher Indizes mit der Häufigkeit der Konzeptwechsel beim Test angestellt. Obwohl dieser Vergleich der Häufigkeit der mit der Videoanalyse aufgefundenen Konzeptwechselindizes mit der Anzahl der mit dem Testinstrument verzeichneten Konzeptwechseln nur ungenau erfolgen kann, sei ein solcher durchgeführt und es seien Korrelationen angegeben. Zur Berechnung der angegebenen Korrelation der Häufigkeit der Konzeptwechselindizes mit den „tatsächlichen“ Konzeptwechseln bei der Beantwortung des Testinstruments wurde also der Anteil der positiven Konzeptwechsel an der Gesamtinteraktion mit dem Anteil an positiven Konzeptwechseln, welche mit dem Testinstrument für das jeweilige Konzept ermittelt wurden, verglichen. Beide Anteile sind in Tabelle 29 angegeben. Von einer Ermittlung der Korrelationen negativer Konzeptwechsel beim Testinstrument mit Indizes negativer Konzeptwechsel bei der Videoanalyse wurde abgesehen, da nur ein Item die konstante Widerstandsvorstellung bei Parallelschaltung identifizieren kann, weshalb für die relativen Anteile dieses Konzeptwechsels am Test nur die Werte 0% und 100% möglich wären und so keine sinnvolle „Häufigkeitskorrelation“ der beiden negativen Konzeptwechsel aus dem Testinstrument mit den beiden Indizes zu negativen Konzeptwechseln aus der Videoanalyse mehr möglich wäre. Auch für die Anteile der Konzeptstagnationen, welche in Tabelle 29 ersehen werden können, wurde keine Korrelation mit jenen aus Tabelle 21 ersichtlichen Konzeptstagnationen bei der Bearbeitung des Testinstruments berechnet.

Die gesamten positiven Konzeptwechselindizes aller Akteure korrelieren mit den entsprechenden mit dem Testinstrument ermittelten Konzeptwechseln nur schwach und insignifikant mit $r = 0,38$ und $p = 0,32$, während die Konzeptwechselindizes der Tutees mit ihren Konzeptwechseln am Test mit $r = 0,79$ und $p = 0,04$ korrelieren. Dies deutet womöglich darauf hin, dass L1 seine Konzepte bereits vor dem Cross Age Peer Tutoring überdacht hatte, weshalb für diesen nicht mehr so viele Konzeptwechselindizes gefunden werden konnten. Dies kann wohl auch so ausgedrückt werden: Die Konzeptwechselindizes, welche beim Cross Age Peer Tutoring für die Tutees gefunden wurden, erklären deren Konzeptwechsel am Test besser, als jene Hinweise auf einen Konzeptwechsel des Tutors dessen am Testinstrument vollzogenen Konzeptwechsel erklären.

Die kodierten Konzeptwechselindizes werden begleitet von Einflussfaktoren, die wiederum auf für sie charakteristischem Akteur-Verhalten beruhen (vgl. Abbildung 13, Seite). Die Zuordnung der aufgefundenen Einflussfaktoren, deren Anteil an der Gesamtinteraktion in Tabelle 30 dargestellt ist, soll im Einzelnen exemplarisch an den dargestellten Ankersequenzen illustriert werden. Die Rückführung auf das Verhalten sei im Kapitel 4.4.3.9 beschrieben.

strukturelle und kognitive Einflussfaktoren	Gesamt	L1	S1	S2	S3
5.1-A2 Aufgabenstruktur herausfordernd	2,5%		(2,5%)	(1,7%)	(1,1%)
5.1-B2 Optimales Anforderungsniveau	13,0%		(7,2%)	(6,9%)	(2,5%)
5.1-C1 An Verbesserungen orientiert	12,4%	12,4%			
5.1-C2 Fehler positiv sehen	1,4%	1,1%	0,3%		
5.1-C3 An Fehlern orientiert	1,1%	1,1%			
5.1-C4 Exploration der Lernbedürfnisse und Einstellungen					
5.1-D1 Modelling	9,7%	9,7%			
5.1-D2 Coaching	3,0%	3,0%			
5.1-D3 Wissenschaftliche Denkweise	1,9%	1,9%	0,3%	0,3%	0,3%
5.1-D3 Alltags-Denkweise	2,8%	2,2%	0,3%		0,3%
5.1-D3 Kognitiver Konflikt	0,8%	0,8%	(0,8%)	(0,3%)	(0,3%)
5.1-E1 Scaffolding	10,5%	10,5%	(4,4%)		
5.1-E2 Fading	1,9%	1,9%	(0,8%)	(0,8%)	
5.1-E3 Kognition unterstützend	9,4%	9,4%	(4,4%)		
5.1-E4a Motivation unterstützend – Autonomieunterstützung	1,7%	1,7%	(1,1%)	(1,1%)	0,3%
5.1-E4b Motivation unterstützend – Kompetenzunterstützung	1,4%	1,4%	(0,8%)	(0,6%)	(0,3%)
5.1-E4c Motivation unterstützend – Unterstützung soz. Eingebundenheit	1,1%	1,1%			
5.1-F1 Gruppenstruktur - Community of Practice und Kollaboration	8,3%	6,9%	6,4%	4,4%	3,9%
5.1-F2 Gruppenstruktur – Kooperation	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%
5.1-F3 Gruppenstruktur – Einzelarbeit	4,7%		0,8%	3,9%	
5.1-F4 Gruppenstruktur – Befragung	21,8%	21,3%	(15,5%)	0,6% / (6,9%)	(5,5%)
5.1-F5 Gruppenstruktur – Vortrag	26,5%	26,5%			
5.1-F6 Gruppenstruktur – Rollenspiel	8,8%	8,6%	8,3%	7,7%	8,0%
5.3-A1 Domänenspezifisches Wissen	5,0%	3,9%	0,6%	0,6%	0,6%
5.3-A2 Heuristische Strategien	11,3%	10,8%	1,9%	0,6%	
5.3-A3 Kontroll-Strategien	1,7%	1,7%			
5.3-A5 Aufmerksamkeitsfokus	1,1%		0,6%		0,6%
5.3-A6 Vorkenntnisse (Pre-Test)	10,8%	10,8%			
5.3-A7 Vorkenntnisse (Mentoring)	11,3%	11,3%			
5.3-B1a Wissenswiedergabe – einfache Zusammenfassung	3,6%	1,9%	1,1%		0,6%
5.3-B1b Wissenswiedergabe – Beschreibung in Alltagssprache	1,1%	0,6%	0,3		0,3%
5.3-B2a Wissenskonstruktion – Analogie oder Beispiel	8,3%	3,9%	0,6%	0,6%	
5.3-B2b Wissenskonstruktion – Schlussfolgerung	5,5%	3,9%	2,5%	0,3%	
5.3-B2c Wissenskonstruktion – Integration in Vorwissen	3,3%	1,9%	1,4%	1,1%	0,3%
5.3-B2d Wissenskonstruktion – Tiefgehende Elaboration	6,6%	5,2%	0,3%	1,4%	
5.3-B2e Wissenskonstruktion – Articulation	1,4%	0,6%	0,3%	0,8%	
5.3-B2f Wissenskonstruktion – Reflection	0,8%	0,8%			
5.3-B2h Wissenskonstruktion – Sinnschaffung	3,3%	1,9%	1,9%		

Tabelle 30: Anteil der kodierten strukturellen sowie kognitiven Einflussfaktoren der Gruppe 1 an der Interaktion im Gesamten und je Akteur, der den Einfluss ausübt oder von ihm betroffen ist (letzterer Anteil in Klammer); 100% = Summe aller 362 10-Sekunden-Sequenzen

Der Anteil eines Teilnehmenden kann maximal den Gesamtanteil des jeweiligen Einflussfaktors am Tutoring-Geschehen erreichen. Am Beispiel der herausfordernden Aufgabenstruktur (siehe Tabelle 30 5.1-A2) ausgedrückt, bedeutet dies, dass alle als herausfordernd kodierten Aufgaben auch für S1 als herausfordernd kodiert wurden. Ist ein Prozentanteil in Klammer angeführt bedeutet dies, dass der jeweilige Tutee, bei dem der Wert angegeben ist, zwar diesen Einfluss nicht ausübt, jedoch davon betroffen ist (etwa ist S1 in 4,4% der Gesamtinteraktion von Scaffolding-Aktivitäten von L1 betroffen). Ist kein Wert angegeben, kann nicht genau ausgemacht werden, wer oder ob jemand von dem ausgeübten Einflussfaktor betroffen ist. Wie an Tabelle 30 auch zu erkennen ist, konnte nicht

jeder Einflussfaktor, der in Tabelle 17 aufgestellt wurde, auch durch die Videoanalyse aufgefunden werden.

An Tabelle 30 ist der hohe Anteil an Modelling-Sequenzen (9,7%) zu erkennen. Diese Sequenzen sind vor allem jene, bei denen L1 vortragsartig Vorgehensweisen wie die Stromlinienheuristik (siehe Seite 157) beschreibt oder Anweisungen gibt, wie sich die Tutees etwas vorzustellen haben, sowie Wissenskonstruktionsaktivitäten (vgl. Seite 47 sowie Roscoe & Chi, 2008), bei welchen der Tutor seinen eigenen Konzeptwechsel festigt. Aufgrund des oftmaligen Nickens, der gespannten Aufmerksamkeit und der guten Mitarbeit der Tutees (siehe Kapitel 4.4.3.9) hat man bei vielen Sequenzen den Eindruck, dass die Aufgaben ein optimales Anforderungsniveau für sie darstellen (13%) und dass sie, obwohl sie wesentlich seltener als L1 zu Wort kommen, mit viel Interesse am Interaktionsgeschehen teilnehmen. Coaching wurde wesentlich seltener festgestellt (3%) und vor allem dann kodiert, wenn L1 durch Nachfragen unterstützte und versuchte die Eigenaktivität anzuregen. Dies geschah etwa als PM den Tutor dezidiert darauf hinwies, die Tutees selbst Aufgaben lösen zu lassen (z.B. Ankersequenz 37 auf Seite 167). Als Scaffolding wurde neben der Hilfestellung bei Sequenzen, in denen L1 die Tutees befragt, auch die Beantwortung von Tutee-Fragen kodiert, da solche Antworten die Tutees dort unterstützten, wo sie um jene Unterstützung etwa aus Unzufriedenheit mit ihrem bisherigen Konzept baten (z.B. ab Minute 34:20 in Ankersequenz 34). Aufgrund des hohen Maßes an Kontrolle von der Seite von L1 kam es nur selten zum Fading (1,9%) etwa bei Beginn eines (ebenfalls von PM für alle Gruppen initiierten) Rollentausches, der ermöglichte, das Verständnis auf Seiten der Tutees nachzuvollziehen (siehe z.B. Seite 165), oder wenn L1 den Tutees den Bau von Schaltungen überlies (Situationen bei welchen L1 kontrollierend am Bau mitwirkt wurden jedoch nicht als Fading kodiert).

Wie bereits erwähnt, lag der Schwerpunkt des Interaktionsstils der Gruppe 1 vor allem auf dem Vortrag durch den Tutor. Dies hatte neben den Nachteilen, die sich durch die Passivität der Tutees ergaben, jedoch den Vorteil, dass L1 sehr viele Wissenswiedergabe- und Wissenskonstruktionsaktivitäten setzen konnte sowie den Tutees Herangehensweisen und Strategien zur Problembewältigung nahelegen konnte. Somit können seine Kenntnisübernahme aus Mentoring und Pre-Test sowie die Auswirkungen der Wissenskonstruktionsaktivitäten und der erwähnten unterbreiteten Strategien auf die Tutees studiert werden. Die diversen auf den Seiten 155ff geschilderten Ankersequenzen und deren Interpretation geben Anlass zur Vermutung, dass auch die Wissenskonstruktionsaktivitäten des Tutors sowie dessen Herangehensweisen an Probleme zum Konzeptwechsel der Tutees beitragen konnten, da sie über Prozesse, die jenen des Modelling, Coaching, Scaffolding und Fading ähneln und deren relative Häufigkeit soeben beschrieben wurde, von den Tutees in ihr Verhaltensrepertoire aufgenommen wurden.

Auch der Tutor übernahm einige Erklärungen, wie etwa die Definition der Stromstärke oder die Rohranalogie (S.159) aus dem Mentoring und der Behandlung des Pre-Tests im Mentoring (11,3% bzw. 10,8%) ins Cross Age Peer Tutoring, was auch die Wichtigkeit dieses Trainings aufzeigt. Da zudem nicht mit vorgegebenen Erklärungen aus Texten oder ähnlichem gearbeitet wurde, entstammen die Erklärungen des Tutors eher dem eigenen Verständnis eines Sachverhalts und wurden etwa eher als „tiefgehende Elaboration“ denn

als „einfache Zusammenfassung“ kodiert. Nur einzelne Phrasen, die nicht immer gründlich hinterfragt wurden und die im Moment der Aussage auf keine besonders tiefe Reflexion schließen ließen (vgl. Ankersequenz 14, Seite 141) entsprechen letzterer. Auch die Wiederholung der Elaborationen des Tutors durch die Tutees wurde als „einfache Zusammenfassung“ kodiert (vgl. Seite 47 und Roscoe & Chi, 2008). Doch auch diese wiederholten Phrasen dürften eine wichtige Rolle bei der Verinnerlichung von Konzepten (auf Seiten der Tutees ebenso wie auf Seite des Tutors) gespielt haben.

Nun sei noch die relative Häufigkeit des Vorhersagens, Beobachtens und Erklärens von Experimenten (Predict, Observe und Explain, vgl. Seite 15 und Hopf et al. 2011, S.112) in der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion der Teilnehmenden in Tabelle 31 sowie der Anteil an (auf Schüler-Interaktion umgelegten) konstruktivistischen Lehr-Lernsequenzen (vgl. Abbildung 5, Seite 20 und Widodo & Duit, 2005, S.135) beim Cross Age Peer Tutoring in Abbildung 19 dargelegt.

	Gesamt	L1	S1	S2	S3
Predict	4,4%	0,3%	1,7%	1,9%	2,5%
Observe	2,5%	1,1%	1,4%	1,1%	1,4%
Explain	3,3%	3,3%			
Predict-Observe-Explain	1,1%	1,1%			

Tabelle 31: Relativer Anteil an Predict-Observe-Explain-Sequenzen der Gruppe 1 an der Gesamtintervention

In Tabelle 31 ist sowohl der relative Anteil des Vorhersagens, Beobachtens und Erklärens der Akteure als auch der Anteil an vollständig vollzogenen „Dreierschritten“ (Hopf et al., 2011, S.112) der einzelnen Akteure dargestellt.

Es ist daraus bereits deutlich erkennbar, dass L1 den Tutees die Vorhersage und die Beobachtung der Experimente überlässt, die Erklärung des Phänomens liefert bei jedem durchgeführten Experiment jedoch immer der Tutor selbst und beendet somit den Predict-Observe-Explain-Durchgang mit dem wohl wichtigsten Schritt, den er den Tutees nicht vollziehen lässt, was an folgender Ankersequenz verdeutlicht sei.

Ankersequenz 26 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- [Ein Stromkreis mit zwei parallel zueinander und einem in Serie zur Batterie geschalteten Lämpchen wurde aufgebaut]
- 15:40 L1: Was passiert jetzt, wenn ihr die raus schraubt? [zeigt auf eines der zwei parallel geschalteten Lämpchen]
S2: [zeigt auf anderes parallel geschaltetes Lämpchen] Das leuchtet noch stärker (...).
- 15:50 S1: (Das leuchtet weniger stark) [zeigt auf Lämpchen in Serie]
S3: Ich glaub dann leuchtet die (da stärker) [zeigt auf dasselbe Lämpchen wie S2]
L1: Wie leuchtet die [zeigt auf dasselbe parallel geschaltete Lämpchen wie S2 und S3]?
S1: Die da stärker. [zeigt nun auf in Serie geschaltetes Lämpchen]
L1: Die oder die? [zeigt auf beide Lämpchen]
S1: Die da stärker [zeigt auf in Serie geschaltetes Lämpchen], die da schwächer [zeigt auf parallel geschaltetes Lämpchen].
S2: (Beide leuchten gleich stark.)
- 16:00 L1: Ok und wisst ihr wie sie weiter leuchten? Also es stimmt einmal, sie leuchten beide weiter. Und wie leuchten sie weiter?
S2: Die leuchtet (gleich stark). [zeigt auf das eine der parallel geschalteten Lämpchen]
S3: Ähm, ich glaub die wird stärker. [zeigt auf dasselbe Lämpchen]
- 16:10 L1: Die [zeigt auf Lämpchen in Serie] bleibt die gleich oder wird die stärker oder?
S2: (...gleich hell)
L1: Die wird heller? [greift auf eines der parallel geschalteten Lämpchen um es herauszuschrauben, tut es aber noch nicht.]
- 16:20 S3: Ähm, die wird ein bissi schwächer [zeigt auf Lämpchen in Serie] und die wird heller [zeigt auf

- parallel geschaltetes Lämpchen] und dann leuchten sie glaub ich gleich hell.
 L1: Was passiert? [L1 schraubt Lämpchen heraus und demonstriert Ergebnis.]
 S1: Gleich hell.
 16:30 L1: Gleich hell, ähm, warum? Ich hab jetzt quasi aus der Parallelschaltung- Ich hab die Lampe
 16:40 weggeben [zeigt im Schaltbild]. Das heißt da fließt jetzt durch das Kabel kein Strom mehr durch
 [zeigt im Schaltbild]. Das heißt was ist das dann für ein Stromkreis noch?
 S1: Ähm, (Pa-), nein, ähm.
 L1: Ähm [ahmt nach, grinst], wir haben zwei gelernt.
 16:50 S1: Wie nennt man den zweiten, ich weiß nicht.
 L1: Na gut, wenn Lampen in Serie geschaltet werden
 S1,S2,S3: Serienschaltung
 17:00 L1: [grölt] Serienschaltung. Und die ist jetzt schwächer worden, weil, da keine Parallelschaltung
 mehr da ist, muss im ersten Kabel kein doppelter Strom mehr sein, weil's in einem durch geht, das
 heißt man muss nicht zwei Ströme durch schicken.[S1 und S2 nicken]

Abbildung 19 zeigt die Anteile jener Sequenzen, die konstruktivistischen Lehr-Lernsequenzen ähneln. Ein ganzer Zirkel wurde nie vollzogen, eher passierten „Sprünge“ im Vorgehen in beide Richtungen, doch immerhin wurde regelmäßig auf die bisher entwickelten Vorstellungen aufgebaut, wobei meist die Anwendung und das Überprüfen der neuen Vorstellungen ausgelassen wurde und gleich erkundet wurde, ob die entwickelten Vorstellungen von den Tutees nachvollzogen wurden (roter Pfeil). Die vorgegebenen Erklärungen von L1 dienten den Tutees höchstens noch als Vergleich, sofern sie eigene Vorstellungen entwickelt hatten, jedoch sollte dazu wohl auch die Reflexion von den Tutees ausgehen und nicht das Konzept derart starr vom Tutor gesetzt werden (vgl. reflection, S.34).

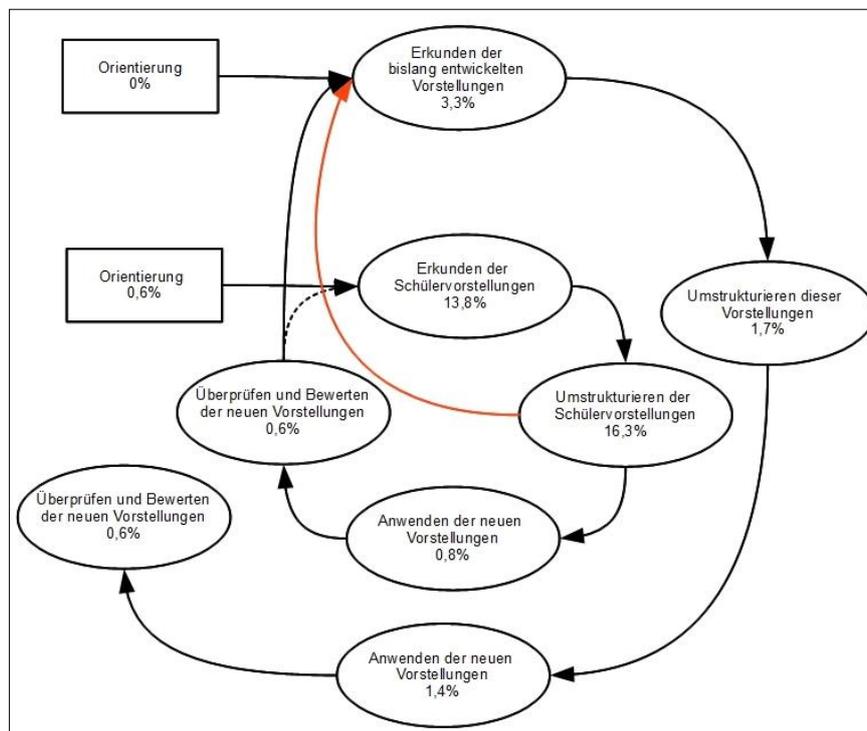


Abbildung 19: Anteil den konstruktivistischen Lehr-Lern-Sequenzen ähnelnder Phasen während der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion, angelehnt an die Abbildung aus Widodo & Duit (2005, S.135) auf Seite 20 dieser Arbeit

Oft folgt eine Überprüfung und Bewertung oder Erkundung der bisher entwickelten Vorstellungen gleich nach oder noch während der Phase der Umstrukturierung. Es handelt sich um kurze Verständnisfragen, die wohl darauf abzielen nachzuprüfen, ob die

Vorstellungen oder das Verständnis einer Strategie (im Falle der Ankersequenz 27 die auf Seite 157 vorgestellte Stromlinienheuristik) der beiden Akteure sich decken.

Ankersequenz 27 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 03:50 L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so.
 04:00 L1: Sieht man das auch, wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist?
 S1: Da ist mehr.
 04:10 L1: Da ist mehr. Da gibt's einen zweiten. Es fließt zwar gleich viel Strom da und da durch, aber natürlich muss da am Anfang doppelt so viel Strom fließen. [zeichnet ein]

Nun seien einige Ankersequenzen einer Analyse hinsichtlich der einen Konzeptwechsel erleichternden Einflussfaktoren unterzogen. Dabei liegt der Fokus vor allem auf Wissenskonstruktionsaktivitäten der Akteure (vgl. Seite 47 und Roscoe & Chi, 2008).

Ob die beschriebenen Ankersequenzen Bedingungen für einen Konzeptwechsel erfüllen, wird im Anschluss an ihre Beschreibung auf Seite 169 dargelegt.

Da jeder Kodierung ein exakter Zeitwert entspricht, konnten auch Korrelationsfaktoren unterschiedlicher Kategorien oder Kategoriengruppen errechnet werden. Die Summen aus den kognitiven Faktoren (ohne metakognitive Aktivitäten) korrelieren etwa schwach mit den Kategorien für positiven Konzeptwechsel mit $r = 0,45$ (aber, aufgrund der vielen Kodierungen, mit $p = 0,000$ hochsignifikant). Ebenso mit $r = 0,45$ und $p = 0,000$ korrelieren die Wissenskonstruktionsaktivitäten mit dem positiven Konzeptwechsel. Die Summe aus den Kategorien aus 5.1-D und E, die im Wesentlichen die Cognitive Apprenticeship-Aktivitäten Modelling, Coaching, Scaffolding und Fading (vgl. Kapitel 3.3.1.2) darstellen, korrelieren ebenso mit dem positiven Konzeptwechsel mit $r = 0,47$ und $p = 0,000$.

Doch nun seien keine weiteren Korrelationen innerhalb des Datenmaterials angestellt, sondern es sei die Adäquatheit der Kodierungen der jeweiligen Konzeptwechsel direkt mit Hilfe von Ankersequenzen illustriert.

- *Hinweise auf Konzeptwechsel der Akteure anhand von Ankersequenzen*

Im Folgenden sei die Untersuchung des Einflusses einiger der kodierten Variablen auf die Lernleistung der Akteure dargestellt. Während von Roscoe und Chi primär das Tutorenverhalten auf deren eigene Lernleistung untersucht wurde, wird in dieser Arbeit auch der Konzeptwechsel der Tutees in Abhängigkeit der Einflussfaktoren und damit letztlich (wie in Kapitel 4.4.3.9 dargestellt) in Abhängigkeit von Verhalten der Akteure untersucht. Die Untersuchung ist aber aufgrund der geringen Datenmenge nicht, wie bei Roscoe und Chi, statistisch signifikant, sondern liefert in diesem Bereich lediglich qualitative Ergebnisse, welche auf den konkreten Fall zutreffen dürften. Sie bieten damit höchstens stichprobenartig Vergleichsmöglichkeiten mit den Ergebnissen von Roscoe und Chi (2008).

Einige Hinweise auf die in Tabelle 29 angeführten Konzeptwechsel wurden bereits im Kapitel „Identifizierte Schülervorstellungen und deren Beschreibung“ gegeben. So kamen etwa Indizien für einen positiven Konzeptwechsel der Verbrauchsvorstellung in Ankersequenz 14 sowie ein Hinweis auf die Entwicklung der Sharing-Vorstellung in Ankersequenz 20 vor.

Diese bereits behandelten Hinweise seien nun nicht mehr angeführt, da reichlich andere Sequenzen als Anker-Beispiele für Konzeptwechsel und für deren Einflussfaktoren herangezogen werden können. Auch das Auftreten der inadäquaten Vorstellungen bezüglich des Widerstandes bei Item A7 wurden bereits mit der Widerstandssuperpositionsvorstellung (R_{sup}) von L1, welche dieser noch im Cross Age Peer Tutoring aufweist, in Zusammenhang gebracht (vgl. Ankersequenz 16), wobei natürlich noch weitere Gründe vorliegen können, so sagte etwa S2 bezüglich der adäquaten Erklärung der relativen Stromstärken in einer Parallelschaltung mit Hilfe der Stromlinienheuristik, er glaube, dieses Item im Pre-Test falsch gelöst zu haben (Minute 20:50, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2).

Es sind im Cross Age Peer Tutoring selbst keine konkreten Anzeichen für gerade stattfindende Einsichten des Tutors gegeben, die auf einen sich gerade „anbahnenden“ Konzeptwechsel hinweisen würden (vgl. auch die oben angegebenen Korrelationen). Auch die Vorstellungen, welche an L1 im Mentoring durch die Videoanalyse identifiziert wurden, treten, bis auf die eben erwähnte in Ankersequenz 16 aufgezeigte Widerstandssuperpositionsvorstellung (R_{sup}), nicht mehr auf. Letztere konnte also von L1 auch durch das Cross Age Peer Tutoring nicht überwunden werden und es fällt auf, dass auch seine Tutees diese Vorstellung auch noch nach den Interventionen aufweisen. Alle anderen inadäquaten Konzepte (bis auf diffuse nicht in dieser Arbeit zur näheren Identifikation herangezogene Vorstellungen, die in den Interaktionen auftraten; vgl. Ankersequenz 24) wurden von L1 jedoch scheinbar überwunden und die Elaboration im Cross Age Peer Tutoring durch den Tutor diente ihm selbst nur noch als Festigung seiner neuen Vorstellungen. Vielleicht sollte man aber nicht von einer endgültigen Überwindung sondern von einem sowohl zeitlichen als auch thematischen Kontinuum der Anwendung unterschiedlicher Konzepte sprechen. Jedenfalls scheinen aber die wiederholten Wissenskonstruktionsaktivitäten im Cross Age Peer Tutoring L1 als Unterstützung seines Konzeptwechsels respektive der Festigung adäquater Konzepte gedient zu haben.

Obwohl sich diese Konzeptwechsel von L1, wie bereits beschrieben, vermutlich bereits vor der Cross Age Peer Tutoring-Intervention, wohl noch aufgrund der Erfahrungen im Mentoring abspielten, was die Wichtigkeit eines solchen Tutoren-Trainings hervorhebt, seien hier exemplarisch Sequenzen beschrieben, welche für die Festigung mancher Konzeptwechsel verantwortlich gemacht werden und die auch seinen Tutees dienlich gewesen sein dürften.

So beschreibt L1 auch seine alten Vorstellungen, die während des Mentorings hinsichtlich des Items F4 auftraten (obwohl er das betreffende Item auch beim Pre-Test angemessen beantworten konnte), nachdem die Tutees seine Frage nach der Helligkeit der Lampen nicht adäquat beantworten konnten (folgende Ankersequenz, min 24:30).

Ankersequenz 28 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, , Anhang B.2)

- 22:20 L1: [...] Welche glaubst du leuchtet am stärksten, welche-
S1: [zeigt auf Lp 3, in Abbildung 20a auf Seite 157] Die.
L1: am schwächsten, welche, ähm, leuchten alle gleich? Du glaubst die [zeigt] leuchtet stärker als
22:30 die beiden [zeigt]. Oder leuchtet die oder die stärker [zeigt] oder leuchten (...)? Sag welche am
stärksten leuchtet und welche am schwächsten.
S1[das Gesicht skeptisch verziehend]: [zeigt auf Lp 3] Die [S2 und S3 lächeln]
22:40 L1: Is gut. Das heißt du sagst, dass die beiden schwächer leuchten [zeigt]

- S1: Ja, nja.
 [L1 wendet sich S2 zu]
 S2: Ich glaub auch das gleiche. [nickend]
 L1: Du glaubst dass die am stärksten leuchtet? [zeigt auf Lp 3]
 S2: Die ist am stärksten und die sind am schwächsten. [zeigt zuerst auf auf Lp 3, dann auf Lp 1&2]
 [L1 wendet sich S3 zu]
- 22:50 L1: Sag gleich, was glaubst du?
 S3: Ja, ähm [überlegt 8 Sekunden]
 L1: Wir können das ja nachher machen.
- 23:00 S2: (...) [stellt Batterie bereit]
 [S3 wird rot lächelt und sagt nichts]
 L1: (...)
- 23:10 S3: Nja, auch doppelt ja.
 L1: Die doppelt so stark. [zeigt auf Lp 3] Schau,
 S2: Ich glaub zwar dass es wurscht is aber- [lächelt]
 S3: (Nein nein) [lächelt]
- 23:20 L1: Jetzt überlegt mal, wie wir's da gemacht haben [zeigt auf Stromkreis, S3 lächelt], wie's (eure) Linien gezeichnet (habt), (...) [zeichnet in der Luft Linien nach].
- 23:50 L1 [beginnt bei selbst gezeichneten Stromkreis Linien zu zeichnen¹]: Ihr müsst euch da jetzt einen Raum vorstellen, wo die Linie durchgeht [zeichnet]. Da fließt die erste Linie durch. [S2 und S3 flüstern und lachen] (die nimmt mal dem Weg) [S1, S2 und S3 blicken auf Zeichnung]. Zweite Linie
 S1: Oh nein, doch nicht!
 L1: [lächelt S1 an und zeichnet weiter]
- 23:50 L1: nimmt den Weg.
 S1: Nein (das zweite)
- 24:00 L1: Die Linie (...) [zeichnet]. Welches leuchtet jetzt am stärksten, welches am wenigsten?
 S1: Das und das [zeigt auf zwei Lämpchen]
 L1: Leuchtet stärker?
- 24:10 S1: Ja.
 L1: Warum?
 S1: Weils zweimal durchgeht.
 L1: Hab ich bei einer Lampe zwei (...)?
 S1: Ah nein doch nicht.
- 24:20 L1: Bei allen drei Lampen fließt der Strom nur einmal durch, der einfache Strom, es leuchten alle
 24:30 gleich. [S3 lacht und wird rot]. Weil ihr habt natürlich geglaubt, hier teilt sich der Strom in die Hälfte und hier wieder in die Hälfte. So stellt sich das jeder vor –
 S3: (...) [lacht]
- 24:40 L1: so hab ich mir's auch am Anfang vorgestellt. Der Strom teilt sich nicht immer in die Hälfte. Der Strom weiß genau, der ist gescheit (...) [S2 lacht]. Der weiß ganz genau, dass hier eins ist und hier zwei und dass er sich ganz genau aufteilen muss. Der teilt sich immer bei einer Parallelschaltung in gleichen Teilen auf. Das ist ja alles eine Parallelschaltung. (bei der Parallelschaltung ist es ja immer gleich). Und hier (...), wenn man hier [zeigt in Abbildung 20b bei Pfeil Lp 4] jetzt eine Lampe reinhauen würden-(?)
- 25:00 S1: Dann würde die am stärksten leuchten.
 L1: Dann würde die am stärksten leuchten und die ein bisschen schwächer leuchten [zeigt] aber alle gleich stark [S3 lacht und wird rot].

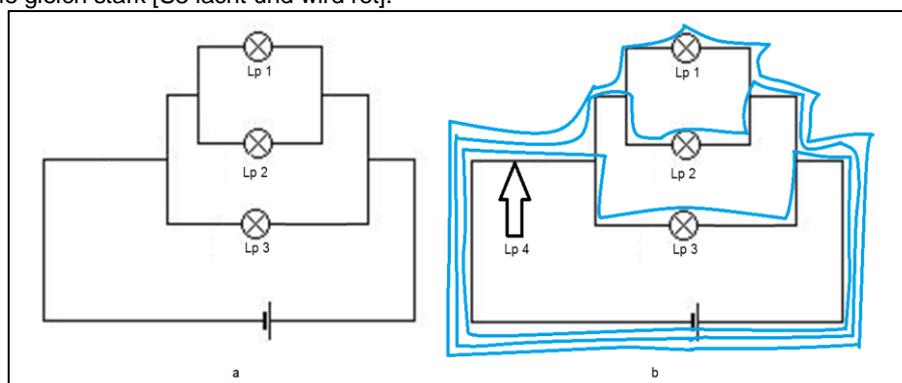


Abbildung 20a (links) und b (rechts): Zum Verständnis von Ankersequenz 28 und der Stromlinienheuristik

¹ vgl. Abbildung 20b, Seite 157

Die Sequenz weist auf mögliche lokale Vorstellungen der Tutees hin, welche in Tabelle 27 jedoch nicht vermerkt wurden, da sie nur Angaben über die relative Helligkeit der Lampen machten und nicht angaben, wie sich der Strom aufteilt, somit könnte auch ein anderes Alternativkonzept, wie etwa die „Entfernungsvorstellung“ (E) vorliegen. Am ehesten weist S3 eine lokale Vorstellung auf, da er eine quantitative Angabe der Leuchtstärke macht und meint, Lp 3 leuchte doppelt so stark. S1 geht sogar von der von L1 eingeführten Stromlinienheuristik aus, bei der über jeden Zweig in Form von Linien die Ströme eingezeichnet werden, die den Tutees klarmachen sollen welche relativen Stromstärken in einer Schaltung fließen (vgl. Abbildung 20b), glaubt jedoch an einer Stelle mehr Linien zu sehen und trifft auf dieser Basis eine Fehlentscheidung. S2 wiederum meint bei Minute 23:10, dass es egal sei, das heißt, er vermutet wohl, dass alle Lampen gleich leuchten, weiß aber nicht den Grund. Auch mit Hilfe der Stromlinienheuristik lässt sich der Grund (der Widerstand im jeweiligen Zweig) nur erahnen. L1 unterstützt diese Vorstellung und den systemischen Gedanken jedoch mit der Aussage, der Strom sei gescheit und wisse wo ein Widerstand sei und wie sich der Strom aufzuteilen habe, geht dabei aber nicht näher auf den Widerstand in Parallelschaltungen ein, womöglich auch deshalb, weil er selbst (vgl. Ankersequenz 16) keine gänzlich klare Vorstellung vom Umgang mit Widerständen in Parallelschaltungen hat. L1 unterstellte den Tutees jedoch eindeutig eine lokale Vorstellung: „Weil ihr habt natürlich geglaubt, hier teilt sich der Strom in die Hälfte und hier wieder in die Hälfte.“ (min 24:30) Möglicherweise hatte er damit Recht, doch kann eine Konfrontation mit einer Fehlvorstellung wohl auch die Gefahr der Annahme dieser Vorstellung durch die Lernenden bergen. So verweist etwa auch Duit (in Kircher & Schneider, 2002, S.14) auf Wiesner (1995), der davon abrät den Versuch zu machen, mit unpassenden Vorstellungen einen kognitiven Konflikt hervorzurufen (vgl. S.19).

Die Tutees – vor allem S3 – schienen aber sehr verwundert darüber, dass L1 ihre Vorstellungen so genau zu kennen schien, was möglicherweise ihrem Konzeptwechsel doch dienlich war, da sie nun vielleicht unzufrieden mit dieser bisherigen Vorstellung waren. Jedoch ist anzumerken, dass gerade S3 die lokale Vorstellung gegen Ende der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion wieder aufzuweisen schien (vgl. Ankersequenz 18) und es stellt sich dabei auch die Frage, ob von S3 diese Vorstellung gerade aufgrund des Ansprechens dieses Konzepts von L1 angenommen wurde. Aufgrund der „Verstrickungen“ der lokalen Vorstellung in der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion wurde das Item F5 (Abbildung 20), um das sich die Interaktion in Ankersequenz 28 dreht, auch im Interview mit den Tutees besprochen. Die Ergebnisse dazu, welche auch die Strategieannahme (hier z. B. die Stromlinienheuristik) bestätigen, werden in einer auf diese Arbeit folgenden Untersuchung geschildert.

L1 zeichnete also, wie bereits erwähnt, die Ströme, welche durch parallel geschaltete Widerstände fließen, ein und skizzierte dementsprechend für jeden parallel geschalteten Widerstand einen eigenen Stromkreis, er sprach beim Zeichnen von Linien oder Strömen, weshalb diese Methodik in dieser Arbeit auch als Stromlinienheuristik bezeichnet wird. L5 arbeitete in diesem Zusammenhang mit einer Stromzange (Beobachtung während des Cross Age Peer Tutoring), die auch im Mentoring von den Tutoren verwendet wurde und L5 nun von D(b) zur Verfügung gestellt wurde. Möglicherweise hätte der Einsatz dieses Geräts in

Gruppe 1 die Nachvollziehbarkeit der Heuristik für die Tutees noch verbessern können. Auch die Definition der Stromstärke, die L1 aus dem Mentoring übernahm (vgl. Gruppe 1 - Video 1, min 01:30, Anhang B.2) wäre für die Tutees womöglich durch ein Anschaulich-Machen mit der Stromzange erleichtert worden.

Ankersequenz 28 abschließend benutzte S1 die Stromlinienheuristik, um die relative Helligkeit des in Abbildung 20 (beim markierten Pfeil) eingezeichneten Lämpchens Lp 4 richtig vorherzusagen. Man sollte daher annehmen, dass S1 nun das Konzept auf andere ähnliche Schaltbilder übertragen konnte, doch machte das Item A7 nach wie vor allen Tutees beim Mid-Test Probleme. Möglicherweise lag dies an einem Unverständnis des in diesem Item vorkommenden Amperemeters. Zudem ist anzumerken, dass die Item-Schwierigkeit von A7 für die gesamte Stichprobe am höchsten lag (vgl. Diagramm 1, S.112).

Während die Tutees durch konsequentes Anwenden der Stromlinienheuristik wohl Fehlvorstellungen wie die lokale Vorstellung oder die Konstantstrom-Vorstellung vermieden, diente für L1 die Darlegung seines Test-Items vor allem einer Bestätigung seiner nun aktualisierten Vorstellung und der Festigung seines Verständnisses.

So wird auch, wie bereits auf Seite 149 anhand von Ankersequenz 25 beschrieben, der Konzeptwechsel von der im Mentoring identifizierten und aufgrund des Pre-Test-Ergebnisses des Items F6 ebenso vermuteten Konstantstrom-Zwischenvorstellung (kl) von L1 hin zu einer adäquaten Vorstellung durch das stetige Betonen der Abhängigkeit der Stromstärke vom Widerstand durch den Tutor unterstützt und gefestigt. Dieses wiederholte Betonen entspricht den von Roscoe und Chi (2008) erläuterten Wissenskonstruktionsvorgängen (s. S.47), da L1 auch Analogien (oder wie oben Heuristiken) als Erklärungen der adäquaten Konzepte für sich und die Tutees heranzog. So benutzte er etwa das folgende, in dieser Arbeit als „Rohr-Analogie“ bezeichnete Gleichnis, um seine Vorstellung von Widerständen in Serienschaltungen zu festigen und die inadäquaten Vorstellungen der Tutees (wie die Verbrauchs- und die Konstantstrom-Vorstellung sowie die sequentielle Vorstellung) zu überwinden:

Ankersequenz 29 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 30:20 L1: Gut. Gut, gut, gut. Widerstand. Widerstand, schau ihr könnt euch das jetzt so vorstellen:
 30:30 Ihr habt ein Rohr [zeigt mit den Händen]. Da fließt Wasser. Also so ein viereckiges Rohr. [zeichnet]
 30:40 Hier fließt das Wasser durch in die Richtung. Was weiß ich da geht immer- so a dickes Rohr. Und
 30:50 jetzt auf einer Stelle verengen wir das Rohr. [macht Punkt in Zeichnung]. Das ist jetzt quasi der
 31:00 Widerstand (...) Fließt jetzt nur wo der Widerstand ist weniger Wasser oder danach auch immer weniger Wasser?
 S2: Danach auch.
 S1: Danach auch, weil da ist nicht so viel Druck drauf. [zeigt]
 L1: Eben, weil danach kann's eben nicht so viel durch, weil's eben da schon nicht [S2 und S3
 31:10 nicken] so schnell ähm- und es kann auch nicht so viel nachfließen.
 S1: Ah, das hab ich richtig. [S1 meint ihre gerade gegebene Antwort]
 31:20 L1: Das heißt es ist wurscht, ob wir hier einen Widerstand haben oder hier einen Widerstand und hier die Lampe [zeichnet]. Wenn wir jetzt hier den Widerstand haben und hier die Lampe-
 31:30 S1: [zeigt] Aber wenn der Widerstand weg ist, dann würde die stärker leuchten? Nur der da [zeigt auf anderen Widerstand im gezeichneten Schaltbild].
 L1: Also, wir machen das jetzt so. Ich lass die Stromquelle weg und mach hier ein plus hin. Ich muss nicht überall so schön zeichnen. Aber nicht, dass ihr jetzt irgendwas (...). Der Strom fließt in die Richtung [zeichnet ein] [S1 nickt]
 31:40 L1: Die Lampe leuchtet natürlich ohne Widerstand. Die Elektronen fließen quasi, kannst da so vorstellen, fließen durchs Kabel durch [zeigt mit der Hand].
 31:50 S1: Mhm.

- 32:00 L1: Der Widerstand verengt das Kabel [zeigt mit der Hand], dass weniger Elektronen durch passen. Das heißt danach können nicht so viele Elektronen sein und davor können auch nicht so viele Elektronen sein.
S1: Mhm.
- 32:10 L1: Das heißt, wenn hier ein Widerstand wär [zeigt] fließen nicht so viele Elektronen durch wie ohne Widerstand. Die Elektronen werden nicht verbraucht, die fließen weiter (in die Richtung),
32:20 geben ihre Energie ab [zeigt] bei der Lampe, damit leuchtet sie, fließen aber dann trotzdem (mit weniger Energie wieder zur Batterie zurück, wieder zurück.
S1: Und was ist, wenn dann noch ein Widerstand danach käme?

Zwar sind einige vorstellungsmäßige Unklarheiten auf Seiten von L1 (wie etwa die Aussage eine Lampe leuchte ohne Widerstand und die bereits erwähnte „Verstofflichung“ der Energie) in dieser Sequenz zu finden, jedoch scheint der Aufwand der Elaboration sowohl seinen Konzeptwechsel (hinsichtlich der Konstantstromvorstellung) als auch jenen der Tutees (etwa hinsichtlich der Verbrauchs-, der Konstantstrom- sowie der sequentiellen Vorstellung) unterstützt zu haben. Es ist auch an der Artikulation von S1 erkennbar, dass sie die Analogie von L1 zumindest bis zu jenem Punkt nachvollziehen konnte, obwohl diese natürlich alltagssprachlich formuliert und von Alltags-Denkweise geprägt war.

Die von L1 benutzte Rohranalogie mag auch in Physik-Leistungskursen oder an Hochschulen Studierenden als passende Analogie naheliegend sein. So kann etwa aus dem Hagen Poiseuilleschen Gesetz, das Ohmsche Gesetz abgeleitet werden. Dazu passend könnte ein „Blutkreislauf-Modell“ analog zu einem Stromkreis entwickelt werden, wobei das Herz als Quelle der Druckdifferenz (= Spannungsquelle) dient, eine Engstelle einer Arterie als Widerstand anzusehen ist und die Volumenflussrate des Blutes der Stromstärke entspricht. Dies sei hier jedoch bloß als Exkurs am Rande erwähnt.

Dass die Rohr-Analogie jedoch nicht immer allzu leicht für die Tutees nachzuvollziehen war, ist an der nach dem Cross Age Peer Tutoring nach wie vor mit der Verbrauchsvorstellung behafteten Beantwortung des Items A9 von S2 und S3 zu ersehen und auch die folgende Ankersequenz zeigt, dass mit steigender Komplexität des Stromkreises die Nachvollziehbarkeit der Analogie für die Tutees abnahm und auch der Tutor ein unpassendes Konzept für die Widerstandsaddition in Serienschaltungen vorbrachte (vgl. S.142).

Ankersequenz 30 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 39:10 Das kann man sich jetzt eben nicht genau vorstellen, weil das ist vollkommen wurscht, ob's da jetzt ur eng ist und das Rohr wird dann wieder fett und hier wird's aber nicht so eng [zeigt mit den
39:20 Händen]. Also ihr müsst den addieren quasi den Widerstand [zeigt mit den Händen]. [S1 runzelt Stirn.] Versteht ihr nicht oder wie? [L1 lässt Hände sinken.]
S1 [blickt nach unten]: Nein [S3 lächelt]
L1: Das heißt, wenn da 10 Ohm sind - Ohm ist der Widerstand, Widerstand ist Ohm - das haben wir noch nicht erwähnt (...selber nicht weiß). Ähm, 10 Ohm, 10 Ohm [zeigt in Serienschaltung].
39:30 Das heißt das wird dann ähm (zehn Ohm kleiner) das kann man sich vorstellen, das wird auf jeden
39:40 Fall kleiner das Rohr [zeigt mit Händen], die wären aber beide gleich eng, das heißt doppelt so viel
39:50 eng. [S2 nickt] Ja ihr müsst einfach die S2 [deutet auf Angabezettel]: (Einfach zwanzig.)
L1: Ja ihr zählt die beiden als einen und doppelt so eng. [S1, S2, S3 nicken] Also nicht eine als
40:00 zehn, sondern als 20 Ohm. [S1 und S2 nicken] Einen, weil dann könnt ihr's wieder noch enger
machen [zeigt mit Händen] [S1, S2, S3 nicken]. Ja das ist irgendwie kompliziert [...]

Bei Minute 31:30 und am Ende der obigen Ankersequenz 29 weisen die Fragen von S1 bereits auf die Wichtigkeit von Tutee-Fragen nicht nur für die Wissenskonstruktionsaktivitäten und damit für den Lernfortgang der Tutoren, wie Roscoe und Chi (2008) bemerken, sondern auch für deren eigenen Konzeptwechsel hin. Diese

Bedeutsamkeit der Tutee-Fragen von S1 für ihren Konzeptwechsel soll auf Seite 163 anhand von Ankersequenz 34 genauer erläutert werden.

Die bisher in diesem Kapitel zum Konzeptwechsel dargestellten Ankersequenzen haben schon gezeigt, dass Aktivitäten, durch welche Konzeptwechsel des Tutors unterstützt oder gefestigt wurden, auch für den Konzeptwechsel der Tutees hilfreich gewesen sein dürften. Nun sei im Weiteren eher auf die Konzeptwechsel der Tutees (vgl. Tabelle 29) fokussiert und Indizien für diese in Ankersequenzen dargelegt.

Zu bemerken ist aber, dass viele Konzeptwechselindizien der Tutees eher von dem von L1 Gesagten und der Aufmerksamkeit der Tutees während dieser Sequenzen ausgingen. Die Tutees kamen nur selten zu Wort (vgl. Kapitel 4.4.3.9) und elaborierten daher nur selten ihre Gedanken ausführlich, doch zeigt die Übereinstimmung der Indizien mit den Daten aus dem Testinstrument (vgl. auch Korrelationen auf Seite 150) womöglich, dass wohl auch Wissenskonstruktionsaktivitäten des Tutors (vgl. Seite 47 und Roscoe & Chi, 2008) etwa im Sinne des Modelings (vgl. Seite 33) einen positiven Einfluss auf den Konzeptwechsel der Tutees gehabt haben könnten. Besonders S1 wies nach dem Cross Age Peer Tutoring aufgrund der regelmäßig wiederholten Erklärungen und Elaborationen von L1 zum widerstandsabhängigen und systemischen Denken im Mid-Test keine sequentiellen Vorstellungen mehr auf. Zwar könnte auch das vor dem Mid-Test mit der AHS-Unterstufe abgehaltene Mentoring (bei dem der Autor dieser Arbeit leider nicht anwesend war, s. Kapitel 4.4.4) einen Einfluss auf diesen Konzeptwechsel gehabt haben, doch sollen folgende vier Ankersequenzen darlegen, dass das Cross Age Peer Tutoring zumindest einen wesentlichen Beitrag zur Überwindung der sequentiellen Vorstellung leistete. In Kapitel 4.4.4 sei dennoch der mögliche Einfluss des Mentorings der AHS-Unterstufe auf die Mid-Test-Ergebnisse der Akteure, insbesondere jener der beiden Gruppen 1 und 2 diskutiert.

Ankersequenz 31 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 15:10 Und die leuchten nur jetzt weniger (...), weil ihr müsst euch vorstellen, jede Lampe hat einen kleinen Widerstand [S2 und S3 nicken] und der tut halt alles insgesamt kleiner machen [S2 nickt],
 15:20 der Widerstand, deswegen leuchten die jetzt gleich viel, aber dort-, wenn sie leuchten würden, leuchten sie gleich hell [S1, S2 und S3 nicken].

Ankersequenz 31 zeigt, dass Experimente, die durchgeführt wurden zwar nicht immer von den Tutees, doch zumindest von L1 erklärt wurden und dabei wichtige Vorstellungen meist adäquat wiedergegeben wurden. Das stetige Wiederholen dieser Konzepte durch den Tutor ist zwar kein Beleg für einen Konzeptwechsel der Tutees, doch zeigt, dass auch die wiederholte adäquate Elaboration durch L1 den Tutees das neue Konzept zumindest nahelegte, wobei womöglich hinsichtlich ihres inadäquaten ursprünglichen Konzeptes nach und nach Unzufriedenheit entsteht, was für S1 anhand der folgenden Ankersequenz dargestellt sei.

Ankersequenz 32 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 17:30 L1: Umso mehr Lampen dran hängt werden, umso schwächer leuchten alle gleich. Und ihr dürft euch das jetzt nicht so vorstellen, weil ich glaub du [zeigt auf S1] hast es ja falsch angekreuzt,
 17:40 dass die erste am stärksten leuchtet, die zweite dann ein bisschen schwächer, die dritte noch ein bisschen schwächer.
 S1: [nervös] Ja, ich hab's falsch.

- [...] [Aufbau einer Serienschaltung durch die Akteure]
- 19:10 L1: Also die leuchten gleich. Es ist wurscht, wir können jetzt noch einen dritte anhängen oder eine vierte dranhängen. Sie werden alle schwächer, leuchten aber alle gleich. [S2 baut dritte Lampe in Serie in Stromkreis, während L1 weiterspricht] Das heißt die erste nimmt nicht den meisten Strom weg. Ihr müsst euch immer vorstellen in einem Kreislauf fließt an jeder Stelle gleich viel Strom.
- 19:30 Das ist vollkommen wurscht ob ich die Lampe-, wenn ich die da wegnehmen würd und die da her geben würd [zeichnet], die leuchten ganz normal im Kreislauf, weil an jeder Stelle ist gleich viel Strom, weil jeder (...).

Ankersequenz 32 zeigt den Beginn der angenommenen Unzufriedenheit von S1 mit ihrer bisherigen Vorstellung (vgl. S.15) an, welche ihr vielleicht eröffnete, den „Fehler“ als Chance und Möglichkeit zu sehen, im weiteren Cross Age Peer Tutoring-Verlauf ohne Skrupel Fragen zu stellen (vgl. Tabelle 30 Kategorie 5.1-C2). Möglicherweise stellten die anderen Tutees kaum Fragen, um sich nicht die Blöße zu geben. Eine Interpretation dessen würde jedoch in eine Diskussion der Fehlerkultur abdriften. Die Phrase, „in einem Kreislauf fließt an jeder Stelle gleich viel Strom“, übernimmt L1 aus dem Mentoring. Sie scheint sein systemisches Denken zu befördert zu haben und zur Prävention von sequentiellen Vorstellungen beigetragen zu haben. L1 vergaß aber auch nicht auf die Widerstandsabhängigkeit hinzuweisen und beugte somit der Konstantstromvorstellung vor. In Ankersequenz 33 wird Ankersequenz 23 von Seite 146 fortgesetzt und L1 versuchte, die Verbrauchs- oder sequentielle Vorstellung von S1 bezüglich der in Ankersequenz 23 dargestellten Schaltung zu „beheben“.

Ankersequenz 33 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- S1: Die würd am schwächsten leuchten.
 L1: Bitte? Die würd am schwächsten leuchten?
 S2: Nein. [schüttelt Kopf]
 [S3 runzelt Stirn, hebt Schultern]
- 29:10 L1: Warum glaubst du, leuchtet die am schwächsten? Glaubst du der Strom wird hier verbraucht bei den Lampen und hier ist keiner?
 S1: Oh, nein.
 [...]
- 29:30 S2: Ich glaub das geht gleich stark, wie das [zeigt auf in Serie geschaltete Lämpchen]
 L1 [zu S1]: Das kannst dir jetzt wieder mit Linien vorstellen. Da geht eine durch, da geht eine durch, Stromlinien, in welche Richtung der Strom fließt, da geht eine durch [zeigt].
 S1: Asoo. Da die leuchtet auch so stark wie die da.
 L1: Ja, weil da fließt wieder der ganze Strom [blickt auf S2, zeigt, S2 nickt].
 S3: (Aaah.)
- 29:50 L1: Die würden zwar beide ein bissl schwächer leuchten, weil's an Widerstand haben. Aber sie würden gleich stark leuchten.

Auch in dieser Ankersequenz konfrontierte L1 den Tutee mit der unterstellten Fehlvorstellung, diese reagierte jedoch darauf mit Aufmerksamkeit (welche auch kodiert wurde, siehe Kapitel 4.4.3.9) und schien die Erklärung mit Hilfe der Stromlinienheuristik nun nachvollzogen zu haben. Um sicherer zu gehen, hätte L1 noch eine Begründung für ihre Angabe der gleichen Helligkeit der Lämpchen verlangen können, doch der vortragsartige Interaktionsstil des Tutors verhinderte regelmäßig derartiges Nachfragen. Es scheint als wäre L1 eher am Darlegen seiner eigenen Vorstellungen interessiert gewesen als an den Vorstellungen der Tutees, was von Lernenden auch gelegentlich dem Regelunterricht von Lehrkräften unterstellt wird. L1 erfüllt damit eines der für Lehrpersonal typischen sozialen Rollenbilder. Ob auch die Tutees L1 als „lehrertypisch“ wahrnahmen, wurde mit Hilfe der Follow-Up-Interviews in einer Folgeuntersuchung überprüft.

Auch Ankersequenz 29 wurde als Beitrag zur Überwindung der sequentiellen Vorstellung gewertet.

Die letzte nun folgende Ankersequenz, welche die Versuche von L1 zur „Behebung“ der sequentiellen Vorstellung verdeutlichen soll, setzt Ankersequenz 29 fort und macht den Aufwand deutlich, den Lernende wohl oft dafür leisten müssen, bis sie von ihrer Unzufriedenheit mit der bisherigen Vorstellung zu einer für sie nachvollziehbaren neuen Vorstellung kommen:

Ankersequenz 34 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

- 31:20 L1: Das heißt es ist wurscht, ob wir hier einen Widerstand haben oder hier einen Widerstand und hier die Lampe [zeichnet]. Wenn wir jetzt hier den Widerstand haben und hier die Lampe-.
- 31:30 S1: [zeigt] Aber wenn der Widerstand weg ist, dann würde die stärker leuchten? Nur der da [zeigt auf anderen Widerstand im gezeichneten Schaltbild].
- L1: Also wir machen das jetzt so.
[...]
- S1: Und was ist, wenn dann noch ein Widerstand danach käme?
- S3 [gleichzeitig]: Ganz verschwinden tut er eigentlich nie oder?
[S2 nickt]
- 32:30 L1 [reagiert auf S3]: Tut er nie. Er wird quasi neutral, weil positiv und negativ ziehen sich an.
- S1: Wenn-
L1: Und ich hab mir das immer so vorgestellt. Das ist meine Erklärung. Da ist ein Minus
[...]
[L1 wird von L4 unterbrochen und erklärt dann sein Verständnis der Funktionsweise einer Batterie, siehe Ankersequenz 24]
[...]
- 34:10 L1: Auf jeden Fall fließt der Strom durch [zeigt]. Das bleibt nicht- [S1 blickt nach unten] Er wird nicht verbraucht, er gibt seine Energie ab. Is schwer.
- S1: Bei dem [zeigt auf von L1 gezeichnetes Schaltbild, siehe Abbildung], wenn ich da davor die Lampe hätte, würde die Lampe wieder stark leuchten, oder?
- 34:20 L1: Nein.
S1: Nicht?
- 34:30 L1: Schau [zeichnet], ein fettes Rohr.
S1: Mhm. [S3 blickt weg, auf Aufnahmegerät]
L1: Und hier geht der Strom durch.
S3: (...Handy)
- 34:40 S1: Und vorher (haben wir Wasser gehabt)?
L1: [unterbricht das Zeichnen] Ja (...) [zeichnet weiter] und hier wird's wieder größer und da geht's wieder
- 34:50 so weiter. Schau. Hier geht ein Wasserweg durch. Weißt eh am Anfang geht's noch schnell. Da das
- 35:00 immer enger wird, kann's nicht mehr so schnell durch gehen oder so viele können nicht mehr durch gehen und danach kommen auch nicht mehr so viele raus. Die müssen sich jetzt quasi verengen [zeigt]. Is wurscht ob der größer ist oder der kleiner [zeigt auf Zeichnung]. Es wird enger. Aber da es nachher
- 35:10 nicht so schnell durchgeht, kann ich, können die nicht so viele nachstopfen [zeigt], weil irgendwann müsste quasi das Kabel explodieren. Das ist Blödsinn, weil _das kann ja nicht explodieren, das kann auch
- 35:20 nicht verstopfen. Die gibt einfach weniger her die Batterie.
S1: Das heißt, wenn's vorher ist, ist's auch schwächer?
- 35:30 L1: Is wurscht, weil ein Widerstand wirkt auf das ganze System. Also es ist jetzt wurscht ob hier der Widerstand ist oder hier. Weil da fließt zwar ganz kurz, eine Millisekunde, und diese müsste halt jetzt
- 35:40 schneller leuchten, also stärker leuchten. Aber dann inzwischen stockt's und es fließt quasi, also es geht nur mehr langsamer durch und es gehen weniger durch. Weil eben der kann nicht so viel nachbringen, weil das (...) jetzt enger wird. Deswegen gibt er nicht so viel her.
- 35:50 Der Strom ist gescheit. Der lasst das Ding nicht explodieren. Das heißt er gibt hier auch schon weniger
- 36:00 her. Das heißt- [zeichnet] Das ist jetzt wurscht (ob der Widerstand da ist oder da ist) [zeigt].
- 36:10 S1: Mhm.
L1: Die leuchten gleich stark die zwei [zeigt]
L1: (die anderen ... noch zeigen)
[S3 nickt]
S1: Das heißt gleich schwach.
- 36:20 L1 [nickt]: Sie leuchten schwächer, als wenn kein Widerstand da wär. Es kommt nämlich darauf an wie
- 36:30 eng das Rohr wird oder wie eng das Kabel wird. Es geht weniger durch aber im ganzen Stromkreis. Bei der Serienschaltung ist das (immer so).
[S1 nickt, S3 nickt]

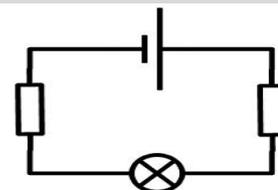


Abbildung 21: Darstellung der Zeichnung von L1 zu Ankersequenz 34.

- L1: Das ist wichtig. Gut. (Das ist ein Widerstand)
 S1: Mhm.
 36:40 L1: und das ist wurscht ob ich hier eine Lampe reinhänge [zeigt] oder hier eine Lampe reinhänge [zeigt]
 36:50 sie leuchten immer alle schwächer, durch die Widerstände, weil weniger durchfließt. Das ist vollkommen wurscht wo der Widerstand ist.

An Ankersequenz 34 ist unter anderem zu erkennen, dass es nicht L1 alleiniger Verdienst war, dass er seine Wissenskonstruktionsaktivitäten die sequentielle Vorstellung betreffend für S1 ausreichend oft wiederholte. Im Gegenteil: Vor allem die Unzufriedenheit von S1 mit der Erklärung von L1 gab dem Tutor erst den Anlass, seine inzwischen zum Großteil adäquaten Vorstellungen immer wieder an das Verständnis von S1 anzupassen und erneut zu elaborieren. Es ist natürlich schwierig für den Unterrichtenden abzuwiegen, ob er eine Frage sofort beantworten sollte oder ob er dem Lernenden zutraut, dass er die Antwort mit Unterstützung (scaffolding) selbst findet. L1 versuchte zuerst den letzteren Weg, wich aber dabei oft vom Thema ab indem er etwa auf andere Fragen einging, woraufhin S1 immer wieder nachfragte, bis sie eine direkte und zufriedenstellende Antwort erhielt. Ankersequenz 34 lässt erkennen, dass Tutee-Fragen nicht nur wesentlich zur Festigung der Konzepte der Tutoren sind, sondern auch ihrem eigenen Konzeptwechsel zuträglich sind oder, falls der Tutor nur „auf Nachfrage Auskunft erteilt“, sogar unerlässlich sind. Voraussetzung für solch insistierendes und tiefgreifendes Nachfragen (s.a. S.49; vgl. „deep questions“, Roscoe und Chi, 2008, S.340ff) ist jedoch die Unzufriedenheit mit der bisherigen Vorstellung, die damit zu Recht eine der wichtigen von Posner et al. (1982, S.214) aufgestellten Konzeptwechselbedingungen darstellt (s.S.15). Die Unterstützung, welche S1 durch den Tutor L1 nach konsequentem Nachfragen schließlich zugekommen ist, dürfte also deutlich ihrem Konzeptwechsel beigetragen haben. Diese Beobachtung deckt sich auch mit Ergebnissen von Chi et al. (2001) sowie Graesser et al. (1995), nach denen die Unterstützung der Tutorinnen und Tutoren in ihren Lernangelegenheiten durch tiefgehende Diskussionen mit den Tutees auch den Lernerfolgen der Tutees zu Gute kommt (zit. nach Roscoe und Chi, 2008, S.343).

Der Zusammenhang von Unterstützung des Tutors mit den Tutee-Fragen zeigt auch bereits, die Bedeutsamkeit des Verhaltens der Akteure für deren Konzeptwechsel. Weitere, vermutete direkte und indirekte Einflüsse des Verhaltens der Cross Age Peer Tutoring-Teilnehmenden auf ihren Konzeptwechsel seien im Kapitel 4.4.3.9 besprochen.

L1 benutzte das in Ankersequenz 34 beschriebene Bild vom „explodierenden Kabel“ auch im Mentoring, um sich die Überwindung der sequentiellen Vorstellung zu erleichtern. Nun fügt er, da er im Mentoring kurzzeitig das Konstantstrom-Konzept als Zwischen-Vorstellung annahm jedoch den wichtigen Hinweis hinzu, dass die Batterie bei größerem Widerstand einfach weniger Strom hergibt und zeigte somit, dass er die Vorstellung der Batterie als Konstantstromquelle überwunden hatte, was möglicherweise auch S2 unter anderem zur Überwindung seiner Konstantstrom-Vorstellung bei Item A6 und S3 zum Konzeptwechsel der inversen Widerstandsvorstellung beim selben Item verholfen hat. Vorsicht ist jedoch dennoch mit dieser Vorstellung geboten, denn sie könnte möglicherweise zwar die Konstantstromvorstellung von S2 bei Item A9 verhindert haben, jedoch zu einer Verbrauchsvorstellung geführt haben (vgl. Tabelle 21, Seite 110). Die Aussage von L1, dass ein Widerstand auf das gesamte System wirke, ist ein eindeutiger Hinweis auf systemisches

Denken und stellt zudem eine tiefgehende Elaboration des Sachverhalts dar. Wieder erwähnte L1 auch in diesem Zusammenhang den Gedanken vom „gescheiterten Strom“. Das Nachfragen von S1 brachte also vermutlich der gesamten Interaktionsgruppe ein verbessertes Verständnis von der Wirkungsweise von Widerständen und ermöglichte allen Teilnehmenden dieser Gruppe die adäquate Beantwortung des für alle Probanden relativ schwierigen Items A6 (vgl. Diagramm 1, S. 112), welches in der Untersuchung von Urban-Woldron und Hopf (in Druck, S.17ff) sogar jenes Item mit der größten Itemschwierigkeit darstellte.

Weiters macht der Hinweis, den S1 bei Minute 34:40 in Ankersequenz 34 äußert, dass doch vorhin von Wasser gesprochen wurde (und nicht von Strom), darauf aufmerksam, dass womöglich Schwierigkeiten beim Umlegen der Analogie von Wasser- auf Stromkreisläufe bestehen können.

In den letzten zehn Minuten der Cross Age Peer Tutoring-Intervention sollten die Tutees ihren Tutoren erklären, was sie gelernt hatten. Sie interagieren dabei in einer Art Rollenspiel, bei dem der Tutor die Rolle der Tutees einnimmt und Fragen stellt. Dies eignete sich gut, um zu überprüfen welche Konzepte die Tutees übernommen hatten und welche der angebotenen Methoden, Analogien und Heuristiken sie zur Erklärung von Sachverhalten heranzogen. L1 fiel dabei jedoch immer wieder in die Rolle des Tutors zurück, der Erklärungen vorbringt und unterstützt und musste sich aktiv daran erinnern, die fragende Rolle einzunehmen („aso, ich kenn mich ja nicht aus“). In Ankersequenz 18 wird dargestellt wie L1 zu Beginn versuchte, das Vorliegen der lokalen Vorstellung bei S3 zu überprüfen, der mehrmals betonte, der Strom teile sich an einer Kreuzung in die Hälfte. Nach den Problemen, die die Akteure beim Einzeichnen eines dritten parallelgeschalteten Lämpchens hatten, gelang es S1 schließlich noch die Schaltung korrekt zu skizzieren, woraufhin L1 zu seiner Verständnisfrage zurückkehrte. Die Antworten der Tutees auf diese Frage soll die folgende Ankersequenz wiedergeben.

Ankersequenz 35 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1, Video 2, Anhang B.2)

- [S1 betrachtet Schaltbild, L1 wendet sich ihr zu, S1 nimmt Stift und korrigiert Schaltbild]
 05:40 L1 [auf Schaltbild zeigend, während S1 es zeichnet]: Ja, so hab ich es gemeint. [L1 lächelt] Ok und jetzt-, aso, ich kenn mich ja nicht aus-, Was ist wenn-
 S3 [das Schaltbild betrachtend]: Aaah, jetzt komm ich erst mit. Ok, ja.
 L1: Also, wenn drei (...). Aber warum leuchten die immer gleich stark, wenn mehrere Lampen sind?
 S3 [zeigt mit Händen]: Na, der Strom teilt sich auf und dort kommt dann zu allen gleich viel.
 S2: Du musst das so vorstellen, der Strom ist intelligent [lacht; S1 und S3 lachen, L1 lächelt].
 L1: Der Strom ist intelligent? Ok.
 S2: Der weiß alles.
 L1: Der weiß immer alles. Wieso?
 06:10 [S2 nimmt Stift und zeichnet "Stromlinien" in Schaltbild]
 L1 [schaut S2 beim Zeichnen genau zu auch S1 und S3 schauen zu]: Aha. Da geht der nach links
 06:20 zuerst, ok. Der geht da durch. Aha da geht er durch. Ja dann leuchten aber (...)
 S2: Ja
 L1 [S2 beim Zeichnen genau zuschauend]: Und jetzt geht der Strom, aha, sehr gut, aha [S3 steht
 06:30 auf um genauer zuschauen zu können], ja, ok, aha. Aaah!
 06:40 S2: Die leuchten alle gleich stark
 L1: Das heißt da ist- [zeigt]
 S2: Überall (leuchtet) eins.
 L1 [zeigt]: da ist es dann am stärksten, wo ich drei Linien durchgehen (hab).
 S2: Ja, da wäre es am stärksten- [zeichnet Lämpchen in Serie zur Batterie, wo L1 hingezeigt hat]
 06:50 L1: Da wäre es am stärksten.

- S2: und bei den anderen wär's weniger.
 S3 [gleichzeitig]: Da wär's mehr, ja.
 L1: Wenn ich da jetzt (ein Lämpchen rein geb'), würde es am stärksten leuchten.
 S3 [gleichzeitig]: (...)
 S2 [nickend]: (...)
 L1: Aaaaah! Aah! Das heißt der Strom[zeigt] teilt sich nicht immer in die Hälfte?
 S2 [schüttelt Kopf]: Nein.
 07:20 L1 [nickt]: Gut.

An dieser Ankersequenz ist erkennbar, dass S2 sowohl die Stromlinienheuristik als auch die dazugehörige allegorische aber hilfreiche Vorstellung eines „gescheiterten“ oder hier „intelligenten“ Stroms angenommen hat und dazu verwendete, die lokale Vorstellung, der Strom teile sich immer in die Hälfte zu widerlegen. Die Abhängigkeit vom Widerstand in jedem Zweig, kann mit der Stromlinienheuristik jedoch nicht so leicht erfasst werden (möglicherweise durch Einzeichnen unterschiedlich dicker Linien), weshalb es fraglich ist, ob die Tutees die folgende in Ankersequenz 36 dargestellte Erklärung von L1 erfassen konnten:

Ankersequenz 36 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1, Video 2, Anhang B.2)

- 42:10 L1: Ok soweit. Ich hab da ja schon Linien eingezeichnet. [im Schaltbild zeigend] Da ist ein Stromkreis und
 42:20 da ist ein Stromkreis. Was ist jetzt, wenn man den I_2 stärker macht? Der hat ja nur Einfluss auf den
 42:30 [zeigend]. Wird der I_1 auch schwächer? Oder meint ihr nur I_2 wird schwächer? [zeigt im Schaltbild] Also
 weniger, weniger Strom. [S1, S2, S3 und L1 blicken nachdenklich nach unten] Wenn man bei I_2 den
 42:40 Widerstand größer macht, das heißt das Rohr enger.
 S3: Bei beiden?
 43:10 L1 [zu S3]: I_1 ist der-. Schaut auf die Linie, nur die obere Linie verwenden wir. Geht die Linie auch durch
 I_1 ? [S2 schüttelt Kopf; S1 hebt Augenbrauen]
 43:00 L1 [leise, kommentierend]: Das wird kompliziert, das machen wir einfach (...schnell). Jetzt erklär ich es
 anders. [S2 und S3 lächeln.]
 43:10 L1: Wenn man I_2 verändert [zeigt], verändert man sich zwar I als Gesamtes, weil eben da die [zeigt auf
 Zweig in dem I_2 fließt], aber das hat keinen Einfluss, also I_2 hat keinen Einfluss auf I_1 [L1 zeigt; S1 und S2
 43:20 nicken]. I_1 ist jetzt quasi unabhängig. I_2 verändert sich natürlich, wenn ich den Widerstand größer mach,
 es geht weniger über den Widerstand. [S3 nickt] Wenn ihr I_1 verändert habt ihr das Gleiche. I_2 verändert
 43:30 sich nicht [S2 nickt], weil der Strom, der durch I_1 geht ist nur hier [zeigt]. Und wenn du jetzt I_1 größer
 43:40 machst, wird zwar I verkleinert, weil der Strom (der durch ...1 geht) geht durchs erste- [...] geht hier auch
 43:50 durch- [...] Und wenn du den größer machst, zwanzig [schreibt], dann geht um die Hälfte hier durch und
 44:00 hier geht natürlich ein bisschen weniger durch, aber der bleibt gleich.
 S1 [nickt]: Mhm.
 S2: Wieso bleibt er gleich? [zeigt]
 L1: Ja, weil da ändert sich nix [zeigt auf Widerstand im Schaltbild],
 der muss gleich bleiben [zeigt auf "Stromlinie"].
 44:10 S1[auf Angabe zeigend]: Das heißt der Strom I_1 bleibt gleich.
 L1: (Richtig, so stimmt das).
 [PM kommt zu Gruppe]

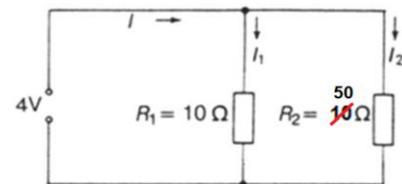


Abbildung 22: dem Arbeitsblatt (Anhang B.1) entnommen und adaptiert.

Zu Beginn versuchte L1 den Tutees Fragen zu stellen, formulierte sie aber umständlich und unpassend, weshalb sie für die Tutees nicht verständlich zu sein schienen (42:10-43:00). Danach wechselte L1 von der Befragung in einen Vortragsstil. L1 meinte womöglich, wenn er seine Elaborationen nachvollziehen kann, könnten es auch die Tutees. Aufgrund der problematischen Widerstandssuperpositionsvorstellung von L1 (vgl. Ankersequenz 16) ist jedoch anzuzweifeln, ob bezüglich dieses Items, das analog zum Item F4 aufgebaut ist, überhaupt bei L1 tatsächlich Verständnis bestand, obwohl er es beim Pre- als auch beim Post-Test adäquat beantworten konnte und die Stromlinienheuristik auch einen Weg ermöglichte, die groben Größenverhältnisse der Stromstärken relativ zueinander anzugeben, ohne den Gesamtwiderstand zu berechnen. L1 dürfte daher auch das Item F6 mit Hilfe der

Stromlinienheuristik in seinem Post-Test gelöst haben. Was in Ankersequenz 36 wohl ebenso weniger zum Verständnis der Tutees beitrug, ist die Bezeichnung von Widerständen mit dem Buchstaben I seitens L1.

Es sei jedoch bemerkt, dass bei Nachfragen durch PM S2 die Abhängigkeiten der Ströme in der Parallelschaltung vom Widerstand R_2 wiedergeben konnte, wie die folgende Ankersequenz zeigt:

Ankersequenz 37 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1, Video 2, Anhang B.2)

- 45:20 L1: Ok. [liest wieder vor:] Der Strom I_2 wird kleiner.
S1: Das stimmt.
L1: Warum? [PM nickt und lächelt]
S1: Weil-
S2: Weil der Widerstand (größer ist)
- 45:30 L1 [bestätigend zu S2]: Weil R_2 größer ist.
PM: Was macht denn der Widerstand mit dem Strom?
S3: Der verringert (...)
S2: (...) er behindert den Strom (...) weniger Strom durch [PM nickt]
- 45:40 L1 [lächelt]: hehehe. Ähm, gut: [liest vor] Der Strom I_1 wird größer?
S1: Nein [schüttelt Kopf]
L1: Der Strom I_1 bleibt gleich. [S1 runzelt Stirn und nickt; L1 blickt auf und schaut erwartungsvoll] I_1 ist jetzt (der Stromkreis) [zeigt auf Angabeblatt von S2]
S1: Das stimmt.
L1: Stimmt?
- 45:50 S1: Mhm. [Nickt]
L1: Warum, weil R_2 da nicht (...) [zu S2]
S2: (...) (Das is ein anderer Stromkreis)
L1: Ja, (...) [PM nickt] [S3 schaut auf Angabe von S2 und schreibt]
- 46:00 L1: Gut, der Strom I, das ist jetzt der gesamte, ähm [schaut auf Angabe] wird größer?
[S1 runzelt Stirn und schüttelt Kopf leicht hin und her]
S2: Nein
- 46:10 L1: Nein. [liest vor]: I bleibt gleich.
S1: Nein [S2 schüttelt Kopf]
L1 [liest vor]: Der Strom I wird kleiner.
S2 [nickt]: Stimmt [Glocke läutet]
- 46:20 PM: Warum wird der kleiner?
S2: Weil der Widerstand steigt [zeigt auf R_2 in Schaltbild] [PM nickt]

Minute 45:50 dieser Ankersequenz zeigt auch, dass L1 nach wie vor dazu neigte, Fragen selbst zu beantworten. Gegen Ende der Cross Age Peer Tutoring-Intervention gelang es S1 zudem nicht, diese Aufgabe adäquat zu erklären (Gruppe 1, Video 2 min 08:40ff).

Um den Tutees das Vorgehen beim Bau von Stromkreisen zu erklären, äußert L1 seine Gedanken manchmal laut während er mit dem Versuchsaufbau hantiert und im Schaltbild zeigt. Mit dieser Kommentierung seiner Handlungen führt er somit unbewusst aber intuitiv, wie an Ankersequenz 38 zu erkennen ist, einen Modelling-Vorgang mit Kontroll-Strategien durch (vgl. Seite 33).

Ankersequenz 38 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1, Video 2, Anhang B.2)

- 12:40 L1: Nein, eigentlich, ich hätt's so gemacht [beginnt umzustecken], weil dann brauchst du da keine zwei Drähte. Das ist jetzt die Serienschaltung, das ist L1, das ist L1,
S2:(...)
- 12:50 L1: da geht das Kabel weg und dann teilt sich's hier erst. Das heißt du kannst hier teilen, das ist jetzt das hier, da teilt sich der Strom das erste Mal. Dann ist jetzt das Kabel, weil nur das Kurze da ist, geht zu L3 und das Kabel, das hier, geht zu L2 und dann führen sie wieder zusammen. Seht ihr?

An vielen der obigen Ankersequenzen oder der Lektüre des gesamten im Anhang B.2 angeführten Transkripts ist auch zu erkennen, dass etwa eine gleiche Analogie oder Heuristik in diversen Zusammenhängen immer wieder von L1 als Erklärungshilfe für neue Sachverhalte herangezogen wird und somit sowohl die neue Anwendung als auch die Strategie besser gefestigt werden (vgl. Tabelle 30, Seite 151, Kategorie 5.3-B2c – Integration in Vorwissen).

Da eine Zuordnung von metakognitiven Bewertungen zu motivationalen Faktoren oder kognitiven Faktoren nicht eindeutig erfolgen kann und da die wenigen als metakognitiv identifizierten Bewertungen der Akteure möglicherweise zu ihrem Konzeptwechsel beitragen (vgl. S: 47ff sowie Roscoe & Chi, 2008), seien einige aus Tabelle 32 herausgegriffen und exemplarisch an dieser Stelle kurz beschrieben.

Metakognitive Bewertungen	Gesamt			L1			S1			S2			S3		
	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-
Selbstkontrolle und Valenz (kognitiv)	0,3%	2,5%	1,4%		1,9%	0,6%	0,3%		0,8%		0,3%	0,3%			
Bewertung der Schwierigkeit			2,5%			2,2%			0,3%						
Fremdbewertung kognitiver Aktivität	1,1%		1,7%	0,6%		1,7%									

Tabelle 32: Anteil der metakognitiven Bewertungs-Aktivitäten der Akteure der Gruppe 1 an der Gesamtinteraktion; 100% = Summe aller 362 10-Sekunden-Sequenzen

Beim Bau von Schaltungen spricht L1 manchmal mit sich selbst oder stellt Fragen in den Raum, was als neutrale Selbstkontrolle kodiert wurde, jedoch auch die Aufmerksamkeit und das Mitdenken der Tutees befördern soll und dies scheinbar auch tut, wie etwa die folgende Ankersequenz darlegen soll:

Ankersequenz 39 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 - Video 1, Anhang B.2)

L1: [baut] So, wo s-, wo bin ich grad?
 S1: [zeigt] Da.
 L1: Sehr gut!
 [S2 zeigt]
 L1: Das heißt da können wir schon die erste Lampe dranhängen.
 25:40 [S2 befestigt Lampe]
 S3: Können wir die nicht eigentlich schon abstecken, oder?
 L1 [trennt Kabel von Batterie]: Ja, die können wir weg-. So wart wie geht's weiter. [S3 gibt L1 Lämpchen und Kabel.] Jetzt mach ich das so [...]

Weiters wurden Aussagen von L1 wie „*Puh. Ähm, wie soll ich das jetzt erklären.*“ (Minute 37:00, Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2) oder „*Hoffentlich fällt mir das in dem Fall ein.*“ (Minute 12:20, Ankersequenz 16), strategische Überlegungen („*Machen wir's lieber mit den Linien.*“, Minute 38:30, Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2) und offensichtlich angestregtes Nachdenken als solch neutrale metakognitive Aktivitäten kodiert, die oft mit einer negativen, das heißt hohen Bewertung der Aufgabenschwierigkeit einhergingen.

Durch die metakognitive Selbstbewertung „*So wenn ich's jetzt richtig hab', sollten wir an Blödsinn g'macht haben.*“ (Minute 26:50, Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2) gesteht L1 zwar Fehler beim Schaltungsbau ein, macht aber die Tutees mitverantwortlich. Diese scheinen sich auch tatsächlich in der Verantwortung zu fühlen und engagieren sich in der Folge verstärkt an der Arbeit an der Schaltung (siehe Ankersequenz 42, Seite 173).

Die Aussage „*Ich denk, das hab ich euch ein bisserl schlecht erklärt.*“ (Minute 08:10, Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2), mit der L1 eine Wiederholung der Erklärung der

Widerstandsvorstellung rechtfertigt, obwohl nun die Tutees ihre Vorstellungen darlegen sollten, wurde ebenso als negative metakognitive Selbstbewertung kodiert.

Die negativen metakognitiven Aktivitäten von S1 beziehen sich zum Großteil auf ihre Leistung am Pre-Test. Mit der Aussage „*Ich glaub ich hab schon alles falsch*“ in Ankersequenz 40 schätzt sich S1 auch richtig ein, womit diese metakognitiven Aktivitäten wohl ein wichtiger Ausgangspunkt der Unzufriedenheit von S1 sind und damit auch eine wesentliche Bedingung für ihren Konzeptwechsel darstellen.

Ankersequenz 40 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2)

- 20:50 S1: Das heißt wenn man da eins reinsetzen würd, würd das stärker leuchten als die zwei.
 L1: Genau. Weil da die Parallelschaltung verlangt, dass da doppelt so viel Strom durchfließt. [S1 und S2 nicken, S2 lächelt]
 S2: Ich hab's falsch glaub ich [lächelt]
 L1: Du hast es falsch? [lächelt]
 S1: Ich glaub ich hab schon alles falsch, aber-
- 21:00 L1: Is wurscht. Nach dem jetzt müsst ihr, glaub ich, noch einen Test machen und dann müsst ihr alles richtig haben, okay?

Auch S2 glaubte an dieser Stelle, Fehler am Test gemacht zu haben und denkt dabei wohl an das Item A7, das dem Beispiel, welches an dieser Stelle der Interaktion behandelt wurde, ähnelt. Dieses Item löste S2 jedoch vor dem Cross Age Peer Tutoring aus physikalischer Sicht korrekt, was er nach der Interaktion beim Mid-Test nicht mehr tat. Durch Nachfragen von L1, wie die Tutees die Beispiele denn lösten, hätte dies womöglich verhindert werden können. Zudem zeigt dies die Wichtigkeit der adäquaten Selbsteinschätzung der bisherigen eigenen Konzepte zu einem Sachverhalt, bevor man sie mit Hilfe neuer Vorstellungen adaptiert.

Die Fremdbewertung kognitiver Aktivität entspricht der Kompetenzwahrnehmung anderer Gruppenmitglieder, weshalb dieser meta-kognitive Faktor eine die Motivation betreffende Komponente aufweist. Die Kompetenz der eigenen Gruppenmitglieder wurde von L1 einmal als negativ wahrgenommen (vgl. Ankersequenz 43). Zudem bewertete er die Kompetenz des Tutors der Nachbargruppe (L3) als äußerst negativ (Erläuterungen dazu sind im Fließtext zu Ankersequenz 41 auf Seite 173 zu finden).

Hier wurden zudem zwei herausstechende positive Wahrnehmungen kognitiver Aktivität von L1 kodiert: So war der Tutor etwa stolz auf S2, als dieser die Fragen von PM beantworten konnte (s. Ankersequenz 37, S.167). Weiters war L1 sehr überrascht, dass S1 die Art einer Schaltung besser identifizieren konnte, als er selbst vor dem Mentoring (vgl. Pre-Test-Ergebnisse auf Seite 110) und lobte auch S1 dafür (s. Ankersequenz 19, S.144).

Die Anteile der Interaktion, an denen L1 möglicherweise ebenso die Kompetenz einzelner Gruppenmitglieder wahrnahm, jedoch seine Wahrnehmung nicht so deutlich artikulierte, ist auch der Kategorie Lob oder positive und negative Rückmeldung in Tabelle 34 auf Seite 171 zu entnehmen. Metakognitive Aktivitäten, welche sich eher auf Motive und Motivation beziehen sind mit Bezug auf Tabelle 36 auf Seite 181 kurz für die Gruppe 1 beschrieben.

Nun, da die den Konzeptwechsel beeinflussenden Ankersequenzen exemplarisch beschrieben wurden, soll noch dargelegt sein, welche Bedingungen für einen Konzeptwechsel (vgl. S.15), deren relative Anteile in Tabelle 33 für die gesamte Cross Age Peer Tutoring Interaktion angeführt sind, einige von ihnen möglicherweise beinhalten.

	Gesamt	L1	S1	S2	S3
Unzufriedenheit	1,7%	0,3%	1,7%	0,8%	0,3%
Nachvollziehbarkeit	4,4%	0,3%	2,5%	1,9%	0,3%
Plausibilität	4,1%		2,5%	1,9%	0,3%
Fruchtbarkeit					

Tabelle 33: Anteil der festgestellten Bedingungen für einen Konzeptwechsel an der Gesamtinteraktion von Gruppe 1

Die Konzeptwechselbedingungen traten bei S1 und S2 deutlicher hervor, waren aber bei allen drei Tutees gegeben. Die Unzufriedenheit von S1 mit ihrer sequentiellen Vorstellung wurde schon in der Beschreibung von Ankersequenz 32 erwähnt. Vermutlich dürften die Akteure auch durch die Konfrontation von L1 mit der lokalen Vorstellung (Ankersequenz 28) eine gewisse Unzufriedenheit mit dieser entwickelt haben und der Nachvollzug des Bildes des „gescheiterten Stroms“ scheint den Tutees sodann das systemische Denken erleichtert zu haben (Ankersequenz 35). Ob sich die von L1 entwickelten Vorstellungen auch bei anderen als den vom Tutor erklärten Problemen als erfolgreich herausstellen, konnte im Tutoring natürlich noch nicht nachgewiesen werden, weshalb auch nicht die Bedingung der Fruchtbarkeit bei den Tutees erfüllt wurde. Wohl war aber beispielsweise die Stromlinienheuristik zur Lösung diversester Probleme hilfreich, zu welchen die Tutees bisher eine inadäquate Vorstellung aufwiesen. Dies machte die neuen Vorstellungen plausibel und lies die Teilnehmenden womöglich somit die Fruchtbarkeit von jenen Vorstellungen, die sich etwa aus der Stromlinienheuristik ergaben, errahnen.

Das den Konzeptwechsel der Gruppe 1 beschreibende Kapitel abschließend lässt sich nun zusammenfassend feststellen, dass die „Self-explanations“ (Roscoe & Chi, 2008) von L1 auf den Tutor selbst bezogen eher nicht einen Konzeptwechsel während des Cross Age Peer Tutoring verursacht, sondern nur die Festigung bereits angenommener Konzepte unterstützt haben und damit der Aufrechterhaltung der Anwendung des neuen Konzepts in dem Zusammenhang dienen. Doch haben auch schon während des Mentorings zahlreiche metakognitive Aktivitäten und unregistriert gebliebene Selbsterklär-Szenarien stattgefunden. Es bleibt aber natürlich zu bezweifeln, ob ein Prozess wie der Konzeptwechsel sich auf einen wesentlichen „Moment der Einsicht“ reduzieren lässt. Wohl eher besteht der Konzeptwechsel in vielen kleinen solchen Einsichten und läuft kontinuierlich ab.

Der Konzeptwechsel der Tutees wiederum scheint durch die Elaborationsprozesse des Tutors ganz wesentlich beeinflusst zu sein, er fällt aber, vermutlich, da diese die erwähnten Wissenskonstruktionsaktivitäten nicht aktiv in dem Ausmaß wie L1 vollziehen, nicht so stark aus wie bei diesem. Zudem scheint es Schwierigkeiten beim Umlegen von Konzepten auf andere Sachverhalte zu geben – die Tutees bleiben dann in neuen Situationen (z.B. Item A8) zunächst bei ihren „alten“ Schülervorstellungen, womöglich weil im Cross Age Peer Tutoring keine Fruchtbarkeit des neuen Konzepts festgestellt werden konnte.

Es sei hier nochmals bemerkt, dass diese geraffte Deutung der geschilderten Resultate lediglich eine Interpretation der Ergebnisse auf Basis einiger der im theoretischen Teil vorgestellten Hintergründe darstellt und dass hier nicht der Anspruch besteht, diese Interpretationen als die einzigen anzusehen, welche auf dieser Basis möglich sind.

4.4.3.9 Verhalten, Emotionen und motivationale Einflussfaktoren der Gruppe 1

Im Folgenden seien nun das Verhalten (S.171ff), die Emotionen (S.175ff) und die möglichen motivationalen Einflussgrößen (S.177ff) sowie ihre Zusammenhänge und mögliche Wirkung auf den Konzeptwechsel der Akteure beschrieben. Dabei zeigt sich, dass alle drei Faktoren wesentlich sind, um den Konzeptwechsel der Teilnehmenden zu unterstützen und auch eng miteinander zusammenhängen.

- Verhalten

Es konnten nicht alle für die Verhaltensweisen aufgestellten Kategorien auch im Video vorgefunden werden. Die entdeckten Verhaltensweisen seien in Tabelle 34 wiedergegeben.

Verbales und nonverbales Verhalten	Gesamt	L1	S1	S2	S3
Initiierte Äußerung zum Thema	68,5%	60,2%	8%	8,3%	4,7%
Initiierte Äußerung nicht zum Thema	2,8%	2,5%			0,3%
Reaktive Äußerung zum Thema	46,7%	36,2%	17,1%	8%	6,9%
Reaktive Äußerung nicht zum Thema	1,9%	1,4%	0,3%	0,3%	
Sender	94,8%	91,4%	30,1%	21,3%	15,2%
Empfänger	89,5%	43,6%	74,3%	61,9%	60,5%
Bestimmendes Verhalten	10,2%	9,4%	0,3%	0,3%	0,3%
Kritik	0,3%	0,3%			
neckisches Verhalten	1,9%	1,7%			0,3%
Erläutert, gibt Hinweise, Tipps oder Beispiele	45,9%	39,5%	1,7%	4,1%	3,0%
Gibt Anweisungen zur Problemlösung	5,5%	4,4%	0,3%	0,3%	0,6%
Erläutert falsche Antworten	7,2%	7,2%			
Versucht Methode des Gegenübers zu ändern	12,2%	12,2%			
Überprüft Verständnis	25,4%	24,9%		0,6%	
Bittet um Erklärung / Bestätigung	8,3%	1,1%	6,1%	0,8%	0,8%
Andere Frage	5,8%	3,9%	1,1%	0,3%	0,8%
Lesen der Anleitung	4,4%	3,6%	0,3%	0,8%	
Lautes Denken	8,6%	6,6%	1,4%	0,3%	0,3%
Ändert Antwort aufgrund Rückmeldung	1,7%	0,3%	1,1%	0,3%	
Bestätigt richtige Antwort	8,8%	8,3%		0,6%	0,8%
Beantwortet eigene Frage	1,7%	1,7%			
Antwort auf Frage	24%	7,2%	12,7%	4,1%	3,9%
Weist auf falsche Antwort ohne Erklärung hin	0,3%	0,3%			
Lob und Ermutigung	1,1%	1,1%			
Vortrag	26,5%	26,5%			
Anweisungen werden befolgt von	5%		1,9%	3,3%	2,2%
Anweisungen werden nicht befolgt von	-	-	-	-	-
Aufmerksamkeitszentrum ist Tutor	46,4%		29,8%	29,8%	23,5%
Aufmerksamkeitszentrum ist Experiment	31,2%	21,3%	22,4%	26,2%	19,1%
Aufmerksamkeitszentrum ist Mitschüler	19,3%	3,3%	9,7%	7,5%	11,6%
Aufmerksamkeitszentrum ist Zeichnung	46,7%	38,4%	38,4%	27,3%	33,4%
Aufmerksamkeitszentrum ist Angabe	27,9%	21,8%	22,4%	16,6%	13%
Aufmerksamkeitszentrum ist Tutee	65,2%	65,2%			
Aufmerksamkeitszentrum ist anderes	33,7%	6,4%	13,3%	14,6%	22,9%
Positive Rückmeldung	4,7%	4,7%			
Negative Rückmeldung	0,6%	0,6%			
Selbstbewertung	2,2%	0,6%	1,1%	0,6%	0,3%
Bewertung eigener und anderer Gruppenmitglieder	3,3%	3%	0,3%		
Andere Verhaltensweisen	5,5%	3,9%	1,1%	1,7%	1,1%
Nicht bestimmbar				0,3%	0,3%
Handlung – Zeigt	42%	35,1%	7,7%	5%	5%
Handlung – Experimentiert	5,8%	2,2%	3%	4,7%	1,1%
Handlung – Zeichnet / Schreibt	21,8%	14,4%	3,6%	4,7%	1,4%
Handlung – Baut	17,7%	6,6%		11,6%	3,3%
Handlung – Andere Handlung	7,5%	5,2%	0,8%	1,1%	0,8%
Handlung – Nicken	30,7%	7,2%	15,5%	14,6%	5,5%
Handlung – Kopfschütteln	2,8%	1,7%	0,3%	0,6%	0,3%
Handlung – Stirnrunzeln / Stutzen	1,1%	0,3%	0,8%		
Versiertheit des Tutors – Verunsicherung deutlich	1,4%	1,4%			
Versiertheit des Tutors – Verunsicherung merklich	3,9%	3,9%			
Versiertheit des Tutors – Verunsicherung eventuell gegeben	0,6%	0,6%			
Durch Verhalten betonte Rolleneigenschaften von Lehrkräften – Autorität	4,7%	4,7%			
Durch Verhalten betonte Rolleneigenschaften von Lehrkräften – Prestige	2,2%	2,2%			
Durch Verhalten betonte Rolleneigenschaften von Lehrkräften – Kompetenz	4,1%	4,1%			
Durch Verhalten betonte Rolleneigenschaften von Lehrkräften – Respekt	0,3%	0,3%			
Interaktion mit anderen Gruppenmitgliedern	2,8%	2,2%	0,6%	0,6%	0,8%

Tabelle 34: Anteil der Verhaltensweisen der Akteure der Gruppe 1 an der Gesamtinteraktion; 100% = Summe aller 362 10-Sekunden-Sequenzen

Während 94,8% der gesamten Interaktionszeit kommunizierten die Akteure in irgendeiner Form (Sender Gesamt), in 91,4% der kodierten Interaktionen tat dies L1. In insgesamt 89,5% der Fälle sprachen die Teilnehmenden andere Akteure konkret an (Empfänger Gesamt), in 74,3% der Interaktionssequenzen wurde S1 angesprochen oder mit-angesprochen. Insgesamt 84,8% Anteil an der Gesamtinteraktion waren Äußerungen zum Thema (nicht aus Tabelle 34 ersichtlich), 68,5% wurden initiiert und 46,7% erfolgten als Reaktion auf eine Äußerung. Während L1 eher Äußerungen initiiert, reagieren die Tutees eher auf Äußerungen. Nach Fogarty und Wang (1982) ist dies ein Anzeichen dafür, dass L1 eher die Rolle einer Lehrkraft einnimmt als eine freundschaftliche Rolle. Auch liegt der mittlere Wert der sozialen Eingebundenheit der Tutees, welcher mit Hilfe von FB3 als niedrigster Skalenwert ermittelt wurde, mit etwa 62% unter dem Mittelwert der gesamten Stichprobe von 68%, wobei nur Gruppe L6 einen noch kleineren durchschnittlichen Skalenwert sozialer Eingebundenheit aufwies (vgl. Diagramm 22, S.133). Dennoch scheint in Bezug auf Fragen hier auch der umgekehrte Fall einzutreten: So beantwortet L1 öfter Fragen der Tutees als S2 und S3 seine Fragen beantworten. Es fällt jedoch auf, dass S1 auf noch mehr Fragen reagiert als L1.

Wie auch schon aus vielen Ankersequenzen auf den Seiten 155ff erkennbar, kommt lautes Denken bei L1 (mit 6,6%) häufiger vor als bei den Tutees. Aufgrund dieser metakognitiven Aktivität wird wohl auch der Konzeptwechsel des Tutors gefestigt.

Was während der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion geschieht, gibt im Wesentlichen der Tutor vor (vgl. 9,4% bestimmendes Verhalten gegenüber 0,3% bei den Tutees), die Tutees bestimmen den Interaktionsverlauf lediglich über Fragen, welche sie an den Tutor richten, mit, wobei hier vor allem S1 mit 6,1% Interaktionsanteil an „Bitten um Erklärung“ eine wesentliche Rolle einnimmt. Dass diese Fragen wesentlich für ihren Konzeptwechsel sein dürften, wurde bereits, etwa bei der Beschreibung von Ankersequenz 34, erläutert. Eine Schlussfolgerung aus dem theoretischen Rahmen (s. S.49; Roscoe & Chi, 2008, S.340ff) und der eigenen Untersuchung ist also, dass stetiges Insistieren und Nachfragen wohl für den Konzeptwechsel der Fragenden und der Befragten von großer Bedeutung sein dürfte und daher auch im traditionellen Unterricht unterstützt werden sollte. Es sollte auf jeden Fall immer von Lehrkräften auf alle Fragen eingegangen werden und keine ernst gemeinten Fragen sollten als unsinnig abgetan werden, um die Lernenden dazu zu ermuntern, ihre Vorstellungen und Unsicherheiten der Lehrkraft und anderen Lernenden zu unterbreiten, sodass gemeinsame Interventionsmöglichkeiten gesetzt werden können und die Lernenden plausible und passende Vorstellungen zu physikalischen Phänomenen und Aspekten entwickeln.

Das Äußern von Kritik seitens L1 betraf nicht die Tutees sondern einen Mitschüler des Tutors (L3), welcher L1 um Unterstützung beziehungsweise um Erklärung einer Parallelschaltung bat. Die betreffende Ankersequenz 41 wurde auch mit „neckischem Verhalten“ von der Seite von L1 kodiert obwohl „beleidigendes Verhalten“ eine passendere Beschreibung des Umgangs von L1 mit seinem Mitschüler wäre.

Ankersequenz 41 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2)

- 09:00 [L3 wendet sich mit einer Frage an L1]
 09:10 L1: Du bist so dumm! [zu L3] [S1 lacht, L1 lacht] Das ist parallel (...) [L1 erklärt]
 L3: (...)
 09:20 [S3 kommt]
 09:30 L1: [zu S1, S2 und S3]: Zeigt ihm [L3] schnell was eine Parallelschaltung ist. [L1 baut Schaltung selbst]: Das ist eine Parallelschaltung du (...) [beschimpft L3]. Das steckst du hier noch an. Ahh.
 09:40 [L1 baut Schaltung] Und wieder parallel. Die leuchten jetzt beide gleich hell [zeigt] (...)
 09:50 L3: Das weiß ich. Danke („Schimpfwort“).

Besonders unangenehm dürfte L3 sein, dass L1 ihn vor den Tutees bloßstellt und sein Bemühen um Unterstützung als Dummheit darstellt. Sollte derartiges Verhalten gegenüber L3 öfter vorkommen, so stellt dies möglicherweise auch eine Erklärung für seine hohe Misserfolgsbefürchtung, welche L3 in FB2 angab, dar (vgl. Diagramm 7, S.119). Leider beantwortete L3 die Seite, auf der alle Items zur sozialen Eingebundenheit in FB3 angeführt waren, nicht, welche mehr Aufschluss über seine Verbundenheit mit den Tutees seiner Gruppe geben würde. Doch wies L3 im gekürzten FB3 den niedrigsten Wert der eigenen wahrgenommenen Kompetenz auf, was womöglich aufzeigt, dass ihm die Aussage von L1 doch nahe ging. Nun seien aber nicht weiter die Folgen für L3 untersucht, sondern es sei geprüft, welche möglichen Implikationen für die Gruppe 1 diese Sequenz haben könnte. So versuchte L1 möglicherweise das Kompetenzzempfinden seiner Tutees (vgl. Tabelle 36, Seite 177) auf Kosten des Kompetenzzempfindens von L3 aufzubauen und insbesondere seine eigene Kompetenz (nach Allen und Feldman (1973, 1976, zit. nach Robinson et al., 2005, S.348) eine der typischen Rolleneigenschaften einer Lehrkraft, vgl. S.58) zu demonstrieren.

Man merkt an Tabelle 34 auch, dass die Tutees im Grunde meist aufmerksam bei der Sache waren. Durch diese Aufmerksamkeit gelangen die Teilnehmenden wohl auch zu Einsichten aufgrund genauer und eingängiger Beobachtung. Ankersequenz 42 stellt etwa dar, wie die Tutees L1 beim Bau einer Schaltung unterstützten und ihn aufgrund ihrer Geistesgegenwärtigkeit und Beteiligung am Interaktionsgeschehen sogar hilfreiche Hinweise und Anweisungen zur Anfertigung erteilen konnten, welche die einzigen derartigen Anweisungen im Cross Age Peer Tutoring darstellten.

Ankersequenz 42 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2)

- 26:50 S3: [zeigt auf Pol der Batterie] (...)
 L1: Aso, wir müssen zur Batterie.
 S3: Ja, wir müssen (zur Batterie).
 27:00 L1: [besorgt sich Kabel von Nachbarn (Mitschüler)]
 [S3 zeigt auf Lampe]
 S2 [zeigt]: (Jetzt müssen wir das dann noch so...)
 L1: Überlegen, überlegen! Also hier haben wir die erste Kreuzung, hier haben wir die zweite
 27:10 Kreuzung, hier ist die Parallelschaltung also hier geht's von der Kreuzung-. Aaah! Nein
 S1: [zeigt] (Doch da is die vierte) Kreuzung.
 L1: Aaah!

Eine solche konzentrierte Aufmerksamkeit der Akteure, die auch am häufig kodierten Nicken der Tutees erkennbar ist (s. Tabelle 34, Seite 171), zeigt wohl, dass „Catch“-Faktoren (vgl. S.28 und z.B. Hopf et. al, 2011, S.100f), welche für das Aufmerksam-Werden auf einen Interessensgegenstand verantwortlich sind, erfüllt wurden und damit das Auftauchen von situationalem Interesse belegen (vgl. auch Seite 27f und Tabelle 36 auf Seite 177). Damit

trug die Aufmerksamkeit, über das situationale Interesse vermittelt, wohl auch als Einflussfaktor zum Konzeptwechsel der Teilnehmenden bei (vgl. Tabelle 30, Kategorie 5.3-A5).

Die Anteile an der Gesamtinteraktion in denen L1 das Verständnis der Akteure überprüfte, waren verständlicherweise meist mit den in Abbildung 19 auf Seite 154 dargestellten identifizierten konstruktivistischen Lehr-Lernsequenzen „Erkunden der Schülervorstellungen“ oder „Erkunden der bisher entwickelten Vorstellungen“ verknüpft. Antworteten die Tutees mit adäquaten Konzepten oder zeigten sie andersartig Lernerfolg, so äußerte L1 eher selten eine positive Rückmeldung (4,4%), wie etwa in Ankersequenz 19 auf Seite 144. Die spärlichen negativen Rückmeldungen dienten L1 vor allem zum Unterstreichen seiner eigenen Kompetenz und scheinen den Tutees daher eher unangenehm gewesen zu sein, wie Ankersequenz 43 darstellen soll:

Ankersequenz 43 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2)

27:50 Hab ich eh g'wusst, dass ihr's falsch macht's. [S1 schaut verärgert] Nix gegen euch aber ich hab's g'wusst [S2 und S3 lächeln verlegen, L1 lächelt S1 an, dann lächelt S1].

Zur Selbstbewertung (1,1%) und zum Eingeständnis von Fehlern scheint vor allem S1 fähig gewesen zu sein, wie bereits oben dargelegt.

Die häufigsten Handlungen der Teilnehmenden während der Cross Age Peer Tutoring-Intervention bestanden im Zeigen von Sachverhalten mit den Händen (42%), Zeichnen von Schaltplänen (21,8%) und Bauen von Stromkreisen (17,7%), wobei S1 am Bau nicht beteiligt war, sondern lediglich an den Beobachtungen der fertigen Versuche. Jedoch wurden etwas weniger solcher konkreten Versuche oder Beobachtungen an Experimenten mit dem Stromkreis (vor allem von Seite von L1) vorgenommen (5,8%), was man auch an dem geringen Ausmaß an „Observe“-Aktivitäten der Teilnehmenden (Tabelle 31, Seite 153) erkennen kann. S2 scheint dabei noch die größte Neugierde gegenüber dem Ausgang von Experimenten aufgewiesen zu haben (4,7% Experimentiertätigkeit), so stellt etwa Ankersequenz 32 auf Seite 161 auch dar, wie S2 am Stromkreis experimentierte, während L1 erklärte, wodurch der Tutee womöglich die Erläuterungen des Tutors besser nachvollziehen konnte.

Rolleneigenschaften von Lehrkräften betonte L1 noch vor Beginn der Cross Age Peer Tutoring-Interaktionen, indem er anhand einer Liste mit Bildern und Namen die Tutees ihren Tutoren zuteilte, somit erschien es den Akteuren vielleicht sogar so als hätte er die Auswahl alleine vorgenommen, wodurch ihm möglicherweise die Prädikate „Autorität“ und „Organisations-Kompetenz“ zugeschrieben wurden. Zudem zogen sich viele Tutoren (unter ihnen die näher untersuchten Tutoren L1 und L2) noch vor dem Cross Age Peer Tutoring Labormäntel an, wodurch sie Geltung und einen gewissen Status vortäuschten, um Prestige aufzubauen. Die Tutoren unterstrichen durch das unaufgeforderte Anlegen der Mäntel somit auch die Salienz ihrer Rolle (vgl. hierzu den Vorschlag von Robinson et al. (2005, S.356f) zur Aufrechterhaltung der Rollen-Salienz, der in dieser Arbeit auf S.59 beschrieben ist).

Durch die zahlreichen Vorgaben, welche L1 machte und den geringen Freiraum, den der Tutor seinen Tutees ließ (vgl. das durch die Videoanalyse festgestellte psychologische Grundbedürfnis Autonomie und dessen Bedrohung in Tabelle 36), versuchte L1 sich möglicherweise auch als kompetente Autorität darzustellen, welche Respekt verdient. Aufgrund dieses Verhaltens wurde L1 wohl eher in der Rolle der Lehrkraft als in der eines Mitschülers gesehen (was auch mit Hilfe von Tutee-Interviews in einer Folgeuntersuchung überprüft wurde, jedoch hier nicht mehr dargestellt sei um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu überschreiten). Mit Hilfe von FB4 wurde die mittlere wahrgenommene Autonomie der Tutees mit 76% als über dem Gesamtstichprobenmittel liegend und – wie bereits auf Seite 172 erwähnt – ihre Verbundenheit mit durchschnittlich 62% unter dem Gesamtstichprobenmittel liegend festgestellt, wobei letzterer Skalenwert verglichen mit den anderen Skalen der Gruppe 1 auch den kleinsten Skalenwert aufweist und die wahrgenommene Autonomie als zweitkleinster Skalenwert registriert wurde. Dazu ist jedoch zu bemerken, dass sich S2 und L1 jedoch auch privat nahe standen, und daher auch Unbefangenheit bei der Bewertung der Cross Age Peer Tutoring-Situation von Seiten von S2 nicht garantiert werden kann.

- Emotionen

Die nach dem Kodiersystem von Mayring et al. (2005, S.8) identifizierten Emotionen, welche zur genaueren Interpretation der Verhaltensweisen ebenso nötig sind, wie zur Ermittlung des affektiven Einflusses auf den Konzeptwechsel (vgl. hierzu den Begriff Vorverständnis (Höföle et al., 2004, S.251-253) sowie Kapitel 3.1.2.3 auf S.14) seien in Tabelle 35 angeführt.

Emotionen	Gesamt	L1	S1	S2	S3
Ärger	0,8%		1,1%	0,3%	
Angst / Unsicherheit	0,8%	0,3%	0,3%	0,3%	1,1%
Langeweile	-	-	-	-	-
Freude	13%	3%	2,8%	7,5%	4,4%
Interesse	17,7%	1,4%	11,3%	7,5%	5%
Zufriedenheit	12,2%	4,1%	4,1%	5,2%	2,2%

Tabelle 35: Anteil der festgestellten Emotionen der Akteure der Gruppe 1 an der Gesamtinteraktion; 100% = Summe aller 362 10-Sekunden-Sequenzen

Es fällt auf, dass Zufriedenheit, Interesse und Freude wesentlich häufiger vorkamen als Ärger, Angst sowie Unsicherheit, und dass Langeweile überhaupt nicht aufzukommen schien. Ärger trat bei S1 vor allem dann auf, wenn ihr eine Erklärung von L1 als unverständlich erschien, wie etwa in Ankersequenz 30 auf Seite 160 oder in Ankersequenz 43 sowie wenn sich der Tutor oder auch die Mitschüler von S1 besonderes rechthaberisch und übertrieben hervortaten, wie etwa die folgende Ankersequenz zeigen soll.

Ankersequenz 44 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2)

- 41:20 L1: Na ok, ihr dürft da spielen [zu S1, S2, S3] [L1 geht mit L4 davon].
 [S1 lächelt und verdreht die Augen, S2 lächelt]
 S3 zu S2: (...) [S2 nickt]
 S2 fragt S1: Hast du's verstanden?
 S1 [nickt und zuckt mit Schultern]: Ja. [S2 und S3 lächeln]
 S3 [lächelnd zu S2]: Nein, hat sie nicht.
 S1: Doch.
 41:30 S2: (...) Was ist wenn zwei (...) in Serie geschaltet sind (...) ?

- 41:40 S1: Ja, die zwei leuchten (gleich hell).
 S2: (...) zwei Widerstände sind?
 S1: Dann muss man sie addieren.
 [S2 und S3 bauen einen Stromkreis; S1 wendet sich zur Kamera und verdreht Augen]

Obwohl sich die Tutees mit dem Gelernten beschäftigten, zielte die Befragung von Seiten von S2 und S3 darauf ab, S1 bloßzustellen, was sie bemerkte und in ihr wohl auch Ärger verursachte. In Zusammenhang mit dem Tutor bewirkte jedoch die Emotion Ärger auch Positives: Da S1 nicht immer mit den Erklärungen des Tutors zufrieden war und sich über die Unverständlichkeit ärgerte, fragte sie nach. Dabei ist auch wichtig, dass sie gegenüber dem Tutor keine Angst oder Verunsicherung zeigte, welche womöglich hemmend auf dieses Frageverhalten hätte wirken können. Die kodierte Verunsicherung von S1, S2 und auch L1 geht lediglich auf eine kurze und etwas überraschende Befragung der Akteure durch PM zurück. Am ehesten erschien S3 manchmal ein wenig ängstlich oder verunsichert gegenüber Evaluierung oder kantigen Antworten von L1, wie etwa in Ankersequenz 28 auf Seite 156 oder in Ankersequenz 17 auf Seite 142.

Die mit der Emotion Freude kodierten Sequenzen hängen unter anderem mit auflockernden Scherzen von L1 zusammen. Da L1 und S2 einander kennen, konnte S2 den Humor des Tutors wohl auch am besten nachvollziehen und lachte öfter über die Aussagen von L1 als S1 und S3. Auch ein überraschender Ausgang eines Experiments und Analogien und Bilder, wie der „gescheite Strom“ schienen den Tutees recht Spaß gemacht zu haben. Bei Betrachtung der Kodierungen fällt auch auf, dass häufig auf Phasen des Interesses kurze Sequenzen folgten, in denen die Tutees Freude und Zufriedenheit zeigten, was wohl Ausdruck dafür ist, dass eine Erklärung für sie nachvollziehbar und plausibel war und ihre Neugier befriedigt wurde. Wird das Interesse statt von Freude und Zufriedenheit von Ärger begleitet, so besteht zwar noch Unzufriedenheit mit der Erklärung, ist jedoch dem Konzeptwechsel nicht unbedingt abträglich, wie bereits oben für S1 erläutert. (Vgl. auch S5 in Kapitel 4.4.3.11, welche zwar durch das Cross Age Peer Tutoring keinen Lernfortschritt verzeichnen konnte, jedoch ihre Unzufriedenheit möglicherweise mit in die traditionelle Physik-Unterrichtssituation genommen hat und durch diese einen bemerkenswerten Konzeptwechsel am Follow-Up-Test aufwies, während andere Akteure ihre Testleistung kaum mehr verbessern konnten oder gar verschlechterten.)

Bemerkenswert ist, dass das mit Hilfe der Videoanalyse kodierte Interesse der Tutees nicht mit der mit FB4 erhobenen Interessensskala korreliert, bezieht man aber die Kategorie Ärger mit ein, so lässt sich die Abweichung leichter erklären (siehe Diagramm 27): Möglicherweise haben jene Situationen, über die sich etwa S1 geärgert hat, ihr eigentlich gegebenes Interesse gedämpft, da ihre Neugier in dieser Hinsicht nicht durch das Cross Age Peer Tutoring erfüllt werden konnte und führten zu einer niedrigeren Angabe des Gesamt-Interesses in FB4. Wieder ist darauf hinzuweisen, dass jegliche Darlegungen lediglich mögliche Interpretationen des Datenmaterials darstellen.

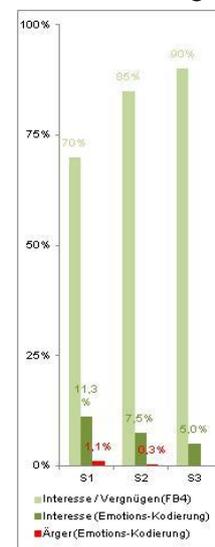


Diagramm 27: Mit dem FB4 erhobenes Interesse der Tutees im Vergleich mit der Kodierung des Anteils der Emotionen, des Interesses und des Ärgers an der Interaktion

- Motivationale Einflussfaktoren

Im Folgenden seien die motivationalen Einflussfaktoren, welche die Konzeptwechsel-Prozesse möglicherweise beeinflussten, und deren Abhängigkeit von Emotionen und Verhalten der Akteure analysiert.

Motivationale Einflussfaktoren	Gesamt	L1	S1	S2	S3
Autonomie	18,5%	2,8%	5,5%	9,7%	3,9%
Kompetenz	16,6%	0,8%	9,9%	7,2%	2,8%
Soziale Eingebundenheit	2,8%		0,8%	2,2%	2,5%
Autonomiebedrohung	3,9%	0,6%	2,5%	0,8%	
Kompetenzbedrohung	4,7%	0,8%	3,9%	0,6%	0,6%
Bedrohung sozialer Eingebundenheit	1,4%		1,4%		
Leistungszielorientierung	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
Brauchbarkeit der Zielorientierung	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
catch	2,8%		2,8%	2,5%	2,5%
Selbstwertbedrohung aufgrund Stereotyp	0,3%		0,3%	0,3%	0,3%
Selbstwertbedrohung durch Nicht-Beachtung	2,5%		2,5%		
Unterminierung der Motivation zur Selbsthilfe durch übermäßige Unterstützung	2,2%		2,2%	1,1%	1,1%
Unterminierung der Motivation zur Selbsthilfe durch Nicht-Beachtung	2,5%		1,9%		0,6%
	+ 0 -	+ 0 -	+ 0 -	+ 0 -	+ 0 -
Valenz (motivational) – Selbstbewertung	0,3%	0,3%			

Tabelle 36: Anteil der motivationalen Einflussfaktoren der Akteure der Gruppe 1 an der Gesamtinteraktion; 100% = Summe aller 362 10-Sekunden-Sequenzen

Besonders bei den motivationalen Faktoren konnte nur ein kleiner Teil der aus der Theorie abgeleiteten Kategorien durch die Videoanalyse auch aufgefunden werden (vgl. Tabelle 17 auf Seite 89 mit Tabelle 36), da diese ja nur selten von den Akteuren offen dargebracht werden.

Die aus der Videoanalyse gefundenen Anteile der die Grundbedürfnisse befördernden Sequenzen korrelieren bis auf die soziale Eingebundenheit ($r = 0,99$, diese korreliert jedoch auch nicht signifikant) nicht mit den Angaben der Tutees zu den Grundbedürfnissen in FB4, wie in Diagramm 28 zu erkennen ist. Auch nicht der Einbezug der Sequenzen, für welche Autonomiebedrohung, Kompetenzbedrohung und Bedrohung sozialer Eingebundenheit kodiert wurde ändert etwas an dem Vergleich. Nach wie vor korreliert lediglich die soziale Eingebundenheit ($r = 1,00$ mit $p = 0,05$ auch knapp signifikant).

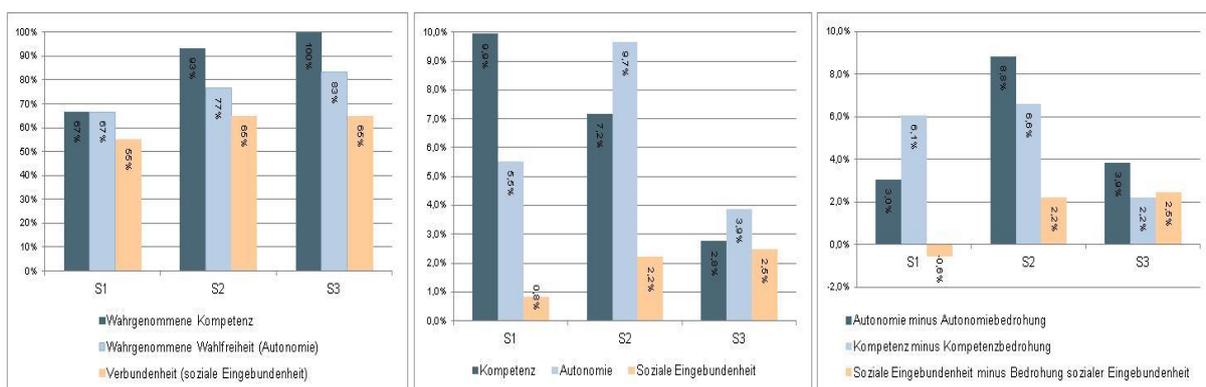


Diagramm 28: Vergleich der Angaben der Tutees zu ihren wahrgenommenen Grundbedürfnissen in FB4(links) mit den die Grundbedürfnisse befördernden Sequenzen (Mitte) und mit jenen Werten, welche nach Abzug der Anteile von Autonomiebedrohung, Kompetenzbedrohung sowie Bedrohung sozialer Eingebundenheit von den jeweiligen die Grundbedürfnisse erfüllenden Anteilen entstehen (rechts).

Die Tatsache, dass sich die mit Hilfe der Videoanalyse kodierten Kategorien der Grundbedürfnisse nur schlecht mit den Skalen aus FB4 vergleichen lassen, liegt wohl auch an der Unterschiedlichkeit der beiden Instrumente und daran, dass mit der Videoanalyse

vermutlich für den jeweiligen Akteur Grundbedürfnisse befördernde Sequenzen erfasst wurden, während der Fragebogen die Angaben der Tutees zur wahrgenommenen Grundbedürfniserfüllung während der Interaktion erfasst.

Das Autonomieempfinden wurde neben den Wahlfreiheiten, welche den Tutees durch L1 gelassen wurde auch durch unaufgeforderte und an L1 gerichtete Wortmeldungen der Tutees gemessen. Da L1 den Tutees nicht besonders viele Wahlmöglichkeiten ließ, wurde vor allem bei jenen Tutees, die sich kaum äußerten kein besonders hohes Autonomieempfinden erwartet. Die Angaben der Tutees auf FB4 ließen jedoch auf das Gegenteil schließen.

Auch die wahrgenommene Kompetenz wurde kodiert, indem die adäquaten Aussagen und die positiven Rückmeldungen der anderen Akteure für den betreffenden Teilnehmenden ermittelt wurden. Die mit Hilfe von FB4 erhobene eigene Kompetenzwahrnehmung der Tutees scheint jedoch damit nicht zusammenzuhängen.

Die schlechte Übereinstimmung liegt womöglich daran, dass jene Tutees, die sich äußerten, ja ihre Kompetenz schon demonstriert hatten, jene die dies aber nicht taten aber nun zumindest durch den Fragebogen zeigen wollten, dass sie sich dem Cross Age Peer Tutoring als durchaus gewachsen fühlten, obwohl sie sich in der Interaktion nicht äußerten oder unpassende Äußerungen von sich gaben, die sie vielleicht als weniger kompetent erscheinen lassen. Wieder ist diese Interpretation nur als durch diese Arbeit nicht bestätigbare Hypothese anzusehen.

Auch für L1 wurden jene Sequenzen ermittelt, welche wohl die Grundbedürfnisse insbesondere erfüllten.

Im Falle der Autonomie waren dies beispielsweise jene Sequenzen, bei denen er merklich nur aufgrund seiner Rolle in der Cross Age Peer Tutoring-Situation solch bestimmendes Verhalten zeigen konnte, wie etwa gleich zu Beginn der Videoaufzeichnung (s. Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2) (2,8%). Es ist anzunehmen, dass sich L1 – auch aufgrund seines engagierten, eigenwilligen und autoritären Unterrichtsstils die meiste Zeit während der Interaktion als äußerst autonom wahrnahm, obwohl dies natürlich nicht mittels der Videoanalyse eindeutig feststellbar war, weshalb auch keine durchgängige Kodierung für diese Vermutung vorgenommen wurde, sondern nur die erwähnten hervorstechenden Sequenzen als das Autonomieempfinden des Tutors besonders unterstützend vermerkt wurden.

Vor allem wegen dem scheinbar hohen Grad an festgestellter Versiertheit (Verunsicherungen waren nur selten merklich, vgl. Tabelle 34) ist der Anteil an Sequenzen, welche die Kompetenzwahrnehmung von L1 unterstützen, als wesentlich höher als der seiner Tutees einzuschätzen, doch konnte nur selten die tatsächliche Kompetenzwahrnehmung von L1 effektiv nachgewiesen werden, weshalb der Wert mit 0,8% äußerst gering ausfällt. Besonders das Kompetenzgefühl hat wohl gehoben, dass S2 die Fragen, die PM ihm stellte, beantworten konnte – L1 war merklich stolz auf die Leistungen seines Tutees und somit auch auf seine Leistungen als Tutor.

Da sich L1 sehr von den Tutees distanzierte, hatte man nicht den Eindruck er wäre sozial eingebunden, sondern man empfand ihn eher als Gruppenleiter, der sich emotional von den

anderen Teilnehmenden distanziert und „über der Gruppe steht“, weshalb auch keine Sequenz gefunden werden konnte, in welcher eine soziale Eingebundenheit „auf gleicher Augenhöhe“ kodiert werden konnte. Als Leiter der Gruppe fühlt sich L1 aber wohl die gesamte Zeit über gut eingebunden, was er aber womöglich als sein eigenes Verdienst in Sachen Gruppenführung ansah und nicht unbedingt der Sympathie der Tutees ihm gegenüber zuschrieb.

Vergleicht man nun diese verbale Beschreibung der potentiellen Grundbedürfniserfüllung durch das Tutoring mit den Angaben von L1 zur Wahrnehmung der Erfüllung dieser Bedürfnisse in Diagramm 29, so zeigen sich doch gewisse Parallelen, die sowohl die vorgenommene Kodierung als auch die Ergebnisse aus dem Fragebogen als passend bestätigen. Eine Korrelation der Werte aus FB3 (Diagramm 29, links) mit den Kodierungen aus der Videoanalyse (Diagramm 29, rechts) ist nicht signifikant ($r = 0,99$, $p = 0,1$).

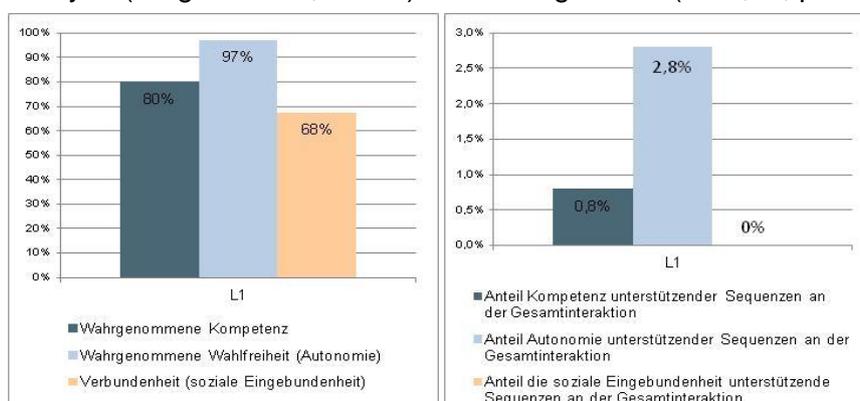


Diagramm 29: Mit FB3 erhobene wahrgenommene Grundbedürfnisse von L1 und Anteil der kodierten die Erfüllung der Grundbedürfnisse unterstützenden Sequenzen an der Gesamtinteraktion.

Als Kompetenzbedrohungen wurden im Falle des Tutors jene Sequenzen kodiert, während denen bei L1 Unsicherheit feststellbar war oder bei welchen er bemerkte, dass die Tutees seine Erklärungen nicht nachvollziehen konnten und er deshalb seine Argumentation einstellte (Gruppe 1 – Video 1, Minute 17:10 und 34:00, Anhang B.2: „vergisst es“). Bei den Tutees, vor allem bei S1 wurde die Kompetenz vor allem durch Fragen bedroht, auf welche keine adäquate Antwort gegeben werden konnte und ferner jene Sequenzen, bei denen L1 die Tutees in ihrem Versuch eine Erklärung zu starten einfach unterbrach, ohne auf sie einzugehen und selbst fortsetzte zu erklären, was auch als Autonomiebedrohung, übermäßige Unterstützung und Nicht-Beachtung kodiert wurde, wie etwa die folgende Ankersequenz zeigt, die während der Schluss-Phase des Cross Age Peer Tutoring beobachtet wurde, bei der eigentlich die Tutees die Rolle des Tutors übernehmen sollten:

Ankersequenz 45 (Cross Age Peer Tutoring-Gruppe 1 – Video 2, Anhang B.2)

- 11:00 S1: Das R1, ist halt kleiner. [L1 nickt] Und hier-
L1: (...) [zieht Zettel zu sich]. Da teilt sich der Strom [zeigt auf Knoten]. Weil es muss (...immer gleich viel durchfließen). Weil da jetzt ur viel Widerstand ist [zeigt auf ersten Kreis], kann er da nicht so viel reinhauen, Strom, aber hier wird er trotzdem nicht mehr kleiner [zeigt auf zweiten Kreis], weil da kann er noch immer gleich viel, ähm, weil er ja noch immer 10 Ohm ist. [S1 nickt]
Hier kommt viel weniger durch und hier kommt mehr durch.
S1: Mhm.
L1: Das heißt [...]

Möglicherweise führte solch wiederholtes Nicht-Beachten der Aussagen der Tutees zu negativen Auswirkungen. Ob es durch diese Nicht-Beachtung tatsächlich zu einer Selbstwertbedrohung kam, ist fraglich, positive Emotionen waren dadurch aber wohl nicht verbunden und auch die Werte der Skalen in FB4 von S1, die besonders oft von dem Unbeachtet-Bleiben betroffen war, sind wesentlich niedriger als jene ihrer Mitschüler. Auch zur Problemlösung trug das bewusste oder unbewusste Ignorieren der Anliegen der Tutees durch L1 wohl eher nichts bei. Nur das wiederholte Fragen seitens S1 förderte wohl ihren Konzeptwechsel.

Als Autonomiebedrohungen wurden ebenso vor allem Sequenzen wie die eben vorgestellte Ankersequenz 45 kodiert, da den Tutees durch die Unterbrechungen die Wahlmöglichkeit genommen wurde, ihre Konzepte selbst darzulegen. Auch die rigide Vorgangsweise in der Abhandlung der Beispiele auf dem Arbeitsblatt wurde als Bedrohung der Wahlfreiheit der Tutees angesehen, wohingegen sie deutlich macht, dass L1 während des Cross Age Peer Tutoring äußerst autonom handeln kann. Lediglich der Hinweis von PM auch die Tutees Beispiele lösen zu lassen (Gruppe 1 – Video 1, Minute 45:10, Anhang B.2), beschränkte die Wahlfreiheit im Vorgehen von L1 womöglich ein wenig.

Die soziale Eingebundenheit wurde nur im Falle von S1 aufgrund der ein wenig herablassenden Behandlung durch ihre Mitschüler womöglich bedroht (vgl. Ankersequenz 44). Überhaupt scheint S1 eher von den übrigen Teilnehmenden geprüft als unterstützt zu werden, wie Sequenzen zwischen Minute 09:20 und 10:20 in Video 2 der Gruppe 1 im Anhang B.2 zeigen.

Bezüglich der möglichen Zielorientierungen der Teilnehmenden spricht L1 eine Brauchbarkeit des Gelernten lediglich in Verbindung mit einem weiteren Test (Mid-Test der Tutees) an, versucht also die Leistungszielorientierung und nicht die Lernzielorientierung der Tutees anzusprechen, wie Minute 21:00 in Video 1 im Anhang B.2 zeigt. Lediglich über einen Vergleich mit Gruppe 2 ist erkennbar, dass etwa S1 eher lernzielorientiert zu sein schien, während S6 vielmehr einen leistungszielorientierten Eindruck machte (s. Kapitel 4.4.3.12).

Die „Catch-Faktoren“ hängen eng mit der Aufmerksamkeit der Tutees zusammen und konnten, wie bereits erwähnt, etwa an Ankersequenz 42 auf Seite 173 festgestellt werden. Auch aus der Unzufriedenheit, Probleme nicht mit den bisherigen Konzepten lösen zu können und dem Bemerkten, dass dies mit einer neuen Strategie, wie etwa der Stromlinienheuristik möglich ist, erwuchs vielleicht situationales Interesse (vgl. Ankersequenz 33, Seite 162) und dieses Bemerkten stellt damit womöglich einen „Catch-Faktor“ dar. Auch das stetige Nachfragen von S1 mag möglicherweise von situationalem Interesse an der korrekten Bestimmung der relativen Helligkeit der Lämpchen in den Stromkreisen herrühren (vgl. Ankersequenz 22 auf Seite 145 und Ankersequenz 34 auf Seite 163. Die „Hold-Facette“ des situationalen Interesses konnte jedoch nicht im Interaktionsverlauf aufgefunden werden.

Nicht nur aufgrund von Nicht-Beachtung oder übermäßiger Unterstützung könnte während der Interaktion eine Selbstwertbedrohung ausgegangen sein. Für die Teilnehmenden könnte diese Selbstwertbedrohung auch aufgrund eines Stereotyps von L1 ihnen gegenüber entstanden sein. So war die Aussage von L1 in Ankersequenz 43 auf Seite 174, ohnehin

gewusst zu haben, dass die Tutees eine Aufgabe nicht lösen könnten, weder förderlich für den Selbstwert der Tutees noch für ihr Kompetenzzempfinden und tat wohl auch der Beziehung zu L1 nicht gut, wobei der Ausspruch bei S1 sogar Ärger hervorzurufen schien.

Die einzige motivationale (nicht kognitive) Selbstbewertung ist bei L1 neutral. Motivationale Fremdbewertung konnte durch die Analyse des Cross Age Peer Tutoring-Prozesses nicht identifiziert werden, weshalb sie auch nicht in Tabelle 36 angeführt ist. Die eben erwähnte kodierte neutrale motivationale Selbstbewertung von L1, stellt wohl eine Rechtfertigung seiner „Lehr-Intentionen“ dar (vgl. Ankersequenz 46), deren eingeschränkte Wirkung L1 der Schwierigkeit der Aufgabe zuschrieb (vgl. Tabelle 32, S.168).

Ankersequenz 46 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 1 – Video 1, Anhang B.2)

40:10 Ja das ist irgendwie kompliziert, das ahm, wie soll ich sagen, ich wollt's ja nur einfach machen, das ist aber anscheinend kompliziert.

Im motivationalen Bereich, also die Motive oder Motivation der Akteure betreffend waren (im Gegensatz zum kognitiven Bereich, s. S.168) sonst keine Selbstzuschreibungen oder Selbstbewertungen der am Interaktionsgeschehen Teilnehmenden aufzufinden.

- *Zusammenfassung*

Die Konzeptwechselforgänge unterstützend dürften Emotionen, wie der Ärger und die Unzufriedenheit von S1 gegenüber den Erklärungen von L1, durch Aufmerksamkeit angezeigtes situationales Interesse der Akteure und daraus resultierende konkrete Verhaltensweisen der Teilnehmer, wie etwa wiederholte Fragen eine wesentliche Rolle spielen.

Betrachtet man die diversen Einflussfaktoren auf den Konzeptwechsel von S1, so ergibt sich etwa folgendes hier stichwortartig beschriebenes Bild vom möglichen Ablauf ihres Konzeptwechsels, der natürlich nicht als endgültig abgeschlossen angesehen werden kann, sondern als offener Prozess anzusehen ist:

- Metakognitive Aktivität ausgelöst durch die Beobachtung eines Experiments sowie durch die Aussagen des Tutors führt zu einer „Fehlererkenntnis“.
- Die Einsicht einer inadäquaten Beantwortung führt zu Unzufriedenheit mit dem bisherigen Konzept und eine mit den alten Vorstellungen verknüpfte Bedrohung des Kompetenzzempfindens.
- Fragen werden gestellt um an den bisherigen Vorstellungen zu arbeiten.
- Unzufriedenheit mit den bisherigen Antworten des Tutors (begleitet mit der Emotion Ärger) führen zu weiterem Engagement.
- Eine passende Antwort (z.B. vermittelt über Heuristik, Analogie oder Allegorie) führt zum Nachvollzug des neuen Konzepts
- Die adäquate Bearbeitung weiterer ursprünglich inadäquat gelöster Beispiele führen zur Plausibilität des neuen Konzepts.
- Die Anwendung des Erlernten auf Items des Mid-Tests führt ebenso zur Plausibilität des neuen Konzepts.

- Wird im Weiteren nun noch das neue Konzept vielleicht mit der von L1 vermittelten Analogie oder Heuristik in einer neuen Situation (wie etwa dem Interview oder dem Same Age Peer Tutoring (siehe Folgeuntersuchung)) auf neue Beispiele angewandt, so kann wohl auch die Konzeptwechsel-Bedingung der Fruchtbarkeit als gegeben angesehen werden und der Konzeptwechsel als gegeben betrachtet werden.

Somit können auch die Hypothesen H1-H3 (für die betreffende Interaktion) bestätigt werden: S1 war infolge der Erklärungen von L1 im Cross Age Peer Tutoring unzufrieden mit ihren bisherigen Vorstellungen, jedoch intrinsisch motiviert ihr bisheriges Kompetenzerfinden beizubehalten, was zu einem lernförderlichen Frageverhalten und schließlich zu adäquaten Antworten führte wodurch der Konzeptwechsel positiv beeinflusst wurde. Zudem wurden die Konzepte von L1 durch das Frageverhalten von S1 gefestigt.

Somit wurde an diesem Beispiel auch der wechselseitige Einfluss von intrinsischer Motivation, Verhalten und Konzeptwechsel illustriert und die Forschungsfragen F1 bis F3 mit obigen Satz prägnant beantwortet. Zum Nachvollzug war jedoch die gesamte illustrierte Analysearbeit nötig.

Im Folgenden sei Gruppe 2 ebenso wie Gruppe 1 auf weitere Möglichkeiten die Forschungsfragen zu beantworten hin analysiert.

4.4.3.10 Vorstellungen und Konzeptwechsel der Akteure der Gruppe 2

Wie schon bei der Gruppe 1 im Kapitel 4.4.3.8 auf den Seiten 140ff sei auch hier zunächst eine Übersicht über das Vorkommen der physikalisch inadäquaten Vorstellungen während der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion der Akteure der Gruppe 2 gegeben und danach seien diese unpassenden Konzepte exemplarisch anhand von Ankersequenzen beschrieben. Auch ein Vergleich dieser Vorstellungen mit den durch das Testinstrument identifizierten soll abermals auch für diese Gruppe erfolgen, um nochmals die Validität des Tests zu bestätigen (Seite 191ff). Darauf folgend seien abermals vermutete Konzeptwechsellvorgänge und deren mögliche kognitive sowie am Rande strukturelle Einflussfaktoren geschildert. Zudem seien diese Hinweise auf einen Konzeptwechsel durch die Videoanalyse ebenso mit den durch das Testinstrument festgestellten Konzeptwechseln verglichen (Seite 193ff). Der Zusammenhang der festgestellten Konzeptwechsellvorgänge der Gruppe 2 mit Motivation, Emotionen und Verhalten der Akteure wird in Kapitel 4.4.3.11 auf Seite 204ff erläutert.

- Identifizierte Schülervorstellungen und deren Beschreibung

Im Folgenden seien in Tabelle 37 die durch die Videoanalyse der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion der Gruppe 1 aufgefundenen Schülervorstellungen dargestellt, die im Weiteren anhand von Ankersequenzen genauer beschrieben und interpretiert seien.

Akteure \ SV	Alle Akteure	L2	S4	S5	S6
Gesamt	84	46 (11,9%)	12 (3,2%)	7 (1,9%)	19 (4,9%)
1W	1				1 (0,3%)
2W	2		2 (0,5%)		
V	21	15 (4,0%)	2 (0,5%)	1 (0,3%)	3 (0,8%)
Sh	4	3 (0,8%)		1 (0,3%)	
invR	2	1 (0,3%)			1 (0,3%)
Seq	8	2 (0,3%)			6 (1,6%)
Lok	2	1 (0,3%)			1 (0,3%)
E	1	1 (0,3%)			
Geo	8	2 (0,5%)	1 (0,3%)	3 (0,8%)	2 (0,5%)
andere	35	22 (5,9%)	6 (1,6%)	2 (0,5%)	5 (1,3%)

Tabelle 37: Geäußerte inadäquate Schülervorstellungen der Gruppe 2 während der Cross Age Peer Tutoring-Intervention; Angegeben sind die Anzahl entsprechend kodierter 10s-Sequenzen sowie in Klammer der Anteil an der Gesamtinteraktion (100% = Summe aller 371 10-Sekunden-Sequenzen)

Während bei Gruppe 1 die adäquaten Vorstellungen aufgrund ihrer häufigen Äußerung durch L1 im Vortragsstil nicht vermerkt wurden, wurde nun für Gruppe 2 auf die adäquaten Vorstellungen geachtet, da sie äußerst selten geäußert wurden. Insgesamt wurden nur 11 angemessene Konzepte vermerkt, die folgendermaßen auf die Teilnehmenden verteilt waren:

Konzept \ Akteure	Alle Akteure	L2	S4	S5	S6
OK	11	2 (0,5%)	4 (1,1%)	1 (0,3%)	4 (1,1%)

Tabelle 38: Geäußerte adäquate Schülervorstellungen der Gruppe 2 während der Cross Age Peer Tutoring-Intervention; Angegeben sind die Anzahl entsprechend kodierter 10s-Sequenzen sowie in Klammer der Anteil an der Gesamtinteraktion (100% = Summe aller 371 10-Sekunden-Sequenzen)

Natürlich wurden etwa Beobachtungen, wie Beschreibungen relativer Helligkeit nicht als adäquates oder inadäquates Konzept gewertet, solange sie nicht mit einer Vorstellung etwa über eine Begründung der relativen Helligkeit verknüpft wurden.

Wie bereits erwähnt hängt die Anzahl der identifizierten Schülervorstellungen nicht nur davon ab, ob der betreffende Proband die Vorstellung aufweist, sondern vor allem davon, dass er sie äußert und sagt daher für sich betrachtet noch nicht besonders viel aus, weshalb an dieser Stelle, wie auch bei der Gruppe 1, eine Analyse der Schülervorstellungen mit Berücksichtigung des Interaktionsrahmens anhand von Ankersequenzen geschehen soll. Zudem scheinen, wie die bisherige Untersuchung ergeben hat, bei häufiger Äußerung der inadäquaten Konzepte auch Konzeptwechsel zahlreicher aufzutreten (vgl. hierzu S.193ff und Tabelle 21 auf Seite 110).

Es werden nun die inadäquaten Schülervorstellungen beschrieben, die Darstellung der adäquaten Konzepte erfolgt ebenso auf den Seiten 193ff

Es ist erkennbar, dass L2 nun eine Vielzahl an Vorstellungen aufweist, welche im Mentoring nicht identifiziert werden konnte, da er sie nicht äußerte. Weil er nun jedoch aufgrund seiner Rolle als Tutor und wegen der Wissbegier der Tutees „gezwungen ist“, Hypothesen zu den Vorgängen in Stromkreisen abzugeben, können seine Vorstellungen analysiert werden.

L2 äußerte in 3,8% der Interaktionszeit Verbrauchsvorstellungen, weshalb es auch nicht verwunderlich ist, dass auch etwa die Tutees S4 und S5 am Mid-Test viele mit Verbrauchsvorstellungen zusammenhängende Vorstellungen aufwiesen. Diese Vorstellungen waren auch häufig mit der Aussage von L2 verknüpft, die Lämpchen nähmen sich in irgendeiner Weise den Strom weg, wobei diese Phrase von den Tutees übernommen wurde und diese Vorstellung sodann von allen Akteuren in der Gruppe „genährt“ wurde. So wurde das gleich helle aber schwächere Leuchten von Lämpchen in einer Serienschaltung mit dieser „Stromwegnahme-Vorstellung“ ebenso erklärt, wie das hellere Leuchten eines in Serie zu einer Parallelschaltung geschalteten Lämpchens.

Diese Vorstellung ist etwa im Fall der Serienschaltung (z.B. Gruppe2 – Video 1, min 03:00ff, Anhang B.2) am ehesten mit der Sharing-Vorstellung zu vergleichen, da aufgrund der Beobachtung des Versuches sehr wohl bemerkt wird, dass die Lämpchen gleich hell leuchten.)

Bei dem heller leuchtenden in Serie zu einer Parallelschaltung geschalteten Lämpchen zeigt Ankersequenz 47 das erste Auftreten dieser inadäquaten Vorstellung:

Ankersequenz 47 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

[Die Akteure haben vor 3 Lämpchen parallel zu schalten, S5 und S6 verbinden Lämpchen des zweiten Zweiges an einer zuvor von S2 gezeigten Stelle, es entsteht (unbeabsichtigterweise) ein Stromkreis mit zwei parallel geschalteten Lämpchen und einem in Serie zur Batterie geschalteten Lämpchen, welcher im Laufe des Tutoring erst an späterer Stelle behandelt werden sollte.]

05:10 L2: Ja, das ist jetzt lustig. Also die leuchtet am hellsten, weil sie den beiden die-, die-
05:20 S5: den Strom wegnimmt.
L2: den Strom wegnimmt, genau. Das ist- gut.

L2 schien selbst sehr verblüfft über das Ergebnis zu sein und übernahm die Ad-Hoc-Erklärung von S5, die er zuvor für die Serienschaltung geäußert hatte, womöglich zunächst, um sich nicht die Blöße geben zu müssen und so sein Kompetenzzempfinden aufrecht zu erhalten (vgl. auch Kapitel 4.4.3.11). Er behielt diese Vorstellung sodann jedoch auch als Erklärungsmuster für diese Art der Schaltung für die gesamte Cross Age Peer Tutoring-Interaktion bei. Diese Ankersequenz stellt somit ein Beispiel dar, wie stabile Schülervorstellungen statt physikalisch korrekter Konzepte herangezogen werden, um einen unbekanntes Sachverhalt, der etwa wie hier in einem Experiment beobachtet wurde, zu erklären. Durch wiederholte Anwendung des inadäquaten Konzepts wurde dieses auch manifestiert. Da zudem keine Beobachtung der Gruppe oder Fragen von Seiten der Tutees oder Dritter einen kognitiven Konflikt hervorriefen, wurde die Vorstellung akzeptiert, von den Tutees angenommen und bei L2, der sie in ähnlicher Weise im Falle der Serienschaltung bereits erwähnte, gefestigt. Die Stromwegnahme-Vorstellung „harmoniert“ zudem mit wohl bereits auf Tutee-Seite vorhandenen Alltagsvorstellungen, die wiederum die Fehlvorstellung des Tutors im Laufe des Tutorings festigten. Auch wurden von Seite der Tutees keine weiteren Fragen zu der Vorstellung gestellt, welche den Tutor zum Denken anregen und zu einem Konzeptwechsel beitragen hätten können. Die inadäquate Vorstellung wurde akzeptiert. Zudem zeigt ein Vergleich mit L1 (siehe auch Kapitel 4.4.3.12) auch die Wichtigkeit ausreichenden Tutoren-Trainings auf, so hätte ausreichender Nachvollzug

adäquater Vorstellungen zu diesem Sachverhalt auf Seite des Tutors bereits beim Mentoring das Aufkommen eigener unpassender Vorstellungen sowie die Akzeptanz der inadäquaten Tutee-Vorstellungen wohl verhindert. Um ausreichendes Training der Tutoren zu gewährleisten und die Schülervorstellungen jedes Akteurs zu behandeln, sollte das Mentoring in möglichst kleinen Gruppen intensiv betreut stattfinden.

Die „Stromwegnahme-Vorstellung“ entspricht in Ankersequenz 47 nicht wie bei der Serienschaltung einer Sharing-Vorstellung, sondern ähnelt eher einer gewöhnlichen Verbrauchsvorstellung, wobei aber vor allem S6 sequentielle Vorstellungen mit der Schaltung in Verbindung brachte, das tatsächliche Zutreffen seiner Vorstellungen jedoch „quasi-experimentell“ überprüfte (s. Ankersequenz 60, Seite 198).

Von der „Stromwegnahme-Vorstellung“ ausgehend entwickelten die Akteure diverse Konstrukte von Vorstellungen, um verschiedene aufgebaute Schaltungen zu erklären, wie in Ankersequenz 48 dargestellt sei.

Ankersequenz 48 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- 10:40 [Eine Serienschaltung Abbildung 23a mit drei Lämpchen wurde aufgebaut]
L2: Ok und warum leuchten die jetzt weniger hell, insgesamt?
S5: Weil [überlegt] der Strom gleichmäßig ist aber so wenig Strom dass dazu fließt-
- 10:50 L2: Genau, weil alle Lampen einen Widerstand haben. Sie nehmen sich gegenseitig sozusagen den
- 11:00 Strom weg, kann man sagen. Ok, gut, dann machen wir eine, eine Serienschaltung und zu einer dieser Lampen eine Parallelschaltung.
S5: Ich?
L2: Ja.
S6 [gibt Schraubenzieher mit Kabel aus der Hand]: Na dann mach du
- 11:10 S4: Serienschaltung und eine zweite parallel.
[S5 trennt ein Lämpchen aus der Serienschaltung, schaltet zwei Lämpchen in Serie]
S4: So und jetzt-
L2: Und jetzt machst noch, machst noch eine Parallelschaltung.
- 11:20 S4: Leuchten die gleich hell?
S6: Ja.
- 11:30 [S5 schließt drittes Lämpchen parallel zu einem der beiden (Abbildung 23b)]
- 11:40 L2: Ja, jetzt haben wir wieder dasselbe Phänomen wie ganz vorher. Die [zeigt auf Lämpchen in Serie] nimmt denen [zeigt auf parallel geschaltete Lämpchen] den Strom weg. [S6 will eines der parallel geschalteten Lämpchen herausdrehen.] Deswegen leuchten die anderen weniger. Die leuchtet am hellsten [zeigt auf Lämpchen in Serie], weil die am nächsten bei der Batterie ist [nimmt Batterie und Lämpchen in Serie in die Hand].
S6 [nimmt Kabel eines der parallel zueinander geschalteten Lämpchen]: Aber ist es dann auch noch,
- 11:50 wenn wir das andere da anschließen? [schließt dieses Lämpchen parallel zu den zwei nun in Serie geschalteten Lämpchen (Abbildung 23c)]
L2 [leise]: Sehr gut.
S5 [lächelnd mit Schraubenzieher auf das nun hell leuchtende Lämpchen, das räumlich am weitesten von der Batterie entfernt ist, zeigend]: Aaaaah!
S4: Das leuchtet dann am hellsten. Da leuchtet jetzt die am stärksten, ja.
S6: Ja!
S5: Und wieso?
- 12:00 L2: Wieso dunkler nein, äh-
S5: Wieso die heller leuchtet. [S5 lacht]
S4: Na weil die den andern den Strom wegnimmt.
L2: (Weil) die eben auch den Strom wegnimmt, wie die anderen zwei.
S5: Ja, aber die sind doch nicht gleich parallel geschalten.
S4: Die nimmt von da drüben und von da drüben [zeigt von den beiden Knoten im Stromkreis zum einzeln parallel zur Batterie geschalteten Lämpchen hin].
- 12:10 S6: Na da [zeigt auf Pfeil in Abbildung 23c] im Stromkreis kann man es nicht anschließen oder?
L2: Was denn?
S6: Da kann man's dann doch nicht anschließen?
L2: Was willst du da anschließen?
S6: Na, wenn es heißt man darf sie auch nicht auf dem Gleichen anschließen und (das ist jetzt dann

- das Gleiche) oder? [S5 schließt Lämpchen so an, dass Abbildung 23d entsteht.]
- 12:20 S4: Da muss wieder-
S6: in die beiden gehen.
L2: Is wieder das. [überrascht]
S4: Wenn du's außen machst, dann ist die [zeigt auf {Lämpchen2}] ganz hell.
- 12:30 S5: Und wieso? [S6 schließt das Lämpchen wieder wie in Abbildung 23c an]
L2: Wieso die [zeigt] jetzt heller leuchtet?
S4 [gleichzeitig]: Weil die mehr Strom wegnimmt.
S5: Ja!
L2: Ja eben, weil die danach den Strom wegnimmt, weil die äh-
S4: Weil die die außen volle hat.
S6: Der #S4# sagt's, weil die die außen-
- 12:40 L2: Ja, der kennt sich aus der #S4#. [S5 schaut traurig und unzufrieden]
S6: Ich hab keine Ahnung wovon er redet.
L2: Ok.
S4: Na, das ist im Stromkreis ganz außen. Die anderen kriegen da weniger Strom, dadurch muss der (heller werden).
S6: Aso. Ja. [S5 klopft mit Schraubenzieher nervös auf Tischplatte, blickt in Kamera]
- 12:50 L2: Eigentlich haben wir jetzt alle Versuche durch.
S6 [zur Erklärung von S4, nicht ernst gemeint]: Ich verstehe! [lacht]

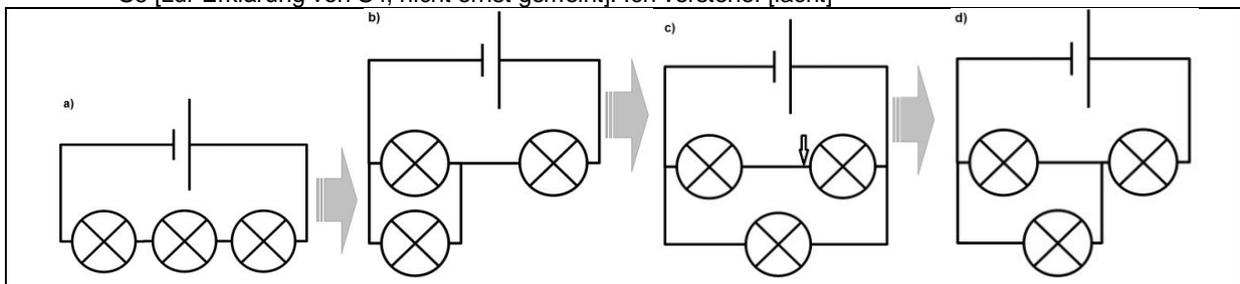


Abbildung 23a bis d: Zur Illustration der Vorstellungen in Ankersequenz 47.

Bei Abbildung 23a äußerte S5 eine nicht zuordenbare Vorstellung und L2, der gar nicht richtig zuzuhören schien, entgegnete mit Bestätigung und der von der „Stromwegnahme-Vorstellung“ ausgehenden Sharing-Vorstellung. Als Abbildung 23b gebaut wurde, versuchte L2 die relative Helligkeit der Lämpchen wieder mit der „Stromwegnahme-Vorstellung“ zu erklären und entwickelte noch eine Entfernungsvorstellung, „zur Rechtfertigung“ warum das in Serie geschaltete Lämpchen heller leuchte. Auch Entfernungsvorstellungen traten bereits beim Mentoring auf (bei L6 und L7, vgl. Tabelle 18, S.97), diese unterschieden sich aber ein wenig von dieser hier von L2 geäußerten (s. Ankersequenz 3, S.99). Schließlich baute S6 die Schaltung in Abbildung 23c, bei der sich die relative Helligkeit der Lämpchen nicht mehr mit der Entfernungsvorstellung erklären ließ. L2 argumentierte dann „nur noch“ mit der „Stromwegnahme-Vorstellung“ im Sinne einer Verbrauchsvorstellung. S5 war nicht zufrieden mit der Erklärung von L2. Daraufhin äußerte S4 eine Zwei-Wege-Zuführungsvorstellung für die Lampen. Es scheint so, als hätte der Tutee angenommen, dass die beiden in Abbildung 23c in Serie geschalteten Lampen jeweils „nur von einer Seite Stromzufuhr erhalten“, während die parallel zu den beiden geschaltete Lampe „von beiden Seiten Stromzufuhr erhält“. Die Besorgnis von S6, das erwähnte Lämpchen dürfe nicht an der in Abbildung 23c mit dem Pfeil markierten Stelle angeschlossen werden, ist nicht ganz nachzuvollziehen, rührte aber womöglich von der Erklärung eines Kurzschlusses durch L2 (Gruppe 2 – Video 1, Minute 03:40ff, Anhang B.2). Nach Anschluss des dritten Lämpchens wie in Abbildung 23d dargestellt, zeigten sich alle Akteure überrascht, dass die Lämpchen wie in Abbildung 23b leuchteten und weder die Tutees noch der Tutor schienen die Äquivalenz von Abbildung 23b und d tatsächlich zu erkennen. Als Antwort auf die Tutee-Frage von S5, welche nach einer

Erklärung für die relative Helligkeit der Lämpchen bat, entgegneten nun sowohl S4 als auch L2 wieder nur mit der „Stromwegnahme-Vorstellung“, die sich offenbar auch mit der Zwei-Weg-Zuführungsvorstellung von S4 vereinbaren ließ, welche die anderen Akteure aber nicht nachvollzogen. Somit scheinen sich Hybridvorstellungen aus den unterschiedlichen Vorstellungen der Akteure herangebildet zu haben.

An die inadäquate Vorstellung von S4 anknüpfend ließe sich aber womöglich mit Hilfe des Konzepts der Potentialdifferenz eine adäquate Vorstellung entwickeln, wenn das Konzept von S4 nicht vom Strom ausgehen würde. Insofern wäre Vorsicht geboten, um eine Gleichsetzung von Strom und Spannung, wie sie etwa im Mentoring von L4 geäußert wird (Mentoring-Video 2, min 19:40, Anhang A2) und auf Seite 6 erklärt ist, zu vermeiden. Auch bei L2 dürfte eine nicht ausreichende Differenzierung der Begriffe Strom und Spannung vorliegen, da dieser den Begriff „Stromspannung“ verwendete (Gruppe 2 – Video 1, min 42:30, Anhang B.2).

Während L1 gleich zu Beginn des Cross Age Peer Tutoring versuchte, den Begriff Strom zu definieren, geschah in der Gruppe 2 nichts dergleichen, womit mit dem Begriff für jeden Akteur sehr unterschiedliche und diffuse Bedeutungen verknüpft gewesen sein dürften. Die Tutees von L1 sprachen ebenso von der „Wegnahme“ von Strom (z.B. Ankersequenz 20 und Ankersequenz 21), L1 versuchte aber die Tutees dazu zu bewegen, diese Vorstellung zu überwinden, während L2 diese Vorstellung selbst noch aufwies und sie somit bei den Tutees wohl noch festigte.

Die „Stromwegnahme-Vorstellung“ führte gegen Schluss der Cross Age Peer Tutoring-Intervention sogar zum Bau sehr eigenwilliger Parallelschaltungen durch S6, da er meinte die Lämpchen nähmen sich gegenseitig den Strom weg (siehe Abbildung 24 sowie Ankersequenz 49).

Ankersequenz 49 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 2, Anhang B.2)

- 08:50 [S6 schließt weiteres Lämpchen parallel, jedoch an je einem Lämpchen [s. Abbildung 24]
L2: Öh.
S6: Damit's beiden gleichmäßig den Strom wegnimmt. Das is so hell [lacht]
S4: (...)
- 09:00 L2: schließ einfach (...) an (...) parallel
[S6 schließt viertes Lämpchen parallel]
- 09:10 S6: Ah das blendet voll
L2: Ja, das blendet.
- 09:20 S6: Aber eine allein blendet mehr.
L2: Naja.
[S6 schließt weiteres Lämpchen parallel; wieder an zwei unterschiedlichen Lämpchen]
- 09:30 L2: Wieso schließt du die eigentlich immer wo anders an?
- 09:40 S6: Damit sie sich gleichmäßig ähm wegnimmt den Strom.
L2: Das würd auch so nix ändern, oder?
S6: Ist egal [lacht], ist verwirrender.
[S4 lacht]

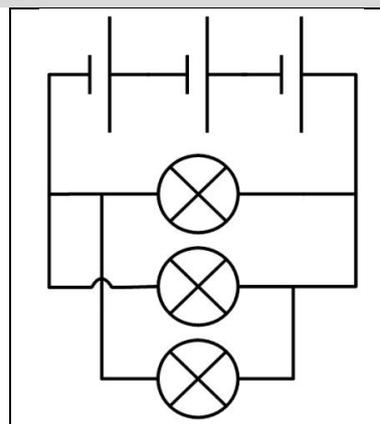


Abbildung 24: Zum Nachvollzug der "Strom-Wegnahme-Vorstellung" und lokalen Vorstellung von S6 und L2

Die Form, welche die „Stromwegnahme-Vorstellung“ hier annahm, ist unklar, könnte jedoch möglicherweise die lokale, die Zweiwegzuführungs- sowie eine Verbrauchs-Vorstellung in einer diffusen Hybridvorstellung verknüpfen. Ob die Schülervorstellungen des Tutees S6 tatsächlich derart komplex waren oder lediglich unreflektiertes Ausgehen von

Alltagsvorstellungen darstellten, konnte durch die Videoanalyse nicht festgestellt werden. Möglicherweise könnte ein zu konstruierendes Test-Item, in dem unterschiedliche aussehende aber äquivalente Schaltungen abgebildet sind, welchen der Lernende die Attribute „Die Lämpchen der Schaltung x leuchten gleich hell.“ oder „Die Lämpchen der Schaltung y leuchten unterschiedlich hell.“ begründet zuordnen soll, derartige Hybrid-Konzepte identifizierbar und damit auch verständlicher machen.

L2 war sich mit seinem Hinweis, dass die Anschlussstelle für die relative Helligkeit der Lämpchen belanglos ist, unsicher und gab, womöglich aufgrund von Widersprüchlichkeiten, welche von lokalen Vorstellungen herrühren könnten, auch keinen Grund dafür an.

In Ankersequenz 49 findet sich auch eine Beobachtung von S6, der zu erkennen glaubte, dass ein Lämpchen in einer Schaltung heller leuchtet als einzelne parallel geschaltete. Entweder diese Beobachtung wurde von der Verbrauchsvorstellung von S6 beeinflusst oder der Tutee erkannte einen tatsächlichen Helligkeitsunterschied aufgrund des Innenwiderstandes der bei größerer Last erkennbar wird. In Realexperimenten ist mit solchen Beobachtungsurteilen natürlich immer zu rechnen und darauf zu achten, dass Lernende keine inadäquaten Schlussfolgerungen aus ihnen ziehen, was hier trotz Hinweis im Mentoring (s. Ankersequenz 9, S.104) wohl leider nicht zu verhindern war.

Ankersequenz 50 zeigt sequentielle Vorstellungen des Tutees S6 sowie deren Verknüpfung mit einer inversen Widerstandsvorstellung auf, die bei Bearbeitung einer dem Item F4 (Seite 74) entsprechenden Aufgabe des Arbeitsblattes (siehe Anhang B1) auftraten.

Ankersequenz 50 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- S4 [zu S6]: R_2 wird verändert.
 44:50 S6: Das davor wird natürlich stärker.
 45:00 [S5 schaut in die Luft]
 S6: I-eins und I-zw- na ähh [schüttelt Kopf] I_2 wird stärker.
 L2: I_2 wird stärker sagst du? Ok, was sagst du? [zu S4]
 S4: I_2 wird schwächer.
 45:10 L2: Du sagst I_2 wird schwächer. Und warum sagst du I_2 wird schwächer? Oder warum glaubst du?
 S4: Na der Widerstand da wird größer.
 S6: Aso I_2 is ja davor oder?
 L2 [zu S4; nickend] Jaaa. [zu S6:] Nein, I_2 ist das Letzte da hinten. [L2 und S4 zeigen]
 S6: Aber da ist doch das R_2 und das davor wird größer?!
 [S5 schaut in die Luft]
 45:20 L2: Ja, das R_2 wird erhöht, ja.
 S4 [gleichzeitig]: Das wird erhöht.
 S6: Ja, das ist ja dann nachher oder?
 L2: Was?
 S6: Das ist aber nach I_2 ?
 L2: Ja aber das ist der Strom vorher.
 S4: Ja aber der Strom fließt da durch.
 L2: Der Strom fließt da durch.
 45:30 S6: Ooh!
 L2 [zu S6]: Also du sagst I_2 wird größer, aah, wird, wird kleiner, oder was?
 [S5 spielt mit Draht und Lämpchen in der vorhin gebauten Schaltung]
 S6 [schaukelt mit Sessel]: Aah na dann wird I ein-, ah [schüttelt Kopf] keine Ahnung [lächelt].
 L2: Also I im Gesamten würden wir sagen wird kleiner. [schaut ernst in Kamera] Also das normale
 45:40 I. I_1 , also I_2 wird eben auch kleiner, weil der Widerstand kleiner wird. Das ist auch eine Vermutung
 45:50 und das I_1 bleibt pssssch gleich. Hm. Moment kurz. Komme gleich. [L2 bittet L5 um Hilfe]

Stünde nur Item F4 zur Überprüfung zur Verfügung, könnte man meinen, der Tutee wiese eine inverse Widerstandsvorstellung auf, weshalb diese Vorstellung auch als solche kodiert und in Tabelle 37 angeführt wurde. Jedoch schien S6 tatsächlich eine Sequentielle

Vorstellung aufzuweisen und anzunehmen, der Strom stau sich vor dem Widerstand auf und werde daher größer (eine Kodierung erfolgte somit auch als Seq (Stau)).

Neben den Vorstellungen von S6 äußerte L2 auch, dass I_2 bei kleiner werdenden Widerstand abnehmen würde und es wurde daher eine Kodierung der inversen Widerstandsvorstellung vorgenommen, doch war diese Aussage möglicherweise hier nur ein „Lapsus“ und keine tatsächliche Fehlvorstellung.

Dass alleine die Aussagen, der Strom fließe durch den Widerstand ein Überdenken der sequentiellen Vorstellungen seitens S6 und damit den mit dem Testinstrument festgestellten Konzeptwechsel (s. Tabelle 21, Seite 110) einleitete, ist zu bezweifeln. Ein weiteres Indiz dafür, dass das Cross Age Peer Tutoring selbst nicht die alleinige Ursache für die Überwindung darstellte, ist, dass der Tutee kurz vor Schluss der Interaktion deutlich sequentiell argumentierte (vgl. Ankersequenz 51).

Ankersequenz 51 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 2, Anhang B.2)

05:50 L1: [...] was passiert, wenn man, wenn man bei einer Serienschaltung, die die La-, eine Lampe raus schraubt?

S6: Die anderen gehen aus. Also wenn's die erste ist, gehen die anderen aus.

Es könnte sich bei dieser Vorstellung, bei welcher der Akteur womöglich annahm, dass die Lämpchen nur erlöschen, wenn „das erste“ Lämpchen entfernt wird, nicht nur um eine sequentielle sondern gar um eine Ein-Weg-Zuführungsvorstellung (vgl. S.5) handeln. Dies macht darauf aufmerksam, dass S6 bereits am Pre-Test diese Vorstellung sehr häufig aufwies (vgl. Tabelle 21, S.110, sowie S.191ff) und zeigt den engen Zusammenhang der sequentiellen Vorstellung mit der Ein-Weg-Zuführungsvorstellung auf.

Die Vorstellungen zur Geometrie wurden vor allem für jene Sequenzen kodiert, an denen deutlich war, dass die Akteure an Stromkreisen ohne klares Ziel bauten und sodann Vorstellungen sehr diffus mit der Lage der Bauteile im Stromkreis in Zusammenhang brachten, weshalb bei manchen Schaltungen angenommen werden musste, dass nicht klar war, welche Schaltung überhaupt vorlag.

Einige der ebenso als „andere Vorstellung“ kodierten Hybridvorstellungen wurden bereits erläutert. Hier sei noch erwähnt, dass vor allem L2 bei Auseinandersetzung mit diversen Schaltungen immer wieder recht unklare Erklärungen abgab, denen keine oder aber eine Vielzahl an Vorstellungen zugeordnet werden könnten und somit dementsprechend als „andere Vorstellung“ kodiert wurden. Oft hingen diese Vorstellungen mit der „Stromwegnahme-Vorstellung“ oder mit einer unklaren Vorstellung vom elektrischen Widerstand zusammen. Auch wies L2 eine inadäquate Vorstellung zum Begriff des Kurzschlusses auf (z.B. Gruppe 2 – Video 1, min 22:20, Anhang B.2), die mit einer Vorstellung zum Wirkungsgrad vermischt sein dürfte, eventuell aber auch vom Einholen der Schülervorstellungen beim Mentoring herrührte. L2 war zudem, aufgrund mangelnder Aufmerksamkeit bei der Behandlung der Thematik im Mentoring (vgl. Beobachtungsprotokoll, Anhang A2), nicht bekannt, wie Batterien in Serie geschaltet werden, sodass die Spannungen addiert werden (z.B. Gruppe 2 – Video 1, min 17:20ff, Anhang B.2). Batterien wurden wiederholt kurzgeschlossen oder parallel geschaltet. Erst im Laufe der Cross Age

Peer Tutoring-Intervention schien sich der Tutor an die Serienschaltung von Batterien zur Spannungsaddition zu erinnern, er artikuliert jedoch nicht, warum ihm plötzlich klar war, wie die Schaltung zu bauen ist (Gruppe 2 – Video 1, min 37:20ff, Anhang B.2) und erklärte nicht, dass es sich um eine Serienschaltung von Batterien handle. Auch die bereits erwähnte Verwendung des Begriffes „Stromspannung“, die auf eine nicht ausreichende Differenzierung der beiden Begriffe hindeutet (Gruppe 2 – Video 1, min 42:30, Anhang B.2; vgl. a. S.187 und S.6) wurde als „andere Vorstellung“ kodiert. Auch die Funktionsweise eines Glühlämpchens dürfte L2 nicht bekannt gewesen sein, so erklärte er S5 nicht, wie und warum ein Lämpchen ohne Fassung zum Leuchten gebracht werden kann, was folgende Ankersequenz verdeutlichen soll:

Ankersequenz 52 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- S5 [nimmt ein Lämpchen ohne Fassung, versucht es mit einem Kabel zu verbinden, bemerkt dass es nicht leuchtet und zeigt ein Lämpchen mit Fassung]: Muss das denn da so drin sein?
 24:10 L2: Was? Ja, das sollte eigentlich schon da drin sein (ich glaub das gehört so).

Ein Glühlämpchen mit einem Draht und einer Batterie zum Leuchten zu bringen, bietet sich also nicht nur zum Training jüngerer Lernender an, sondern ist somit wohl auch als geeigneter Einstieg beim Mentoring von Schülerinnen und Schülern der AHS-Oberstufe nach wie vor angebracht, wie auch etwa eine Studie an High-School-Senior-Studenten von Evans (1978, zit. nach Gott in Duit et al. 1985, S.56) einsichtig macht.

S4 wies eine weitere Vorstellung in Zusammenhang mit Widerständen auf, so schien er zu meinen, dass ein Büroklammer-Draht einen größeren Widerstand aufweise als ein Glühlämpchen, was an folgender Ankersequenz verdeutlicht sei.

Ankersequenz 53 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- S4: Wir könnten's eigentlich ohne Lampen schalten.
 10:10 S6: Ohne Lampen? Ja, dann wär's sehr interessant. Können wir schauen-
 S4: Dazwischen a Metall, a Büroklammer rein geben, dann leuchtet das nicht wegen dem Widerstand.

Diese Ankersequenz zeigt auch, dass das von L2 äußert oberflächlich erklärte Prinzip eines Kurzschlusses (Gruppe 1 – Video 1, min 03:50, Anhang B.2) von den Tutees nicht nachvollzogen werden konnte und, wie bereits erwähnt, auch L2 keine tiefgehend reflektierte Vorstellung aufwies.

Abschließend ist zu sagen, dass die Tutees aus Mangel an Erfahrung und aufgrund zahlreicher inadäquater Vorstellungen einen großen Respekt und sogar Angst vor dem für sie scheinbar nach wie vor mysteriösen Phänomen Elektrizität auch in Zusammenhang mit den einfachen mit 4,5 Volt-Flachbatterien hergestellten Gleichstromkreisen zu haben schienen, so zuckte S6 mehrmals, beim Versuch Batterien miteinander zu verbinden, aus Angst sich zu elektrisieren zurück (min 36:20ff, Video 1, Anhang B.2). Auch der Begriff „Kurzschluss“ flößte den Akteuren und dabei vor allem L2 scheinbar primär Angst ein (vgl. Gruppe 2 – Video 1, min 22:30, Anhang B.2), da L2 besonders vor der Gefahr einer Batterie-Explosion oder eines Kabelbrandes gewarnt hatte (Gruppe 2 - Video 1, min 03:50, Anhang B.2) aber, wie erwähnt, nicht die Bedeutung des Begriffs adäquat erläuterte. Dass die Akteure selbst mehrere Male die Batterien unbeabsichtigt kurzschlossen, wurde jedoch scheinbar selten von einem der Teilnehmenden tatsächlich bemerkt.

- *Vergleich der identifizierten Vorstellungen mit den Testergebnissen*

Wie bereits auf Seite 147ff für die Gruppe 1, soll auch hier ein Vergleich der durch Videoanalyse des Cross Age Peer Tutoring entdeckten Vorstellungen mit den mit dem Test-Instrument identifizierten Vorstellungen angestellt werden, um die beiden Analyseinstrumente miteinander zu vergleichen und abermals die Validität des Testinstruments zu überprüfen.

Vorstellung	L2			S4			S5			S6		
	Pre	Video	Post	Pre	Video	Mid	Pre	Video	Mid	Pre	Video	Mid
1W										✓	✓	-
2W	n.l.	-	n.l.	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
V	n.l.	✓	n.l.	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	f./-
Sh	n.l.	✓	n.l.	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-
invR	f.	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-
Seq	n.l.	✓	n.l.	✓	-	-	✓	-	✓	✓	✓	f./-
Lok	f.	✓	-	-	-	-	n.l.	-	n.l.	n.l.	✓	n.l.
E	n.l.	✓	n.l.	-	-	-	-	-	✓	-	-	-
Geo	✓	✓	✓	n.l.	✓	n.l.	n.l.	✓	n.l.	n.l.	✓	n.l.
kl	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓
kpR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-
Rsup	n.l.	-	n.l.	✓	-	✓	✓	-	✓	-	-	-

Tabelle 39: Mit der Videoanalyse vorgefundene Vorstellungen der Gruppe 2 im Vergleich mit den mit dem Testinstrument vorgefundenen Vorstellungen; ✓...Vorstellung vorgefunden; - ... keine Vorstellung vorgefunden; n.l. ... kein Item für die betreffende Vorstellung im Testinstrument vorhanden; f. ... im Testinstrument nicht bearbeitetes Item; Hybridvorstellungen wurden in Einzelvorstellungen geteilt; andere nicht zuordenbare Vorstellungen wurden nicht angeführt.

Nicht aufgefunden werden konnte mit dem Testinstrument die Zwei-Weg-Zuführungsvorstellung von S4, wobei diese in der Videoanalyse bei einer Parallelschaltung auftrat (vgl. Ankersequenz 48, Seite 185) und mit dem Testinstrument nur mit dem Item A1 eindeutig identifiziert werden könnte.

Statt der lokalen Vorstellung, welche mit Hilfe der Videoanalyse am Tutor identifiziert wurde, konnte bei L1 mit dem Testinstrument lediglich eine Konstantstromvorstellung gefunden werden, welche aber wiederum im Video nicht ersichtlich war. Aufgrund der Vielzahl an diffusen Hybridvorstellungen ist es jedoch nicht verwunderlich, dass mit unterschiedlichen Forschungsinstrumenten nicht gänzlich dieselben Vorstellungen aufgefunden werden konnten.

Auch aufgrund der Bearbeitung der Items C1 bis C3 im Mentoring konnten Vorstellungen bei L2 identifiziert werden, die nun auch mit Hilfe der Videoanalyse entdeckt wurden (Seq, Geo, kl; vgl. Tabelle 19, S.101).

Bezüglich Item F4, bei dem keine Vorstellung zur Auswahl der Distraktoren durch L2 gefunden werden konnte, hat der Tutor womöglich aufgrund oberflächlicher Betrachtung der Distraktoren I_{ges} mit I_1 nur verwechselt. Diese Vermutung sei daher angeführt, da das betreffende Item beim Cross Age Peer Tutoring von ihm nach einiger Anstrengung und Hilfe von L5 adäquat gelöst werden konnte und der Tutor schließlich sogar eine zwar etwas oberflächliche, jedoch angemessene Erklärung angab, die aber seine Tutees nicht mehr wirklich zu interessieren schien (siehe Ankersequenz 54).

Ankersequenz 54 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- 46:30 L2 [kommt zurück]: Gut, also es ist wirklich so. I im Gener-, also I im Ganzen wird einmal verkleinert, eben wegen dem Widerstand. I1 bleibt gleich, weil sich da überhaupt nichts ändert.
S5 [gleichzeitig (streitet mit S6)]: (...) bitte
L2: Hört ihr mir zu oder-
S5 [gleichzeitig]: (...)
- 46:40 L2: Und ähm I₂ wird, wird, wartet das zei-, wo ist ein Stift, haben wir einen Stift, da ist ein Stift. Also I wird immer kleiner [kreuzt auf Arbeitsblatt von S6 an][Glocke beginnt zu läuten]
S6: I wird kleiner.
- 46:50 S4: I-Gesamt. Der gesamte Strom
L2: Das gen- ge-. Also der- das Gesamte wird kleiner, wegen den Widerständen.
S5: Pause machen?
L2: I1- [zu S5:] Moment. [zu allen:] I₁ bleibt gleich.
[Glocke hört auf zu läuten]
- 47:00 L2: weil der is, weil es is- weil der da Widerstand nicht verändert wird. Und I₂ wird wieder kleiner,
47:10 weil der Widerstand eben verändert wird. [S5 und S13 springen auf und gehen davon] [S6 steht auf]
L2: Habts, habts das verstanden mit dem Widerstand.
S6: Ja, so (...)
S4: (...) [lacht] [L2 geht davon]
- 47:20 S6: [öffnet Stromkreis an zwei Stellen] Damit kein- Damit nix verbraucht wird.
47:30 [S4 und S6 verlassen Arbeitsplatz, gehen zu Nachbargruppe.

Diese Ankersequenz macht neben einer der auch in Tabelle 37 auf Seite 183 angeführten Verbrauchsvorstellungen von S6 zudem auf die Stimmung in der Cross Age Peer Tutoring-Situation aufmerksam, die von Zankereien und Desinteresse geprägt war und deren Einfluss auf den Lernfortschritt der Akteure in Kapitel 4.4.3.11 näher erläutert wird.

Die mit dem Testinstrument identifizierten sequentiellen Vorstellungen von S5 fielen während der Videoanalyse nicht auf, da S5 während der Cross Age Peer Tutoring-Intervention beinahe ausschließlich Vorstellungen in Verbindung mit der „Strom-Wegnahme“ aussprach.

Die bereits erwähnten Verbrauchsvorstellungen von S6 und sequentielle Vorstellungen sowie Ein-Weg-Zuführungsvorstellungen seinerseits kamen am Pre-Test sehr häufig vor und auch während der gesamten Cross Age Peer Tutoring-Intervention konnten die Vorstellungen identifiziert werden, wobei sich jedoch die Ein-Weg-Zuführungsvorstellung durch die Videoanalyse nicht deutlich von der Sequentiellen Vorstellung unterscheiden lies (wie oben bereits an Ankersequenz 51 gezeigt). Beim Pre-Test gab der Akteur an, dass ein Glühlämpchen (oder Motor) in einem Stromkreis den gesamten oder einen Teil des Stroms verbrauche (vgl. Tabelle 21, S.110), deshalb trifft sowohl die „no current in return path“ – Vorstellung nach Osborne (1983, S.74, zit. nach Tallant, 1993, S.12) als auch das „less current in return path“ – Modell nach Osborne (1983, S.74, zit. nach Tallant, 1993, S.12) auf die Vorstellungen von S6 zu. Letztere Vorstellung ist in der Identifikation auch kaum mehr von der sequentiellen Vorstellung zu differenzieren (vgl. Seiten 5, 7 und 9).

Beim Mid-Test waren diese Vorstellungen jedoch nicht mehr identifizierbar. Auch S4 weist die sequentielle Vorstellung am Mid-Test nicht mehr auf. Dies weist auf einen Konzeptwechsel der Akteure hinsichtlich dieser Vorstellungen hin. Welche Einflüsse diesen bereits im Cross Age Peer Tutoring vermittelt haben könnten, sei unter anderem im folgenden Kapitel untersucht.

- *Konzeptwechsel und strukturelle sowie kognitive Einflussfaktoren*

Die Betrachtung der Darstellung oben beschriebener inadäquater Schülervorstellungen bei der Cross Age Peer Tutoring-Intervention, besonders jene auf Seiten des Tutors, lässt bereits eine Konzeptwechselstagnation oder einen negativen Konzeptwechsel der Akteure erwarten. Während sich die Vorstellungen von L2 lediglich hinsichtlich der Geometrie von Schaltbildern ein wenig den angemessenen Konzepten angenähert haben, stagnierten die Konzepte von S4 im Gesamten betrachtet (ein positiver und ein negativer Konzeptwechsel) und S5 vollzog einen negativen Konzeptwechsel. Überraschend war jedoch das Ergebnis des Mid-Tests von S6, der zwar zwei Items dieses Testinstruments nicht bearbeitete jedoch keine sequentiellen und Verbrauchsvorstellungen mehr anführte. Da dieser den Pre-Test im gesamten inadäquat beantwortete sind in Tabelle 40 bei diesem Akteur nur Konzeptstagnationen und positive Konzeptwechsel angeführt.

	L2		S4		S5		S6	
	KW bei Tests (Anteil*)	KW-Indizien im Video (Anteil**)	KW bei Tests (Anteil*)	KW-Indizien im Video (Anteil**)	KW bei Tests (Anteil*)	KW-Indizien im Video (Anteil**)	KW bei Tests (Anteil*)	KW-Indizien im Video (Anteil**)
positiver Konzeptwechsel (KW)								
Geo → Ok	2 (67%)	2 (0,5%)						
Seq → Ok			1 (17%)	2 (0,5%)	1 (17%)	1 (0,3%)	2 (33%)	2 (0,5%)
Seq(Stau)/kein I → Ok					1 (17%)	1 (0,3%)		
1W → Ok							3 (60%)	2 (0,5%)
invR → Ok							1 (25%)	0
Konzeptstagnation								
Geo → Geo	1 (-)	1 (0,3%)						
Rsup → Rsup	1 (-)	0						
V → V			2 (-)	16 (4,3%)				
? → Seq (Stau) / V					1 (-)	18 (4,9%)		
Rsup&Stau → invR&Rsup					1 (-)	2 (0,5%)		
kl → Seq (Stau) / kein I					1 (-)	2 (0,5%)		
kl → kl							1 (-)	0
V → kl							1 (-)	0
kpR&kl → fehlt							1 (-)	0
Seq (Stau) / V → fehlt							1 (-)	0
negativer Konzeptwechsel								
Ok → I _{ges} > I ₁₊	1	0						
fehlt → kl	1	0						
fehlt → invR	1	1 (0,3%)						
Ok → V			1	16 (4,3%)				
Ok → E/Seq					1	1 (0,3%)		
Ok → Seq					1	2 (0,5%)		
Ok → Seq (Stau) / kein I					1	2 (0,5%)		

Tabelle 40: Mit dem Testinstrument erfasste Konzeptwechsel der Gruppe 2 und mit der Videoanalyse identifizierte Indizien dafür; *die Berechnung des Anteils der Konzeptwechsel an den Testinstrumenten wird im Fließtext erläutert, **der Anteil der Konzeptwechselindizien wird berechnet indem die entsprechend kodierten 10s-Sequenzen durch die Gesamtzahl der 10s-Sequenzen dividiert wird (durch 371).

Tabelle 40 gibt die mit Hilfe der Videoanalyse erfassten, vermuteten Beiträge zu einem Konzeptwechsel sowie in Klammer den Anteil an der Gesamtinteraktion wieder und stellt sie der Anzahl der mit dem Testinstrument erfassten Konzeptwechsel gegenüber. Die Indizien für positiven Konzeptwechsel sind äußerst spärlich und selbst diese wenigen sind nicht als Beleg, sondern nur als Hinweis zu deuten. Die Indizien für Konzeptstagnation sind vor allem in den häufig vorkommenden „Leerlaufphasen“ der Interaktion zu sehen (siehe etwa Seite Ankersequenz 67, S.208 oder Ankersequenz 68, S.210) und wurden nicht angeführt, wenn die Interaktion nicht die Annahme einer bestimmten Vorstellung nahelegte. Dass vor allem negative Konzeptwechselindizien sowie Konzeptstagnationsindizien für die Verbrauchsvorstellung kodiert wurden, liegt am oben beschriebenen häufigen Vorkommen der „Stromwegnahme-Hybrid-Vorstellungen“.

Für die positiven Konzeptwechsel ist wieder, wie bei Gruppe 1, deren Anteil am Test angegeben (vgl. S.149). Letzter Anteil wurde – wie auch für Gruppe 1 – ermittelt indem die Anzahl der verzeichneten Konzeptwechsel des jeweiligen Konzepts durch die Anzahl der Items dividiert wurde, mit welchen die betreffende Zielvorstellung (bei positivem Konzeptwechsel) grundsätzlich identifizierbar war. Bei einem Vergleich der mit der Videoanalyse festgestellten Konzeptwechselindizes mit den bei der Bearbeitung des Testinstruments eingetretenen positiven Konzeptwechseln wurden hier jedoch keine Korrelationen gefunden. Ob die Konzeptwechselindizes also für die positiven Konzeptwechsel verantwortlich gemacht werden können, ist fraglich, sie seien aber dennoch in Ankersequenzen dieses Kapitels angeführt.

Die Anteile der Konzeptstagnationen und negativen Konzeptwechsel am Test wurden, wie bei Gruppe 1, auch hier nicht berechnet und daher auch keine Korrelationen mit den Anteilen der Indizes für Konzeptstagnationen und negative Konzeptwechsel an der Gesamtinteraktion, welche in Tabelle 40 ersehen werden können, bestimmt.

Im Folgenden seien die aufgefundenen strukturellen und kognitiven Einflussfaktoren aufgelistet, welche den Konzeptwechsel möglicherweise beeinflusst haben könnten.

Einflussfaktoren	Gesamt	L2	S4	S5	S6
5.1-A2 Aufgabenstruktur herausfordernd	0,8%	0,8%	(0,8%)		(0,8%)
5.1-B1 Optimale Wahlfreiheit	0,3%	0,3%	(0,3%)	(0,3%)	(0,3%)
5.1-B2 Optimales Anforderungsniveau	0,8%	0,8%	(0,8%)		(0,8%)
5.1-E2 Coaching	0,8%	0,8%	(0,8%)		(0,8%)
5.1-E3 Alltags-Denkweise	1,9%	1,3%			0,5%
5.1-E3 Kognitiver Konflikt	0,3%	0,3%			
5.1-F2 Fading	0,3%	0,3%	(0,3%)	(0,3%)	(0,3%)
5.1-F4a Motivation unterstützend – Autonomieunterstützung	0,3%	0,3%	(0,3%)	(0,3%)	(0,3%)
5.1-F4b Motivation unterstützend – Kompetenzunterstützung	1,3%	1,3%	(1,1%)	(0,8%)	(1,1%)
5.1-G6 Gruppenstruktur – Rollenspiel	2,2%				
5.3-A1 Domänenspezifisches Wissen	2,7%	2,7%			
5.3-A7 Vorkenntnisse (Mentoring)	1,3%	1,3%			
5.3-B1a Wissenswiedergabe – einfache Zusammenfassung	3%	3%			
5.3-B1b Wissenswiedergabe – Beschreibung in Alltagssprache	3%	3%			
5.3-B2b Wissenskonstruktion – Schlussfolgerung	0,5%	0,3%	0,3%		

Tabelle 41: Anteil der kodierten strukturellen sowie kognitiven Einflussfaktoren der Gruppe 2 an der Interaktion im Gesamten und je Akteur, der den Einfluss ausübt oder von ihm betroffen ist (letzterer Anteil in Klammer); 100% = Summe aller 371 10-Sekunden-Sequenzen

Der Anteil eines Teilnehmenden kann, wie bereits bei Gruppe 1 erwähnt, maximal den Gesamtanteil des jeweiligen Einflussfaktors am Tutoring-Geschehen erreichen und bedeutet dann, dass alle für die betreffende Kategorie kodierten Sequenzen auch für den jeweiligen Akteur dementsprechend kodiert wurden. Ist ein Prozentanteil in Klammer angeführt bedeutet dies, dass der jeweilige Tutee, bei dem der Wert angegeben ist, zwar diesen Einfluss nicht ausübte, jedoch davon betroffen war. Ist kein Wert angegeben, kann nicht genau ausgemacht werden, wer oder ob jemand von dem ausgeübten Einflussfaktor betroffen ist. An Tabelle 41 erkennt man auch, dass für Gruppe 2 noch weniger der in Tabelle 17 angeführten, aus der Theorie abgeleiteten strukturellen und kognitiven Einflussfaktoren durch die Videoanalyse aufzufinden waren als für Gruppe 1.

L2 gestaltete die Aufgabenstruktur nur kaum, sondern hielt die Tutees lediglich dazu an, die Aufgaben auf dem Angabeblatt zu bearbeiten und versuchte sie dabei sowie bei ihren eigenen Versuchen zu unterstützen.

Eine Coaching-ähnliche Sequenz konnte kodiert werden nachdem L2 einfiel, wie Spannungsquellen addiert werden können und als er S6 dabei unterstützte, die Batterien in Serie zu schalten (Gruppe 2 – Video 2, min 8ff, Anhang B.2). Diese Situation stellte für die Akteure auch eine gewisse Herausforderung auf für sie optimalem Anforderungsniveau dar. S5 arbeitete in dieser Phase des Cross Age Peer Tutoring jedoch kaum mehr mit, wobei die Gründe dafür im Kapitel 4.4.3.11 erläutert sind.

Als Fading, Autonomieunterstützung und „optimale Wahlfreiheit“ wurde lediglich die erste Anregung zur Eigenaktivität durch L2 kodiert (Gruppe 2 – Video 1, min 01:10, Anhang B.2): L2: „*Wollt ihr es vielleicht machen*“). Da jedoch im weiteren Interaktionsverlauf keine dem Modelling oder Scaffolding ähnlichen Sequenzen entdeckt werden konnten und die Tutees wiederholt Unterstützung zur Überwindung ihrer Schülervorstellungen gebraucht hätten, wurde jede weitere Anregung zur selbsttätigen Arbeit nicht als solche Sequenz interpretiert.

Die in Ankersequenz 55 dargestellte inadäquate Vorstellung zur Spannungsaddition seitens L2, der womöglich meinte man schließe Batterien kurz, wenn man ihre gleichnamigen Pole verbindet, wurde (neben anderen alltagssprachlichen Ausdrücken der Akteure) als Alltags-Denken kodiert, da es denkbar ist, dass sie vom Vorgang des Batterien-Einlegens in diverse Geräte herrührt.

Ankersequenz 55 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

17:20 [...]

L2: Schließ einmal die Batterie an.

S6: Wie da muss man erst einmal [führt Kabel an neue Batterie heran]

L2: Plus-Minus, Minus-Plus. Bloß nicht Plus-Plus, sonst haben wir ein Problem.

Als kognitiver Konflikt wurde das auf diese Ankersequenz folgende Kurzschließen der Lämpchen kodiert, das anhand Ankersequenz 56 gezeigt sei.

Ankersequenz 56 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

18:00 [Alle S schauen verblüfft]

L2 [schließt Kabel an zweite Batterie an]: Jetzt ist die Frage. Wird's stärker? [S4 schaut genau hin, L2 [schließt Batterien kurz. Die Lämpchen erlöschen.]: Nimmt Kabel wieder weg]

L2: Taaa! Gar nichts mehr.

[S6 lacht leise]

S5 [lacht etwas verächtlich und verzweifelt]: Wieso?

L2: Ich vermute mal, es ist ein typisches ähm- [trennt auch zweites Kabel mit dem Batterien miteinander verbunden sind wieder].

Das Misslingen des Experiments war L2 sichtlich unangenehm, er tat daher so als wäre das Ergebnis beabsichtigt. Der durch das Experiment ausgelöste kognitive Konflikt kann jedoch, wie etwa auf Seite 14 und 19 erläutert, keinen Konzeptwechsel abrupt herbeiführen, sondern dieser könnte erst durch einen weiterführenden Lernweg erwirkt werden (vgl. Duit in Kircher & Schneider, 2002, S.14). Tatsächlich aber erinnerte sich L2 im weiteren Interaktionsverlauf noch an die Art und Weise, wie Spannungsquellen zu addieren sind (was L2 und L3 in der Kleingruppenarbeit im Mentoring nur nebenbei beobachteten, vgl. Beobachtungsprotokoll

des Mentoring, Anhang A.2) , er drückte jedoch nicht verbal aus, dass es sich um das In-Serie-Schalten von Lämpchen handelt, sondern führte die Handlung lediglich aus (s. Gruppe 2 Video 1, min 37:20ff, Anhang B.2; vgl. S.190) oder beschrieb den Handlungsablauf (s. Gruppe 2 Video 2, min 8ff, Anhang B.2).

L2 lobte die Tutees (oft zu Unrecht), alles verstanden zu haben und sich sehr gut auszukennen, was als Unterstützung ihrer Kompetenzwahrnehmung kodiert wurde. Auch die Unkenntnis auf Seiten des Tutors könnte das Kompetenzzempfinden der Tutees gestärkt haben, da sie sich womöglich als einem Oberstufenschüler „ebenbürtig“ empfanden. Überhaupt scheinen die Akteure häufig versucht zu haben, ihr eigenes Kompetenzzempfinden zu schützen und auch das ihrer Gruppe gegenüber anderen Gruppen überhöht darzustellen, nur S5 wurde in dieser Beziehung diskriminiert (s. Kapitel 4.4.3.11). Diesbezüglich unterstützte auch L2 nicht ihre soziale Eingebundenheit und es kam laufend zu Reibereien zwischen S5 und S6.

In der Gruppenarbeit war, wie erwähnt, kaum Struktur vorhanden. L2 ließ die Tutees oft ohne konkrete Vorgaben an den Stromkreisen arbeiten und streute seine oft inadäquaten Erklärungen ein. Der am Ende des Cross Age Peer Tutoring durchgeführte Rollentausch fiel kaum auf, da die Vorstellungen der Tutees ähnlich diffus, wie jene des Tutors waren und nur hinsichtlich der Identifikation von Parallel- und Serienschaltung ein Lernfortschritt zu vermerken war.

Es fällt bei der Analyse des Cross Age Peer Tutoring der Gruppe 2 weiters auf, dass der Tutor sich kaum auf die Erklärungen und Hilfestellungen durch Analogien und Heuristiken, welche im Mentoring teilweise von den Akteuren entwickelt wurden, stützte. L2 schien einfach seine eigenen Vorstellungen zum elektrischen Strom vorzubringen, die jedoch den Eindruck machten sehr ungefestigt zu sein.

Die wenigen, exemplarisch in Tabelle 42 angeführten domänenspezifischen Fakten, welche L2 wiedergab, elaborierte er gegenüber den Tutees nur kaum. Es ist daher fraglich ob und wie lange die Tutees sich dieses Wissen einprägen konnten.

Parallelschaltung ist ein Stromkreis an dem ein zweiter hinzu angeschlossen ist.	Gruppe2 – Video 1, min 00:10
Lampen sind wie Widerstände anzusehen.	Gruppe2 – Video 1, min 02:30
Beim Tauschen der Anschlüsse an der Batterie ändert sich die Stromrichtung	Gruppe2 – Video 1, min 03:30
Egal welches Lämpchen aus einer Serienschaltung entfernt wird – das Licht geht aus.	Gruppe2 – Video 1, min 04:30

Tabelle 42: Geäußertes domänenspezifisches Wissen von Tutor L2

Die Aktualität seines domänenspezifischen Wissens hatte L2 auch zu einem Großteil der Auffrischung durch das Mentoring zu verdanken und die Wissenswiedergabe beschränkte sich weitestgehend auf die in Tabelle 42 angeführten Fakten. Da zur Wiedergabe dieses Wissens (bis auf die zu erklärenden Begriffe) auch kaum Fachvokabular benötigt wird, wurde die Wissenswiedergabe auch als Beschreibung in Alltagssprache kodiert, wie in Tabelle 41 zu erkennen ist.

Aus der Tatsache, dass Lämpchen Widerstände darstellen, wurde von L1 die Schlussfolgerung gezogen, dass diese bei Anschluss mehrerer Lämpchen dunkler werden (Gruppe 2 Video 1, min 02:30, Anhang B.2). Zwar stellt dies auch Wissenswiedergabe dar (da diese Tatsache auch schon aus dem Mentoring bekannt war), doch wurde die Schlussfolgerung als Wissenskonstruktion kodiert.

Auch S4 machte eine Schlussfolgerung aus der Beobachtung einer von S6 gebauten Schaltung. Es nahm jedoch keiner der Akteure seine Aussage wahr, wie man an der folgenden Ankersequenz erkennen kann.

Ankersequenz 57 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- [S6 will einzelnes Lämpchen parallel zu den beiden in Serie schalten.]
 S6: (...) ok, so
 S4: (...)
 L2: Ok, ok, was, und du willst das jetzt einfach auf die andere Seite?
 26:40 S6: So, so von da. Geht das oder?
 L2: Probier es einmal. Ja du hast eigentlich einen
 S4 [gleichzeitig]: Das wird dann zweimal stärker.
 26:50 L2: einen, ja, eine Parallelschaltung dazu gemacht. Unabhängig von den anderen Lampen. Gut, jo jo [nickt]
 S5: Was ist wenn man da jetzt eine raus schraubt? [zeigt auf eine der beiden zueinander in Serie geschalteten Lämpchen]
 L2: G'scheiter Bursche.
 S6 [hebt Hand, freut sich]
 S5 [schaut auf S6]: Jaja, er und g'scheit.
 27:00 S6: Eher-. Besser noch als du bist. [L2 nimmt parallel geschaltetes Lämpchen aus dem Stromkreis, geht nicht weiter auf Frage von S5 ein.]

Auch auf die Frage von S5 wurde nicht eingegangen, S5 und S6 begannen lediglich einen Streit, bei dem es um ihre Kompetenzwahrnehmung ging (vgl. a. S.214).

Da, wie aus Tabelle 41 erkennbar, keine weiteren Wissenskonstruktionsaktivitäten aufgefunden werden konnten, können die positiven Konzeptwechsel der Tutees, die etwa im Fall von S6 sehr eindeutig für die Ein-Weg-Zuführungsvorstellung sowie die sequentielle Vorstellung und womöglich auch für die inverse Widerstandsvorstellung aufgetreten sind, nur schwierig auf dieser theoretisch fundierten Basis erklärt werden und eine Analyse nach anderen Einflussgrößen muss erfolgen.

Indizien für die mit dem Testinstrument sehr eindeutig festgestellte Überwindung der Ein-Weg-Zuführungsvorstellungen sowie der Sequentiellen Vorstellungen von S6 waren jedoch generell kaum mit Hilfe der Videoanalyse in der Interaktion zu entdecken. Lediglich das wiederholte neugierige Ausprobieren durch S6 und die Versuche, Lämpchen auf möglichst unterschiedliche Weise in die Stromkreise zu schalten lieferten womöglich Beiträge zur Überwindung der Vorstellungen. Vom Tutor selbst ging also – außer der Autonomie, die er den Tutees (notgedrungen) lies (siehe Kapitel 4.4.3.11, Tabelle 47, Seite 211) – kein erkennbarer positiver Beitrag zum Konzeptwechsel der Akteure aus.

Die folgende Ankersequenz zeigt die Selbstinitiative von S6, welche vielleicht den Konzeptwechsel hinsichtlich der Ein-Weg-Zuführungsvorstellung unterstützte:

Ankersequenz 58 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- [Eine Serienschaltung mit drei Lämpchen wurde aufgebaut]
 S6 [liest von Angabeblatt]: Vertausche die Anschlüsse bei der Batterie. Ja
 03:20 L2: Aso, ja, ändert sich eigentlich nix.
 S6: Ja, das ist ja jetzt nicht klar.
 L2 [vertauscht Anschlüsse bei der Batterie]: Ja, es, äähm, es ändert sich ja nur die Richtung.
 S6: Ja aber das-
 L2: Ja. Es bleibt-
 [S6 nimmt Stift]
 03:30 [...]
 [S6 notiert etwas am Angabezettel; S4 beobachtet L2]

Das Ausführen des auf dem Arbeitsblatt erteilten Arbeitsauftrages, die Anschlussstellen der Lämpchen zu tauschen, löst also möglicherweise einen kognitiven Konflikt mit der Ein-Weg-Zuführungsvorstellung aus und führt bei konsequentem Schlussfolgern vielleicht zu deren Überwindung. Auch zum Konzeptwechsel der sequentiellen Vorstellung könnte das beobachtete gleich helle Leuchten der drei Lämpchen in der Serienschaltung beitragen. Leider wird diese Beobachtung von keinem Akteur verbal hervorgehoben.

S6 macht sich, wie in der Ankersequenz erkennbar auch Notizen zu der Aufgabe am Angabezettel. Leider unterbindet die in der folgenden Ankersequenz dargestellte Interaktion das weitere Mitschreiben der Akteure und die Arbeitshaltung verschlechtert sich.

Ankersequenz 59 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- S5 [S4 und S6 bei der Mitschrift beobachtend]: Müssen wir da was dazuschreiben?
 04:40 L2: Braucht ihr, glaub ich, nicht. Es geht eigentlich hauptsächlich darum, ob ihr es verstanden habt. [S6 blickt L2 an und beendet das Schreiben]
 L2: Du kannst was dazuschreiben.
 S6 [legt Stift weg]: Nein, ist unnötig.
 [S5 lacht, S4 behält Stift in der Hand]
 L2: Ihr habt es generell verstanden?
 S5: Ja

Unmittelbar nach Ankersequenz 47, auf Seite 184 äußerte S6 abermals den Wunsch, die Anschlüsse an der Batterie zu tauschen, um erneut zu erkennen, dass sich die relative Helligkeit der Lämpchen nicht änderte. Abermals leistete womöglich die durch S6 aus Neugier selbst initiierte Beobachtung des Experiments einen Beitrag zum Konzeptwechsel der Ein-Weg-Zuführungsvorstellung und der sequentiellen Vorstellung.

Ankersequenz 60 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- S6: Jetzt können wir noch tauschen.
 L2: Weil das hier ist die Serienschaltung, das hier die Parallelschaltung [greift je 2 Lämpchen an].
 Jetzt-. Die nimmt denen den Strom weg.
 [S6 beginnt Anschlüsse an Batterie umzustecken.]
 L2: Ja, ich glaub das ma-. Das macht keinen Unterschied!
 05:30 S6: Wird da nicht die andere heller?
 L2: Ja, nein, probier's einmal. Nein, es macht keinen Unterschied!

L2 äußerte zwar das Beobachtete – nämlich dass es keinen Unterschied mache – konnte jedoch keine Erklärung dafür geben. Das selbst initiierte (autonome) Umstecken der Anschlüsse an der Batterie, das S6 zuvor auf Verlangen auch von L2 an der Serienschaltung demonstriert bekommt (s. Ankersequenz 58, Seite 198) und das Beobachten der dennoch gleich weiterleuchtenden Lämpchen könnten für S6 jedoch vielleicht einen ersten Impuls zur Überwindung der Ein-Weg-Zuführungsvorstellung und der sequentiellen Vorstellung

dargestellt haben, welche er im Pre-Test deutlich aufwies, im Mid-Test jedoch nicht mehr (siehe Tabelle 21 S. 110). Da jedoch keine Äußerungen von S6 zu seinen Vorstellungen gemacht wurden, ist dieses Konzeptwechselindiz lediglich als ein Hinweis anzusehen und kann nicht als vollwertiger Beleg eines Konzeptwechsels angesehen werden. Im nicht mehr in die Untersuchung mit einbezogenen Mentoring der AHS-Unterstufe könnten sich etwa noch weitere, den Konzeptwechsel noch mehr unterstützende Interaktionen und Abläufe abgespielt haben, zur genaueren Differenzierung wird daher auf dieses im Kapitel 4.4.4 noch eingegangen.

Auch sei am Rande erwähnt, dass man an Ankersequenz 60, erkennt, dass L2 noch Probleme bei der Identifikation von Schaltungen gehabt zu haben scheint. Daraus, dass er bei der Erklärung welche Bauteile der Schaltung die Parallel- und welche die Serienschaltung darstellten, jeweils zwei Lämpchen anfasste, lässt sich schließen, dass L2 zwar erkannte, dass zwei Schaltungen vorlagen aber eventuell nicht, wie die einzelnen Bauteile zueinander geschaltet waren, etwa dass nur ein Lämpchen in Serie zur Batterie geschaltet war und zwei zueinander parallel.

Hier auch bemerkt sei die Auffälligkeit, dass S6 zwar, vielleicht teilweise durch seine Selbstinitiative vermittelt, eine Überwindung der Ein-Weg-Zuführungsvorstellung und der sequentiellen Vorstellung erreicht hat, doch am Mid-Test die Konstantstrom-Vorstellung zweimal und am Post-Test (siehe Anhang C.3) sogar viermal auftrat. Wie auch bei L1 scheint sich also aus der sequentiellen Vorstellung zunächst eine Konstantstromvorstellung zu entwickeln. Dass der Follow-Up Test wieder nur inadäquate Antworten beinhaltete, kann nicht nachvollzogen werden.

Anzeichen für die Überwindung der inversen Widerstandsvorstellung bei Item A10 durch S6 konnten, wie in Tabelle 40 erkennbar, nicht mit Hilfe der Videoanalyse identifiziert werden.

Indizien für den Konzeptwechsel der sequentiellen Vorstellung von S4 sind ebenso spärlich im Videomaterial aufzufinden. Möglicherweise hat die Aufmerksamkeit bei den in Ankersequenz 60 geschilderten Vorgängen und die Zusammenarbeit von S4 mit S6 (s.a. S.209) auch zur Überwindung seiner sequentiellen Vorstellung (bezüglich Item A6) beigetragen. Beim Follow-Up-Test weist der Tutee auf dem betreffenden Item jedoch auch wieder eine Verbrauchsvorstellung auf (siehe Anhang C.3).

Beim positiven Konzeptwechsel der sequentiellen Vorstellung von S5 ist anzumerken, dass dieser nur ein Item am Testinstrument (A5) betraf und dass dafür bei anderen Items negative Konzeptwechsel zur sequentiellen Vorstellung hin auftraten. Von einer Überwindung der Vorstellung ist deshalb nicht zu sprechen und kein tatsächlicher Konzeptwechsel trat daher ein. Interessanterweise baute S5 jedoch genau die Schaltung A5 selbst auf (z.B. Gruppe 2 – Video 1, min 11:10, Anhang B.2) und bemerkte daher wohl die relative Helligkeit der Lampen, weshalb sie dieses Item wohl angemessen beantworten konnte.

Die folgende Ankersequenz stellt eine Interaktion zwischen L2 und S5 dar, welche sich zeitlich unmittelbar vor Ankersequenz 58 abspielte und anhand der, wie auch schon in Ankersequenz 48 eine Reaktion des Tutors auf eine Tutee-Frage analysiert werden kann.

Ankersequenz 61 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- 02:50 L2: So und jetzt wird das Licht immer dunkler. Je mehr Lampen man anschließt umso [deutet mit Händen] weniger hell wird's.
S5: Und wieso?
- 03:00 L2: Weil die Widerstände eben-. Es wirken die Widerstände. Und nehmen den Strom weg [macht Viertelbewegung mit der rechten Hand über Stromkreis] und darum wird's weniger. Je mehr
- 03:10 Widerstände, umso weniger Stromstärke.
S5 [nimmt sich von S4 abgelegtes Kabel]: Also können wir noch eine Lampe anhängen (...)
S6: Also zum Beispiel wenn man-
L2 [zu S6]: Hm?

L2 beantwortete die Frage von S5 mit einer Verbrauchs und Sharing-Vorstellung. Er erwähnte zwar den Begriff „Widerstand“ versuchte aber nicht zu elaborieren, was dieser bedeutet. Die Tutee-Frage führte bei L2, der den Konzeptwechsel offensichtlich nicht ausreichend vollzogen hatte, zu einer oberflächlichen und mit Schülervorstellungen behafteten Antwort, obwohl womöglich metakognitive Aktivitäten unbemerkt stattfanden. Die Antwort war womöglich deshalb so kurz gehalten, da der Tutor Unsicherheit vermeiden und so seiner Rolle des „wissenden Tutors“ gerecht werden wollte. Zu einer den Konzeptwechsel festigenden Elaboration, wie bei L1, kam es jedenfalls durch die Fragen von S5 nicht, da noch gar keine Bedingungen für einen Konzeptwechsel eingetreten waren. Eher wurde der Tutor in seiner bisherigen Vorstellung bestärkt. Durch die inadäquate Beantwortung hatten aber die Tutees jedenfalls weniger von ihren Fragen als der Tutor selbst, der zumindest nun womöglich im Geist mit der Beantwortung einer Frage, die er sich bisher vielleicht noch nicht stellte, beschäftigt war. Damit nicht nur ein Akteur von Fragen profitiert, da es aufgrund der Anlage des Cross Age Peer Tutoring vor allem dem Tutor nahegelegt wird, zu unterrichten, bietet sich wohl für Gruppen mit eher leistungsschwachem Tutor eventuell kollaboratives Lernen an, bei dem die Beantwortung von Fragen in der Verantwortung jedes Akteurs liegt. Möglicherweise jedoch treten dann vielleicht noch weniger Fragen der Teilnehmenden auf.

S5 stellte, vor allem zu Beginn des Cross Age Peer Tutoring einige Fragen, wie auch in der folgenden Ankersequenz, die L2 jedoch ebenso nicht zufriedenstellend beantworten konnte. Im Laufe der Interaktion stellte sie die Fragen ein. Die möglichen Gründe hierfür werden in Kapitel 4.4.3.11 erläutert. Ankersequenz 62 stellt eine Sequenz dar, die wohl mit eine Ursache dafür darstellt, warum S5 ihre diffusen sequentiellen Vorstellungen durch das Cross Age Peer Tutoring nicht überwinden konnte.

Ankersequenz 62 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- 05:50 S5: Wieso ist danach auf einmal keiner?
S6: (...)
L2: Da habt ihr's, ja.
S5: (...)
L2: Serienschaltung, Parallelschaltung [auf nun symmetrisch zur ersten Schaltung aufgebaute Schaltung zeigend]. Wirkt wie ein Widerstand [zeigt auf in Serie zur Batterie geschaltetes Lämpchen; Antwort auf Frage von S5]. Das ist ja ein Widerstand eigentlich [kopfschüttelnd und nickend]. Ok, dann gehen wir zum nächsten Beispiel. Jetzt machen wir eine Parallelschaltung mit zwei Lämpchen. [S5 löst und verbindet in Serie geschaltetes Lämpchen immer wieder vom Stromkreis] Wollt ihr's wieder machen?

Zwar stellte das in Serie geschaltete Lämpchen natürlich den größeren Widerstand dar und es fiel daher eine größere Spannung an diesem ab, jedoch müssen bei Argumentation mit Widerständen physikalisch adäquate Konzepte zur Addition von Widerständen vorausgesetzt

werden, die nicht vorhanden waren. Hier beförderte die Betonung, dass das Lämpchen wie ein Widerstand wirke nur die sequentielle Vorstellung der Akteure, weshalb eine Argumentation mit der „Stromlinien-Heuristik“, wie L1 sie benutzte, tatsächlich eher zu adäquaten Vorstellungen führen und der sequentiellen Vorstellung eher entgegenwirken dürfte.

An Ankersequenz 62 ist auch zu erkennen, dass L2 auf die Fragen der Akteure nur oberflächlich einging und die Handlungen der Akteure, die, wie S5 in Ankersequenz 62, oft neugierig am Stromkreis herum probierten, oft gar nicht beachtete. So wurde S5 nicht darauf hingewiesen, dass sie durch das Entfernen des in Serie zur Batterie geschalteten Lämpchens den gesamten Stromkreis unterbricht und L2 fragte nicht nach, was passieren würde, wenn man eines der parallel geschalteten Lämpchen herausrauben würde, was etwa L1 tat. Überhaupt wurde nur selten das Verständnis der Tutees überprüft, womöglich deshalb, weil auch auf der Seite des Tutors keine adäquaten gefestigten Konzepte vorhanden waren.

Die hohe Anzahl der aufgefundenen Indizien für eine Stagnation der Verbrauchsvorstellung beziehungsweise für einen negativen Konzeptwechsel zu dieser Vorstellung ist bereits durch die Beschreibung der Vorstellungen der Akteure, welche die „Stromwegnahme-Vorstellung“ als festen Bestandteil beinhalten, einsichtig. Auch das Weiterbestehen der geometrischen Vorstellung von L1 wurde bereits auf Seite 199 erwähnt. Zwar sind die geometrischen Vorstellungen zum Stromkreis bei L2, wohl aufgrund des Mentorings, einigen adäquaten „gewichen“, wie man an folgenden Ankersequenzen erkennen kann, doch bemerkt der Tutor während des Tutorings nur sehr langsam und träge, wie die Tutees Lämpchen und Batterien aneinander schalten, was zeigt, dass L2 nach wie vor unsicher bei der Identifikation von Schaltungen ist und es daher nicht verwunderlich ist, dass nach wie vor geometrische Vorstellungen bestehen.

Ankersequenz 63 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- 00:10 L1 Und bei der Parallelschaltung ist das eben so, dass an dem einen Stromkreis [baut Stromkreis so um, dass nur ein Lämpchen in Serie zur Batterie geschaltet ist] (...) noch ein zweiter hinzu angeschlossen ist und zwar dahinter also hier zum Beispiel [deutet mit den beiden Händen links und rechts vom Lämpchen; nimmt Kabel; schließt weiteres Lämpchen parallel in den Stromkreis; S4, S5 und S6 beobachten]
- 00:20

Es wäre wohl im Mentoring auch sinnvoll gewesen die Wichtigkeit zu betonen, immer zu erwähnen, zu welchen Bauteilen beziehungsweise Schaltsymbolen andere parallel oder in Serie geschaltet sind, anstatt generell von einer Serienschaltung und einer Parallelschaltung zu sprechen, wodurch vielleicht Unsicherheiten, wie jene von L2 in Ankersequenz 60 dargestellten, hätten vermieden werden können. Ankersequenz 64 zeigt, dass zumindest S4 die Erklärung zur Identifikation einer Parallelschaltung in Ankersequenz 63 von L2 übernommen haben dürfte.

Ankersequenz 64 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 2, Anhang B.2)

- L2: Ok, versteh! Und bei der Parallelschaltung, was-, ändert sich da auch was, wenn man eine Lampe raus schraubt?
- S5: Nein, nein.
- S4: (...)

- 06:10 S6 [gleichzeitig]: Es kommt drauf an welche.
 L2: Äähm, nein, es kommt eben nicht drauf an welche.
 S4 [gleichzeitig]: Nein parallel. Es sind zwei einzelne Stromkreise.
 L2: Jetzt ist die Frage warum ändert sich da nix.
 S6: Weils zwei einzelne Stromkreise sind.
 S5 [beinahe gleichzeitig]: Weils zwei einzelne Stromkreise sind [S6 grinst und schüttelt Kopf]
 L2: Genau.
 [S6 und S4 lachen]
 L2: Ok, passt gut das ist-.
- 06:20 S6: Ich wiederhol's von dir [zu S4] und sie wiederholt's von mir.

An dieser Ankersequenz ist auch zu erkennen, dass die Aussagen von S5 selten ernst genommen wurden und sich S4 und besonders S6 oft über sie lustig machten. Die möglichen Gründe und Auswirkungen dieses Verhaltens sind im Kapitel 4.4.3.11 dargestellt.

Wie bereits erwähnt wurden für Gruppe 2 keine Sequenzen gefunden, welche tatsächlich Bedingungen für Konzeptwechsel beinhalten lediglich die bereits erwähnten, vor allem für S6 relevanten Hinweise konnten entdeckt werden. Dass S5 mit ihren bisherigen Vorstellungen ebenso unzufrieden war, wie mit den Konzepten, welche ihr L2 nahelegte, äußerte sich in ihrer stetig schwindenden Mitarbeit, die jedoch auch aus anderen Gründen abnahm (vgl. S.214). Später, im Regelunterricht, so sei hier vermutet, bedingte diese Unzufriedenheit wohl einen Konzeptwechsel hin zu Vorstellungen, welche von der Lehrkraft nahegelegt wurden, weshalb durch den Follow-Up-Test bei diesem Akteur ausgesprochen viele adäquate Konzepte identifiziert werden konnten.

Auch konstruktivistischen Lehr-Lernsequenzen (vgl. Abbildung 5, Seite 20 und Widodo & Duit, 2005, S.135) ähnelnde Interaktionen konnten nicht aufgefunden werden. Wenn L2 die Tutees befragte, dann immer nur über das, was ihnen an domänenspezifischen Wissen bereits dargelegt wurde.

Relativ häufig beschreiben die Tutees ihre Beobachtungen von Versuchen, führen also oft „Observe-Aktivitäten“ durch (Predict, Observe und Explain, vgl. Seite 15 und Hopf et al. 2011, S.112 sowie für Gruppe 1 auf Seite 153). In einem Fall gab S4 eine korrekte Vorhersage (ohne adäquate Erklärung) ab (Gruppe 2 – Video 1, min 27:30, Anhang B.2) und in einem Fall erklärten auch die Tutees S4 und S6 eine Beobachtung (s. Gruppe 2 - Video 1, min 35:10, Anhang B.2) allerdings mit nicht adäquaten, etwas unsicheren Vorstellungen, die auch an die „Stromwegnahme-Vorstellung“ angelehnt sein dürften. In allen anderen in Tabelle 43 angegebenen Fällen machte der Tutor Vorhersagen oder gibt Erklärungen, die jedoch oft mit Schülervorstellungen – besonders mit der „Stromwegnahme-Vorstellung“ besetzt sind.

	Gesamt	L1	S1	S2	S3
Predict	0,8%	0,5%	0,3%	-	-
Observe	5,4%	3,5%	4,3%	3,2%	4,3%
Explain	1,6%	1,6%	0,3%	-	0,3%
Predict-Observe-Explain	-	-	-	-	-

Tabelle 43: Relativer Anteil an Predict-Observe-Explain-Sequenzen der Gruppe 2 an der Gesamtintervention

An Tabelle 43 ist auch zu erkennen, dass die Akteure keinen vollständigen „Dreierschritt“ (Hopf et al., 2011, S.112) an Vorhersagen, Beobachten und Erklären an einem Experiment vollzogen haben. Auch hier wurde der Predict-Observe-Explain-Durchgang immer mit der

Erklärung des Tutors beendet, wobei diese meist eine Ad-Hoc-Erklärung auf Basis einer Schülervorstellung darstellte und vor allem dazu diente, das eigene Kompetenzzempfinden zu schützen, wobei jedoch manchmal bemerkbar ist, dass auch die Erklärungen von L2 lediglich Vermutungen darstellten und er durchaus nicht vollends von seinen Vorstellungen überzeugt gewesen sein dürfte, was etwa auch an Ankersequenz 56 erkennbar ist. Auch die Kameraaufnahme trägt zu seiner Unsicherheit bei, womöglich weil L2 klar ist, dass seine Vorstellungen „kontrolliert“ werden (vgl. z.B. Ankersequenz 50). Dies mag also mit ein Grund sein, weshalb der Tutor manchmal andeutete, seine Aussagen würden nur eine Vermutung darstellen. Zudem lies L2 die Tutees vielleicht auch deshalb eher selbstständig arbeiten als L1, um sich der „Verantwortung“ Erklärungen zu liefern ein wenig zu entziehen. Einen positiven Effekt hätte dies wohl gehabt, wenn adäquates Scaffolding (vgl. S.34), wo nötig, gegeben gewesen wäre. Dennoch schien L2 insbesondere von seiner „Strom-Wegnahme“-Vorstellung überzeugt. Um dies nochmals hervorzuheben und noch ein letztes Mal zu verdeutlichen wie konsequent diese Vorstellung einen Konzeptwechsel der Akteure unterband, sei in diesem Kapitel abschließend Ankersequenz 68 betrachtet:

Ankersequenz 65 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 2, Anhang B.2)

03:20 L2: Aso, ok, versteh, das heißt- es nehmen sich alle den Strom? Du meinst es nehmen sich immer alle gegenseitig den Strom weg oder was meinst du?
 [S4 vorsichtig nickend]
 L2: Ok habt ihr verstanden muss man sagen. Ok, gut. Ja, dann erklärt mir weiter, was ihr noch gesehen habt.

- *Zusammenfassung*

Bevor das Verhalten der Akteure näher analysiert wird, das die Vorstellungen und den Konzeptwechsel der Teilnehmenden mit beeinflusste, lässt sich dieses Kapitel zusammenfassend sagen, dass wohl vor allem die vielen inadäquaten Vorstellungen der Akteure, die sie in der Gruppe unreflektiert äußerten, und insbesondere die des Tutors sowie dessen fehlenden oder nur oberflächlichen Erklärungen wohl dazu führten, dass die Konzepte der Teilnehmenden stagnierten oder sich zu inadäquaten entwickelten.

Im Falle von L2 hatte der wesentliche Konzeptwechsel wohl noch nicht eingesetzt, weshalb der Tutor auch kaum fähig war, Bedingungen zu schaffen, welche einen Konzeptwechsel seiner Tutees ermöglichen hätten können. Dennoch wurden allein durch die Cross Age Peer Tutoring-Situation Bedingungen geschaffen, welche den positiven Konzeptwechsel von S6 womöglich erleichterten. In der Interaktion profitierte der Akteur vor allem von seiner Selbstinitiative, welche dieser wohl auch aufgrund der Autonomie, welche L2 der Gruppe lies (siehe Seite 211) zeigen konnte. Natürlich spielten auch mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit Prozesse beim Mentoring sowie intern unbeobachtet ablaufende kognitive Prozesse eine wesentliche Rolle beim Konzeptwechsel von S6, seine Beobachtungen jedoch, welche oben anhand der entsprechenden Ankersequenzen beschrieben sind, stellten wohl ein erstes Aufmerksam-Werden auf die Inadäquatheit seiner bisherigen Vorstellungen dar und initiierten damit ein anfängliches Überdenken derselben.

4.4.3.11 Verhalten, Emotionen und motivationale Einflussfaktoren der Gruppe 2

Das Verhalten (S.204ff), die Emotionen (S.209ff) und die daraus resultierenden motivationalen Einflussgrößen (S.211ff) beeinflussten die Interaktion der Akteure maßgeblich. Die Art und Weise wie diese Faktoren zusammenhängen sowie ihre mögliche Wirkung auf den Konzeptwechsel der Akteure sei in diesem Kapitel beschrieben. Dabei zeigt sich nun insbesondere für Gruppe 2, dass die erwähnten Faktoren nicht nur den Konzeptwechsel unterstützende sondern ebenso hemmende Einflussgrößen darstellen können und, ebenso wie für Gruppe 1 gezeigt, eng miteinander zusammenhängen.

- Verhalten

Es konnten nicht alle für die Verhaltensweisen aufgestellten Kategorien auch im Video vorgefunden werden. Die entdeckten Verhaltensweisen seien in Tabelle 44 wiedergegeben und im Anschluss seien einige Einzelheiten erläutert.

Verbales und nonverbales Verhalten	Gesamt	L2	S4	S5	S6
Initiierte Äußerung zum Thema	71,4%	56,1%	15,6%	10,5%	26,4%
Initiierte Äußerung nicht zum Thema	35,6%	12,7%	7,8%	16,4%	20,5%
Reaktive Äußerung zum Thema	20,2%	8,9%	3,5%	5,7%	9,2%
Reaktive Äußerung nicht zum Thema	5,4%	2,2%	0,5%	1,9%	2,2%
Sender	85,7%	67,1%	26,7%	34,2%	49,1%
Empfänger	47,7%	20,8%	27,0%	30,2%	41,8%
Bestimmendes Verhalten	7,8%	5,1%	2,2%	1,1%	3,5%
Streit	12,1%		0,3%	12,1%	12,1%
Ermahnung	0,3%	0,3%			
Erläutert, gibt Hinweise, Tipps oder Beispiele	4,3%	4,3%			
Überprüft Verständnis	4,0%	4,0%			
Bittet um Erklärung / Bestätigung	2,7%	0,3%		2,2%	0,3%
Andere Frage	7,5%	3,2%	0,3%	2,4%	1,6%
Lesen der Anleitung	2,7%	1,1%		1,3%	0,3%
Lautes Denken	1,1%	1,1%			
Bestätigt richtige Antwort	1,3%	1,3%			
Beantwortet eigene Frage	0,3%	0,3%			
Antwort auf Frage	3,8%	1,9%	0,5%	0,8%	1,6%
Lob und Ermutigung	1,3%	1,3%			
Aufmerksamkeitszentrum ist Tutor	17%		12,1%	8,9%	11,9%
Aufmerksamkeitszentrum ist Experiment	53,9%	38,5%	44,5%	36,7%	38,8%
Aufmerksamkeitszentrum ist Mitschüler	17,8%		15,1%	5,7%	5,4%
Aufmerksamkeitszentrum ist Angabe	22,4%	14,8%	9,4%	4,3%	10,0%
Aufmerksamkeitszentrum ist Tutee	24,5%	24,5%			
Aufmerksamkeitszentrum ist anderes	61,5%	12,4%	31,5%	52,3%	43,1%
Positive Rückmeldung	1,1%	1,1%			
Selbstbewertung				0,3%	2,4%
Bewertung eigener und anderer Gruppenmitglieder	3,5%		0,3%	0,8%	3,5%
Handlung – Zeigt	10,0%	3,2%	3,2%	2,2%	3,0%
Handlung – Experimentiert	4,6%	1,1%	1,6%		2,2%
Handlung – Zeichnet / Schreibt	1,9%	0,5%	0,8%		1,1%
Handlung – Baut	36,4%	11,9%	4,9%	6,2%	20,8%
Handlung – Andere Handlung	28,8%	2,4%	1,9%	14,0%	22,4%
Handlung – Nicken	0,3%	0,3%	0,3%		0,3%
Handlung – Kopfschütteln	0,3%	0,3%			
Versiertheit des Tutors – Verunsicherung deutlich	10,0%	10,0%			
Durch Verhalten betonte Rolleneigenschaften von Lehrkräften – Autorität	0,3%	0,3%			
Durch Verhalten betonte Rolleneigenschaften von Lehrkräften – Prestige	0,3%	0,3%			
Durch Verhalten betonte Rolleneigenschaften von Lehrkräften – Kompetenz	0,8%	0,8%			
Durch Verhalten betonte Rolleneigenschaften von Lehrkräften – Respekt	-	-			
Interaktion mit anderen Gruppenmitgliedern	4,3%	1,1%		4,3%	1,1%

Tabelle 44: Anteil der Verhaltensweisen der Akteure der Gruppe 2 an der Gesamtinteraktion; 100% = Summe aller 371 10-Sekunden-Sequenzen

An Tabelle 44 fällt auf, dass die Aussagen der Akteure wesentlich undifferenzierter und seltener zum Thema geäußert wurden als in Gruppe 1. Die Zuordnung der diffusen Aussagen ist oft unklar und schon alleine den Empfänger der Wortmeldungen zu identifizieren war herausfordernd und in vielen Fällen auch nicht möglich, da mit manchen

Äußerungen alle oder keiner angesprochen gewesen sein könnte. In diesen Fällen wurden die anwesenden Akteure als Empfänger kodiert, wenn es den Anschein machte, dass deren Aufmerksamkeit teilweise auf den Sprechenden gerichtet war, ansonsten wurde kein Empfänger kodiert. Die meisten Aussagen, welche nicht zum Thema geäußert wurden, waren auch unzusammenhängend dahingesagte Aussprüche und wurden daher selten als reaktiv, sondern eher als initiiert kodiert. An der Kodierung der Äußerungen alleine zeigt sich somit schon das Bild der unstrukturierten Lern-Situation in Gruppe 2.

Zwar äußerten die Tutees, wie man an Tabelle 37 auf Seite 183 erkennt, weitaus weniger inadäquate Vorstellungen als L2, doch erkennt man nun an Tabelle 44, dass dies daran liegt, dass sie nicht besonders viel zum Thema beitrugen. Während der Großteil der initiierten Aussagen zum Thema vom Tutor kam (56,1%), wurden insgesamt von den Tutees in 31,3% aller Sequenzen (nicht aus Tabelle 44 ersichtlich) Bemerkungen gemacht, welche nicht zum Thema passten (L2 initiierte 12,7% solcher Aussagen). Die Tutees beschäftigten sich – vermutlich, da sie erkannten, dass L2 selbst nicht mit dem Thema besonders vertraut war – nur kaum mit der Elektrizitätslehre, ihr Lern- und Arbeitswillen schien nur wenig gegeben und das Verhalten der von L2 unterrichteten Akteure war der Situation eher unangemessen, was ebenso anhand von Tabelle 44 zu ersehen ist.

Der relativ hohe Wert für bestimmendes Verhalten von Tutee S6 zeigt, dass dieser eher extrovertiert agierte und erklärt auch die Initiativen, welche der Akteur setzte, um seine Vorstellungen zu überprüfen (vgl. S.197f).

Die aus der Theorie abgeleiteten Kategorien Kritik und neckisches Verhalten (s. Tabelle 17, S.89) wurden nicht kodiert, stattdessen wurde für die Cross Age Peer Tutoring-Interaktion dieser Gruppe die Kategorie „Streit“ eingeführt, um darzustellen, welcher Anteil der Gesamtinteraktion emotional belastende Auseinandersetzungen der Tutees darstellten. Das erste Auftreten derartiger Sequenzen, welche 12,1% an der Gesamtinteraktion einnahmen und immer von S6 und S5 ausgingen, sei folgend dargestellt. So beginnt S6 sich über S5 lustig zu machen als sie zugab, nicht alles angemessen erklären zu können.

Ankersequenz 66 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

09:10 L2: Alles klar, ok, passt. So. Ja, ihr müsst es nämlich dann auch den anderen erklären. Also ihr glaubt, ihr könnt es erklären?
 S5: Nein. [lächelt]
 S6: Ja, schon.
 S5: Jaa. [zu S6]
 S6: Nur die #S5# wird's nicht erklären können.
 [S5 schlägt S6 auf den Arm, lächelt dabei]

L2 versuchte vielleicht die Streitigkeiten in Folge noch zu vermeiden indem er S5 einen Arbeitsauftrag zuteilte. Währenddessen machte sich jedoch S6 weiter über sie lustig und wurde dabei noch von S4 unterstützt, wobei L2 nicht intervenierte. Möglicherweise bewirkten jedoch die Sticheleien bei S5 vielleicht auch den Mut in der Lerngruppe Fragen zu stellen (2,2%) (s.a. S.199ff), da sie womöglich annahm, ohnehin von den Teilnehmenden keine besonders große Kompetenz zugeschrieben zu bekommen. Somit könnte sie einerseits derart versucht haben, an adäquate Vorstellungen zu kommen und andererseits versuchte sie mit ihren Fragen vielleicht auch die „Unwissenheit“ der anderen Teilnehmenden hervorzukehren. Diese jedoch schützten ihr Kompetenzzempfinden (vgl. S.211ff) indem sie

immer mit denselben, bereits erläuterten Schülervorstellungen argumentierten, was weder ihrem eigenen Lernfortschritt noch jenem der fragenden S5 zuträglich gewesen sein dürfte.

S4 stellte keine Fragen, S6 stellte Fragen nur in den Raum und bezog sich dabei stets auf den Ausgang eines Experiments, worauf L2 meist nur antwortete, dass S6 es doch ausprobieren könne, wenn er Bescheid wissen wolle. Diese Vorgehensweise schützte L2 davor, Vorstellungen äußern zu müssen, welche womöglich inadäquat wären und eventuell sein Kompetenzzempfinden oder die Kompetenzwahrnehmung der Tutees von ihm als Tutor (vgl. durch Verhalten betonte Rolleneigenschaften – Kompetenz in Tabelle 44) beeinträchtigt hätten, was wohl etwa in Ankersequenz 56 auf Seite 195 auch passierte.

Die Erläuterungen von L2 entsprechen im Prinzip seinen wiederholten Wissenswiedergabeaktivitäten. Das Überprüfen von Verständnis bezog sich meist auf dieses Faktenwissen, stellte aber auch manchmal lediglich ein Einholen der Meinung der Tutees dar, um zu verbergen, dass dem Tutor selbst keine adäquate Erklärung möglich war (z.B. Gruppe 2 - Video 1, min 43:40, Anhang B.2). Unter Umständen wäre die Cross Age Peer Tutoring-Interaktion, hätte L2 bereits angemessene Vorstellungen entwickelt, ähnlich vortragsstilartig verlaufen wie die Interaktion von Gruppe 1.

Oft wird den Aussagen von L2 nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt, doch nur einmal mahnte L2 diese ein (Gruppe 2 - Video 1, min 46:30, Anhang B.2). Ihn schienen in diesem Moment also die Streitigkeiten und Diskussionen der Gruppe, die nicht zum Thema gehörten, sowie ihr Aufmerksamkeitsdefizit zu stören.

Die Kodierung der Kategorien Lob und Ermutigung sowie Positive Rückmeldung vom Tutor entsprach einander. Vor allem S4 und S6 erhielten positive Rückmeldungen, wobei S6 Kompetenz oft gelobt wurde, obwohl dieser aber lediglich bestimmte Stromkreis-Anordnungen ausprobierte, welche für die Akteure interessante Ergebnisse lieferten, wie etwa (bei Gruppe 2 – Video 1, min 18:30, Anhang B.2) die Parallelschaltung zweier Batterien, welche die Lämpchen aufgrund der größeren Spannung der zweiten Batterie etwas heller leuchten ließ. Hier vermutete L2 zwar richtigerweise, dass dies nicht das gewünschte Phänomen darstellte, da er eine größere Helligkeit der Lämpchen erwartet hätte, gab sich aber mit der Schaltung dennoch zufrieden. Wie erwähnt, erkannte L2 erst gegen Ende des Cross Age Peer Tutoring wie die Batterien in Serie zu schalten sind.

Interessant ist auch die Analyse der Aufmerksamkeitszentren. In insgesamt 61,5% der kodierten Sequenzen richtete sich die Aufmerksamkeit der Akteure auf etwas, das nicht direkt mit dem Thema zu tun hatte. In 52,3% aller Sequenzen betraf dies das Aufmerksamkeitszentrum von S5, die sich im Verlauf der Interaktion aus den bereits erwähnten und auf den Seiten 214ff näher erläuterten Gründen immer mehr vom Geschehen absonderte. Mit „Aufmerksamkeitszentrum ist Experiment“ ist lediglich die Beobachtung des Versuchsaufbaus also des jeweils aufgebauten Stromkreises gemeint. Da die Akteure keine Zeichnungen anfertigten, wurde die Aufmerksamkeit vor allem auf diesen gerichtet und ansonsten in Bezug auf Stromkreise nur auf die in der Angabe angeführten Schaltpläne gerichtet. Auch kam es vor, dass L2 am Stromkreis baut und die Tutees dabei mit anderem

beschäftigt waren (z.B. dem Lesen von Sprüchen, die im Bankfach der Schulbank standen: Gruppe 2 – Video 1, min 33:40). L2 erscheint manchmal sogar froh über das Abgelenkt-Sein der Tutees gewesen zu sein, da er sich dadurch etwa während des Baus am Stromkreis nicht um Einwürfe der Tutees kümmern musste und nur das Ergebnis zu präsentieren brauchte. Als „Lesen der Anleitung“ wurde nur lautes Lesen kodiert, während das Vertieft-Sein in die Anleitung als „Aufmerksamkeitszentrum ist Angabe“ kodiert wurde. Der Hinweis auf diesen Unterschied erscheint deshalb als notwendig, da L2 besonders oft während der „Leerlaufphasen“, in denen sich die Tutees nicht mit dem Thema beschäftigten, in die Angabe vertieft war (insgesamt 14,8%) und nicht mit den anderen Teilnehmenden interagierte. Während L2 in 24,5% der Sequenzen die Aufmerksamkeit auf die Tutees fokussierte, richteten Letztere nur in Summe in 17% der Sequenzen ihre Aufmerksamkeit auf L2, wobei S4, welcher die Aufmerksamkeit mit 12,1% noch am ehesten auf den Tutor richtete, mit 15,1% dennoch öfter auf die anderen Mitglieder seiner Gruppe zu achten schien.

Statt sich selbst gegenüber kritisch eingestellt (Selbstkontrolle und Valenz siehe Seite 215) zu sein und seinen eigenen Lernfortgang zu reflektieren, behaupteten die Akteure von sich selbst sie verstünden alles. Nur S6 sagt manchmal von sich er habe „keine Ahnung“. S6 äußerte sich hingegen auch mehrmals negativ über die Kompetenz von S5 sowie über jene der Mitglieder anderer Gruppen. Hintergrund könnte auch eine schlechte Note im Fach Physik sein, die der Akteur auf dem Fragebögen jedoch nicht angab (vgl. Tabelle 21, S.110: Während der Interaktion tat S6 aber seinen Ärger darüber kund, dass S5 bessere Noten als er selbst aufwies (vgl. S.213f), was der Teilnehmende nicht nachvollziehen konnte (vgl. Gruppe 2 - Video 1, min. 27:00, Anhang B.2).

Ein Großteil der Handlungen hatte, wie man erkennen kann nur wenig mit der Thematik zu tun (28,8%). In immerhin 36,4% der Sequenzen bauten die Akteure am Stromkreis und erlernten damit aktiv den Umgang mit diesem, nicht jedoch das Verständnis desselben, welches eher durch die Experimente unterstützt wurde, denen Neugier und vor allem eine (manchmal nicht geäußerte aber implizite) Fragestellungen mit einher gingen (vgl. etwa Ankersequenz 60). Während der Cross Age Peer Tutoring-Interaktion fertigten die Akteure jedoch, wie bereits erwähnt, keinerlei Zeichnungen, wie etwa Schaltpläne ihrer Stromkreise, an und machten sich auch keine Notizen nachdem L2 darauf hinwies, dass es nicht nötig sei, womit auch ein wichtiger Lernkanal wegfiel.

Aufgrund der Vielzahl der nicht wirklich zuordenbaren Tätigkeiten, die die Interaktion in nahezu jeder Sequenz beeinflussten (Klopfen, Hin-Und-Her-Schaukeln, Spielen mit dem Schreibmaterial u.a.) wurde bei dieser Gruppe auf die Kodierung „anderer Verhaltensweisen“ verzichtet. Aus den drei Kategorien „Initiierte Äußerung nicht zum Thema“, „Aufmerksamkeitszentrum ist anderes“ und „Andere Handlung“ lässt sich aber berechnen, dass 72,2% der Sequenzen des Cross Age Peer Tutoring dieser Gruppe derartige Aktivitäten beinhalten. Nicht nur weil die Akteure äußerten, ohnehin alles zu verstehen sondern auch aufgrund dieser eben erwähnten diversen anderen Tätigkeiten war es auch schwierig, über verständnisvolles Nicken, Kopfschütteln oder andere Mimik und Gestik den Nachvollzug von Konzepten und Erklärungen auf Seite der Akteure zu kodieren. Merkwürdig war lediglich, dass

L2 während der gesamten Interaktion etwas unsicher wirkte, wobei in 10% der Interaktionen, die Verunsicherung sehr deutlich war. Die folgende Ankersequenz stellt exemplarisch das typische Ausmaß der Unaufmerksamkeit der Tutees sowie der Verunsicherung des Tutors dar. Thematisch geht es um Item F4.

Ankersequenz 67 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- [S6 macht Schmatz-Geräusche]
L2 [liest Angabeblatt halblaut]: Der Widerstand R2 ist gleich 40 Ohm wird durch einen 50 Ohm Widerstand ersetzt.
[S6 schmatzt weiter]
- 43:00 S6 [schaukelt mit Sessel]: (...) #S4# ha, ha.
[S6 schaukelt, S4 hebt Angabeblatt auf]
- 43:10 L2: Jedes Mal, wenn ein Widerstand ist [Zettel fällt hinunter; S4 und S6 heben Zettel auf, S5 schaut auf die beiden] wenn jetzt ein Widerstand da drin ist
S6: Bla bla
L2: dann wird halt der ganze Strom einmal schwächer. Das ist klar, oder?
S5: Mhm. [nicht wirklich aufmerksam, Augen verdrehend]
- 43:20 L2: Wenn's ein Widerstand ist, der sich im Stromkreis befindet, wird der
[S5 schaut auf ihre Hände] wird die Stromstärke im Gesamten einmal weniger. Das ist klar oder?
- 43:30 Egal wo sich der befindet, es wird einmal die Stromstärke weniger beim Widerstand. [S6 gähnt, S5
43:40 starrt in die Luft; L2 spricht leise zu sich selbst; L2 laut:] Na, was würdet ihr mal vermuten? Jetzt sagt mir einmal, was ihr vermuten würdet.
S5: Was da, bei der Antwort?
L2: Ja einfach einmal die Frage durchlesen, verm- und eine Vermutung.
S6 [versucht Schraubenzieher von Angabezettel wegzublasen, bewegt ihn dann mit Kinn weg]:
Äh.
[S5 atmet tief ein, bläht Backen auf und macht große Augen]
- 43:50 L2: Also jetzt einmal rein theoretisch-
S5: Das ist kleiner
L2: Was?
S5: Kleiner. [S6 schnalzt mit der Zunge]
L2: Kleiner sagst du.
S5: Ja, kleiner.
L2: Was wird kleiner? I2, I1 und I sind-
S5: Beide, alle.
- 44:00 L2: Alle werden kleiner? (...)
S5: Ja.
- 44:10 L2 [blickt auf Aufgabe]: Ok, ja, es ist aber, ähm, [nickt] klar, I wird einmal kleiner. Ja. I2 wird
44:20 [überlegt lange] [S5 blickt zur Nachbarin und in die Luft, S6 gähnt]
L2: Ich schätz einmal, das wird einmal alles kleiner. [nickt]

Auch hier ist deutlich zu bemerken, dass L2 die Meinung der Tutees einholt, um sich dieser dann anzuschließen. Erst im weiteren Interaktionsverlauf bat L2 seinen Mitschüler L5 um Unterstützung und kann die Aufgabe erklären.

Auch unterhielt sich S5 relativ häufig (4,3%) mit ihrer Mitschülerin S13 von der Nachbargruppe, zu der, wie in Ankersequenz 67 dargestellt, auch ihre Blicke oft schweiften. Unter anderem erzählte S5 ihrer Mitschülerin auch, dass sie sich unwohl in der Gruppe fühle (Gruppe 2 - Video 1, min 46:00, Anhang B.2). Möglicherweise wäre es sinnvoll gewesen, den Tutees selbst die Gruppenbildung statt den Tutoren zu überlassen, um derartige Effekte, wie sie auch auf Seite 214 erläutert werden, zu vermeiden.

Die typischen Rolleneigenschaften, welche üblicherweise Lehrkräften zugeschrieben werden, wurden – im Gegensatz zu L1 – von L2, eher nicht eingenommen. Auch die Tutees schienen dem Tutor nicht in dem Ausmaß Respekt entgegenzubringen, wie die Tutees der

Gruppe 1 ihrem Tutor, was womöglich auch an der erwähnten fachlichen und auch sozialen Unsicherheit von L2 lag.

Die Beschreibung der in Tabelle 44 angeführten Verhaltensweisen abschließend sei angemerkt, dass S4 und S6 stärker miteinander interagierten als S6 und L2 oder S4 und L2, während die das Thema betreffende Interaktion mit S5 im Allgemeinen geringer war. Leider waren die leisen Gespräche von S6 und S4 oft nicht zu verstehen, doch könnten auch diese stillen Interaktionen der beiden Tutees deren Konzeptwechsel beim Testinstrument unterstützt haben.

- Emotionen

Um die Verhaltensweisen der Akteure der Gruppe 2 besser zu verstehen und daraus in Folge angemessenere Rückschlüsse auf deren Motivation machen zu können, seien nun noch die mit Hilfe des Kodiersystems von Mayring et al. (2005, S.8) identifizierten und in Tabelle 45 angeführten Emotionen beschrieben.

Emotionen	Gesamt	L2	S4	S5	S6
Ärger	10,0%			9,4%	2,4%
Angst / Unsicherheit	10,0%	10,0%			
Langeweile	35,8%		9,7%	33,2%	17,0%
Freude	5,9%	0,5%	0,5%	2,2%	3,2%
Interesse	5,1%		2,2%	2,2%	3,5%
Zufriedenheit	-	-	-	-	-

Tabelle 45: Anteil der festgestellten Emotionen der Akteure an der Gesamtinteraktion; 100% = Summe aller 371 10-Sekunden-Sequenzen

Die Emotionen der Akteure schienen in Gruppe 2 vor allem von Langeweile geprägt zu sein. Die Akteure waren schnell mit der Bearbeitung der Aufgaben fertig – so schnell, dass sich L2 darüber wunderte (Gruppe 2 - Video 1, min 23:00, Anhang B.2) und die mehrmals in Inhaltslosigkeit abgleitende Interaktion sogar einmal bereit war abubrechen (Gruppe 2 - Video 1, min 28:00, Anhang B.2). Warum dies nicht geschah, lag womöglich am Einfluss der Videoaufnahme (siehe Seite 210). Besonders S5 starrte oft nur in die Luft und war abgelenkt, gähnte auffällig häufig, äußerte zweimal den Wunsch nach Pause, unterhielt sich mit Akteuren anderer Gruppen und fragte nach der Uhrzeit. Dass sich aufgrund der Inhaltlosigkeit kaum Zufriedenheit in Bezug zum Thema einstellte, ist deshalb kaum verwunderlich – das vielleicht zu Beginn gegebene Interesse der Tutees wurde schnell enttäuscht. Die Emotion Ärger kam vor allem durch die Streitigkeiten der Tutees S5 und S6 hinzu und wird in Bezug auf motivationale Aspekte im folgenden Kapitel näher erläutert. Im Laufe der Streitereien weiß sich S5 sogar nur mehr durch leichtes Stoßen und Schlagen von S6 zu wehren, was S6 jedoch zu amüsieren schien.

S6 erschien besonders am selbstständigen Ausprobieren interessiert und S4 unterstützte, beobachtete und kommentierte die Tätigkeiten von S6 scheinbar mit ebensolchem Interesse. Das Nachfragen von S5 ließ sie zunächst sehr interessiert erscheinen, dieses Frageverhalten und ihre Lernbeteiligung nahmen jedoch, wie bereits erwähnt, stetig ab.

Zwar bestätigten die Teilnehmenden jede Frage des Tutors, ob sie denn alles verstanden hätten, doch machten sie dabei lediglich den Eindruck, dass sie an einer Wiederholung nicht interessiert waren, möglicherweise, weil sie die Unsicherheit von L2 erkannten.

Die Videoaufnahme hatte durchaus einen Einfluss (siehe Tabelle 46), der jedoch von Akteur zu Akteur unterschiedlicher Art gewesen sein dürfte.

Einfluss der Videoaufnahme	Gesamt	L2	S4	S5	S6
	4,0%	1,9%	1,6%	3,2%	1,9%

Tabelle 46: Einfluss der Videoaufnahme auf die Interaktion der Gruppe 2

Während S6 durch das Video wohl eher versuchte aufzufallen (s. Ankersequenz 68), erscheint es S5 (s. ebenso Ankersequenz 68) und S4 (s. z.B. Gruppe 2 – Video 1, min 09:30, Anhang B.2) eher unangenehm gewesen zu sein gefilmt zu werden.

Ankersequenz 68 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- 13:00 S6: Ja ich würd's gern kurzschließen. Das wär geil. [hüpft nervös auf und ab.]
 S5: Brauchen die anderen länger?
 L2: Wofür länger?
 S5: Für das da.
 S6: Ja, die anderen sind unfähig. [S5 lacht]
- 13:10 S6: Das sind so Gruppen, die aus drei von dir bestehen.
 [S5 schlägt S6 mit dem Schraubenzieher am Arm und mit der flachen Hand über den Hinterkopf.]
- 13:20 S6 [hält beide Enden eines Kabels]: Ich hab Kurzschluss.
 S5: Dir ist schon klar, dass wir gefilmt werden, gö?
 S6: Hm?
 S5: Schon klar, dass die da uns dann beobachten.
- 13:30 S6: Hi! Mama ich bin im Fernsehen. [winkt in Kamera] [S5 lacht]
 S6: Wie diese Freaks im Baseballstadion. Mama ich bin im Fernsehen [mit erhobenen Händen]

Vor allem in den Phasen während L2 nach zu behandelnden Themen suchte und etwa aufs Arbeitsblatt blickte, kam es zu derartigem Verhalten, das auch auf Langeweile hindeutet.

Möglicherweise war die Videoaufnahme auch ein Grund, weshalb L2 immer wieder versuchte Inhalte in die Interaktion einzubringen. Zu bedenken ist nämlich, dass die Videoaufnahme insbesondere von den Tutoren eventuell als kontrollierende Situation wahrgenommen wurde und diese daher selbst einen eher kontrollierenden Unterrichtsstil gegenüber den Tutees einnahmen als sie es ohne diese „Überwachung durch die Kamera“ täten (vgl. Niemiec & Ryan, 2009, S.140). Möglicherweise verhindert diese kontrollierende Situation also einen gänzlichen „Laissez-faire-Unterrichts-Stil“ durch L2.

- *Motivationale Einflussfaktoren*

Die möglichen motivationalen Einflussfaktoren auf den Konzeptwechsel in Abhängigkeit von Emotionen und Verhalten der Akteure sind in Tabelle 47 dargestellt und seien in Folge analysiert.

Motivationale Einflussfaktoren	Gesamt	L2	S4	S5	S6
Autonomie	6,7%		1,3%	0,8%	4,9%
Kompetenz	5,1%	1,1%	0,5%	0,3%	1,3%
Soziale Eingebundenheit	1,6%		1,6%		1,3%
Autonomiebedrohung	0,8%			0,8%	
Kompetenzbedrohung	7,5%	3,0%		4,3%	0,8%
Bedrohung sozialer Eingebundenheit	5,9%			5,9%	0,5%
Selbstwertbedrohung aufgrund Stereotyp	2,2%			2,2%	0,5%
Selbstwertbedrohung durch Nicht-Beachtung	0,5%			0,5%	
Unterminierung der Motivation zur Selbsthilfe durch Nicht-Beachtung	1,1%	0,5%	0,3%	0,8%	

Tabelle 47: Anteil der motivationalen Einflussfaktoren der Akteure der Gruppe 2 an der Gesamtinteraktion; 100% = Summe aller 371 10-Sekunden-Sequenzen

Auch bei Gruppe 2 konnte nur ein kleiner Teil der aus der Theorie abgeleiteten motivationalen Einflussfaktoren auch tatsächlich durch die Videoanalyse identifiziert werden (vgl. Tabelle 17 auf Seite 89 mit Tabelle 47), da es auch hier schwerfiel, ohne konkrete Äußerungen der Tutees zu ihren Einstellungen Konkretes darüber in Erfahrung zu bringen. Für S6 konnte jedoch noch unter Einbezug der Ergebnisse aus FB1 ein Indiz auf eine Leistungszielorientierung aufgefunden werden (s. S.214)

Im Vergleich zur Gruppe 1 fällt auf, dass L2 den Teilnehmenden zwar wesentlich mehr Freiheiten ließ als L1, diese wurden jedoch nicht durchgängig als Autonomie kodiert, da den Tutees oft etwa bei Fragen lediglich gesagt wurde, dass sie es doch selbst probieren können, Kommentare von L2 zu den Versuchen sodann inadäquat waren und weitere Hilfestellungen, welche einem Konzeptwechsel hilfreich gewesen wären, unterblieben. Es stellte die Interaktion also eher einen „Zwang zum Nicht-Informiert-Werden“ als eine Möglichkeit autonom zu arbeiten dar. Dass Hilfestellungen und größere Unterstützung durchaus erwünscht gewesen wären, ist aus dem bereits beschriebenen anfänglichen Frageverhalten von S5 sowie dem ebenso erläuterten Explorationsverhalten von S6 erkennbar. Die Tutees fanden in L2 also nicht die erhoffte Unterstützung, welche sie für ihr Verständnis benötigt hätten. Am ehesten konnte wohl noch S6 die Situation für sich nutzen indem er verstärkt selbst an den Stromkreisen arbeitete und Überprüfungen seiner Vorstellungen am Stromkreis, welche, wie bereits erwähnt, einen ersten Anstoß zu einem beginnenden Konzeptwechsel gegeben haben könnten vornahm – S4 unterstützte ihn dabei. Trotz dieses „Laissez-faire“-Stils gab PM auch L2 den Hinweis die Tutees eigenständig an den Stromkreisen arbeiten und Meinungen abgeben zu lassen, da wohl auch bemerkt wurde, dass L2 kaum Fragen stellte (vgl. Tabelle 44, S.204, Kategorie „Überprüft Verständnis“: 4%). Obwohl eine gewisse Neugier der Akteure durch L2 also wohl kaum zufriedengestellt werden konnte, gaben die Tutees nach dem Cross Age Peer Tutoring an, alles verstanden zu haben und L2 als Tutor geschätzt zu haben (vgl. Ergebnisse der Interviews in der Folgeuntersuchung). Möglicherweise taten sie dies, um sich nicht mit ihren unpassenden

Vorstellungen weiter auseinandersetzen zu müssen und so ihr Kompetenzzempfinden zu schützen.

Wie die Cross Age Peer Tutoring-Situation auf das Autonomieempfinden von L2 wirkte, konnte nicht exakt ermittelt werden, es machte jedoch den Eindruck, dass der Tutor die Fragen und Neugier der Tutees in bestimmtem Ausmaß sogar als unangenehm empfand, da diese jedes Mal, wenn er keine adäquate Antwort geben konnte, einen gewissen Angriff auf sein Kompetenzzempfinden darstellten (Kompetenzbedrohung: 3,0%), weshalb L2 auch schnell dazu überging zu sagen, die Tutees hätten bereits alles verstanden (z.B. Gruppe 2 - Video 1, min 21:10 oder min 28:10, Anhang B.2) und bei Fragen den Aufbau betreffend manchmal nur äußerte, dass die Tutees es ja probieren können (z.B. Gruppe 2 - Video 1, min 18:10, Anhang B.2) sowie bei konzeptuellen Fragen meist mit inadäquaten Schülervorstellungen, wie der „Stromwegnahme-Vorstellung“ antwortete (z.B. Gruppe 2 - Video 1, min 12:00, Anhang B.2). Das Lob welches L2 gegenüber S6 in Ankersequenz 57 auf Seite 197 aussprach und das gleichzeitige Nicht-Eingehen auf die Frage von S5, wurden auch als „Selbstwertbedrohung durch Nicht-Beachtung“ für S5 kodiert. Überhaupt wurden die eher stillen Fragen und Aussagen von S4 und S5 häufig von L2 in der chaotischen Tutoring-Situation überhört oder es wurde ihnen aufgrund von mangelndem Konzeptverständnis womöglich keine Bedeutung zugemessen, was dazu führte, dass auch die Tutees sich während der Interaktion nicht mehr mit ihren eigenen Aussagen und Fragen kognitiv beschäftigten. L1 hingegen ist im Gegensatz zu L2 eher davon ausgegangen, dass die Tutees einen Sachverhalt nicht verstanden (vgl. z.B. Gruppe 1 - Video 1, min 19:40, Anhang B.2), vor allem wenn sie Vorstellungen anders formulierten als er selbst, er ging daher auf Fragen ein und wiederholte seine Konzepte entsprechend oft, was diese auch festigte.

Das Kompetenzzempfinden von L2 wurde vermutlich vor allem durch die gelungene Serienschaltung von Batterien sowie die allgemein höhere Routine, welche der Akteur im Bau von Stromkreisen im Vergleich zu seinen Tutees hat, gehoben (Gruppe 2 - Video 1, min 37:30, Gruppe 2 – Video 2, min 02:00, 02:40 und 10:50, Anhang B.2). Das Kompetenzzempfinden von S4 wurde wohl vor allem gehoben, als er von L2 für die Beschreibung seines (inadäquaten und in Ankersequenz 48 auf Seite 185f dargestellten) Konzepts gelobt wurde. Ebenso eine das Kompetenzzempfinden fördernde Sequenz wurde für S5 für den erfolgreichen Bau einer Serienschaltung und die positive Rückmeldung, die L2 diesbezüglich machte, kodiert. Die meisten vermutlich das Kompetenzzempfinden fördernden Sequenzen wurden für Tutee S6 verzeichnet, der oft für das aktive Bauen der Stromkreise von L2 gelobt wurde, welche für die Akteure auch häufig überraschende Beobachtungen ergaben. Selbst S5 äußerte einmal ihren Respekt ihm gegenüber (Gruppe 2 – Video 1, min 18:30, Anhang B.2), möglicherweise auch deshalb, weil sie sich von ihm ebenso behandelt wissen wollte.

Sozial eingebunden erschienen lediglich S4 und S6, da die beiden gut zusammenarbeiteten und meist einer Meinung waren, gemeinsam (über andere Teilnehmende) lachten und sich gegenseitig unterstützten. Wie aus dem Dargelegten bereits erahnt werden kann, konnte keine Sequenz gefunden werden, welche die Soziale Eingebundenheit von S5 unterstützte,

im Gegenteil, ihre soziale Eingebundenheit wurde durch den Hohn von S6 massiv gefährdet (5,9%). Interessanterweise gab S5 jedoch im Fragebogen FB4 einen höheren Wert sozialer Eingebundenheit an als S4, dessen Daten auch auf den anderen Skalen die von S5 angeführten Werte nicht überschritten.

Überhaupt erscheinen die Angaben der Tutees zu ihrer Wahrnehmung der Grundbedürfnisse den für das Cross Age Peer Tutoring kodierten Hinweisen auf Befriedigung derselben stark entgegenzustehen, wie Diagramm 30 zeigt. Besonders die hohen Angaben von S5 sind nicht nachzuvollziehen.

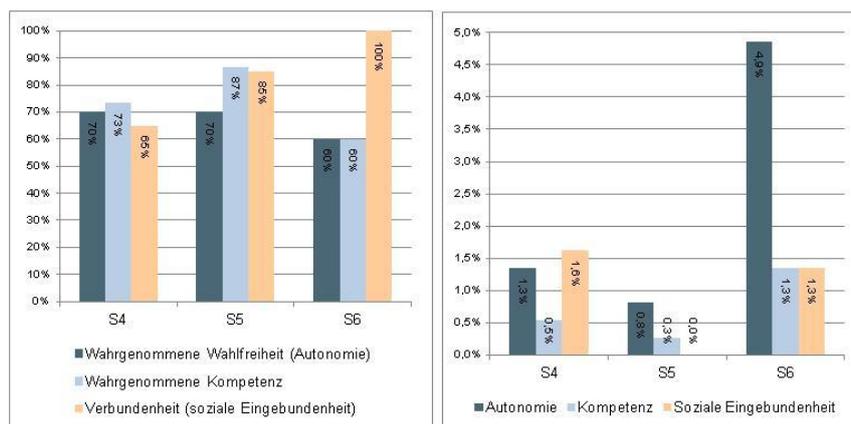


Diagramm 30: Angegebene Wahrnehmung der Grundbedürfnisse in FB4 und kodierte Hinweise auf Grundbedürfniserfüllung der Tutees der Gruppe 2 durch die Videoanalyse

Möglicherweise führte jedoch die extreme Ablehnung der Gruppenmitglieder von S5, welche an Ankersequenz 69 illustriert sei, zu einer Gegenreaktion bei der Beantwortung von FB4, bei der sie vielleicht nicht mehr Bezug auf S4 und S6 nahm, sondern den Fragebogen nur in Bezug auf den Tutor und eine vorgestellte für sie passende Tutee-Gruppe beantwortete. Diese Annahme bleibt jedoch Spekulation. Eine „ehrliche“ Beantwortung des Fragebogens durch S5 erscheint aber jedenfalls fraglich.

Es sei hier abermals auf die Vermutung hingewiesen, dass die Lernenden der AHS-Oberstufe die Fragebogeninstrumente „wahrheitsgemäßer“ und gewissenhafter ausfüllten, während die Schülerinnen und Schüler der AHS-Unterstufe ihre Antworten aufgrund mangelnder Selbsteinschätzung möglicherweise eher entsprechend unterstellter Erwartungen schönerten, weshalb eine Eignung wohl eher für ältere Lernende gegeben erscheint. Eine tiefgehende Diskussion wie angemessen die Fragebogeninstrumente für die Probanden waren, führt jedoch in dieser Arbeit zu weit und sei daher nicht näher erörtert.

Ankersequenz 69 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

- 46:00 [S13 kommt zur Gruppe, spricht leise mit S5 und lacht]
 S5 [zu S13, sodass es S4 und S6 hören]: Was mich noch nervt, ist, dass ich mit denen [schaut auf S4 und S6] in einer Gruppe bin.
- 46:10 S13: Ich hab auch nix machen dürfen. Ich bin auch froh (...).
 S6: Die #S5# hat auch keine Ahnung, wie's geht bitte. [...]

Aus Ankersequenz 69 erkennt man auch, dass es in den Gruppen zu Problemen zwischen den Akteuren kam, welche wohl von der Geschlechtsheterogenität herrührten (s.S.51 und 57, vgl. Fogarty und Wang, 1982, S.464 oder Robinson et al. 2005, S.351). S13, die in der

Gruppe von Tutor L5 mit zwei männlichen Tutees zusammenarbeitete, schien sich ebenso wie S5 in ihrer Gruppe unangemessen behandelt gefühlt zu haben und auch S1 war zumindest einer unangenehmen Situation (vgl. Ankersequenz 44, S.175) in der Gruppe 1 ausgesetzt. Die Art und Weise, wie S6 seine Mitschülerin behandelte deutet auch darauf hin, dass sich der Akteur – möglicherweise aufgrund der besseren Schulnoten von S5 (vgl. S.207) – in einer untergeordneten Rolle fühlte und vielleicht daher versuchte die Kompetenz von S5 in Abrede zu stellen, um das „Stereotyp des schlechten Schülers“, das wohl auch eine Kompetenzbedrohung für ihn darstellte, nicht aufkommen zu lassen (vgl. Gruppe 2 - Video 1, min 27:00, Anhang B.2). Auch in FB1 gab S6 an, im Fach Physik eher zu lernen, da er sonst schlechte Noten bekäme. Kombiniert man diese Angabe mit der eben erwähnten Vermeidungshaltung gegenüber der Kompetenzbedrohung, die für S5 vom „Stereotyp des schlechten Schülers“ auszugehen schien, so lässt sich daraus auch eine gewisse Leistungszielorientierung für S6 ableiten, die ohne diesen Mixed-Methods Ansatz jedoch nicht hätte aufgefunden werden können.

Womöglich spielt jedoch gerade für S5 eher noch als für S6 die von Robinson et al. (2005, 351) erwähnte Angst vor der Bestätigung eines negativ besetzten Stereotyps eine gewisse Rolle (s.S.57), denn es scheint so als bestand gerade gegenüber S5 ihre Kompetenz betreffend ein negativ besetztes Stereotyp auf Seiten der anderen Tutees (insbesondere S6), was die Leistung von S5 gehemmt haben könnte, da sie kognitiv möglicherweise damit beschäftigt war, Äußerungen seitens S6 dieses Stereotyp betreffend zu vermeiden und so die Kompetenzbedrohung gering zu halten. Dass diese Äußerungen auf Video aufgezeichnet wurden und L2 die Streitigkeiten mitbekam, machte die Situation für S5 wohl besonders unangenehm, was neben der Tatsache, dass L2 keine adäquaten Antworten auf ihre Fragen gab mit ein Grund dafür gewesen sein könnte, weshalb sie sich immer mehr zurückzog und kaum mehr aufmerksam interagierte. Diese Bedrohung, aufgrund des Stereotyps weiterem Spott ausgesetzt zu sein, schränkte somit wohl auch ihr Autonomieempfinden ein.

Aufgrund dieser Probleme wäre es, trotz der Komplikation, dass sich in Tutoring-Situationen oder anderen Gruppenarbeiten immer dieselben Akteure zusammenfinden, sinnvoll, die Gruppenbildung den Tutees zu überlassen und erst danach die Tutoren entscheiden zu lassen, welche Gruppe sie unterrichten möchten. In der hier beschriebenen Cross Age Peer Tutoring-Interaktion haben die Tutoren ihre Tutees (teilweise zufällig) ausgewählt (L1 wies die Tutees sodann ihren Tutoren zu).

Zwar äußerten sich die Akteure nicht aktiv zu ihrer Motivation (keine Selbstbewertung zur motivationalen Valenz), doch ist die bereits im Kapitel zu den Emotionen der Akteure kodierte Langeweile ein Anzeichen dafür, dass kaum Interesse an den Ausführungen von L2 bestand.

Die Interpretation von Tabelle 47 abschließend, sei noch erwähnt, dass es, wie schon in einigen Ankersequenzen erkennbar (z.B. Ankersequenz 48, S.185, Ankersequenz 61, S.200, Ankersequenz 62, S.200) und auf Seite 205 erwähnt, den Anschein macht, es gehe bei der Interaktion der Gruppe 2 nicht so sehr um das Lösen von Problemen, sondern es stehe eher das Vortäuschen von Kompetenz durch die Akteure im Vordergrund. Die Erklärungen der

Akteure mit Hilfe ihrer persönlichen Schülervorstellungen konnten die Ergebnisse der Versuche kaum plausibel machen und waren nicht miteinander vereinbar, doch schützten die Teilnehmenden ihr persönliches Kompetenzzempfinden (sogar "kooperativ und wechselseitig" indem etwa L2 immer wieder darauf hinwies, dass alles verstanden wurde) gegen auftretende und verunsichernde Fragen, weshalb die Vorstellungen als Erklärungen beibehalten wurden. S5, von welcher S6 wiederholt behauptete, sie hätte nichts verstanden, bekam daher keine adäquaten Antworten auf ihre Fragen und vermochte es natürlich nicht, einen kognitiven Konflikt mit ihren Fragen bei den Akteuren hervorzurufen. Schließlich gab sie das Fragen auf und arbeitete, wohl auch um eine Bestätigung des ihr zugeschriebenen Stereotyps zu vermeiden, kaum mehr mit, ihre (sehr wichtige) Unzufriedenheit blieb jedoch scheinbar bestehen. Somit kam es wohl nämlich dazu, dass zwar die Post-Testergebnisse von S5 nach wie vor inadäquat waren, der eigene Unterricht beim Same Age Peer Tutoring hatte also, ohne adäquate Konzepte erfahren zu haben, nur wenig Einfluss auf einen Konzeptwechsel, doch nach dem traditionellen Unterricht konnte S5 ihre Leistung am Follow Up-Test wesentlich steigern, während für die meisten anderen Akteure kein Leistungszuwachs zu vermerken war. Möglicherweise war also die anfängliche Neugier und Unzufriedenheit, welche durch das Cross Age Peer Tutoring nicht befriedigt werden konnte und dieses daher überdauerte, ausschlaggebend für einen Konzeptwechsel-Vollzug im Rahmen des traditionellen Unterrichts. Die Post und Follow-Up-Testergebnisse wurden in dieser Arbeit bis auf diese eben angeführte Vermutung nicht weiter interpretiert, seien aber im Anhang C.3 für alle am Cross Age Peer Tutoring Teilnehmenden angegeben.

Dieses Kapitel abschließend seien noch die metakognitiven Aktivitäten der Teilnehmenden der Gruppe 2 besprochen. Da diese Aktivitäten der Teilnehmenden, wie im Folgenden erläutert sei, nur selten tatsächlich ihr eigenes Denken betrafen (siehe Tabelle 48), wurden sie nicht bei den Faktoren beschrieben, welche ihren Konzeptwechsel direkter zu beeinflussen schienen, sondern es seien die Ergebnisse erst hier angeführt und interpretiert, da die Bewertungsaktivitäten – vor allem die häufig vorkommenden Aktivitäten der Fremdbewertung – von den Probanden wohl eher zur Steigerung des jeweils eigenen Kompetenzzempfindens „benutzt“ wurden.

Metakognitive Bewertungen	Gesamt			L2			S4			S5			S6		
	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-
Selbstkontrolle und Valenz (kognitiv)	1,3%	0,3%	1,3%							0,3%	0,3%		1,1%		1,3%
Bewertung der Schwierigkeit	0,3%		0,3%	0,3%								0,3%	0,3%		0,3%
Fremdbewertung kognitiver Aktivität	0,3%		3,5%	0,5%					0,3%			0,8%			3,5%

Tabelle 48: Anteil der metakognitiven Bewertungs-Aktivitäten der Akteure der Gruppe 2 an der Gesamtinteraktion; 100% = Summe aller 371 10-Sekunden-Sequenzen

Aus Tabelle 48 erkennt man, dass lediglich für S6 und S5 Selbstbewertungsäußerungen verzeichnet werden konnten, wobei beide Selbstbewertungen von S5 eine Reaktion auf eine Stichelei von S6 darstellten („*So dumm bin ich auch wieder nicht.*“, Gruppe 2 - Video 1, min 09:50, oder „*Schau, das weiß ich zum Beispiel.*“ Gruppe 2 - Video 1, min 27:30, Anhang B.2) und abermals die Selbstwertbedrohung aufgrund des Stereotyps deutlich machten.

Auch die meisten der von S6 geäußerten positiven Selbstbewertungen stellen eine Reaktion auf den Streit mit S5 dar und zielen wohl darauf ab, das eigene Kompetenzzempfinden zu

heben. Gleichzeitig beurteilt S6 dabei oft Mitglieder anderer Gruppen und auch, wie bereits bekannt, S5 aus der eigenen Gruppe negativ in ihrer kognitiven Leistung. Aus Tabelle 48 erkennt man, dass derartige negative Fremdbewertung relativ häufig vorkommt und S6 in jeder Sequenz an dieser beteiligt ist. Ankersequenz 57 auf Seite 197, Ankersequenz 66 auf S.205, Ankersequenz 68 auf S.210 und die hier dargestellte Ankersequenz 70 sind Beispiele für die Fremdbewertung kognitiver Aktivitäten durch S6:

Ankersequenz 70 (Cross Age Peer Tutoring, Gruppe 2 – Video 1, Anhang B.2)

L2: Wollt ihr noch irgendwas wissen dazu?
 S5: Nein.
 L2: Versteht ihr alles?
 S5 und S6: Ja
 L2: Das war jetzt aber geschwind irgendwie [beugt sich über Angabezettel]
 S6: Die anderen sind einfach unfähig.
 23:10 L2 [dreht Angabezettel um]: Gehen wir nochmal alles durch.
 S5: Tzzzzz.

Ankersequenz 70 zeigt auch bereits deutlich das Desinteresse (vgl. S.211ff) vor allem von S5.

S4 beteiligte sich in einer bereits erwähnten Sequenz (Gruppe 2 - Video 1, min 09:50) an der „negativen Bewertung“ von S5 und S5 wiederum versuchte sich mit abwertenden Aussagen (Gruppe 2 - Video 1, min 25:00 und 27:00) gegen S6 zu wehren.

S6 drückte wiederholt aus keine Ahnung zu haben (vgl. unten: Bewertung der Aufgabenschwierigkeit), was als negative kognitive Valenz sich selbst gegenüber kodiert wurde.

Es konnte hier kein Zusammenhang der Selbstbewertungsaktivitäten mit dem Konzeptwechsel gefunden werden, jedoch schienen die Fremdbewertungen für den Konzeptwechsel der betroffenen Akteure massiv abträglich zu sein, was für S5 leicht nachvollzogen werden kann.

Der Bau von Schaltungen wurde von S6 manchmal als „verwirrend“ bezeichnet, wobei ihm S5 einmal auch zustimmte (Bewertung der Schwierigkeit: negativ, 0,3%). Wohl liegt diese Verwirrung daran, dass den Tutees keine adäquaten Konzepte zur Verfügung standen. Der Bau einer Serienschaltung zweier Lämpchen wurde von S6 und L2 als „eh nicht schwer“ bezeichnet, über die Vorstellungen der Akteure zu der Schaltung wurde jedoch kaum oder nur auf der Basis inadäquater Vorstellungen gesprochen und es wurde sogleich mit dem Bau komplexerer Schaltungen fortgesetzt noch bevor die einfache Schaltung tatsächlich eingehend besprochen und verstanden wurde. Somit hängen auch diese Bewertungen der Schwierigkeit nicht wirklich mit dem Konzeptwechsel der Akteure zusammen.

- *Zusammenfassung*

Dieses Kapitel zum Verhalten, zu den Emotionen und zur Motivation der Akteure der Gruppe 2 zusammenfassend, sei gesagt, dass schon bei einer ersten Durchsicht des Videos und auch bei der Lektüre des Transkripts erkennbar ist, dass diese Größen einen wesentlichen Beitrag dafür darstellen, ob Konzeptwechsel stattfinden kann oder nicht. So verunmöglichten der Ärger und die Hemmnisse aufgrund des unterstellten „Stereotyps der Inkompetenz“ für

S5 einen Konzeptwechsel während des Tutorings vollkommen. S4 schienen – so lassen die Fragebogenergebnisse die Vermutung zu – die Streitigkeiten auch nicht besonders behagt zu haben, obwohl er gut mit S6 zusammenarbeitete und sozial eingebunden erschien. S6 hingegen versuchte wohl sein Kompetenzzempfinden durch seine wiederholten entwertenden Aussagen gegenüber S5 und Akteuren anderer Gruppen aufzubauen. Letzterem Tutor schien es auch gelungen zu sein, aktiv mit Hilfe der selbst erstellten Stromkreise an seinen Vorstellungen zu arbeiten, was wohl auch als erster Schritt zu seinem Konzeptwechsel angesehen werden kann.

L2 erschien aufgrund seiner inadäquaten Konzepte doch ziemlich verunsichert und mischte sich kaum in die Streitigkeiten der Tutees ein.

Die Interaktionen von Gruppe 2 illustrieren somit Verhalten, welches einem Lernfortschritt eher abträglich ist, zeigen damit aber auch eine Wechselwirkung von Verhalten, Motivation und Konzeptwechsel auf und lassen daher ebenso folgende Beantwortung der Forschungsfragen 1 bis 3 zu:

Aufgrund der vorliegenden Stereotype war das primäre Ziel der Akteure, nicht ihr eigenes Kompetenzzempfinden zu erhöhen sondern die Kompetenzwahrnehmung auf Seiten der anderen Gruppenmitglieder herzustellen und damit auch soziale Eingebundenheit zu ermöglichen. Die Akteure waren also nicht intrinsisch motiviert, ihre Vorstellungen zu ändern sondern lediglich daran interessiert, ihr Verständnis der Inhalte darzulegen, was eine gewisse Leistungszielorientierung darstellte. Dies führte jedoch zu oberflächlichem „Demonstrationsverhalten“ und Streitigkeiten. Diese hatten vor allem für S5 negative Auswirkungen, da die Beleidigungen wiederum insbesondere auf die Wahrnehmung der sozialen Eingebundenheit und damit auf die intrinsische Motivation diese wieder herzustellen wirkten, wodurch ein Zirkel entstand, der das Erreichen eines Konzeptwechsels für S5 verunmöglichte.

4.4.3.12 Vergleich der Gruppen und Zusammenfassung der Ergebnisse der Videoanalyse

Im Folgenden werden einige der dargestellten Ergebnisse der Videoanalyse der Gruppen 1 und 2 verglichen, zusammengefasst dargestellt und Schlussfolgerungen werden daraus gezogen, die auch vereinzelt Hinweise für die Durchführung zukünftiger Cross Age Peer Tutoring-Interaktionen ergeben.

- So verdeutlicht ein Vergleich der beiden Gruppen etwa die Relevanz der Tutor-Variable für die Wirksamkeit des Cross Age Peer Tutoring und unterstreicht im Hinblick auf den Lernfortgang der Tutees die Wichtigkeit, darauf zu achten, dass Tutorinnen und Tutoren bereits beim Mentoring eine Überwindung der zu unterrichtenden Schülervorstellungen erreicht haben (vgl. Robinson et al., 2005; s.a. S.38).

- Auch die Ergebnisse der Korrelation von Fragebögen und Testinstrument (Kapitel 4.4.3.5) konnten mit Hilfe der Videoanalysen nachvollzogen werden. So sah L1 das Cross Age Peer Tutoring als größere Herausforderung an als L2 und empfand auch den Aufwand als wesentlich höher. Während der Interaktion war deutlich, dass er sich sehr anstrengte,

den Tutees die adäquaten Konzepte zu vermitteln. L2 hingegen sah das Cross Age Peer Tutoring nicht so sehr als Herausforderung an und brachte in der Folge vor allem Schülervorstellungen in die Interaktion ein und versuchte seine Unsicherheit zu verbergen. Den fachlichen Aufwand empfand er entsprechend geringer. Aus diesem Zusammenhang lässt sich von den motivationalen Faktoren Aufwand und Herausforderung über das Verhalten auf die mittleren Konzeptwechsel, die die Tutees aufgrund des Einflusses ihrer Tutoren initiieren konnten, schließen. Dieser Zusammenhang bestätigt somit auch Hypothese H1-H3: So führen motivationale Faktoren der Akteure im Cross Age Peer Tutoring zu lernförderlichem bzw. lernhemmendem Verhalten und damit zu positiven respektive negativen Auswirkungen auf den Konzeptwechsel. Die Videoanalyse hat auch erkennbar gemacht, dass die motivationalen Faktoren durch das Verhalten der Teilnehmenden mit bedingt wurden, was etwa vor allem an dem die Grundbedürfnisse bedrohenden Verhalten von S6 gegenüber S5 deutlich wurde.

- Das Ausmaß und die Art der einen Konzeptwechsel möglicherweise einleitenden Faktoren sind zwischen den beiden Gruppen höchst unterschiedlich. So konnte in Gruppe 2 der Konzeptwechsel nicht bedingt durch den Tutor eingeleitet werden, sondern Einflüsse auf diesen sind eher – vor allem im Fall von S6 – in den überraschenden Beobachtungen der Experimentausgänge zu sehen und entsprechen damit am ehesten mehreren kognitiven Konflikten. In Gruppe 1 hingegen herrschte Scaffolding stark vor (vgl. Tabelle 30). Ein kognitiver Konflikt entstand womöglich in Gruppe 1 durch die Gegenüberstellung der von L1 bei den Lernenden identifizierten oder vermuteten Vorstellung mit dem physikalisch adäquaten Konzept (s. für Gruppe 1 Ankersequenz 28 auf Seite 156 und deren Beschreibung; Theorie hierzu findet man auf Seite 19 und 34)

- Zwar wurden für die einzelnen Sequenzen keine wirklich eindeutigen Hinweise auf die Art der Zielorientierung der Akteure gefunden, doch lässt ein Vergleich des Gesamtbildes der beiden Gruppen nun eindeutigere Schlüsse zu, welche Herangehensweise an den zu erarbeitenden Stoff die Teilnehmenden wählten und welche Art der Zielorientierung durch den Unterricht der beiden Tutoren bei den Tutees eher unterstützt wurde. Wie im theoretischen Teil im Kapitel 3.2.1.4 beschrieben besteht die Leistungszielorientierung in Kompetenzdemonstration, welche wohl vor allem von den Akteuren der Gruppe 2 praktiziert wurde, um die jeweils eigene Kompetenzwahrnehmung und somit seinen Selbstwert zu schützen. S6 begann zu diesem Zweck sogar die Kompetenz anderer abzuwerten. L2 hielt durch Betonung, die Tutees haben alles verstanden und durch Bestätigung inadäquater Vorstellungen diese Fassade aufrecht. Passierten hingegen „Fehler“ in Gruppe 1, so wurden diese meist (vor allem von S1) eingestanden und es wurde an ihnen gearbeitet. Unpassende Vorstellungen stellten für L1 eher nichts Schlimmes dar (Gruppe 1 – Video 1 min 24:50, Anhang B.2: „So stellt sich das jeder vor [...] so hab ich mir's auch am Anfang vorgestellt.“) sondern lieferten lediglich eine wichtige Arbeitsgrundlage (vgl. dazu den Begriff Vorverständnis von Niedderer & Schecker in Hößle et al. 2004, S.248ff). Viele Strategien, Analogien und Gleichnisse wurden von L1 erklärt, mit dem Ziel, die Kompetenzen der Tutees zu erhöhen – seine eigenen wurden dadurch wohl ebenso gefestigt. Vergleicht man nun die

beiden Gruppen mit den auf Seite 23 beschriebenen Zielorientierungen so lässt sich für L1 (obwohl dieser auch einmal die Leistungszielorientierung der Tutees ansprach als er auf den Test hinwies) und S1 eine eindeutige Lernzielorientierung nachweisen, während in Gruppe 2 vor allem S6 und L2 eine deutliche Leistungszielorientierung beim Cross Age Peer Tutoring aufweisen. Diese Feststellung ermöglicht eine Bestätigung einer Studie von Nolen (1988, zit. nach Pintrich et al., 1993, S.177), die, so schildern Pintrich et al. (1993, S.177), feststellte, dass Lernende mit Lernzielorientierung sowohl „tiefgreifende als auch oberflächliche Verarbeitungsstrategien“ anwenden, während jene mit Leistungszielorientierung eher nur oberflächlich lernen. Dies schien auch einen wesentlichen Unterschied zwischen den Gruppen 1 und 2 dargestellt zu haben.

- Dass Streitigkeiten, wie in Gruppe 2, sicherlich keine positive Auswirkung auf den Konzeptwechsel der Akteure hatten, ist einsichtig und braucht wohl kaum weiter erläutert werden. Daher muss bei der Gruppenbildung zur Vermeidung von negativen Stereotypen auf das Selbstbestimmungsrecht jedes Einzelnen bei der Gruppenauswahl Rücksicht genommen werden, weshalb wohl auch die Auswahl der Tutees durch die Tutoren und die Zuweisung zu ihren Gruppen durch L1 letztendlich einen negativen Einfluss auf die Interaktionen hatte. Möglicherweise kam es dadurch zu der interessanten Tatsache, dass die Mittelwerte der empfundenen Wahlfreiheit aller Tutees nur 71% für das Cross Age Peer Tutoring betragen (mit FB4 ermittelt) während sie bei der 6. AHS 81% (mit gekürzten FB3 ermittelt, inkl. L3) beziehungsweise 88% (ohne L3) betragen.

- Die Interaktionen beider Gruppen zeigen, dass aktives Frageverhalten sowie erprobendes Verhalten bei der richtigen Lernumgebung einem Konzeptwechsel zuträglich sein können, was auch einer Beantwortung der Forschungsfrage F2 entspricht. Im Falle von S1 stellte der Tutor seine Strategien und Analogien bereit und unterstützte den Konzeptwechsel durch häufiges Wiederholen derselben in diversen Zusammenhängen. Einen ersten Impuls zum Konzeptwechsel in Form eines kognitiven Konflikts gaben wohl auch die von S6 zielgerichtet auf seine Fragestellung zu seinem Konzept ausgerichteten Experimente, welche er eigenständig durchführte, um seine Vorstellung zu prüfen. Die Aussagen des Tutors spielten hier keine oder nur eine geringe Rolle. Die betreffenden Tutees „wechselten“ vor allem jene Vorstellungen, welche sie auch äußerten und einer Überprüfung (durch den Tutor L1 respektive durch ein Experiment) unterzogen. Vergleicht man die Akteure S1, S6 und L1 hinsichtlich Verhalten und Konzeptwechsel, so scheinen „extrovertiertes Konzeptäußerungsverhalten“ (L1), unnachgiebiges Nachfragen bei Unsicherheiten (S1) sowie offensives Ausprobieren der Konzepte am Experiment (S6) den positiven Konzeptwechsel zu fördern (S1, S6) beziehungsweise zu festigen (L1).

- Auch intrinsische Motivation spielte eine große Rolle in den Interaktionen und beeinflusste über eine Wechselwirkung mit dem Verhalten den Lernfortschritt der Akteure. So stellte der Versuch von S1 ihr Kompetenzzempfinden wiederherzustellen gleichzeitig eine Suche nach adäquaten Konzepten dar und beförderte somit ihren Konzeptwechsel, während S6 wohl versuchte seine als eingeschränkt empfundene Erfüllung der psychologischen

Grundbedürfnisse durch abschätziges Verhalten wiederaufzubauen oder S5 (als Antwort auf das Verhalten von S6) versuchte, ihre Wahrnehmung der Grundbedürfnisse durch Vermeidungsverhalten aufrecht zu erhalten, wobei beide zuletzt erwähnten Verhaltensweisen einen Konzeptwechsel natürlich nicht befördern. Der Zusammenhang von Verhalten intrinsischer Motivation und Konzeptwechsel der Akteure stellt eine Beantwortung aller Forschungsfragen (F1 bis F3) dar. Das eben Dargelegte entspricht damit auch einer möglichen Antwort auf die Leitfrage L (s. 0).

4.4.4 Einfluss des Mentorings der AHS-Unterstufe auf den Konzeptwechsel

Bevor letzte Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen gezogen werden und eine Zusammenfassung dieser Arbeit erfolgt, sei in diesem Kapitel noch der Einfluss des Mentorings der AHS-Unterstufe auf den Konzeptwechsel der Tutees diskutiert. Da der Mid-Test erst nach dem Mentoring stattfand, kann nicht ohne weiters davon ausgegangen werden, dass nicht diese Vorbereitung der ehemaligen Tutees auf ihren eigenen Unterricht den Konzeptwechsel der Akteure verursachte. Welche Bedingungen im Cross Age Peer Tutoring den Konzeptwechsel beeinflusst haben könnten, wurde bereits ausführlich erörtert.

Den Akteuren wurden beim Mentoring innerhalb etwa einer Stunde die physikalischen Inhalte näher gebracht und sie wählten in dieser Zeit auch die Beispiele aus, welche sie mit der Volksschule respektive NMS bearbeiten wollten. Die Lernzeit der Tutees war also wesentlich kürzer als jene der AHS-Oberstufe beim Mentoring, welche etwa drei Stunden betrug und auch kürzer als die Cross Age Peer Tutoring-Intervention, welche etwa eine Stunde und 10 Minuten dauerte. Die AHS bereitete für den Unterricht der NMS dasselbe Arbeitsblatt vor, wie das bereits mit den Tutoren der AHS-Oberstufe im Cross Age Peer Tutoring bearbeitete (s. Anhang B.1), somit beschäftigten sich die Akteure während des Mentorings vor allem mit den Beispielen für die Volksschule (s. Anhang G). Nach dem Mentoring blieben noch etwa weitere 30 Minuten für die Bearbeitung von Fragebogen und Test. Auch durch eine Rückmeldung von S3 auf einen von der Diplomandin Doris Abraham entwickelten Feedbackfragebogen (s. Anhang E), lässt sich nachträglich begründen, weshalb das Mentoring der 3. AHS möglicherweise keinen maßgeblichen Einfluss auf den Konzeptwechsel zumindest dieses Akteurs hatte. Er schrieb, dass er am meisten beim ersten Tutoring mit der AHS-Oberstufe gelernt habe.

Es wird aus dem Dargelegten vermutet, dass der Konzeptwechsel in den angeführten und durch die Videoanalyse belegten Bereichen also sehr wahrscheinlich durch das Cross Age Peer Tutoring und nicht erst durch das Mentoring eingeleitet wurde. Auch das spätere Same Age Peer Tutoring hatte nur noch geringen Einfluss auf weitere Konzeptwechsel, wie ein Vergleich von Mid- und Post-Testergebnissen der beiden untersuchten Gruppen sowie aller Akteure (s. Anhang C.3) zeigt. Das nach dem Cross Age Peer Tutoring stattgefundenere Mentoring und das Same Age Peer Tutoring dienten den beobachteten Teilnehmenden aber womöglich vor allem als Festigung der durch die Videoanalyse bestätigten Konzeptwechsel. Lediglich im Fall von S6 wären Konzeptwechselprozesse im Verlauf des Mentorings weniger überraschend.

4.4.5 Sicht auf den Tutor in seiner sozialen Rolle und Konzeptübername

Im Rahmen dieser Arbeit wurden nach dem Mentoring der AHS-Unterstufe auch Interviews zum Cross Age Peer Tutoring mit den ehemaligen Tutees durchgeführt sowie eine Analyse des Same Age Peer Tutoring wurde unternommen. Dies diente dem Zweck, die Wahrnehmung der sozialen Rolle des Tutors auf Seiten der Tutees sowie die Konzeptübernahme der Tutees zu überprüfen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bestätigen auch Schlussfolgerungen, welche aus den bisherigen Ergebnissen gewonnen wurden, seien aber nicht mehr in diese Diplomarbeit aufgenommen, um deren Rahmen nicht zu überschreiten. Stattdessen besteht die Absicht, diese Ergebnisse in einer weiteren auf diese Arbeit folgenden Veröffentlichung darzustellen.

In dieser Folgestudie sei sodann die folgende Forschungsfrage beantwortet:

F4	In welcher Rolle werden die Unterrichtenden im Cross Age Peer Tutoring gesehen und welche Verhaltensweisen übernehmen die Tutees?
----	---

Diese vierte Forschungsfrage F4 geht also der Übernahme von rollenspezifischem Verhalten und Problemlösestrategien zum Konzeptwechsel nach, indem versucht wird, diese mit Hilfe von Interviews sowie der Videographie des Same Age Peer Tutoring-Prozesses, bei dem die einstigen Tutees in die Rolle der Unterrichtenden schlüpfen, zu beantworten.

Die Folgeuntersuchung des Tutoring-Prozesses zur Sicht der Tutees auf die soziale Rolle ihrer Unterrichtenden sowie zur Überprüfung von Konzept und Strategieannahme soll sodann Hypothese H4 bestätigen:

H4.1	Die im Cross Age Peer Tutoring Unterrichtenden werden je nach Verhalten eher in der Rolle eines Gleichgestellten (peers) oder eher in der Rolle einer Lehrkraft gesehen.
H4.2	Die Tutees übernehmen Verhaltensweisen des Tutors in den eigenen Unterricht, welche für ihren eigenen jeweiligen Konzeptwechsel hilfreich erscheinen.

4.5 Zusammenfassung und Implikationen der Ergebnisse

Durch diese Arbeit wurde auf Basis des Mixed-Methods-Ansatzes ein tiefgehender Einblick in Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre sowie deren Evolution im Laufe des Cross Age Peer Tutoring gegeben. Bei weiteren Untersuchungen am Material auf weiteren Interaktions-Ebenen und unter Einbezug weiterer Theoriegebäude ließe sich aber auch diese Analyse noch vertiefen, vor allem aber ein Einbezug größerer Stichproben wäre wünschenswert. Primär aufgrund des letzteren Punktes kann nicht von vollständigen Ergebnissen ausgegangen werden. Zudem ist an dieser Stelle Methodenkritik anzuführen: Die Ergebnisse der Videoanalyse spiegeln lediglich die Interpretationen des Autors dieser Arbeit wider und ihr Anspruch auf Objektivität ist noch nicht bestätigt. Zu diesem Zweck müsste zur Weiterverwertung der Kodierungen Interrater-Reliabilität hergestellt werden und signifikante

Korrelationskoeffizienten müssten für die Kodierungen der unterschiedlichen Rater der Kategorien berechnet werden. Es stellt diese Arbeit aber ein einzelnes tiefgehendes „Eintauchen“ in das Verständnis der Wirkungsweise der Lehr- und Lern-Methode Cross Age Peer Tutoring auf Schülervorstellungen und intrinsische Motivation dar und ermöglichte eine eingehende Untersuchung der Wechselwirkung der rollenspezifischen Verhaltensweisen, Emotionen, Konzepte, Strategien und Analogien mit dem Konzeptwechsel der Akteure. Eine weitere Analyse an dieser Stelle würde den Rahmen der Arbeit zudem überschreiten, ist aber in einer zusätzlichen Folgestudie vorgesehen – die Daten hierzu wurden bereits erhoben.

Das Auffinden von den Konzeptwechsel unterstützenden Strategien, Heuristiken, Bildern, Gleichnissen und Analogien ist nicht Teil der Methode Cross Age Peer Tutoring, sondern vor allem dem Engagement der Teilnehmenden zu verdanken. Es besteht der Eindruck, dass sich am Steuergruppentreffen teilnehmende Schülerinnen und Schüler (wie beispielsweise L1) bereits zu diesem Zeitpunkt – aufgrund der bei diesem Termin dargebotenen Information – mit dem Projekt identifiziert haben und dessen Wichtigkeit erkannten. Auch die äußerst engagierte Lehrkraft der beiden Klassen hat zum besonders guten Erfolg des Sparkling-Science-Projektes in diesem Bereich äußerst positiv beigetragen. Sowohl die am Steuergruppentreffen teilnehmenden Lehrkräfte und auch die Schülerinnen und Schüler schienen also die didaktischen Intentionen erfasst zu haben und ihre Einstellungen zum Projekt wurden positiv beeinflusst.

An dieser Stelle sei noch einmal über die im Laufe dieser Arbeit beantworteten Forschungsfragen auf die Erkenntnisse, welche diese Untersuchung lieferte, eingegangen.

F1	Auf welche Weise wechselwirkt das Verhalten der Akteure im Cross Age Peer Tutoring mit der intrinsischen Motivation der Teilnehmenden?
----	--

Eine Beantwortung der Forschungsfrage F1 wurde durch die Videoanalyse der Cross Age Peer Tutoring-Interaktionen ermöglicht, eine dieser Analyse vorausgehende Beantwortung der hinführenden Frage A („Beeinflusst der Peer Tutoring-Prozess die intrinsische Motivation?“) war dazu nicht nötig. So scheint das Verhalten der Akteure einerseits der Befriedigung ihrer psychologischen Grundbedürfnisse zu dienen, worauf sich ihre primäre intrinsische Motivation zu richten scheint, andererseits beeinflusst auch das Verhalten anderer Akteure die Wahrnehmung der eigenen Grundbedürfniserfüllung und führt damit wieder zu intrinsisch motiviertem Verhalten. Folgende Beispiele illustrieren die Wechselwirkung von Verhalten und intrinsischer Motivation der Akteure:

- S1 wurde ermöglicht, ihre durch „Fehlererkenntnis“, welche aufgrund der Erläuterungen von L1 ausgelöst wurde, beeinträchtigte Kompetenzwahrnehmung durch intrinsisch motiviertes Nachfragen wieder anzuheben. Dies geschah erst nach einigen für sie unpassenden Erklärungsversuchen abermals durch das Verhalten von L1. (Erfüllung Hypothese H1 – S.64; vgl. S. 181)
- Aufgrund von stereotypbehaftetem Verhalten von S6 kam es zu einer Wahrnehmung von Kompetenzbedrohung auf Seiten von S5, was die intrinsische Lernmotivation

hemmte und Rechtfertigungsverhalten sowie leistungszielorientiertes Verhalten und Resignation bei S5 auslöste. (vgl. S. 214)

- Über einen Vergleich der Tutoren mit den Ergebnissen der Fragebogeninstrumente (FB2) konnte ein Einfluss der motivationalen Faktoren Aufwand und Herausforderung auf ihr Verhalten festgestellt werden. (vgl. S. 217f)

F2	Auf welche Weise wechselwirkt das Verhalten der Akteure im Cross Age Peer Tutoring mit dem Konzeptwechsel der Teilnehmenden?
----	--

Aufgrund der Ergebnisse der Testinstrumente ließ sich die zur Beantwortung dieser Forschungsfrage hinführende Frage B („Trägt der Peer Tutoring-Prozess zum Konzeptwechsel in der Elektrizitätslehre bei?“) schnell positiv beantworten (s. S. 108ff). Die konkrete Wirkung des rollenspezifischen Verhaltens der am Cross Age Peer Tutoring Teilnehmenden auf deren Konzeptwechsel konnte wiederum durch das Auffinden vieler Sequenzen, welche Strategien der Lernenden aufzeigten, die sie dem Verständnis adäquater Konzepte näher brachten, aufgezeigt werden. Die folgenden Beispiele sollen die Wechselwirkung von Verhalten und Konzeptwechsel exemplarisch verdeutlichen:

- Die Analysen der Gruppen zeigten etwa, dass aktives Frageverhalten (Bestätigung der Hypothese H2 – S.64; vgl. z.B. S.163f) sowie Selbstinitiative im Sinne eines erprobenden Verhaltens (vgl. z.B. S.198f) bei der richtigen Lernumgebung einem Konzeptwechsel zuträglich sind.
- Das vermehrte Auftreten von Wissenskonstruktionsaktivitäten sowie von konstruktivistischen Lehr- Lernsequenzen konnte mit dem Konzeptwechsel in Zusammenhang gebracht werden. (vgl. S. 149ff)
- Ein Konzeptwechsel kann nicht wirklich als abgeschlossen betrachtet werden, sondern erfordert vom Akteur zudem stetige Festigungsaktivitäten, was am Verhalten von L1 während dem Cross Age Peer Tutoring nachgewiesen wurde. (vgl. S.149ff)

F3	Haben intrinsische Motivation und Konzeptwechsel der am Cross Age Peer Tutoring Teilnehmenden einen bestimmbar wechselseitigen Einfluss aufeinander?
----	--

Sowohl Videoanalyse als auch Fragebogen- und Testinstrumente trugen zur Beantwortung dieser Forschungsfrage bei. So lässt sich Forschungsfrage F3 auf Basis der Ergebnisse dieser Arbeit etwa folgendermaßen beantworten:

- Der Vergleich von Fragebogenuntersuchungen mit dem Testinstrument zeigt, dass bei Bestehen von Interesse am Cross Age Peer Tutoring auf der Seite des Tutors, bei Überzeugung vom Wert der Interaktion, bei einer Sicht auf die Aufgabe, die Tutees zu unterrichten, als Herausforderung sowie bei angemessener Einschätzung der Erfolgsaussichten und einem Verbundenheitsgefühl mit der Gruppe der Unterricht auch mit höherer Wahrscheinlichkeit erfolgreich verlaufen wird und die Tutees ihre Konzepte eher zu physikalisch richtigen hin entwickeln. Weiters scheint ein hoher Grad an Selbstbestimmung auf Seiten der Tutoren eine Bedeutung für erfolgreiches Lehren zu haben und der Konzeptwechsel der Tutees wird eher durch einen

Regulationsstil unterstützt, der sowohl internale als auch externale Motivationskomponenten, welche sich die Waage halten, aufweist. (Bestätigung Hypothese H3 – S.64; vgl. S.123ff)

- Die Videoanalyse zeigte, dass Unzufriedenheit mit bisherigen Vorstellungen und daraus resultierende intrinsische Motivation lernförderliches Frageverhalten und darüber Konzeptwechsel hervorrufen – der wechselseitige Einfluss intrinsischer Motivation und Konzeptwechsel verläuft also über das Verhalten. (z.B. S. 181f)
- Ist man aufgrund äußerer Ursachen (wie z.B. die Bedrohung aufgrund von Stereotypen) mit der Wiederherstellung der als angemessen erlebten Grundbedürfniserfüllung beschäftigt, so muss dies nicht über den Weg des Konzeptwechsels passieren, sondern kann auch zu anderem Verhalten führen, das einen Konzeptwechsel nicht unterstützt sondern eher behindert, wie dies in Gruppe 2 im Falle von S5 passierte (z.B. S. 217)

Zur Beantwortung der Forschungsfragen F1 bis F3 wurden die obigen Beispiele teilweise isoliert und vom Zusammenhang mit den anderen Forschungsfragen getrennt betrachtet. Dennoch wurden bei der Beantwortung bereits Zusammenhänge zwischen den einzelnen Forschungsfragen deutlich. Zur Beantwortung der Leitfrage sei dieser inhärente Zusammenhang hervorgehoben.

L?	Wovon wird die Interaktion der Akteure beim Cross Age Peer Tutoring gesteuert und wie wirken sich die spezifischen Einflussgrößen auf das Lernergebnis sowie auf die motivationale Einstellung gegenüber der Unterrichtsmethode aus?
L!	Die Interaktion scheint, unter anderem, von den Versuchen der Akteure gesteuert zu sein, Kompetenzempfinden, soziale Eingebundenheit und Autonomie herzustellen. Wird das Empfinden eines dieser Faktoren eingeschränkt, so streben die Teilnehmenden danach, ein psychologisches Gleichgewicht wiederherzustellen. Betrifft dieses Streben den Versuch, adäquate Vorstellungen für einen Sachverhalt zu finden und werden Strategien angeboten, die die Konstruktion solcher Vorstellungen ermöglichen, so unterstützt dieses Streben einen Konzeptwechsel. Kann jedoch die Einschränkung eines dieser psychologischen Grundbedürfnisse nicht durch den Versuch, an adäquate Vorstellungen zu gelangen (etwa durch Nachfragen), behoben werden, so wird versucht, eine Befriedigung der Grundbedürfnisse durch anderes Verhalten zu erreichen, was auch die Grundbedürfniserfüllung anderer Akteure beeinträchtigen kann und zu Streitigkeiten und dem Konzeptwechsel abträglichem Verhalten führen kann.

Die Beantwortung der Leitfrage zeigt auch, dass unterschiedliche Formen der Unzufriedenheit unterschiedliches Verhalten hervorrufen: Bei Unzufriedenheit mit den eigenen Vorstellungen ist dies ein erster Schritt zum Konzeptwechsel, während bei Unzufriedenheit mit der Lernsituation oder mit dem Verhalten anderer verständlicherweise keine Verhaltenseinleitung erfolgt, welche einer Konzeptwechselbedingung gleichen würde.

Über die Leitfrage lässt sich nun auch Hypothese H1-H3 mit Antwort A1 bis A3 bestätigen:

A1-A3	Intrinsische Motivation der Akteure im Cross Age Peer Tutoring führt zu lernförderlichem Verhalten und damit zu positiven Auswirkungen auf den Konzeptwechsel, wobei die intrinsische Motivation durch das Verhalten der Teilnehmenden mit bedingt wird.
-------	--

Besonders die Mit-Bedingung der intrinsischen Motivation durch das Verhalten der Teilnehmenden sei hier als wichtig hervorgehoben, da dieses, wie man aus der Beantwortung der Leitfrage erkennen kann, auch beeinflusst, ob sich die intrinsische Motivation auf die Anpassung eigener Vorstellungen richtet oder ob sie eine andere Reaktion auf das Verhalten der Akteure zur Aufrechterhaltung der psychologischen Grundbedürfnisse darstellt. Der Weg, der beim Versuch der Erfüllung der psychologischen Grundbedürfnisse gegangen wird, stellt also wohl einen wesentlichen Faktor dar, ob Konzeptwechselbedingungen eintreten oder nicht.

Nochmals sei zuletzt hervorgehoben, dass die Beantwortung der Forschungsfragen mit einem sehr großen interpretativen Aufwand geschah und dass versucht wurde mit Hilfe des theoretischen Hintergrundes und der verwendeten Methoden die Forschungsfragen, die auch von großem persönlichen Interesse waren nach bestem Wissen und Gewissen zu beantworten. Dieser Weg zur Beantwortung des Forschungsinteresses, der in dieser Arbeit nachgezeichnet und damit festgehalten ist, stellt auch einen persönlichen Mehrwert für mich in meinem Beruf als Unterrichtender dar. Das Verständnis der lernpsychologischen Hintergründe erleichtert meinen an den Vorstellungen der Schülerinnen und Schülern orientierten Unterricht und ermöglicht einen reflektierten Einsatz der vielversprechenden Unterrichtsmethode Peer Tutoring. Das Erkennen von effektiven Lernstrategien und Analogien für Lernende sowie das Feingefühl für den Lernweg begleitende Affekte wurde mir durch meine Untersuchung und die Auseinandersetzung mit dem theoretischen Hintergrund ebenso verdeutlicht wie konkrete Schülervorstellungen und die Wichtigkeit des Schülervorverständnisses, damit Lernende überhaupt weiteres Wissen konstruieren können. Selbst wenn diese Arbeit also nur einen geringen Beitrag zur fachdidaktischen Forschung leisten kann, ist der persönliche Nutzen für meinen weiteren schulischen Lebensweg mit Schülerinnen und Schülern beträchtlich.

Literaturverzeichnis

- Allen, Vernon L. 1976. *Children as Teachers: Theory and Research on Tutoring*. New York. Academic Press.
- Allen, Vernon L. 1983. Reactions to help in peer tutoring: Roles and social identities. In: Nadler, Arie, Fisher, Jeffrey D. & DePaulo, Bella M. (Hrsg.). *New directions in helping: Vol. 3. Applied research in help-seeking and reactions to aid*. New York. Academic Press. S.213- 232
- Allen, Vernon L. 1983. Impact of the role of the tutor on behavior and self-perceptions. In: Levine, John M. & Wang, Margaret C. (Hrsg.). *Teacher and student perception: Implications for learning*. Hillsdale, New Jersey. Lawrence Erlbaum. S.367–389
- Allen, Vernon L. & Feldman, Robert S.1973. Learning through tutoring: Low achieving children as tutors. *Journal of Experimental Education* 42, 1. S.1-5.
- Allen, Vernon L. & Feldman, Robert S.1976. Studies on the role of tutor. In: Allen, Vernon L. (Hrsg.). *Children as Teachers: Theory and Research on Tutoring*. New York. Academic Press. S.113-129.
- Allsopp, David H. 1997. Using Classwide Peer Tutoring to Teach Beginning Algebra Problem-Solving Skills in Heterogeneous Classrooms. *Remedial and Special Education* 18. S.367-380.
- Bachelard, Gaston. 1968. *The Philosophy of No. A philosophy of the new scientific mind*. New York, The Orion Press.
- Balenzano, Susan, Agte, L. Jean, McLaughlin, T. F., & Howard, Vikki F. 1993. Training tutoring skills with preschool children with disabilities in a classroom setting. *Child & Family Behavior Therapy* 15, 1. S.1-36.
- Barnhart, Craig. 2010. Cross-Age Peer Tutoring. Evidence Based Intervention Network EBI Brief. http://education.indiana.edu/Portals/431/iebs/EBI%20Brief_Cross-age%20peer%20tutoring_2010.pdf, Zugriff am 25.03.2012
- Bem, Sandra L. 1974. The measurement of psychological androgyny. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 42, 2. S.155-162.
- Biddle, Bruce J. 1986. Recent Development in Role Theory. *Annual Review of Sociology* 12. S.67-92.
- Bierhoff, Hans-Werner & Herner, Michael Jürgen. 2002. *Begriffswörterbuch Sozialpsychologie*. Stuttgart. Verlag W. Kohlhammer.
- Bierman, Karen L. & Furman, Wyndol. 1981. Effects of role and assignment rationale on attitudes formed during peer tutoring. *Journal of Educational Psychology* 73, 1. S.33-40.
- Borges, A. Tarciso. 1999. Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21:1, S.95-117.
- Brown, John Seely, Collins, Allan, Duguid, Paul. 1989. Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, Vol. 18, No. 1, S.32-42
- Brunstein, Joachim. 2010. Implizite und explizite Motive. In Heckhausen, Jutta und Heckhausen, Heinz (Hrsg.): *Motivation und Handeln*. Berlin: Springer. S.237-255.
- Britz, M. W., Dixon, J., & McLaughlin, T. F. (1989). The effects of peer tutoring on mathematics performance: A recent review. *British Columbia Journal of Special. Education* 13. S.17–33.
- Chapman, Elaine S.1998. Key Considerations in the Design and Implementation of Effective Peer-Assisted Learning Programs. In: Topping, Keith J. & Ehly, Stewart W. *Peer-assisted learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. S.67–84.
- Cheng, Yi-Chia, Ku, Heng-Yu. 2009. An investigation of the effects of reciprocal peer tutoring. *Computers in Human Behavior* 25. S.40-49.
- Chi, Michelene, Siler, Stephanie A., Jeong, Heisawn, Yamauchi, Takashi & Hausmann, Robert G. 2001. Learning from human tutoring. *Cognitive Science*, 25. S.471–533.
- Chi, Michelene, Siler, Stephanie & Jeong, Heisawn.2004. Can tutors monitor students understanding accurately? *Cognition and Instruction* 22, 3. S.363–387.
- Closset, J. L. 1984. Sequential reasoning in electricity. In: *Research on Physics Education: Proceedings of the First International Workshop*. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. La Londe les Maures, France. S.313–319.
- Cohen, Peter A., Kulik, James A & Kulik, Chen-Lin C. 1982. Educational Outcomes of Tutoring: A Meta-analysis of Findings. *American Educational Research Journal* Vol. 19, No. 2, S.237-248
- Cohen, Elizabeth G. 1994. Restructuring the Classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64, 1. S.1-35
- Collins, Allan, Brown, John Seely & Newman, Susan E. 1987. Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. Center for the Study of Reading. Technical Reports. Technical Report No.403.
- Collins, Allan. 2006. Cognitive Apprenticeship. In: Sawyer, R. Keith (Hrsg.). *The Cambridge Handbook of The Learning Sciences*. Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, Mihaly. 1990. *Flow*. New York. Harper & Row.
- Csikszentmihalyi, Mihaly. 1999. *Lebe gut! Wie Sie das Beste aus Ihrem Leben machen*. Stuttgart: Klett-Cotta
- Deci, Edward L. 1975. *Intrinsic Motivation*. New York, Plenum Press

- Deci, Edward L. & Ryan, Richard M. 1980. The General Causality Orientations Scale: Self Determination in Personality. *Journal Of Research In Personality* 19. Academic Press. S.109-134
- Deci, Edward L. & Ryan, Richard M. 1993. Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, Nr.2, S.223–238.
- Deci, Edward L. & Ryan, Richard M. 1994. Promoting self-determined education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 38(1). S.3-14.
- Deci, Edward L. & Ryan, Richard M. 2002. Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective. In: Deci, Edward L. & Ryan, Richard M. (Hrsg.). *Handbook of Self-Determination Research*. Rochester. The University of Rochester Press.
- Deci Edward L., Ryan Richard M. 2003. Intrinsic Motivation Inventory. http://www.psych.rochester.edu/SDT/mesures/IMI_description.php, letzter Zugriff am 23. 05. 2012
- Deci, Edward L., Koestner, Richard & Ryan, Richard M. 1999. A Meta-Analytic Review of Experiments Examining the Effects of Extrinsic Rewards on Intrinsic Motivation. *Psychological Bulletin*, Vol. 125, Nr. 6, S.627-668.
- DePaulo, Bella M., Brittingham, Gregory L. & Kaiser Mary K. 1983. Receiving competence-relevant help: Effects on reciprocity, affect, and sensitivity to the helper's nonverbally expressed needs. *Journal of Personality and Social Psychology* 45, 5. S.1045-1060.
- DePaulo, Bella M., Brown, Pamela. L. & Greenberg, James M.. 1983. The effects of help on task performance in an achievement context. In Fisher, Jeffrey D., Nadler, Arie & DePaulo, Bella M. (Hrsg.). *New directions in helping: Vol. 1. Recipient reactions to aid*. New York: Academic Press. S.223-249
- DePaulo, Bella M., Tang, John, Webb, William, Hoover, Claudia, Marsh, Kerry & Litowitz, Carol. 1989. Age Differences in Reactions to Help in a Peer Tutoring. *Child Development*, Vol. 60, Nr. 2, S.423-439
- Devin-Sheehan, Linda, Feldman, Robert S., Allen, Vernon L. 1976. Research on Children Tutoring Children: A Critical Review. *Review of Educational Research*, 46, 3. S.355-385
- Di Nizio, Andrea. 2005. Kooperatives und kollaboratives Lernen an der Universität Zürich: Der Einfluss von E-Learning auf Unterrichtsmethoden an der Hochschule. Diplomarbeit. Institut für Informatik der Universität Zürich.
- Duit, Reinders, Jung, Walter & von Rhöneck, Christoph. 1985. Aspects of Understanding Electricity - Proceedings of an International Workshop. Ludwigsburg : Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.
- Duit, Reinders. 1993. Schülervorstellungen - von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik*. Vol. 4, 16, S.16-23.
- Duit, Reinders & von Rhöneck, Christoph. 1997, 1998. Learning and Understanding Key Concepts of Electricity. In: Tiberghien, Andrée, Jossem, E. Leonard, Barojas, Jorge (Hrsg.): *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. An I.C.P.E. Book. International Commission on Physics Education. <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/C2.html>. (Zugriff am: 20.02. 2011)
- Duit, Reinders, Roth, Wolff-Michael, Komorek, Michael & Wilbers, Jens. 1998. Conceptual change cum discourse analysis to understand cognition in a unit on chaotic systems: Towards an integrative perspective on learning in science. *International Journal of Science Education*, 20, S.1059-1074
- Duit, Reinders. 2000. Konzeptwechsel und Lernen in den Naturwissenschaften in einem mehrperspektivischem Ansatz. Hrsg. Duit, Reinders & von Rhöneck, Christoph. *Ergebnisse fachdidaktischer und psychologischer Lehr-Lern-Forschung*. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
- Duit, Reinders, Roth, Wolff-Michael, Komorek, Michael & Wilbers, Jens. 2001. Fostering conceptual change by analogies — between Scylla and Charybdis. *Learning and Instruction*, 11, S.283–303
- Duit, Reinders & Treagust, David F. 2003. Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning, *International Journal of Science Education*, 25:6, S.671-688
- Dupin, Jean-Jacques & Johsua, Samuel. 1987. Conceptions of French pupils concerning electric circuits: Structure and Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, Nr. 9, S.791-806.
- Eagly, Alice H., Wood, Wendy & Diekman, Amanda B. 2000. Social Role Theory of Sex Differences and Similarities: A Current Appraisal. In Eckes, Thomas & Trautner, Hanns Martin (Hrsg.), *The Developmental Social Psychology of Gender*. Mahwah, New Jersey. Lawrence Erlbaum. S.123-174.
- Early, Janice Webb. 1998. The Impact of Peer Tutoring on Self-Esteem and Texas Assessment of Academic Skills Mathematics Performance of Tenth Grade Students. Unpublished Dissertation. Texas A&M University. Commerce.
- Ehly, Stewart W. & Larsen, Stephen C. 1976. Peer Tutoring to Individualize Instruction. *The Elementary School Journal*, 76, 8. S.475-480
- Ehly, Stewart W. & Bratton, Barry. 1981. Experimental analysis of some process variables in peer tutorial learning. *The Psychological Record* 31, 4. S.537–541.
- Ehlich, Konrad & Switalla, Bernd. 1976. Transkriptionssysteme – Eine exemplarische Übersicht. In: *Studium Linguistik* 2, S.78 - 103.
- Eilks, Ingo. 2003. Kooperativ Lernen im Chemieunterricht, Teil 1 & 2. In: *MNU* 56, 1, S.51-55 & 2, S.111-115.
- Engelhardt, Paula Vetter & Beichner, Robert J. 2004. Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72 (1), S.98-115.
- Flick, Uwe. 2007. *Designing Qualitative Research*. SAGE. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC

- Fogarty, Joan L. & Wang, Margaret C. 1982. An Investigation of the Cross-Age Peer Tutoring Process: Some Implications for Instructional Design and Motivation. *The Elementary School Journal*, Vol. 82, No. 5, Special Issue: Students in Classrooms. S.450-469
- Foot, Hugh C., Shute, Rosalyn, Morgan, Michelle & Barron, Anne-Marie. 1990. Theoretical issues in peer tutoring. In: Foot, Hugh, Morgan, Michelle & Shute, Rosalyn (Hrsg.), *Children helping children*. New York. Wiley. S.65-92
- Foot, Hugh C., Shute, Rosalyn H. & Morgan, Michelle J. 1997. Children's Sensitivity to Lack of Understanding. *Educational Studies* 23, 2. S.185-194.
- Fuchs, Lynn S., Fuchs, Douglas, Bentz, Johnell, Phillips, Norris B. & Hamlett, Carol L. 1994. The Nature of Student Interactions During Peer Tutoring With and Without Prior Training and Experience. *American Educational Research Journal* 31, 1. S.75-103.
- Fredette, Norman and Lochhead, John. 1980. Student conceptions of simple circuits. *The Physics Teacher*, 18(3) 194–198.
- Gilbert, John K., Osborne, Roger J., Fensham, Peter J. 1982. Children's Science and Its Consequences for Teaching, *Science Education* 66(4), S.623-633.
- Graesser, Arthur C. & Person, Natalie K. 1994. Question asking during tutoring. *American Educational Research Journal* 31, 1. S.104-137.
- Graesser, Arthur C., Person, Natalie K., & Magliano, Joseph P. 1995. Collaborative Dialogue Patterns in Naturalistic One-to-One Tutoring. *Applied Cognitive Psychology* 9. S.495–522.
- Greer, R. Douglas & Polirstok, Susan Rovet. 1982. Collateral gains and short-term maintenance in reading and on-task responses by inner-city adolescents as a function of their use of social reinforcement while tutoring. *Journal of Applied Behavior Analysis* 15, 1. S.123–139.
- Greve, Werner, Wentura, Dirk. 1997. *Wissenschaftliche Beobachtung*. Weinheim: Beltz.
- Haider, Michael. 2010. *Der Stellenwert von Analogien für den Erwerb naturwissenschaftlicher Erkenntnisse: Eine Untersuchung im Sachunterricht der Grundschule am Beispiel "Elektrischer Stromkreis"*. Bad Heilbrunn, Klinkhardt.
- Hanisch, Georg. 2011. *Lokale und sequentielle Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern in der Elektrizitätslehre*. Diplomarbeit. Universität Wien.
- Harackiewicz, Judith M. 1979. The effects of reward contingency and performance feedback on intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology* 37, S.1352-1363.
- Häcker, Hartmut & Stapf, Kurt-H. 2009. *Dorsch Psychologisches Wörterbuch*. Bern. Verlag Hans Huber, Hogrefe.
- Häußler, Peter, Bünder, Wolfgang, Duit, Reinders, Gräber, Wolfgang, Mayer, Jürgen. 1998. *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung. Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel. IPN
- Heller, Patricia M. & Finley, Fred N. 1992. Variable uses of alternative conceptions: A case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, Nr. 3, S.259–275.
- Helmke, Andreas. 2010. *Unterrichtsqualität*. In Rost, Detlef H. (Hrsg.). *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim. Beltz. S.886-895
- Hoffmann, Lore, Häußler, Peter, Lehrke, Manfred. 1998. *Die IPN-Interessenstudie Physik*. Kiel. IPN
- Hogg, Michael A., Vaughan, Graham M. 2005. *Social Psychology*. Fourth edition. Harlow: Pearson Education Limited.
- Hopf, Martin, Schecker, Horst & Wiesner, Hartmut. 2011. *Physikdidaktik kompakt*. München, Bremen, Wien. Aulis Verlag in der Stark Verlagsgesellschaft.
- Hößle, Corinna, Höttecke, Dietmar, Kircher, Ernst. 2004. *Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften*. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler.
- Johnson, R. Burke & Onwuegbuzie, Anthony J. 2004. Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher* 33, 7. American Educational Research Association. S.14-26
- Jung, Walter. 1993. Hilft die Entwicklungspsychologie dem Physikdidaktiker? In R. Duit & W. Gräber (Hrsg.). *Kognitive Entwicklung und naturwissenschaftlicher Unterricht*, Kiel, IPN. S.86–107
- Kalkowski, Page. 1995. Peer and Cross-Age Tutoring. *School Improvement Research Series. Research You Can Use. Close-Up #18*. (http://educationnorthwest.org/webfm_send/499, letzter Zugriff am 26. 04. 2012)
- Katzlberger, Thomas. 2005. *Learning by Teaching Agents*. Dissertation. Vanderbilt University. Nashville, Tennessee.
- King, Alison, Staffieri, Anne & Adelgais, Anne. 1998. Mutual peer tutoring: Effects of structuring tutorial interaction to scaffold peer learning. *Journal of Educational Psychology* Vol. 90. S.134–152.
- Kircher, Ernst & Schneider, Werner. 2002. *Physikdidaktik in der Praxis*. Berlin (u.a.). Springer.
- Kircher, Ernst, Girwitz, Raimund & Häußler, Peter. 2009. *Physikdidaktik - Theorie und Praxis*. Berlin (u.a.). Springer.
- Korner, Marianne, Urban-Woldron, Hildgard & Hopf, Martin. 2011. *Entwicklung eines Messinstrumentes zur Motivation*. GDGP Tagungsband.
- Krapp, Andreas. 2002. Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction* 12. S. 383–409
- Krapp, Andreas. 1999. Intrinsische Lernmotivation und Interesse. *Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen*. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45. S.387-406.

- Krapp, Andreas. 2005. Das Konzept der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse. Ein Erklärungsansatz für die positiven Effekte von Wohlbefinden und intrinsischer Motivation im Lehr-Lerngeschehen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 51, 5. S.626-641.
- Krapp, Andreas. 2010. Interesse. In Detlef H. (Hrsg.). *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim. Beltz. S.311-335
- Küçüközer, Hüseyin & Demirci, Neşet. 2008. Pre-Service and In-Service Physics Teachers' Ideas about Simple Electric Circuits. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 4(3), S.303-311.
- Levesque, Chantal, Zuehlke, A. Nicola, Stanek, Layla R. & Ryan, Richard M. 2004. Autonomy and competence in German and American university students: A comparative study based on the self-determination-theory. *Journal of Educational Psychology*, 96(1), S.68-84.
- Licht, Pieter. 1987. A Strategy to deal with Conceptual and Reasoning Problems in Introductory Electricity Education. Hrsg. Novak, Joseph. *Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Proceedings of the second International Seminar. Ithaca, New York. S.550-569.
- Madrid, Dennis, Terry, Barbara, Greenwood, Charles, Whaley, Martha, Webber, Niza. 1998. Active vs. passive peer tutoring: Teaching spelling to at risk students. *Journal of Research and Development in Education* 31, 4. S.236-244.
- Maichle, U. 1981. Representations of knowledge in basic electricity and its use for problem solving. Paper presented at the workshop on "Students' Representation". Pädagogische Hochschule. Ludwigsburg
- Martin, Jean-Pol. 1994. Vorschlag eines anthropologisch begründeten Curriculums für den Fremdsprachenunterricht. *Giessener Beiträge zur Fremdsprachendidaktik*. Tübingen. Gunter Narr Verlag.
- Martin, Jean-Pol. 1998. "Lernen durch Lehren" - eine Unterrichtsmethode zur Vorbereitung auf die Arbeitswelt. Online-Publikation: <http://www1.ku-eichstaett.de/SLF/LdL/material/aufsatz/ammersee.htm>, Zugriff am 17.03.2012
- Martin, Jean-Pol. 2000. Lernen durch Lehren: ein modernes Unterrichtskonzept. Schulverwaltung Bayern, März/2000. Link-Verlag. (<http://www.lernen-durch-lehren.de/Material/Publikationen/aufsatz2000.pdf>, Zugriff am 18.03.2012)
- Martin, Jean-Pol. 2002. „Weltverbesserungskompetenz“ als Lernziel? „Pädagogisches Handeln – Wissenschaft und Praxis im Dialog“, 6. Jahrgang, Heft 1. S.71-76. (<http://www.ldl.de/Material/Publikationen/aufsatz2002-2.pdf>, Zugriff am 18.03.2012)
- Martin, Jean-Pol & Oebel, Guido. 2007. Lernen durch Lehren: Paradigmenwechsel in der Didaktik? *Deutscher Unterricht in Japan*, Heft 12, S.4 - 21.
- Maslow, Abraham. 1981. *Motivation und Persönlichkeit*. Reinbeck: Rowohlt
- Mayring, Philipp. 2003. *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* 11. Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Mayring, Philipp, Gläser-Zikuda, Michaela, Ziegelbauer, Sascha. 2005. Auswertung von Videoaufnahmen mit Hilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse – ein Beispiel aus der Unterrichtsforschung. *Medien Pädagogik – Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*. (<http://www.medienpaed.com/04-1/mayring04-1.pdf>, letzter Zugriff am 06.06.2012)
- Mayring, Philipp, Gläser-Zikuda, Michaela. 2005. *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. 1. Auflage. Weinheim: Beltz UTB.
- McClelland, David C., Maddocks, J. Anderson & McAdams, Dan P. 1985. The Need for Power, Brain Norepinephrine Turnover, and Memory. *Motivation and Emotion*, Vol. 9, No. 1, S.1-10.
- McClelland, David C., Patel, Vandana, Stier, Deborah & Brown, Don. 1987. The Relationship of Affiliative Arousal to Dopamine Release. *Motivation and Emotion*, Vol. 11, No. 1, S.51-66.
- McClelland, David C. 1995. Achievement Motivation in Relation to Achievement-Related Recall, Performance, and Urine Flow, a Marker Associated with Release of Vasopressin. *Motivation and Emotion*, Vol. 19, No. 1, S.59-76.
- McDermott, Lillian C. & Shaffer, Peter S. 1992. Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics* 60 (11), S.994-1003.
- Menikoff, Laura Boxer 1999. *The Effects of Cross-Age Tutoring Upon the Decoding Skills, Attitudes Toward Reading, Teacher Perceptions of Reading Improvement, and the Self-Concept of Inner-City at-Risk Students*. Unpublished Dissertation. The City University of New York. New York.
- Mitchell, Mathew. 1993. Situational Interest: Its Multifaceted Structure in the Secondary School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology*. Vol. 85, No. 3. S.424-436.
- Mohan, Madan. 1972. *Peer Tutoring as a Technique for Teaching the Unmotivated: A Research Report*. Teacher Education Research Center. State University College. Fredonia, New York.
- Müller, Florian H. Hanfstingl, Barbara & Andreitz, Irina. 2007. Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern: Adaptierte und ergänzte Version des Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A) nach Ryan & Connell. *Wissenschaftliche Beiträge aus dem Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung*. Klagenfurt: Alpen-Adria-Universität.
- Müller, Rainer, Wodzinski, Rita & Hopf, Martin. 2011. *Schülervorstellungen in der Physik*. Festschrift für Hartmut Wiesner. Aulis Verlag in der Stark Verlagsgesellschaft.
- Nadler, Arie & Fisher Jeffrey D. 1986. The role of threat to self-esteem and perceived control in recipient reaction to help. In: Berkowitz, Leonard (Hrsg.). *Advances in experimental social psychology* 19. New York: Academic Press. S.81-122.
- Niemiec, Christopher P. & Ryan, Richard M. 2009. Autonomy, competence, and relatedness in the classroom. Applying self-determination theory to educational practice. *Theory and Research in Education*, 7, 2. S.133-144.
- Niedderer, Hans & Goldberg, Fred. 1995. Lernprozesse beim elektrischen Stromkreis. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 1, 1, S.73-86.

- Niedderer, Hans & Schecker, Horst. 2004. Physik lernen und das Vorverständnis der Schüler. In: Hößle, Corinna, Höttecke, Dietmar, Kircher, Ernst (Hrsg.). *Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften*. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler. S.248-263
- Nolen, Susan Bobbitt. 1988. Reasons for studying: Motivational orientations and study strategies. *Cognition and Instruction*, 5. S. 269-287.
- Nuttin, Joseph. 1984. *Motivation, Planning, and Action. A Relational Theory of Behavior Dynamics*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Osborne, Roger J. 1981. Children's ideas about electric current, *New Zealand Science Teacher*, 29. S.12-19
- Osborne, Roger J. 1983. Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science and Technological Education*, Vol. 1, 1. S.73-82.
- Osborne, Roger J. & Freyberg, Peter. 1985. *Learning in Science. The Implications of Children's Science*. Auckland. Heinemann.
- Oudenhoven, Jan Pieter van. 1993. Kooperatives Lernen und Leistung: Eine konditionale Beziehung. In: Huber, G.L. (Hrsg.). *Neue Perspektiven der Kooperation*. Baltmannsweiler, S.180-189.
- Palincsar, Annemarie Sullivan & Brown, Ann L. 1984. Reciprocal Teaching of Comprehension-Fostering and Comprehension-Monitoring Activities. *Cognition and Instruction*, 1 (2), Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 117-175.
- Phillips, Norris B., Fuchs, Lynn S. & Fuchs, Douglas. 1994. Effects of Classwide Curriculum-based Measurement and Peer Tutoring: A Collaborative Researcher-Practitioner Interview Study *Journal of Learning Disabilities* 27, 7: S.420-434.
- Piaget, Jean. 1976. *Die Äquilibration der kognitiven Strukturen*. 1. Auflage. Stuttgart. Ernst Klett Verlag.
- Pintrich, Paul R., Marx, Ronald W. & Boyle, Robert A. 1993. Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. *Review of Educational Research*, Vol. 2, 63, S.167-199.
- Polirstok, Susan Rovet & Greer, R. Douglas. 1986. A replication of collateral effects and a component analysis of a successful tutoring package for inner-city adolescents. *Education & Treatment of Children*, 9, 2. 101-121.
- Posner, George J., Strike, Kenneth A., Hewson, Peter W. & Gertzog, William A. 1982. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), S.211-227.
- Rekrut, Martha D. 1994. Peer and cross-age tutoring: The lessons of research. *Journal of Reading* 37, 5. S.356-362.
- Renkl, Alexander & Schworm, Silke. 2002. Lernen, mit Lösungsbeispielen zu lehren. In Prenzel, Manfred (Hrsg.), Doll, Jörg (Hrsg.). *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. Weinheim. Beltz. S.259-270. (Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft; 45)
- Rheinberg, Falko. 2000. *Motivation* (3. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Rheinberg, Falko, Vollmeyer, Regina & Burns, Bruce D. 2001. FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen (Langversion, 2001). QCM: A questionnaire to assess current motivation in learning situations. Universität Potsdam, Michigan State University, USA.
- Rheinberg, Falko. 2010. *Intrinsische Motivation und Flow-Erleben*. In Heckhausen, Jutta und Heckhausen, Heinz (Hrsg.): *Motivation und Handeln*. Berlin. Springer. S.365-387.
- Rimmele, Rolf. 2002. Videograph. Multimedia-Player zur Kodierung von Videos. IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften. Kiel. (<http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/videograph/videograph.pdf>)
- Ritsert, Jürgen. 1972. *Inhaltsanalyse und Ideologiekritik. Ein Versuch über kritische Sozialforschung*. Frankfurt/M. Athenäum.
- Robinson, Debbie R., Schofield, Janet Ward & Steers-Wentzell, Katrina L. 2005. Peer and Cross-Age Tutoring in Math: Outcomes and Their Design Implications. *Educational Psychology Review*, Vol. 17, No. 4, S.327-362.
- Rohrbeck, Cynthia A., Ginsburg-Block, Marika D., Fantuzzo, John W., and Miller, Traci R. 2003. Peer-Assisted Learning Interventions With Elementary School Students: A Meta-Analytic Review. *Journal of Educational Psychology* 95, 2. S.240-257.
- Roscoe, Rod D. & Chi, Michelene T. H. 2008. Tutor learning: the role of explaining and responding to questions. *Instructional Science* Vol. 36, Nr. 4, S.321-350.
- Rosen, Sidney, Powell, Evan R., Schubot, David B. 1977. Peer-tutoring outcomes as influenced by the equity and type of role assignment. *Journal of Educational Psychology*, 69, 3. S.244-252.
- Ryan, Richard M. 1982. Control and information in the intrapersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Psychology* 43, S.450-461.
- Ryan, Richard M., Mims, Valerie, Koestner, Richard. 1983. Relation of reward contingency and interpersonal context to intrinsic motivation: A review and test using cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, S.736-750.
- Ryan, Katherine E. & Ryan, Allison M. 2005. Psychological processes underlying stereotype threat and standardized math test performance. *Educational Psychologist* 40, 1. S.53-63.
- Sarbin, Theodore R. 1976. Cross-Age Tutoring and Social Identity. In: Allen, Vernon L. (Hrsg.) *Children as Teachers: Theory and Research on Tutoring*. New York. Academic Press. S.27-40
- Sansone, Carol & Harackiewicz, Judith M. 2000. *Intrinsic and Extrinsic Motivation. The Search for Optimal Motivation and Performance*. San Diego (u.a.). Academic Press.
- Schiefele, Ulrich. 1996. *Motivation und Lernen mit Texten*. Göttingen. Hogrefe.

- Schiefele, Ulrich. 2009. Motivation. In Wild, Elke & Möller, Ernst (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie*. Heidelberg: Springer Medizin. S.151-177
- Schiefele, Ulrich & Köller, Olaf. 2010. Intrinsische und extrinsische Motivation. In Rost, Detlef H. (Hrsg.). *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Beltz. S.336–344.
- Schlichting, Hans Joachim. 1991. Zwischen common sense und physikalischer Theorie – wissenschaftstheoretische Probleme beim Physiklernen. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 44/2.
- Schneider, Klaus. 1996. Intrinsisch (autotelisch) motiviertes Verhalten - dargestellt an den Beispielen des Neugierverhaltens sowie verwandter Verhaltenssysteme (Spielen und leistungsmotiviertes Handeln. In Kühl, Julius & Heckhausen, Heinz (Hrsg.). *Motivation, Volition und Handlung*. Göttingen. Hogrefe. S.119-152
- Schunk, Dale H. 1998. Peer modeling. In: Topping, Keith J., and Ehly, Stewart W. (Hrsg.). *Peer-Assisted Learning*. Mahwah, New Jersey. Erlbaum. S.185–202.
- Sebastià, José M. 1993. Cognitive Mediators and Interpretations of Electric Circuits in The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Misconceptions Trust: Ithaca, NY.
- Shipstone, D. M. 1984. A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European journal of science education* 6, 2. S.185-198.
- Slavin, Robert E., Hurley, Eric A. & Chamberlain, Anne. 2003. Cooperative Learning and Achievement: Theory and Research. In: Reynolds, William M. Miller, Gloria E., Weiner, Irving B. (Hrsg.). *Handbook of Psychology, Volume 7, Educational Psychology*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. S.177-198
- Stark, Robin, Gruber, Hans, Mandl, Heinz & Hinkofer, Ludwig. 2001. Wege zur Optimierung eines beispielebasierten Instruktionsansatzes: Der Einfluss multipler Perspektiven und instruktionaler Erklärungen auf den Erwerb von Handlungskompetenz. *Unterrichtswissenschaft* 29. S.26–37.
- Sokoloff, David R. & Thornton, Ronald K. 1997. Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment. *The Physics Teacher*, 35. S.340-346
- Tabacek, Debra A., McLaughlin, T. F. & Howard, Vikki F. 1994. Teaching Preschool Children with Disabilities Tutoring Skills: Effects on Preadademic Behaviors. *Child & Family Behavior Therapy* 16, 2. S.43-63.
- Tallant, David P. 1993. A Review of Misconceptions of Electricity and Electrical circuits. The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Misconceptions Trust: Ithaca, NY.
- Topping, Keith J. 1996. The Effectiveness of Peer Tutoring in Further and Higher Education: A Typology and Review of the Literature. *Higher Education* 32, 3. S.321-345
- Topping, Keith J. 2001. *Peer assisted learning: A practical guide for teachers*. Cambridge, MA. Brookline Books.
- Topping, Keith J. 2005. Trends in Peer Learning. *Educational Psychology*. Vol. 25, No. 6. S.631–645
- Topping, Keith J. & Whiteley, Marjorie. 1993. Sex Differences in the Effectiveness of Peer Tutoring. *School Psychology International* 14, 1. S.57–67.
- Topping, Keith J. & Ehly, Stewart W. 1998. *Peer-assisted learning*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Topping, Keith J., Peter, Carolyn, Stephen, Pauline & Whale, Michelle. 2004. Cross-age tutoring of science in the primary school: influence on scientific language and thinking. *Educational Psychology*, 24, 1, S.57-75.
- Turner, Ralph H. 2002. Role theory. In: Turner, Jonathan H. (Hrsg.). *Handbook of Sociological Theory*. New York. Kluwer Academic / Plenum Publishers. S.233–254.
- Urban-Woldron, Hildegard & Hopf, Martin. zur Publikation angenommen (in Druck). *Entwicklung eines Testinstruments zum Verständnis in der Elektrizitätslehre. ZfDN*.
- Urban-Woldron, Hildegard & Hopf, Martin. 2010. *Entwicklung eines Testinstruments zum Verständnis in der E-Lehre* In: Höttecke, Dietmar (Hrsg.). *Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Potsdam 2010*. Lit-Verlag. Berlin. S.223-225
- Vallerand, Robert J. 1997. Toward a hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation. In: Zanna, Mark P. (Hrsg.), *Advances in experimental social psychology* 29. San Diego: Academic Press. S. 271-360
- von Rhöneck, Christoph. 1986. Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie*, 34, Heft Nr. 13. S.10-14.
- Von Harrison, Grant & Guymon, Ronald Edward. 1980. *Structured tutoring*. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications, Inc.
- Vygotsky, Lev S.1978a. *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA. Harvard University Press.
- Vygotsky, Lev S.1978b. Interaction between learning and development. In: *Mind and Society*. S.79-91. Cambridge, MA: Harvard University Press. Reprinted in: Gauvain, Mary & Cole, Michael. *Readings on the Development of Children*. Second Edition. 1997. New York: W.H. Freeman and Company. S.29-36. (<http://www.psy.cmu.edu/~siegler/vygotsky78.pdf>, letzter Zugriff am 26. 04. 2012)
- Wagner, Lilya 1990. Social and historical perspectives on peer teaching in education. In Foot, Hugh C., Morgan, Michelle J., and Schute, Rosalyn H. (Hrsg.). *Children Helping Children*. Chichester, England: Wiley.

- White, Paula Michele 2000. Promoting Mathematics Achievement, Academic Efficacy, and Cognitive Development of at-risk Adolescents Through Deliberate Psychological Education. Unpublished Dissertation. University of Houston.
- Widodo, Ari & Duit, Reinders. 2004. Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, S.233-255
- Widodo, Ari & Duit, Reinders. 2005. Konstruktivistische Lehr-Lern-Sequenzen und die Praxis des Physikunterrichts. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 11, S.131-146.
- Wiesner, Hartmut. 1995. Untersuchungen zu Lernschwierigkeiten von Grundschulern in der Elektrizitätslehre, Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 23, Heft 2, S.50-58.
- Zinn, Bernd. 2008. Physik lernen, um Physik zu lehren. Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht. Dissertation. Kassel.

ANHANG

Anhang A – Mentoring der AHS-Oberstufe

A.1 Arbeitsblatt zur Auswahl der Aufgaben für die AHS-Unterstufe (Korner, 2011)

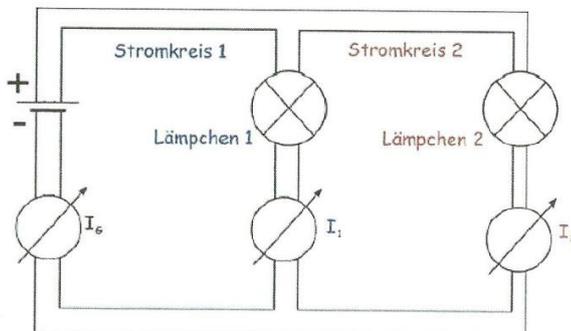
(Die aus den hier angeführten ausgewählten Aufgaben sind im Anhang B bzw. D zu finden.)

Problemstellungen für die Sek I

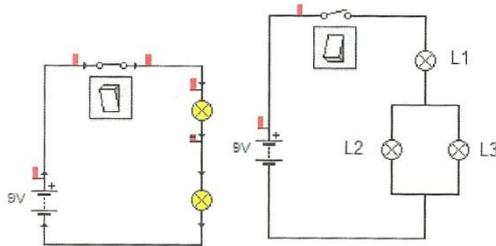
Wie kann man 2 Lämpchen schalten?

- 1) Wir bauen einen Stromkreis mit 2 Lämpchen. Serienschaltung
 - erwähnen: Lämpchen werden „*in Serie*“ geschaltet
 - Was passiert mit der Helligkeit?
- 2) Vertauschen der Anschlüsse bei der Batterie → Helligkeit?
- 3) 3 gleiche Lämpchen werden in Reihe an eine Batterie geschlossen.
Vergleiche die Helligkeiten der 3 Lämpchen. Begründe!
- 4) Was passiert, wenn man ein Lämpchen herausraubt?
- 5) 2 Batterien werden in Serie geschaltet.
Welche Möglichkeiten gibt es? Was passiert?
- 6) Versuch mit den Magnetnadeln...
Vergleiche die Ausschläge!
- 7) 2 unterschiedliche Lämpchen werden in Serie geschaltet; Wieso leuchtet das eine heller?
Was passiert, wenn man die Plätze vertauscht?

- 1) Wir bauen einen Stromkreis mit 2 Lämpchen. Parallelschaltung
 - erwähnen: Lämpchen werden „*parallel*“ geschaltet
 - Was passiert mit der Helligkeit?
- 2) Vertauschen der Anschlüsse bei der Batterie → Helligkeit?
- 3) Stromkreis mit 3 Lämpchen → Helligkeit?P
- 4) Was passiert, wenn man ein Lämpchen herausraubt?
- 5) 2 Batterien parallel schalten → Möglichkeiten? → Was passiert?
- 6) Zeichne die einzelnen Ströme ein!



- 7) Was passiert mit der Helligkeit von einem Lämpchen, wenn man 1 / 2 / ... weitere parallel schaltet?
- 8) Erstelle einen Stromkreis mit zwei in Serie geschalteten Lämpchen L1 und L2.
Füge dann ein weiteres Lämpchen L3 so hinzu, dass es parallel zu Lampe L2 geschaltet ist(vgl. Abb. unten). Stelle (bevor du den Schalter schließt) eine Vermutung auf, ob bzw. wie sich die Helligkeit des Lämpchen L1 ändert, wenn du den Schalter schließt.



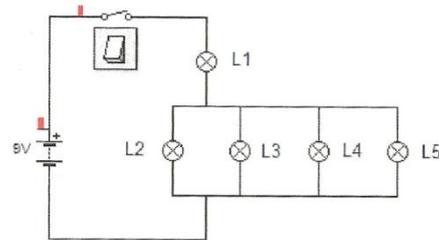
Füge dann ein weiteres Lämpchen L3 so hinzu, dass es parallel zu Lampe L2 geschaltet ist (vgl. Abb. rechts). Stelle (bevor du den Schalter schließt) eine Vermutung auf, ob bzw. wie sich die Helligkeit des Lämpchens L1 ändert, wenn du den Schalter schließt.

Schließe den Schalter. Wie verändert sich die Helligkeit des Lämpchens L1?

Hast du eine Erklärung für das Ergebnis deiner Beobachtung?

Schalte ein weiteres Lämpchen L4 und anschließend noch ein weiteres Lämpchen L5 parallel zu L2 und L3. Stelle vor dem Schließen des Schalters jeweils wieder eine Vermutung auf und überprüfe diese im Experiment.

Schreibe eine Verallgemeinerung deiner Beobachtungsergebnisse auf.



1) Wieso leuchtet in der Glühbirne nur der Glühfaden? (Wie ist eine G. aufgebaut?)

2) Was passiert beim Glühen?

Mechanismus des el. Widerstandes

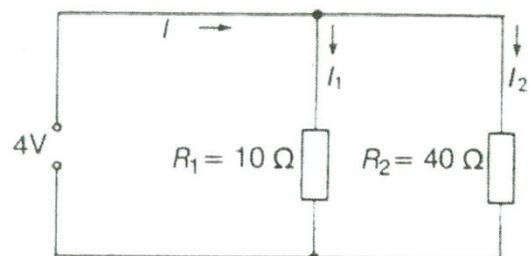
el. Widerstand

1) Betrachten Sie die folgende Schaltung.

Der Widerstand $R_2 = 40 \Omega$ wird durch einen 50Ω -Widerstand ersetzt.

Kreuzen Sie die richtige Antwort an:

- Der Strom I_2 wird größer
- Der Strom I_2 bleibt gleich.
- Der Strom I_2 wird kleiner.
- Der Strom I_1 wird größer.
- Der Strom I_1 wird kleiner.
- Der Strom I_1 bleibt gleich.
- Der Strom I wird größer
- Der Strom I bleibt gleich.
- Der Strom I wird kleiner.



A.2 Transkript des Videos und Beobachtungsprotokoll Mentoring AHS-Oberstufe

Mentoring-Video 1

	[Vorstellung PM; Vorstellung Tutorinnen und Tutoren]		L5: Das erste und beim ersten leuchtet es. [L1 spricht zu L4]
03:40	PM: Ich weiß nicht in wie weit die #L8 und der #L1 mit euch darüber gesprochen haben-	32:20	L4: Es sind alle oder? Weil es sind alle gleich, aber es gibt keinen Punkt wo kein Strom fließt.
03:50	L1: Wir haben euch gesagt worum es geht. [L1 und L8 waren beim Steuergruppentreffen dabei] [PM erklärt Ziel des Mentorings]	32:30	L6: Der Strom kann ja nicht abfließen. L7: Ja, der ist ja nicht plötzlich weg. PM: Abfließen?
	[Ziele: Tests bearbeiten; Aufgaben für Sekundarstufe 1 auswählen; Durchspielen der Ablaufs des Unterrichts mit der Sekundarstufe 1; Fragebogen; dazwischen einiges an Physik zu überlegen]	32:40	L6: Der muss doch durch alle durch. L7: Sie sind alle mit der Batterie verbunden.
	[Ziel des Projektes ist es u.a. herauszubekommen was die Schülerinnen und Schüler sich denken; L sollen auch herausfinden was die Jüngeren Tutees (S) sich zu den Themen der Elektrizitätslehre denken. Fachliches steht im Vordergrund, es sollte aber auch Spaß machen;]		PM: Ja und beim zweiten? [Item F2]
07:00	PM: Ihr seid die ältesten die mitmachen. L1: Ja, wir sind die Wichtigsten.		L6: Nur eins L1: Gar keins! L6: Ah nein, nur der nur eins. L7: Nur eins ja. L1: Nein, da ist überhaupt nix. [L4 steht auf um genauer hinzusehen.] PM: Genau. L7: Doch.
07:10	[Code-Generierung zur Zuordnung der Fragebögen] [L füllen FB1 aus]	32:50	L7: Die anderen sind gleich geschaltet. PM: Ja, also das wär einmal zu überlegen. Was ist der Unterschied, wenn ich so mach, nur einen Widerstand [verbirgt Widerstand in Stromkreis 1 bei Item F2] L1: Hat der doppelt so viel. PM: Wenn ich ein Lämpchen hab und ein zweites parallel schalte, was passiert dann? L1: Das Licht leuchtet- L6 [gleichzeitig]: Das teilt sich auf [zeigt mit zwei Fingern]- Kommt drauf an. L1: Sie leuchten gleich stark aber- [deutet mit Händen] L6: Die sind parallel geschaltet. PM: Ja sie sind parallel geschaltet ja [deutet und lacht] L6: Dann leuchten sie beide gleich aber schwächer als normal L7: Und wenn man eines weg gibt, dann würd das andere mehr leuchten als das andere. Aber ich hab nicht g'wisst ob das die Stromst- PM: Wie? Noch einmal. [lacht] L6 [lacht]: Das ist bei ihm immer so, dass man's nicht versteht. L7: Also, wenn man- PM: Bitte langsamer. L7: wenn man ein Lämpchen weggeben würde, dann würd das eine Lämpchen stärker leuchten als vorher, weil da, die Stromstärke halbiert sich nicht sofort, sondern der Strom fließt nur durch die eine. L4: Was kommt jetzt (...) ich hab (...)? L1: Stimmt Null-Komma-Drei, Null-Komma-Drei, Null-Komma-Sechs? PM: Nein [schüttelt Kopf] L1: Ha! [freut sich, da er Item richtig beantwortet hat und blickt zu L4, welcher im Pre-Test 0,3 0,3 0,6 angegeben hatte, und daher. PM: Ahm, ich möchte das jetzt ein bisschen offen lassen. L4: Nein. [L1, L5, L6 und L8 lachen] PM: Nein. L4: Nein, nur das eine möchte ich wissen. Die sind parallel geschaltet? L6: Das stimmt schon oder? PM: Die sind alle drei parallel {es sind die bei F2 abgebildeten Stromkreise gemeint}. L1: Hahahaha! [zu L6] L6: Alle drei? L6: Verdamm! L6: Das hab ich am Anfang gehabt aber dann hab ich's ausbessert. L7: Aber das ist (...). Aber warum sind alle drei (...) parallel g'schalten? L4: Alle drei? PM: Aber schau. Der Schlüssel dazu ist, dass man sich eben anschauen muss,- L7: Aber das ist unlogisch PM: was passiert wenn ich ein Lämpchen hab, also ich hab ein Lämpchen und was passiert, wenn ich ein zweites dazu schalte. L1: Na er halbiert sich. PM: Was halbiert sich? L1: Ja die Stromstärke- na das sagt man so nicht- L6, L7: Die Ampere. L1: Die Ampere halbiert sich. PM: (...) [geht zur Tafel] L1: #Schimpfwort# gehört überall Ein-Komma-Zwei? [bei Item F5] PM: Eigentlich- L6: Ja, das hab ich überlegt ob ich hinschreiben soll. L3: Ahja, sicher! PM: Also das ist- L6: Logischerweise schon. L1: Na, beim Test- PM: so, ja, da fließt irgendein Strom, oder? [zeichnet auf Tafel] L1, L7: Ja. PM: I1.
20:00	[L beginnen mit dem Ausfüllen des Pre-Tests]		
22:50	L8: Was ist, wenn man gar nix weiß? Also hypothetisch gesehen. Soll man dann raten? PM: Einfach überlegen.		
23:20	L1 [aufzeigend]: Frage		
23:30	[L1 aufzeigend, PM kommt zu L1]		
23:40	PM: (...)	33:00	
23:50	L1: Achso und I ist das Gesamte- PM: Pssst!		
25:20	L7: Ich hab eine Frage.		
25:40	Das ist doch ein Kurzschluss oder? [PM beantwortet Frage nicht]		
26:40	L1: Wenn der geschlossen ist, ist quasi eine Verbindung halt oder? L4: Ja. [PM nickt] [L1 liest laut]	33:10	
26:50	L1: Ah, das ist eh ganz einfach.	33:20	
27:00	[L1 will Pre-Test abgeben, PM winkt zurück]		
27:10	[L1 legt Test vor sich hin, schaut zu Nachbarn L4 und streckt sich zufrieden lächelnd auf Test von L4 blickend]		
27:40	[L4 schaut auf Test von L1]		
27:50	L1: Hey, nicht gucken! [zieht Test weg]	33:30	
28:20	L6: (...) auf der anderen Seite. PM: Ihr sollt jetzt nicht diskutieren. L1: Pscht tztztz. Dürf ma abgeben? L7: Das ist unlogisch [L1 und L4 geben Tests ab; L1 beginnt mit L4 über Items zu sprechen]		
28:30	L1: Pscht tztztz. Dürf ma abgeben?		
28:40	[L1 und L4 geben Tests ab; L1 beginnt mit L4 über Items zu sprechen]		
29:00	L1: (...) der Strom an jeder Kreuzung (...)		
	L4: Ja ich hab keine Ahnung. [zuckt mit Schultern]	33:40	
29:50	[Alle L beenden das Ausfüllen des Pre-Tests]		
30:50	L1: Wieviel Ampere haben jetzt die (...)? L: 0,4 PM: (...)	33:50	
31:00	L1: (...) mit den drei Stromkreisen. 0,4 0,4- L7: 0,4 (...)		
	PM: Welches Item meint ihr?		
31:10	L6: Das erste auf der zweiten Seite. L1: 0,4 0,4 0,4. L7: Das stimmt aber nicht. L1: Doch, 0,4 0,4 0,4. L7: Nein, weil (...)	34:00	
31:20	L1: Was, sicher. L6: (...) L7: Nein, wenn- L1: Ja Null-komma-vier, Null-komma-vier, weil da geht halt ein Drittel durch auf die Seite gehen zwei Drittel und da teilen sich die Drittel wieder auf. [Zeigt auf Angabeblatt, das PM hält]		
31:30	L7: Ja warum, es nimmt ja immer den kürzesten Weg, oder? L6: Ja, aber trotzdem. L7: Das heißt das unterste wird gar nicht. L5: Es würd trotzdem, es leiten außerdem beide (...).	34:20	
31:40	L6: Das heißt genau das unterste vielleicht sogar. L1: (...) L7: Nein, (...)	34:30	
31:50	PM: Ahm, so kann mans jetzt nicht sehen. Ähm, nein. (...) Wann habt ihr zuletzt Elektrizitätslehre gehabt? L1, L4, L6: Zweite Klasse, vierte Klasse, dritte Klasse, dritte Klasse. Schon länger her. (...)		
32:00	PM: Das heißt ich hab einmal mitgehört, dass schon eine Diskussion war darüber, was jetzt in Serie und was parallel geschaltet ist, oder wie?	34:40	
32:10	L5: Ah, das hab ich überhaupt nicht. PM: Wie ist das da oben [zeigt auf Item F1] L7: Serie sind alle.		

	L1: I		L1: Nja, alle.
	L6, L7, PM: Ja I		PM: (...)
34:50	L7, PM: ist die Stromstärke.	37:40	PM: oder zwei für euch.
	L1: Ja ich hab's ja nur nachgesagt.		L1: Was machen wir jetzt, nur das da vorne? [zeigt]
	[L6 lacht]		PM: Macht einmal nur das.
	PM: und jetzt mach ich da ein zweites Lämpchen dazu parallel.		L1: (...)
	L7: Dann wird das zweite Lämpchen nicht g-, dann wird das nicht-	37:50	PM: Macht einmal nur das, ja.
35:00	L6: Ja eh,		D(a) [bei Tafel mit L7]: Wird der Gesamtwiderstand klein (...) wird der Gesamtwiderstand größer (...)
	da läuft ja nix hin. Der nimmt ja den kürzesten Weg.		PM: Ja da sind Kabel genug, da sind Batterien, Lämpchen und baut es-.
	L7: Der nimmt ja den kür-, da leuchtet nur das erste	38:00	Du #NameL7# [PM dreht sich um], du bist- [sieht L7 bei D(a) an der Tafel stehen] Aso, ahja, ok [lacht und dreht sich wieder um].
	L1 [schüttelt Kopf kneift Augen zusammen]: Mm-mmh!		L4: (...) #NameL7#.
	PM: Ah.	38:10	PM: Ja ihr könnt ja #L7 seine Hypothese ausprobieren. Also er sagt das Lämpchen leuchtet mal nicht oder- baut einmal eines
35:10	L4: Na das nicht.	38:20	und dann tut ihr ein zweites dazu. (...)
	L5: Ah deswegen hast einen Einser in Physik [zu L7, lacht]	38:30	[L7 geht nach hinten]
	L6: Ja sicher eigentlich schon, so haben wir's gelernt. [lacht]	38:40	L6: (...)
	L7: Und wenn da ein Lämpchen [zeigt]-		L2: Das leuchtet [zu L6]
	L4: Was kommt jetzt raus?		L6: Nja das eine leuchtet einmal
35:20	PM: Na es leuchten schon da beide, wollt ihr es nicht vielleicht irgendwie ausprobieren?		L2: Ja.
	L6: Ja wir haben im Physiksaal ist eh sowas.		L1: Sehr gut.
	L7: Aber warum leuchten beide? [greift sich auf Kopf]		L6: Aber das ist ja logisch.
	[L4 strampelt verzweifelt mit Beinen, greift sich auf den Kopf]	38:50	(...)
	L6: Ich versteh's auch nicht [zu L7].	39:00	L2: (...)
	L1: Können sie bitte die drei Zahlen sagen.		L2: (...) gleiche.
	L4: Nur die drei Zahlen.	39:10	PM: (...)
35:30	PM: Nein!		PM: So, das is jetzt das eine.
	L4: Wieso nicht?	39:20	L6: Und das zweite tu ma einfach dazu schalten.
	L6: Wahrscheinlich machen wir ein Experiment.		PM: Na dann machts das.
	PM: I würd jetzt gerne folgendes von euch wissen. Wie schaut das mit den	39:30	L6: (...)
35:40	Schaltssymbolen aus?		PM: (...)
	L6: Oh Gott.		L2: (...)
	L1: Den Schaltssymbolen.	39:40	L1: Oha, das ist schwach.
	PM: Ja war das beim Test ein Problem mit den Schaltssymbolen?		PM: Ja, es gibt verschiedene Lämpchen, gell.
	L4: Aso nein.		L5: Die Batterie (...)
	L6: Nein, nicht wirklich.		Wenn du willst kannst du auch eine neue probieren, die sind alle über Nacht im Auto gelegen.
	L1: Nein, es gibt Schalter und Widerstand.		[L8 und L3 schließen Lämpchen an]
	PM: (...)		L8: Ooooh.
35:50	L1: Ja in der dritten haben wir eh das-		L3: Ja wir haben Strom.
	L6: Na wir haben- in der Vierten haben wir das glaub ich gemacht.	39:50	[L1, L2, L6 und L7 schalten Lämpchen parallel]
	L7: Ja, aber- [auf Tafel blickend]		PM: Ja, das weiß ich jetzt nicht warum (...)
	L6: Aber ich glaub die Schaltssymbole sind schnell erklärt.	40:00	L1: Aber es soll nicht sein, nimm vielleicht eine andere Lampe, weil bei mir leuchtet die genauso stark und ich hab nur eine (Lampe drinnen).
	L5: Das ist schnell zu erklären, das ist ja kein Problem.		PM: Tauscht einmal die Lampen aus.
	PM: Ja die Frage	40:10	Ja, das werden wir jetzt auch gleich testen. Was passiert, wenn man ein Lämpchen raus schraubt?
36:00	ist, muss es erklärt werden oder nicht?		L1: Dann müssen die anderen gleich bleiben.
	L8: Ja das kann ich-	40:20	PM: Na schauen wir, ob sie stärker wird. Schraub die heraus.
	L6: Na, wir nehmen es einfach mit [spricht von Informations-Blättern zu den Schaltssymbolen, die PM in den Händen hält] und fragen ob sie es wissen und wenn nicht, dann erklären wir es.		[L6 entfernt ein Lämpchen der Parallelschaltung, L2 beobachtet genau; L6 schraubt eines der Lämpchen in andere Fassung]
	L7: Aber, warum leuchten	40:30	L6: Na das ist eine hellere.
36:10	beide? [auf Tafel zeigend] Wir haben echt in Physik gelernt, dass der Strom immer den kürzesten Weg nimmt.		PM: Das ist eine hellere gell?! Schauen wir mal ob wir eine gleiche erwischen.
	L5: Ja eh, hamma. Weil die Physik das so (...).	40:40	L7: Was ist wenn man zwei von denen in eine Parallelschaltung hineintun würd?
	L7: Ja.		[L6 schraubt ein zweites gleiches Lämpchen in die Parallelschaltung]
36:20	PM: (...) Na, man kann's ja mal ausprobieren.		L2: Njup [nickend]
	L4: Ja, probieren wir's aus.	40:50	L7: Warte am besten- [greift zur Schaltung]
	L5, L7: (...)		L6: Ja es teilt sich auf oder wie
	PM: (...) bitte?	41:00	L2 [nickend]: (Es leuchtet wirklich immer gleich hell)
	L6: Wir haben eh im Physiksaal, da ist eh so ein Schaltding.		[L4 hat Experimentier-Brettchen mit Diode erwischt]
36:30	PM: Nein, wir haben ja da die (...). Wir waren jetzt ein bisschen schneller als ich gedacht hab. Probiert es einfach aus. Schraubt eine Schaltung zusammen. Ich hab da Lämpchen mit. [deutet mit Kopf].	41:10	L4: Es leuchtet nicht mehr
	L7: Ja eine Frage noch. [zeigt auf]		PM: Ahm, du. Haha. Welches hast denn du, welches Brettchen?
36:40	PM: Ja		L4: Weiß ich nicht, irgendeins.
	L5: Ich mach fix an Kurzschluss.	41:20	[L1 lacht; PM zerlegt Stromkreis]
	[L4 und L1 stehen auf und gehen nach hinten.]		L4: Nageh, das hätt jetzt meine Theorie mit dem Strom bestätigt.
	L7: (...) kapiert ich nicht. Wenn man das erste Lämpchen [zeigt mit beiden Fingern auf Tafel], also das hintere weggeben würde, hätte man doch einen Kurzschluss, weil's keine-	41:30	PM: (...) [lacht].
	PM: Wenn du das weggibst?		PM [lachend]: Nein, das ist leider das „gefakete“ Brettchen.
	L7: Genau.	41:40	L1: Gut ich brauch auch noch ein Lämpchen.
	PM: Warum?		L6: Es ist nicht so schwach, aber es ist heller, wenn (...)
36:50	[L5 und L2 stehen auf und gehen nach hinten]		[L4 greift wieder zu „gefälschter“ Schaltung]
	L7: Und das-. Aber das Kabel-	41:50	PM: Ähm, die Frage ist woran das liegt, dass die Lämpchen (...)
	[PM geht von der Tafel nach hinten]		L6 [auf Schaltung zeigend]: Wenn ich da vorne was raus nehm kann es hinten auch nicht gehen, weil da keine Verbindung mehr ist.
	PM: Schau, schauen wir uns das an. Ähm, du bist der #NameL7# oder, bist du der #NameL7# oder?	42:00	L1: (...)
	[L6, L8 und L3 gehen nach hinten]		L6: (...vollendeten Strom-)
37:00	[Materialien werden hergeräumt]		PM: Immer, genau (...) darunter vorstellen (...) Stromkreis, ok.
37:10	[Materialien werden hergeräumt]		L1: (...)
	[L7 spricht mit D(a) an der Tafel]	42:10	L1: Ich mach jetzt an Kurzen
37:20	PM: (...) Da sind da die Lämpchenfassungen.		PM: Bitte nicht [nimmt L1 Batterie weg]
	L8: Ja.		L1 [lachend; gleichzeitig]: nicht
	PM: Irgendwo sind die Birndln. Nehm ma die da.	42:10	PM: Also ich kann euch jetzt schon diese „gefakete“ Schaltung zeigen. Die ist aber wirklich gemein, ja. Also, wenn ich es so schalte, ja
37:30	Jeder zwei. Ich weiß nicht möchten alle bauen.		

- 42:20 leuchtet das eine Lämpchen und das andere praktisch nicht und jetzt tu ich einfach anders. Jetzt leuchtet das andere von beiden.
- 42:30 L6: Warum ist das so?
PM: Weil da dazu parallel unten im Brettchen Dioden geschaltet sind.
- 42:40 L6: #NameL7# wieso schließt du jetzt noch eine an?
L7: (...)
- 42:50 (...)
- 43:00 D(b): Glaubst du's jetzt? [zu L7, lacht]
L7: Ja ich glaub's.
PM: Na echt, glaubst du das jetzt, wieso glaubst du das jetzt?
L7: Naja,
- 43:10 ich weiß nicht warum das so ist, ich glaub es Ihnen.
[L5 lacht]
D(b): Wie würdest du das begründen?
L6: Jetzt glaubt er, dass alle gleich hell fließen, ähm leuchten.
- 43:20 L7: (...) wenn man eine Parallelschaltung hat, dass der Widerstand geringer wird, quasi
PM: Ja, du hast einen geringeren Widerstand, na.
- 43:30 (...)
- 44:50 PM: Ok, ähm, was habt ihr da jetzt gemacht [zu L3, L5 und L8]
L5: Wir haben zirka vier so Dinger auf eine Batterie angehängt. [L5 hat Parallelschaltung gebaut]
- 45:00 PM: In welcher Schaltung?
L5: (...)
PM: Ah, das ist gut, da schaut her einmal (...)
- 45:10 [PM entfernt Material-Kiste vom Tisch für ein unbeschränkteres Blickfeld]
PM: Bitte was ist der-
[PM steckt Schaltung von L1, L2, L6 und L7 um]
- 45:20 PM [zu L6]: Na passt, lass es.
L6: Aso ok.
(...)
[L3, L5, L7 und L8 blicken erstaunt auf „gefälschte“ Schaltung]
- 45:30 D(b): Nana, nana, da sind unten Dioden drinnen.
PM: So, das werden wir- Was ist denn der Unterschied zwischen dieser Schaltung-
[PM sieht „gefälschte“ Schaltung] Das Brettchen, das will ich nicht mehr, das Brettchen.
D(b): Ja-
[PM entfernt „gefälschte“ Schaltung]
L5 [zeigend]: (...)
- 45:50 PM: Was ist der Unterschied zwischen dieser Art zu schalten [zeigt]
L6: Ja parallel und in Serie. [zeigt]
PM: Und was ist der Unterschied- (...) [zeigend]
- 46:00 L1: Da hängt die Stromquelle (...)
PM: Ja [lächelt L1 an], was ist der Unterschied zwischen dieser Schaltung [zeigt] und dieser Schaltung
L6, L7: Parallel und in Serie.
[PM hebt Schaltung an]
- 46:10 PM: Bitte, wie heißt diese Schaltung [zeigt] und wie heißt diese Schaltung [zeigt]?
L5: Umgekehrte Schaltung [lächelt]
- 46:20 PM: Jetzt schaut einmal zuerst auf die da, ja [PM hebt Parallelschaltung mit 4 Lämpchen an, sodass alle sie sehen können]
L1: Ich sag Parallelschaltung.
L7: Serienschaltung, das ist parallel [zeigt auf andere Schaltung].
L6: Ich sag auch, dass das Serien- ist.
D(b) [gleichzeitig]: Was sagst du, #NameL8#?
L8: Ich hab keine Ahnung. Ich hab sowas noch nie gemacht.
PM: (...)
L1: (...)
L6: (...)
- 46:40 L1: Ich hab-
L6: (...)
PM: #NameL6#
PM: Also, die Frage ist jetzt, was ist das Charakteristikum einer Serienschaltung und was ist das Charakteristikum einer Parallelschaltung? Das ist das, was für die Theorie ganz entscheidend ist. Oder?
L1: Na warte sind das jetzt beides Parallelschaltungen?
- 47:00 PM: Das sind beides Parallelschaltungen.
L1: Aahah.
(...)
PM: Und was macht-
PM: Was macht jetzt die Serien- und die Parallelschaltung aus?
L1 [aufzeigend]: Ja in einer Serienschaltung ist ein Stromkreis und mehrere Lampen und da sind halt mehrere Stromkreise, einer, ein zweiter, ein dritter, ein vierter. [zeigt]
- 47:10 PM: Ja, das heißt, bei einer Parallelschaltung haben wir immer irgendwo einen-
L1: Kreuzung
PM: Kreuzungspunkt
L5: Ist eh logisch.
L7: Na, (...) logisch
- 47:40 PM: Ja, noch ein Charakteristikum einer Parallelschaltung. (...)
Was ist, wenn ich da ein Lamperl jetzt raus schraub.
L1: Na die anderen leuchten-
PM: Schraubt ihr bitte ein Lamperl raus, irgendeines [L6 schraubt Lämpchen aus Parallelschaltung #2] und schraubt ihr auch irgendein Lamperl raus [L3 schraubt Lämpchen aus Parallelschaltung #1].
L7: Dann leuchtet das heller [zeigt]
- 47:50 PM: Dann leuch- ja, aber sie leuchten alle weiter, ja, das ist das Charakteristikum, ein weiteres Charakteristikum, ja.
- 48:00 Übrigens, dass die jetzt heller leuchten, ja, das ist ein Effekt, der nur darauf zurückzuführen ist, dass-,
dass die Batterien nicht ganz ideal sind, ja, weil die kommen auch irgendwann einmal an ihre Belastungsgrenze.
L1: Die war aber neu.
PM: Ja, aber trotzdem.
PM: (...)
- 48:20 L1: (...)
L4: (...)
- 48:30 PM: Was ist das jetzt? [wendet sich an L4]
L4: Das ist, ähm, seriell.
PM: Genau.
L4: Das ist dann noch ein Parallel-
PM: Das ist einmal ein serieller Stromkreis.
L4: Ja, eh und da ist dann noch eins parallel dazu gibt-
PM: Ja.
L4: (...) aber Moment die leuchten über-, da kommt jetzt noch was
PM: jaja, da kommt noch was dazu
L4: und wenn ich das probier- oh (Schimpfwort)-
PM: Die leuchten ganz stark. Das wird, das wird?
L4: Heller.
PM: Heller. Wann wird es aber heller?
L4: Wenn ich das (rein)schraub
PM: Ja
[PM und L lachen]
L3: Das ist total hell.
- L5, L3: (...)
PM: Und wann? Wann wird's nachher heller?
L1: Ja, wenn eine Parallelschaltung ist.
PM: Das ist die Frage ganz am Anfang [zeigt auf Tafel].
Erstens einmal, wenn ich hier mal-, wenn hier was parallel schalte-, sie brennen recht schwach, aber sie brennen.
Wenn ich hier was parallel schalte-
L1: Ah, ich glaub dann teilen sich die den Strom auf und das hat aber den doppelten von den beiden.
PM: Hat dann den doppelten-
L4: Ja, eben dann hab ich eh-
D(b): Und überlegt euch einmal eins. Was wär denn zwischen den beiden,
L1 [zu L4]: Nein
L4 [zu L1]: (...)
L1 [zu L4]: Ja aber du (...).
den beiden Punkten, wenn man hier keine Verbindung macht, was wär denn hier dazwischen?
L1: Was, wo dazwischen?
D(b): Was wär dann hier dazwischen?
L1: Nix.
D(b): Nix, naja.
L6: zwischen dem und dem Punkt?
D(b): Ja.
L7: Da ist Luft.
D(b): Wisst ihr was Luft ist? Isoliert die gut oder isoliert die nicht gut?
L1: Die isoliert nicht gut.
L5: Na die leitet nicht oder?
L4: Ja, die leitet nicht.
L1: Sicher leitet Luft.
L7: Na, wenn man-
L1: Ja aber trotzdem leitet sie.
D(b): Also Luft isoliert sehr gut, ja.
L1: Also das heißt da ist ein-
D(b): Das heißt da ist keine Verbindung dazwischen, das heißt da ist ein sehr großer Widerstand dazwischen, jetzt geb ich einen vergleichsweise sehr kleinen Widerstand dazwischen, das heißt jetzt kann plötzlich mehr Strom fließen als vorher durch den ganzen Stromkreis.
(...)
PM: (...)
PM: In diesem Punkt [zeigt auf Tafel], dort wo die Leitungen abzweigen, das ist jetzt hier genau dieser Punkt [zeigt im Stromkreis], ja. Da teilt sich die Stromstärke auf. Also, ok, das kann man schon so sagen, dass sich der Strom, der hier fließt-
L1: teilt.

- 51:10 PM: und der hier fließt, der ist jeweils dann halb so groß, ja. Aber (ist das, hängt das nicht...)
- 51:20 dieser Strom, was ist mit diesem Kabel? Was tut sich in dem da?
L6, L7: Das ist jetzt halb so groß-
PM: Und was tut sich, was tut sich jetzt?
L6: Jetzt ist er doppelt so groß.
L1: Der bleibt gleich.
L7: Der bleibt gleich,
51:30 ja.
L4: Naja, (...)
PM: (Der bleibt gleich?) Den da mein ich, im gelben, im rechten.
L4: Der sollt einmal gleich bleiben (und der teilt sich auf) Erst nach der Lampe.
51:40 (...)
51:50 L1: (...) kriegt er die doppelte Stärke und (...)
PM: Genau.
L6: Warum?
52:00 PM: Ahm, genau und genau um solche Sachen geht's uns jetzt bei dem Projekt. Ja, sogenannte Schülervorstellungen.
52:10 Wo ihr zum Beispiel gesagt habt, der Strom geht den kürzesten Weg [L1 versetzt L7 einen leichten Schlag auf den Hinterkopf], der Strom teilt sich wo auf
52:20 oder ist dann nur mehr halb so und das ist genau-
L6 [gleichzeitig]: (...)
L1: Der teilt sich ja auf.
PM: Ja, er teilt sich schon auf, es kommt nur auf den Standpunkt an. Genau diese Sachen sind jetzt irgendwie
52:30 uns wichtig, ja. Und um diese Sachen geht's, die herauszufinden. Also eigentlich geht's weniger um diese Tests oder so [zeigt hinter sich], die wir da machen,
52:40 sondern um das was- oder es geht nicht darum was man ankreuzt, sondern das, was man sich dahinter vorstellt. Ok? Und ein wichtiges Konzept- Könnt ihr jetzt einmal euer
52:50 Experiment hintanstellen? [zu L5 und L8] Ein wichtiges Konzept, eine wichtige Geschichte ist einmal das Konzept der Parallelschaltung herauszukriegen. Ja, was ist eine Parallelschaltung? Ok. Und ich hab jetzt zwei verschiedene Arten von Parallelschaltungen gebaut. [PM hält Brettchen]
53:10 Das ist eine Parallelschaltung. Diese beiden Lämpchen, [L1 gibt PM Batterie] danke, sind parallelgeschaltet. Ja?
L1 [zeigt]: Hier teilt er sich. Also da teilt sich der Strom geht dann-
PM: Genau,
53:20 da teilt sich der Strom auf.
L1 [zeigt]: Und da führt er wieder zusammen.
PM: So und wenn ich jetzt nur ein Lämpchen habe, ja, geht halt der Strom-
L1: Nur durch das eine
PM [gleichzeitig]: nur durch das eine Lämpchen, ja.
53:30 Die Frage ist was-
L1: Aber der teilt sich jetzt da ja nicht oder?
PM: Na, da fließt jetzt keiner.
L1: Auch nicht in dem Kabel?
PM: Ja, das mit dem Kabel ist jetzt so eine Geschichte.
53:40 Nein, eigentlich auch nicht in den Kabeln, die Kabeln-. [L1 nickt] So die Frage ist aber, das Lämpchen leuchtet jetzt hell
53:50 und wenn ich das rein schraub leuchtet es
[L5 nickt]
L6: Gleich, genauso hell.
PM: Hell, also ungefähr gleich. Die Frage ist jetzt: Was tut sich in diesen
54:00 Kabel? In diesem Kabel, wenn das Lämpchen draußen ist und wenn es drinnen ist. Ja, was tut sich in diesem Kabel wenn ich nur
L5: Es fließt einfach schneller-
PM: ein Lämpchen hab. Dann fließt jetzt
L5 [gleichzeitig]: Der Strom fließt
54:10 PM: irgendein-
L5 [gleichzeitig]: schneller. [Rsup]
L4: Weniger
L1 [gleichzeitig]: Doppelt so viel
L4: Weniger.
L5: Nein schneller, weil's-
PM: Mhm-
L4: Wenn es nur eins ist das leuchtet-
L5 [gleichzeitig]: Ja eh
L4: braucht's ja weniger.
PM: Da fließt jetzt irgendein Strom.
54:20 L7: Ja genau, das ist uns klar.
PM: Ja, ok. Die Größe, die physikalische ist?
L7: Die Stromstärke.
PM: Stromstärke I
L3: Ampere.
PM: in Ampere. So und wenn ich jetzt das zweite Lämpchen
54:30 rein schraub, was tut sich jetzt in diesem Anschlusskabel, was für eine Stromstärke fließt jetzt?
L7: Wo fließt da Strom?
PM: Die, in denen da, die ich in der Hand hab
- 54:40 L1: Die wir da angehängt haben [zu L7]
L7: Oh.
PM: Da fließt einmal hier die Stromstärke [zeigt],
L6: In dem- [zeigt]
PM: ja, und einmal
54:50 fließt hier die Stromstärke.
L7 [steht auf und zeigt]: In denen (...)
PM: und hier fließt die doppelte.
L1: Ja
PM: Die doppelte von vorher, ja. Also
L1: Als wenn nur eins brennen würd?
55:00 PM: Genau, genau
L7: Ja, das ist verwirrend und unlogisch. Eigentlich geht man ja davon aus, dass man [zeigt mit Händen]-
PM: Das hängt davon ab, was verwirrend ist aber ich mein-
55:10 L1: Ja, wenn zwei drin sind, muss der doppelte drinnen sein.
PM: Geh kann ich noch einmal bitte die Stromzange haben [zu D(b)]
[D(b) geht und holt sie.]
55:20 PM: So und das zweite, das können wir jetzt noch einmal schnell anschauen, das andere, das zweite ist, dass das genauso eine Parallelschaltung ist. [zeigt die zweite der gebauten Schaltungen]
[D(b) bringt Stromzange]
PM: Was ist das Charakteristikum einer Parallelschaltung.
55:30 Hm. Aso, in einer Parallelschaltung, die ist jetzt raus geschraubt. Das Charakteristikum ist?
L1 [zeigt]: Dass da der doppelte fließt. [L3 gähnt] Also jetzt fließt-
PM: Ein, ein,
55:40 ein Knoten eine Aufteilung. Und wenn man jetzt, das da so hat [zeigt], also wenn man ein Lämpchen
55:50 raus schraubt, brennt das andere weiter [L2 nickt] und wenn man das jetzt rein schraubt [schraubt Lämpchen in Fassung].
L7: Brennt's genauso.
L4: Aso, der Strom
PM: Brennt's genauso weiter.
L4: im Seriellen, wenn man eines raus dreht gehen alle Lichter aus.
56:00 PM: Genau, gehen alle nicht. Und
[L4 zeigt und schaut auf Experiment von L8]
PM: was ist jetzt hier der Fall?
L1: Da [zeigt] fließt jetzt die doppelte Stromstärke, weil sie sich hier aufteilt [zeigt]
PM: Da, jetzt fließt
56:10 zweimal so viel, wie [schraubt Lämpchen heraus] jetzt. Hier in dem da. Ja.
L1: Aber hier bleibt's gleich vor dem eigentlich [zeigt auf ein Lämpchen]
PM [gleichzeitig]: Über jedes dieser Lämpchen-
L1: Ja, da kann man's nicht sagen.
56:20 PM: Das kann man testen [nimmt Stromzange] kann das irgendjemand (...). Das ist so ein Voltmeter Art, ah [schüttelt Kopf], ja Voltmeter ist es auch.
[L4 spricht mit L8]
PM: Ich verwend es jetzt als Amperemeter.
56:30 Wenn man es jetzt senkrecht, hält- ich halt es so, dass ihr das besser seht (...).
Also ich messe jetzt damit die Stromstärke I.
L1: Ah!
PM: Hmm, wieviel ist das?
L6: 0,444
PM: 0,44, die letzte
56:50 Stelle ist nicht mehr so genau, 0,44
L4: 0,44
L1: Soll ich's raus schrauben?
PM: Nein. Ja, doch schraub's raus. Was haben wir jetzt?
L1, L4, L6: 22 [L2 nickt]
PM: Ja ist ungefähr-
L4: Die doppelte,
57:00 ah weniger
PM und L1: Die Hälfte.
PM: So und jetzt schraub es rein bitte. So, 0,44 stimmt das? 45. Und jetzt schau ma, was mit dem jetzt da ist.
Ja wartest du bitte?! [zu L1]
L1: Ja aber jetzt muss ich, bei welchem soll ich raus schrauben?
PM [zeigt]: (...)
L1: Ah, das da. [schraubt heraus]
L6: Jetzt haben wir 0,22.
PM: Ja, die Hälfte zirka. Ja,
57:20 ok? Oder im anderen Schaltungsbild. So-
[L1 schraubt Lämpchen wieder in Schaltung]
57:30 PM: Da fließt?
L4: 0,44.
PM: Kannst du ablesen? [zu L7] Ja,
57:40 0,44 und dann schau ma uns an, was jetzt da fließt, bei dem einen Lämpchen.
Was fließt da?
57:50 L1, L2, L4, L6, L7: 0,2
PM: 0,

- 12:50 #L4#.
L4: Ja, wenn's so ist wie er grad gesagt hat, dann ist es bei beiden Antworten kleiner aber nicht weil sich der Widerstand verändert, sondern überhaupt weil ein Widerstand da ist.
L7: Ach so.
L6: Stimmt.
- 13:00 L7: ich glaub-, aber ist es nicht so bei der Serienschaltung, dass einfach die Widerstände addiert werden zumindest
L4 [zu L1]: Wenn du, so wie du's jetzt gesagt hast, ist es hier zumindest L1: kleiner
L4: kleiner als hier.
L1 [nickt L4 zu]: Mhm.
PM [zu L7]: Ja, ja, ja, Widerstände werden einfach addiert. Ja. Und wie ist das jetzt bei der Stromstärke? Habt ihr-
13:10 L1 [zu L4]: Ja das ist ja das, wenn das stimmt. [L1 bemerkt sprachliche Feinheit im Angabezettel] Nein, „nun kleiner als 0,4 Ampere“, ah, #Fluchwort#, das war eine Fangfrage. Ich hab ja gesagt das war eine Fangfrage.
PM [gleichzeitig]: #L2#, #L3#, habt ihr auch eine Vorstellung zu der Stromstärke,
13:20 wo die wie groß ist?
L1 [gleichzeitig, lächelnd auf D(b) deutend]: Das war eine Fangfrage.
L4 [zu L1]: (...)
L3: Naja, nach dem Widerstand geringer.
PM: Die Stromstärke?
[L6 lächelt]
L7: Ja ich glaub eher-
PM: Was ist denn bitte
13:30 die Stromstärke? Was ist die Stromstärke? Vorstellungsmäßig, was stellt ihr euch vor unter der Stromstärke?
L8: Ampere
L5: Ja, die Ampere.
PM: Das ist die Einheit, ja aber was [deutet mit Hand an Kopf und dreht sie aus dem Handgelenk]
L4: Na so stark wie der Strom durchgeht.
13:40 L5: Wie schnell der Strom durchfließt.
L1: Eine gewisse Veränderung.
L6: (...) Spannung.
L7 [zu L6]: Aber Spannung ist Volt.
L8: Umso mehr Strom.
PM: Also Spannung ist Volt,
13:50 ja, das liefert die Batterie zum Beispiel und die Stromstärke ist- Was ist denn der elektrische Strom überhaupt?
L1: Der, das sind Elektronen.
PM: Elektronen.
L8: Schwingungen.
14:00 PM: Ja, das is aber Wechselstrom, das is schon nicht so (...). Ja, aber jetzt sind wir beim Gleichstrom, dass also Elektronen fließen. Und die Elektronen
14:10 L1: geben ihre Ladung oder quasi ihre Energie ab.
PM [gleichzeitig]: die fließen von wo nach wo?
L7: Von positiv nach negativ.
PM: Von positiv nach negativ, ja, das ist.
L1: Ja, die Elektronen sind schon das Negative und fließen zum Positiven.
PM: Jaja, das ist die technische Stromrichtung.
14:20 Es ist technisch von positiv nach negativ und so redet jeder, obwohl eben Elektronen natürlich-
L1: das Negative sind.
PM: So und die Elektronen fließen jetzt im Stromkreis.
14:30 Und die Stromstärke ist [stark betont], wie viele Elektronen da fließen. Ja, da zählen wir sozusagen, imaginär, durch den Leiterquerschnitt da fließen die Elektronen
14:40 durch
L1 [gleichzeitig]: Also wie viele.
PM: und die Stromzange zählt die Elektronen also quasi.
D(b): Das heißt, Entschuldigung, darf ich ganz kurz.
PM: Ja
D(b): Das heißt ihr könnt euch vorstellen [zeichnet auf Tafel], die Stromzange geschlossen, dadurch hab ich einen Leiterquerschnitt und die Stromzange zählt mir wie viele Ladungen da jetzt durchfließen durch diesen Querschnitt, ja.
15:00 L1: Aha, das ist das Kabel.
PM [zu L1]: Das ist das Kabel.
D(b): Das heißt ihr könnt jetzt eigentlich sagen, wenn die Stromzange- Ich hab schlecht gezeichnet, Entschuldigung, nur schnell aufgezeichnet.
15:20 Das ist das Kabel und hier [L3 steht auf um auf die Tafel zu sehen] greif ich um das Kabel und die Stromzange zählt mir die Ladungen, die durch den Leiterquerschnitt durchfließen.
15:30 L7: Und durch einen Widerstand verengt sich das einfach oder? [zeigt]
PM: Ja, also das ist einmal eine Vorstellung, die man durchaus gelten lassen kann. Durch einen Widerstand verengt sich das, so wie wenn du beim Wasser hast, einen Staudamm im Prinzip.
15:40 L7: Aber dann ist es eh wichtig in welche Richtung es fließt, weil am Anfang verengt sich's nur gering,
15:50 ja, und erst bei R2 wird das dann noch kleiner an, das heißt es hat keinen Einfluss.
PM: Aber wenn die Elektronen, die fließen jetzt von einem Pol der Batterie zum anderen, ja,
L7: Ja.
16:00 PM: und wohin kommen die inzwischen? Wo, wo sind die Elektronen?
L1: Im Kabel.
PM: Im Kabel. Und wie viele gehen weg und wie viele-
16:10 beim einen Pol, wie viele gehen beim einen Pol weg und wie viele kommen beim anderen an?
L1: Gleich viele.
L7: Gleich viele.
D(b): Na bitte (...) [zufrieden]
PM [gleichzeitig]: gleich viele
L6 [gleichzeitig]: Eigentlich schon ja.
PM: Deswegen haben wir überall die gleiche Stromstärke.
L5: Also immer, immer gleich?
PM: Überall.
L1: Geh, heast, na.
D(b): Wenn Wasser in einem geschlossenen Wasserkreislauf fließt, wie viele Wasserteilchen fließen beim
16:20 einen Punkt weg und kommen beim anderen-
L6: Eh, das ist logisch.
D(b): Es ist völlig egal ob das Rohr enger oder breiter wird, es fließt immer von einem Punkt zum anderen gleich viel weg, wie ankommt.
L1: Ja, aber es dauert länger.
L6: Ja, aber das-
PM: Bitte?
16:40 L1: Es dauert länger.
PM: Ja, vielleicht.
L1: Ja aber dann zählt ja dieses Gerät im-
D(b) [zu L1]: Ja, aber im ganzen
L6 [gleichzeitig, zu PM]: Das heißt es ist egal wo der Widerstand ist.
D(b) [zu L1]: Wasserkreislauf.
PM [zu L6]: Mhm [nickt]
L6: Na! [stupst L7 zufrieden an]
PM: Ja! [nickt]
16:50 L6: Ich hab das schon so g'habt.
PM: Es ist egal wo der Widerstand ist. Es ist egal in welche Richtung er fließt.
L6: Das heißt beim zweiten ist- also-
[L5 startet PC]
L1: Ha, du hast beides falsch [zu L6]
L6: Nein,
17:00 ich hab beides am Anfang gleich richtig gehabt.
PM: Was ist da jetzt los?
L5: Der Computer hat sich eingeschaltet ohne dass ich auf den Knopf gedrückt hab.
PM: Na geh [scherzhaft]
L1: Das macht er bei mir auch, ich hab nur das da so gedrückt und (...)
PM: Jaja (...)
17:10 (...)
PM: Also das wär natürlich was, was auch ganz wichtig ist, wenn man den Drittklässlern vermitteln kann, ja. Dass die Stromstärke überall gleich bleibt
17:20 und, dass die Stromstärke quasi, gute Vorstellung, ja, je nach dem
L8: (...) [schaltet Nachbar-PC ein]
PM: was der Widerstand macht, ob der mehr oder weniger durchlässt, ob der sozusagen einen größeren [zeigt mit Händen] Leiterquerschnitt zur Verfügung stellt oder einen geringeren sozusagen-
17:30 [L8 lacht über Geräusche von PC, L4, L1, L6 und L7 drehen sich um und lachen]
PM: Ja (...) -
17:40 dass sich dann im ganzen Stromkreis [zeigt] eine gewisse Stromstärke einstellt.
[L1 nickt]
PM: Nehmt einen Schlauch Wasser her.
17:50 Ja, ok? Der Schlauch Wasser, wo ihr Wasser rein füllt und auf der anderen Seite rinnt es wieder raus. Wenn ihr irgendwo abquetscht, irgendwo,
18:00 völlig wurscht wo, kann weniger rein rinnen und auch weniger raus rinnen [L3 nickt], das heißt im ganzen Schlauch hat man weniger Wasser, das durchfließt. Und so ähnlich kann man sich auch-
L4: Wieso, wenn man beim
18:10 Schlauch an irgendeiner Stelle greift, fließt ja hinten (...).
L6: Ja aber kann ja nicht,
L4: Ja, es kann nicht-
L6: es wär [macht weite Bewegung mit den Händen, welche einen sich aufblähenden Schlauch darstellen soll], es würde ja-
L1: Es würde platzen.
L4: Ja eh.
PM: Ja also sagen wir der Schlauch bleibt gleich dick, nicht so wie

18:20	in den Comics oder so, nicht ganz abquetschen, sondern nur ein bisschen, dann kommt einfach weniger durch.		PM: Ok, probieren wir es anders, anders formuliert, ja. Warum könnt ihr das so nicht beantworten?
18:30	Ok? Und welche Stromstärke, jetzt kommt das, das hab ich nämlich bei euch auch, bei dieser, gehört L4 [zeigt auf]: Tschuldigung, eine Frage noch. PM: Welche Stromstärke, die sich einstellt, hängt jetzt wovon noch einmal ab. Das haben wir eh wenn man- L4 [noch immer aufzeigend]: Vom Gesamtwiderstand PM: Vom Gesamtwiderstand. L4: Aber dann ist es bei beiden [gemeint sind Items C1 und C2] L6: gleich viel. L4: kleiner. PM: Ja. L6: Ja. PM: Bei beiden ist es kleiner		L5: Weil, das muss man fix irgendwie umrechnen können, oder? L1: (...) PM: Na wovon hängt denn die Stromstärke ab, was haben wir denn gerade gesagt? [zeigt auf Zettel mit den bearbeiteten Items] L1: Wieviel Volt, von der Spannung. L6, L4, L5: (von der) Spannung PM: Wieviel Widerstand. L1: Ja. PM: Daher welche Stromstärke liefert mir eine Batterie, was könnt ihr darauf antworten? L: (...) L4 [gleichzeitig]: Na, das hängt vom Widerstand ab. PM: Das hängt vom Widerstand ab, auf das was man dranhängt. L5: Ah. PM: Das heißt die Batterie liefert mir mal so viel, mal so viel, mal so viel Ampere. Ja und das ist auch total wichtig diese Vorstellung. L5: Also-
18:40	L4 [gleichzeitig]: weil der Gesamt- L4 [zu L1]: Nein kleiner! PM: Bei beiden ist es kleiner L6 [gleichzeitig]: Kleiner! PM [gleichzeitig]: weil der Gesamtwiderstand L6: Weil das ist wurscht wo der Widerstand liegt [L2 wendet sich zu L3 und beginnt mit ihm zu reden] PM [gleichzeitig]: größer ist. L6: es ist immer die gleiche Stromstärke. L1: (...) ja PM: Ja, dafür reden wir ja.	20:50	PM: Die Spannung steht drauf, ja, da fährt die Eisenbahn drüber, also außer die Batterie ist dann schon kaputt, ja. Aber die Spannung steht drauf. Die Stromstärke- L7: die ändert sich immer. PM: hängt davon ab, was man anhängt. L7: Aber wenn man an Kurzen hat, was- [L6 lacht] PM: Ja das war auch eine Frage. L4 [gleichzeitig]: (...) PM: Was ist ein Kurzer? L6: (...) PM: Was passiert da [zeigt auf Zettel]?- Ein Kurzschluss, ja- Was passiert da, wenn man einen Kurzschluss macht? Was ist sozusagen ein Kurzschluss? L1, L7: (...) PM: Ich kann leider das jetzt nicht zuordnen. #NameL5# [L5 zeigt auf, PM zeigt auf ihn] L5: Da geht einfach kein Strom mehr durch, also- PM: Kein Strom, gut, was sagst du? [zeigt auf L6 oder L1] L6: Kein Strom. L1: Dass sie nicht den angegebenen Weg fahren, also durch die Lampe durch, also nicht den gewollten Weg. PM: Ja, was sagst du? [auf L7 blickend] L7: Ja, wenn's keinen Verbrauch gibt- L6: Wenn ein Strom abgeht aber nicht zur Batterie [L7: Ja- (...) L8: (...) PM: Also das ist die Batterie, ja. [zeichnet] L3 [gleichzeitig, zu L7]: Wenn der Stromkreis offen ist. L7: Ja, nein, wenn er zu is- L6: Nein, wenn er offen is, dann PM: Is das [zeichnet], das is nur a Kabel, is das ein Kurzschluss, ja oder nein? L6: Nein L1, L5, L8 [gleichzeitig]: (...) L7 [gleichzeitig]: Ja L7: Ja, das is einer- L4: Nein. L1: Ja. L6: Ja, doch, weil er nicht. L7: Ja, es is einer. PM: Das is einer. L1: Ja, hab ich doch gesagt. PM: Is das ein Kurzschluss? [zeichnet] L6, L1, L7: Nein. L7: Wenn der, wenn die Lampe- L1: Doch, oder? L7: Nein L6: Nein. L1: Doch L7: nein L6: Nein L1: Wett ma. L6: Nein is a nicht. L1: Wett ma. [PM zeichnet] L7: Das untere ist jetzt- PM: Ist das ein Kurzschluss? L7: Ja L6: ja L7: Das untere ist einer. L6: Das untere schon. L1 [zu L6 und L7]: Nein
18:50	ist genauso wie vorher, oder?! PM [gleichzeitig]: weil der Gesamt- L4 [zu L1]: Nein kleiner! PM: Bei beiden ist es kleiner L6 [gleichzeitig]: Kleiner! PM [gleichzeitig]: weil der Gesamtwiderstand L6: Weil das ist wurscht wo der Widerstand liegt [L2 wendet sich zu L3 und beginnt mit ihm zu reden] PM [gleichzeitig]: größer ist. L6: es ist immer die gleiche Stromstärke. L1: (...) ja PM: Ja, dafür reden wir ja. [L6 lacht]	21:00	
19:00	L1: Aber es gehen doch trotzdem gleich viele durch? L4 [zu L1]: Nein, nein, nein, schau, da- (...)	21:10	
19:10	L7: Sollen wir das jetzt auf dem Zettel auch ändern? PM: Nein. (...) L4 [stupst L1 an]: (...) Ja ich weiß aber trotzdem hab ich mir gedacht die Stromstärke bleibt gleich. D(a): Aber I ist (...) vom Widerstand abhängig (...) Stromstärke. D(b): Aber im ganzen Stromkreis. D(a): Genau. L4 [gleichzeitig]: Ja. [L1 und L4, L6 und L7, L2 und L3 unterhalten sich leise] L4: Wenn du (...) egal wo du den angeschlossen (...)	21:20	
19:20	PM: So und jetzt hab ich eine Frage. Wir haben da diese 4,5 Volt Batterien. Wieviel Stromstärke liefert denn die? Wieviel Strom liefern die?	21:30	
19:30	Könnt ihr mir das beantworten, ich kann die Frage nicht sofort beantworten. [L lachen] Da steht drauf 4,5 Volt, ja. Welche Stromstärke? L4: 4,5 Ampere. PM: Denkt nach, ich würd gerne nachher die zwei Fragen besprochen haben. L6 [zu L4]: 4,5 Volt. PM: Wovon hängt die Stromstärke ab und daher wieviel Stromstärke liefert mir die Batterie? L4: Na vom Widerstand hängt die Stromstärke ab. (...) wieder dieses Gerät (...) PM: Das waren? L4: Na 0,44 L6 [gleichzeitig]: 0,44 PM: 0,44 L4: Ja. PM: Was hat das Gerät gemessen?	21:40	
19:40	L6: Milliampere L1: Die Stromstärke? PM: Stromstärke. L1: Das heißt, wieviel Elektronen (durchs Rohr gehen). L6 [gleichzeitig]: (pro Sekunde) L7: Ja eh. L1: Wieviel Volt (...)? [L6 lacht, schlägt Hände vor Gesicht zusammen.] PM: Na da steht halt irgendwas drauf, is wurscht, 4,5 Volt. L1: 4,5 Volt und w- PM: Aber mir geht's nur um die Stromstärke. [L6 lacht verkrampft]	21:50	
19:50	L1: Aso die Lampen sind auch L6: Aber (...) über die Volt ausrechnen oder was? L7: Nein wir haben's davor auch gemessen (...)	22:00	
20:00	PM: Ah, ich möchte jetzt gar nicht rechnen, ich möchte jetzt einfach überlegen und ihr sagt mir einfach ob ihr das so beantworten könnt oder nicht beantworten könnt, oder- L5: Nein. L1: Nein, können wir nicht [L6 und L7 lachen]	22:10	
20:10		22:20	
20:20		22:30	

	L7: Doch		PM: Die stellt sich halt ein aufgrund des Widerstandes aber sie ist überall gleich.
22:40	PM: Also das ist einer [L1 lächelt], weil das, also ich-		L1: Das haben wir auch letztes Jahr gemacht.
	L6: Jetzt stimmt das wieder oder wie mit dem kurzen Weg?		PM: Und welche Stromstärke sich einstellt hängt nicht von
	PM: Nein, nein!		[L1 weist L4 auf Kamera hin]
	L7: Ja	25:50	der Batterie, sondern
	[L6 und L7 lachen]		L5: von dem Widerstand [Vorsicht, I auch von U abhängig!]
22:50	PM: Ihr habt gesagt, ihr habt gesagt, Anführungszeichen, ja, irgendwer hat gesagt, ganz am Anfang heute, das ist irgendwie, der Strom nimmt den kürzesten Weg oder wie war das.		[L1 winkt in Kamera, L4 lächelt]
	L6, L7: Ja.		PM: von dem was man dranhängt. So und jetzt schauen wir das letzte Item an, also die nächste Frage. [Item C3]
	L5: Der #L7# war das glaub ich.		[L1 und L6 zeigen auf]
	PM: Ja.	26:00	L6: Ah das haben wir eh vorher gemacht.
23:00	L1: Nein, den einfachsten, ohne Widerstand.		L1 [zu L6]: Warum zeigen wir auf?
	PM: Das hört man schon, das hört man schon, das ist kein Fehler oder (...). Du sagst den einfachsten, ohne Widerstand. Oder den mit dem-	26:10	(...)
			PM: Also wer will,
	L5, L7: geringsten.		wer mag.
	PM: geringsten Widerstand, ja.		L1: Ich will zuerst.
23:10	L1: Ja, (...)		PM: Du hast eh so viel, lass einmal den #NameS6#
	PM: Wo würde der Strom hier gehen, wo ist der Widerstand geringer? Da-		L6: Ich sag-
	L1: Nicht bei der Lampe.		L1: Na, der redet auch so viel. Lasst einmal den #NameL2#
	PM: oder da		L4: Den #NameL3#
	L6: Nja unten		L6: #NameL3#
23:20	PM: Da. Da geht fast der ganze Strom durch.	26:20	L2: Ja #NameL3#
	L6: Das heißt da ist wieder ein Kurzschluss.		[L lachen, L3 schaut ernst]
	PM: Und da, wo geht da der Strom-		L6: Ja #NameL3#
	L1: Ja oben.		L4: #NameL3# hat noch nichts gesagt.
	L6: Ja, auch oben.		[L3 schüttelt Kopf]
	PM: Ja, oben das ist auch, das sind beides Kurzschlüsse.		L1: #NameL3# komm.
	L1: Hab ich doch gesagt.	26:30	[L3 lächelt]
	L7: Aha, ok. Das heißt es hängt nicht von der-		PM: (...)
	L6: Nicht vom Weg,		L3: Ja, ich hab leider keine Ahnung davon aber
23:30	sondern vom Widerstand ab.	26:40	[L lachen]
	L1: Hab ich gesagt.		L3: ich sag, ich weiß ja nicht ob das eine
	L6: Der verflixte Widerstand.		Serienschaltung oder Parallel ist.
	L4: (...) Widerstand (...) am meisten Strom (...).		PM: Ja, (...)
	PM [gleichzeitig]: Genau, das ist das, was die Physik halt so schwierig macht, ja. Aber das ist		L1, L6 und L7 [zeigen auf]: (...)
23:40	das wo ihr uns jetzt in diesem Projekt irgendwie helfen sollt. Man hört so viele Sachen, jeder hat schon irgendwas über Elektrizität gehört.	26:50	L4: Am Anfang ist es eine Serienschaltung [zeigt nun auch auf] und dann ist es eine Parallelschaltung.
23:50	Und es gibt halt leider Sachen, die halt einfach nicht so stimmen, wie man sie im Ohr hat und genau darüber möchte ich, dass wir nachdenken.		PM: Bitte, #L4#.
	[L1 und L4 unterhalten sich leise nebenbei]		L4: Am Anfang ist es eine Serienschaltung,
24:00	PM: Ja, dass man sagt, was gibt es für Sachen, das ist gut, dass ihr das so sagt. Ist gut, dass ihr selber die Erfahrung macht, ich hab das gehört und jetzt stimmt's nicht mehr. Jeder hat die Erfahrung, ich auch,	27:00	weil da der Schalter offen ist, das heißt es fließt entlang (...)
24:10	ja. Und es geht darum, dass ihr das aufspürt. Was denken die Schüler? Das hab ich jetzt auch versucht zu machen. Was denkt ihr hab ich versucht aufzuspüren.		L6 [aufzeigend]: Das haben wir hinten vorher grad gemacht, also letzte Stunde.
24:20	Und wie kriegt man's in die richtige Richtung.		PM: Mhm, genau.
	L6: Ich muss ja echt sagen ich hab echt jetzt mehr verstanden als in dem Jahr, wo ich das alles gehört hab.		Da haben wir das eine Lämpchen raus geschraubt, sozusagen. Ok, da ist halt ein Schalter, ist halt edler-.
	[PM, D(a), D(b), L6 und L7 lachen]		L4: Auf jeden Fall-
24:30	L1: (...) das war Wärme.	27:10	PM: Ja.
	PM: Eines muss man vielleicht auch zugeben, dass man in der sechsten Klasse einfach anders		L4: Wenn man's zumacht, dann verteilt sich das ein bisschen anders.
24:40	darauf zugeht.		L1: Aber es ist trotzdem noch eine Serienschaltung
	L1, L6, L7: (...)		L7: (...) Parallelschaltung (...).
	(...)		L4: Na da is das eine parallel.
24:50	PM: Also wir haben jetzt zwei ganz wichtige Sachen sozusagen gehört- mit zwei ganz wichtigen Sachen	27:20	L1: Trotzdem [zeigt] das ist mit den beiden Lampen eine Serienschaltung, weil wenn du die raus drehst, gehen die beiden aus. Wenn du L1 raus drehst, gehen L2 und L3 aus.
25:00	sozusagen aufgeräumt. (...) Also erstens einmal der Kurzschluss ist dort wo der Widerstand-		L7: (...)
	L6: Am geringsten ist.		L6 [Hand wieder senkend]: Sobald eine von L1 oder L2-
25:10	PM: ganz gering ist, so gering, dass sich die Batterie oder was auch immer man da kurzschließt ganz ganz schnell entlädt-		L1: Wennst die oder die [zeigt] raus drehst geht (...)
	L1: und heiß wird.		L4 [gleichzeitig]: (...)
	PM: heiß wird's.	27:40	PM: Also, ich hab L1 und L2 zunächst einmal in Serie
	L1: Kabel reißt.		L1: Serie
	PM: Könnte-		PM: Ja
	L1: Kabelbrand.		L1: Serienschaltung
	PM: Könnten glühen oder ich weiß nicht was		PM: So. Jetzt schalt ich was parallel? Welche zwei sind parallel geschalten?
25:20	L7: Aber,-		L1: Drei und zwei.
	PM: oder im Haushalt-		L6, L5: Drei und zwei.
	L7: wenn man, bei einer Parallelschaltung, wie kann ich das jetzt mit dem Widerstand-,		PM: Zwei und drei, ja, drei und zwei, ok, ja.
	L1: Ja.		Und wie ist das jetzt mit dem Gesamtwiderstand
25:30	L7: weil-		L1 [gleichzeitig]: Und L1 zu [zeigt auf]
	PM: Ja, super, ja. [L6 lacht] Das ist das nächste, ja. So dann haben wir gelernt, dass die Stromstärke, das sind die Elektronen, die verschwinden nirgends.		[L6 zeigt auf]
25:40	L1: Die-		PM: wenn ich nur die Lampe zwei hab?
	L6: Die bleiben.		[L5 zeigt auf]
			L7: Dann ist der Widerstand geringer.
			PM: Und was ist, wenn ich die Lampe zwei und drei hab?
			L7: Dann ist er wieder höher.
		27:50	[L1, L5 und L6 noch immer aufzeigend]
			L6: Es teilt sich dort noch einmal und deswegen wird L3 und L2 schwächer.
			PM [gleichzeitig]: Denken wir wieder an die Wasservorstellung, die find ich ziemlich erklärungs-.
			L5: Ähm ich, ich. Es ist einfach-
			[L1 nimmt die Hand herunter]
			PM: Ja,

- 28:00 aber wenn nur der Strom über L2 fließt oder, wenn er über L2 und L3 fließt?
L6: Was ist dann bei L1-
L7 [aufzeigend]: Ich weiß, ich weiß, ich glaub ich weiß es
[L1 zeigt wieder auf]
PM [gleichzeitig]: Was ändert sich am Widerstand, wenn
- 28:10 ich L3 dazuscha-. Also-
L6: Nein, am Widerstand nix.
PM [zu L7]: Bitte
L6 [leiser]: Am Widerstand nix.
L7: Bei L2 und L3 muss der, wenn die beide eingeschaltet sind,
muss der Widerstand geringer sein, weil sonst würd ja der Strom nicht nach L-
- 28:20 L1 [aufzeigend]: Der Widerstand wird geringer.
L7: drei fahren. Ja, es wird geringer
PM [nickend]: Der Widerstand wird geringer, ja, und die Stromstärke?
L1: Weil es wirkt der gleiche-. Der Strom geht ja
PM: Ja.
L1: durch gleich.
L7: Die L1 hat Stromstärke- wird doppelt so hoch.
L6: Ja, dafür die anderen zwei gleich hell aber halt weniger
L1 [gleichzeitig]: Die wird, na eigentlich, die wird mehr.
[L2 gähnt]
- 28:30 PM: Die Stromstärke wird größer.
L1: Hab ich ja gesagt.
PM: Ja, genau das war's. #NameL5#
L5: Ja, ja ich wollt eigentlich eh nur das jetzt dazu sagen. Ich wollt jetzt sagen das ist Wasser, ok.
PM: Ja.
L5: Und da sind jetzt zwei Rohre
- 28:40 drinnen
PM: Ja.
L5: und das eine ist zu. Ja das eine ist jetzt ja zu. Wurscht. Dann kann ja
- 28:50 Aussa-,
ja, Aussage c, weniger Wasser durchfließen, weil eben nur ein Rohr da ist. Aber wenn jetzt zwei Rohre offen sind, also wenn der Schalter jetzt zum Beispiel zu ist,-
PM: Ja.
L5: dann fließt es ja auf jedenfalls noch schneller.
- 29:00 L7: Aber dann musst du bedenken, dass wenn es wieder zusammen läuft, wird's trotzdem gleich eng.
L5: Aber das fließt trotzdem-
L7: Nur für das Stückertl.
L5: Trotzdem fließt es schneller. [lächelt]
- 29:10 L1: Na mit Wasser kann man sich es nicht vorstellen.
PM: Doch. Ah, unter einer Voraussetzung.
L1: Dass das hintere-
PM: Dass das Zuleitungsrohr [zeigt mit beiden Händen „Rohre“ links und rechts der Parallelschaltung] überhaupt dick genug ist,
dass da genug fließen kann.
- 29:20 L5: Na sicher.
PM: Und das bitte, das dürfen wir in der Elektrizitätslehre fast immer.
L7: Wasser vorstellen?
PM: Nein.
[L lachen]
- 29:30 PM: Doppelpunkt, Kunstpause, jetzt kommt's: dass man sagt, die Kabeln sind ideal, ja, die haben keinen Widerstand, da kann
genug durchfließen und, und, und. Ja, also-
L1: (...)
L7: Was ist jetzt eigentlich-
PM: So deswegen die richtige Antwort ist jetzt [bei Item C3]
L4, L1, L6, L7: die zweite.
- 29:40 L7: Eben die leuchtet heller-
(...)
- 29:50 (...)
- 30:00 PM: (...)
L6: (...)
- 30:10 L1: L1 leuchtet heller und L2 und
L3 leuchten zwar auch, aber L2 leuchtet-
- 30:20 L6: Na, L2 und L3 leuchten gleich hell aber schwächer und L1 doppelt so
hell, haben
wir ja vorher gesehen.
PM: (...)
(...)
(...)
- 30:30 [Arbeitsblätter und Zettel mit Vermutungen werden eingesammelt]
[PM erklärt Ablauf des Cross Age Peer Tutoring:]

Beobachtungsprotokoll des weiteren Mentoring

Im weiteren Mentoring-Verlauf wurden von den Teilnehmenden die Problemstellungen für die Sekundärstufe 1 ausgewählt und es wurde in losen und sich wechselnden Gruppen zusammengearbeitet. Da diese Arbeitsform der Videoaufnahme schwer zugänglich war, seien hier lediglich die Beobachtungen protokolliert:

Die zur Auswahl stehenden Themen, sowie die dann ausgewählten Themen sind im Anhang A.1 und B.1 bzw. D zu finden.

Einleitend wurde von PM auf die Zeiteinteilung und auf die Wichtigkeit bei der Themenauswahl einen Klassenkonsens zu finden hingewiesen.

L1 und L6 wetteten, dass jeweils ihre Tutees nach dem Cross Age Peer Tutoring besser abschneiden würden.

L8 wies mehrmals darauf hin, dass sie den zu bearbeitenden Stoff nicht verstehe und auch L3 sagt das von sich.

L4 stellte die Frage ob Widerstände in einer Parallelschaltung ebenso addiert werden können, wie in einer Serienschaltung (Hinweis auf Rsup).

Auch L1 hat Probleme mit der Addition von Widerständen in Parallelschaltungen. PM empfiehlt ihm, statt mit Widerständen mit Stromstärken zu argumentieren. L1 verwendet dann auch im Cross Age Peer Tutoring bei den Items mit Parallelschaltung die „Stromlinien-Heuristik“ statt mit Hilfe der Widerstandsvorstellung zu erklären.

Mit L6 und L7 wurde die Helligkeit von Lämpchen in Abhängigkeit von deren Widerstand diskutiert. Es bestehen Schwierigkeiten bei den Schülern, zu erkennen, dass ein Lämpchen mit einem großen Widerstand in einer Parallelschaltung mit zwei Lämpchen aufgrund des geringeren Stromes bei gleicher Spannung schwächer leuchtet als das Lämpchen mit kleinerem Widerstand, während es in einer Serienschaltung aufgrund der am großen Widerstand größeren abfallenden Spannung bei selben Strom umgekehrt ist.

Mit L4, L5 und L8 wurde der Nutzen der Parallelschaltung im Haushalt besprochen.

Mit L1, L6 und L7 wurde geklärt, wie Batterien in Serie in den Stromkreis zu schalten sind, damit die Spannungen addiert werden können und der Umgang mit der Stromzange wurde geübt. L2 und L3 waren bei der Diskussion am selben Tisch, verfolgten jedoch ihr eigenes Experiment und stellten keine Fragen.

Anhang B – Cross Age Peer Tutoring

B.1 Arbeitsblatt und Aufgabenstellung beim Cross Age Peer Tutoring (Korner, 2011)

Das Arbeitsblatt und die Aufgabenstellung beim Cross Age Peer Tutoring entspricht demselben beim Same Age Peer Tutoring (siehe daher Anhang D).

Peer Tutoring

B.2 Transkript der Videos beim Cross Age Peer Tutoring

Gruppe 1 – Video 1

00:00	[S2 beim Interview, L1 bringt Zettel] L1: Also, das ist was? Was ist das? S1: Batterie?	04:10	L1: Da ist mehr. Da gibt's einen zweiten. Es fließt zwar gleich viel Strom da und da durch
00:10	L1: Das hab ich jetzt nicht gemeint. Das alles S1: Aso, eine Seriensch- L1: Das ist eine Serienschaltung. L1: Was ist (zeichnet) ähh, was ist das?	04:20	L1: aber natürlich muss da am Anfang doppelt so viel Strom fließen. [zeichnet ein]
00:20	[S schauen auf Zettel] S1: Ein, weiß nicht ein Stromkreis? Nein. Weiß ich nicht. L1: Das ist eine Parallelschaltung. L1: Serienschaltung,	04:30	L1: Wenn ich eine zweite hier fließen lasse, ah eine dritte, dann müsste hier wieder ein neues beginnen, nochmal [zeichnet]
00:40	Parallel-. Serien ist wenn alle in einem ähm Reihe geschalten, in einer Serie geschalten ohne irgendwo, dass sich's teilt und hier auch. [zeigt]	04:40	L1: und es leuchtet wieder gleich viel bei jeder Lampe. Aber hier ist wieder mehr, dreimal so viel. Das heißt, bei dem Stromkreis, L1: wo wird da jetzt am meisten Strom fließen? S1: Hier [zeigt] L1: In dem Kabel wird am meisten Strom fließen.
00:50	L1: So und jetzt die Unterschiede von Serien und Parallelschaltung. L1: Also wie könnt ihr euch Strom überhaupt vorstellen, ähm, was Strom überhaupt ist oder Stromstärke. [liest Zettel] Ah, das brauch ma eh nicht.	04:50	L1: (...) da wird er dreifach besetzt, da wird er doppelt besetzt, da wird er einmal besetzt. [zeigt]
01:00	L1: Wenn man's jetzt so 01:10	05:00	L1: So was muss ich denn euch alles erklären? [schaut auf Angabeblatt] Aber jetzt wird's interessant, bei der- L1: bei der Zeichnung hier. S1: Mhm.
01:10	hat, haben wir ja schon gesehen. Wenn man einmal eine in den Stromkreis hängt, leuchtet sie hell. Wenn du noch eine zweite dranhängst leuchten beide [zeigt auf S1] S1: Schwächer. L1: Schwächer und gleich und bei einer dritten leuchten drei schwächer und gleich hell. L1: Das ist jetzt bei der Parallelschaltung unterschiedlich.	05:10	L1 [zu S2]: Hast du dein Blatt? Das ist deins. [gibt S2 Angabeblatt] Bei der Beispiel sieben wird's jetzt interessant, bei der rechten Zeichnung. L1: Wisst ihr was das jetzt für ein Stromkreis ist? Also hier ist quasi die Stromquelle [zeigt]. Der Strom geht in die Richtung [zeigt] und der fließt hier durch. [L1 bekommt von Nachbarisch Müsliriegel]
01:20	Da kommt jetzt die Stromstärke I. Stromstärke I ist, wenn du ein Kabel hast [zeichnet]. Also da ist jetzt ein Kabel, schneidest du durch. Da ist jetzt ein Kabel durchgeschnitten. Schneiden wir in der Mitte durch [zeigt an einem Kabel]. Wie viele Elektronen da gibt's-, das ist jetzt wurscht ob's negativ oder positiv sind, wie viele Elektronen pro Sekunde pro Durchschnitt [macht "schneidende" Geste mit der Hand] durchfließen können (Geste). L1: Wenn ihr mich fragt, was kann ich mir vorstellen, wie er durchfließt hier der Strom. Weil der Strom wird nicht verbraucht, wenn er durch eine Lampe durchfließt, der gibt nur seine Energie ab. Hier passiert's jetzt so, wenn du jetzt zwei dranhängst (...) [zeigt auf parallel geschaltete Lampen], die leuchten alle gleich hell, so wie auch wenn du nur eine reinhängst. Das heißt die werden nicht schwächer ja [zeigt auf Lampen]. L1: Und das Lustige ist, was wird glaubst passieren, wenn man das jetzt rausdreht? [zeigt auf Parallelschaltung] S1: Die anderen leuchten weiter. L1: Die anderen leuchten weiter? [dreht Lämpchen heraus] L1: Richtig! [dreht Lämpchen wieder in Fassung] L1: Aber noch immer bleibt gleich hell.	05:20	L1: Ja das ist die Parallelschaltung, das heißt wenn der Strom sich- S1: (Is das nicht) beides zusammen? L1: Das ist beides- Wow, du bist gut. Also parallel L1: kann man quasi definieren, wenn der Strom sich teilen muss irgendwo. Bei der Serienschaltung- Das ist jetzt beides in einem. Das ist jetzt quasi zuerst serien-[zeigt auf Zettel von S2] wo ist meins- zuerst seriengeschalten [zeigt auf eigenen Angabezettel] L1: da haben wir jetzt Parallelschaltung. Die zwei stehen parallel aber diese beide stehen in Serie. Das Lustige is, jetzt hab ich euch erklärt, wenn da jetzt zwei Lampen- [L1 entfernt eine Lampe aus der Schaltung]
01:30	L1: Wo fließt da jetzt mehr Strom? Das ist jetzt quasi, das ist was da ist, ohne der Lampe, L1: ohne L1. Wo fließt da jetzt mehr Strom? Wo fließt da jetzt am meisten Strom? S2: Da! [zeigt] L1: Also in den zwei Kabeln? [zeigt] S2 [nickt]: Ja. L1: Das heißt, wenn du bei dem Kabel eine Lampe reinhängst, was passiert dann mit der? Wird die stärker oder schwächer? S1: Stärker. L1: Die leuchtet L1: stärker und zwar die muss doppelt so stark leuchten wie die beiden [S2 nickt]. Weil die verlangen, dass von der Batterie doppelt so viel Strom kommt, doppelt so viele Elektronen fließen L1: damit die beiden gleich leuchten [zeigt]. S1: Mhm. L1: Das heißt, wenn du hier eine rein schraubst, muss die doppelt so stark leuchten wie die, weil hier in dem Kabel fließt am meisten. Das können wir jetzt- Schafft ihr das L1: sieben nachzubauen mit den Kabeln? S1: Das erste oder das zweite? L1: Das rechte.	05:30	L1: Schafft ihr das glaubst bauen? S1: Da ist aber ein Schalter drin. L1: Brauch ma nicht. S1: Und so ein offenes Dingsbumms. L1: Offenes Dingsbumms? S1: Ein S1: offener Schalter L1: Der is unnötig. [S2 beginnt abzubauen]
01:40	L1: Schneiden wir in der Mitte durch [zeigt an einem Kabel]. Wie viele Elektronen da gibt's-, das ist jetzt wurscht ob's negativ oder positiv sind, wie viele Elektronen pro Sekunde pro Durchschnitt [macht "schneidende" Geste mit der Hand] durchfließen können (Geste). L1: Wenn ihr mich fragt, was kann ich mir vorstellen, wie er durchfließt hier der Strom. Weil der Strom wird nicht verbraucht, wenn er durch eine Lampe durchfließt, der gibt nur seine Energie ab. Hier passiert's jetzt so, wenn du jetzt zwei dranhängst (...) [zeigt auf parallel geschaltete Lampen], die leuchten alle gleich hell, so wie auch wenn du nur eine reinhängst. Das heißt die werden nicht schwächer ja [zeigt auf Lampen]. L1: Und das Lustige ist, was wird glaubst passieren, wenn man das jetzt rausdreht? [zeigt auf Parallelschaltung] S1: Die anderen leuchten weiter. L1: Die anderen leuchten weiter? [dreht Lämpchen heraus] L1: Richtig! [dreht Lämpchen wieder in Fassung] L1: Aber noch immer bleibt gleich hell.	06:00	L1: Den denken wir uns weg. [übernimmt den Abbau] Ich geb euch mal alles weg. Du kannst ruhig auch mitbauen [zu S1]. L1: Is nicht so, dass du das nicht machen dürftest. (Kannst überlegen, kannst ...) zusammensprechen. Ich ess' daweil ein Mars. [S2 lacht] [S1 lacht] S2: (...) [lacht] L1: (...) [spricht mit vollem Mund]
01:50	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	06:10	L1: Das heißt ihr müsst zuerst eine Serien, was wir ganz am Anfang gehabt haben [S2 nickt] dann bei der zweiten Lampe eine Parallelschaltung [S2 beginnt zu bauen] [S2 bringt eine Lampe zum leuchten.] [S2 baut, S1 schaut sich Schaltbild an.] S1: (... zweite) L1: Genau und jetzt noch Parallelschaltung
02:00	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	06:20	
02:10	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	06:30	
02:20	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	06:40	
02:30	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	07:00	
02:40	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	07:10	
02:50	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	07:20	
03:00	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	07:30	
03:10	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	07:40	
03:20	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	07:50	
03:30	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	08:00	
03:40	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	08:10	
03:50	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	08:20	
04:00	L1: So kann man's am besten erklären. Jetzt fahrt ihr quasi erst einmal den ersten Stromkreis nach und den zweiten Stromkreis nach. [S2 kommt] [S3 geht] L1 [zeichnet]: Wenn du jetzt langziehst die Linie, ich zeichne eine Linie. Das ist jetzt der Strom der da drinnen L1: fließt. Dann muss es hier [zeichnet] aber auch noch einen geben. Der fließt so. L1: Sieht man das auch wo mehr Strom ist und wo weniger Strom ist? S1: Da ist mehr.	08:30	
		08:40	
		08:50	

09:00	[L3 wendet sich mit einer Frage an L1] L1: Du bist so dumm [zu L3] [S1 lacht] [L1 lacht]		L1: Ja, also theoretisch, kann man's so richtig lassen. Ich hätt's anders g'macht aber es ist richtig.
09:10	L1: Das is parallel (...) [L1 erklärt]	12:30	S1: [zeigt mit Fingern auf Lämpchen] Könnte auch von dem [zeigt] eins dahin und eins dahin?
09:20	L3: (...) [S3 kommt] L1: [zu S1, S2 und S3]: Zeigt ihm [L3] schnell was eine Parallelschaltung ist.	12,40	L1: Nein, eigentlich, ich hätt's so gemacht [beginnt umzustecken], weil dann brauchst du da keine zwei Drähte. Das ist jetzt die Serienschaltung, das ist L1, das ist L1, S2:(...)
09:30	L1: [baut Schaltung selbst]: Das ist eine Parallelschaltung du (...) [beschimpft L3].		L1: da geht das Kabel weg und dann teilt sich's hier erst. Das heißt du kannst hier
09:40	L1 [baut Schaltung]: Das steckst du hier noch an. Ahh. [L1 baut Schaltung]	12:50	teilen, das ist jetzt das hier, da teilt sich der Strom das erste Mal. Dann ist jetzt das Kabel, weil nur das Kurze da ist, geht zu L3 und das Kabel, das hier, geht zu L2 und dann führen sie wieder zusammen. Seht ihr?
09:50	L1: Und wieder parallel. Die leuchten jetzt beide gleich hell [zeigt] (...) L3: Das weiß ich. L3: Danke („Schimpfwort“). L1: So, probiert's ihr weiter. Ich erklär dir daweil [zu S3] (...) [L1 zerlegt Schaltung] [L1 spricht mit S3, während S1 und S2 an der Schaltung arbeiten]	13:00 13:10	S2: (...) so hatten wir's vorher. L1: So hattet ihr's vorher auch? S2: also ohne dem. L1: Das habts ihr da ran und das da ran
10:00	S2 [zu S1]: So also ich hätt gesagt- (...) L1 [zu S3]: (...) [zeigt] S3 [zu L1]: Ja S1 [zu S2]: Das brauchen wir oder? L1: (...) [zeigt] S3: Ja [nickt]	13:20	[zeigt] S2 [nickt]: Ja. S1: Das leuchtet stark [zeigt] L1: Das muss jetzt doppelt so stark sein. Das muss jetzt halt doppelt so stark leuchten, [zu S3] das hab ich dir auch erklärt gell. [S3 nickt] Hier habt's ihr halt doppelt so viel Strom.
10:10	S2 [baut]: Also ich hätt gesagt so dranhängen, anstecken. L1 [zu S3]: (...) S3 [zu L1]: (Nja...) S2 [zu S1]: und dann das anstecken, so [hängt Lampen zusammen] L1 [zu S3]: (...) [zeichnet „Stromlinien“]	13:30 13:40	L1: [zu L3:] Hey #NameL3#, borgst mir kurz eine Lampe? Nein, nein mit diesem. [stellt Lampe auf Tisch; zu Tutees:] Baut's jetzt noch -. [zu L3:] Und ein Kabel. Na, ich brauch nur kurz ein Kabel. [legt das Kabel auf den Tisch; zu Tutees:] Jetzt baut's die bitte auch noch
10:20	L1 [zu S1]: Das ist nicht richtig?!	13:50	parallel. S1: Pfff. [S3 nimmt Kabel, S2 nimmt Lampe, S1 betrachtet Lampe in Serie genau und stellt sie aus dem Weg.]
10:30	S1 [zu S2]: Doch, doch, passt eh! L1 [zeichnet]: (...) [S2 baut] [L1 zeichnet Stromlinien in Parallelschaltung] [S2 baut]	14:00	S1: Stell ma lieber weg. [L1 lacht] L1: (...)
10:40	S2: (...) S1: (...) S3: Ja. [überlegt] Und der nimmt dem den Strom weg oder? L1: Aso, Entschuldigung, das sind Widerstände die nehmen nix weg. S2: (...) Wir haben's g'schafft!	14:10 14:20	[S3 steckt Kabel an Lämpchen an, S2 steckt weiteres Kabel an] L1 [leise]: Is wurscht S3 [zu S2, der Kabel anstecken will]: Nein, ich würd's dahin geben[zeigt] L1 [schüttelt Kopf; leise]: Is wurscht wo.
10:50	[L1 schaut auf fertige Schaltung und erklärt gleichzeitig S3 Schaltbild] L1: Schau, da is doppelt so viel Strom. L1: [fährt mit Hand aufgebaute Schaltung nach] Ähh, äh, hm!?	14:30	[S2 und S3 schalten Lämpchen zu zweit parallel in den Stromkreis; S1 beobachtet] [Die parallel geschalteten Lämpchen leuchten nur noch sehr schwach (kaum sichtbar)] S3: So, jetzt kommt gar nix mehr durch. [lächelt] L1: Also
11:00	[S2 lacht] L1: [erklärt S3 wieder Schaltbild] Da ist doppelt so viel Strom wie da und da, deshalb leuchten die immer	14:40	theoretisch geht da jetzt immer noch Strom durch [lacht] und da hat's jetzt noch heller geleuchtet [zeigt auf Lämpchen, das in Serie geschaltet ist]
11:10	L1: gleich hell und gleich stark. Und es ist wurscht wie viele (...)	14:50	also die sollte jetzt heller sein, ähm, also sie leuchtet heller [wachtelt mit Händen]. Die leuchten jetzt alle [zeigt auf parallel geschaltete Lämpchen] (wie wir g'sagt haben wegen der) Parallelschaltung, ähm, leuchten die immer gleich stark und gleich hell. Die leuchten gleich stark [zeigt auf parallel geschaltete Lämpchen]. Und die leuchten nur jetzt weniger (...), weil ihr müsst euch vorstellen, jede Lampe hat einen kleinen
11:20	L1: (...) S2: Aso, na, na. [beginnt Schaltung umzubauen] L1: So	15:00	Widerstand [S2 und S3 nicken] und der tut halt alles insgesamt kleiner machen [S2 nickt], der Widerstand, deswegen leuchten die jetzt gleich viel, aber dort-, wenn sie leuchten würden, leuchten sie gleich hell [S1, S2 und S3 nicken]. (Das is jetzt quasi...). Und was passiert jetzt-. Wart geb mas wieder raus, sonst leuchten's gar nicht.
11:30	L1: Ihr habt es richtig oder falsch? [S3 kreist mit Finger über Schaltplan] [L1 wendet sich wieder S3 zu] [S2 lacht und zeigt mit Finger auf Lämpchen] L1 [zu S3]: (...) Was ist das hier? (...) S3: (...)	15:10 15:20 15:30	L1: #Nachname L3#! [gibt Lämpchen zurück] S3: Aber wenn die Batterie- L1: Was passiert jetzt, wenn ihr die raus schraubt? [zeigt auf eines der zwei parallel geschalteten Lämpchen] S2: [zeigt auf anderes parallel geschaltetes Lämpchen] Das leuchtet noch stärker (...). S1: (Das leuchtet weniger stark) [zeigt auf Lämpchen in Serie] S3: Ich glaub dann leuchtet die (da stärker) [zeigt auf dasselbe parallel geschaltete Lämpchen wie S2]
11:40	L1: (...) [S2 baut weiter um, lacht] [S1 stellt Lampen auseinander] L1: (...) S3: (...)	15:40	L1: Wie leuchtet die [zeigt auf dasselbe parallel geschaltete Lämpchen wie S2 und S3]? S1: Die da stärker. [zeigt auf in Serie geschaltetes Lämpchen] L1: Die oder die? [zeigt auf beide Lämpchen] S1: Die da stärker [zeigt auf in Serie geschaltetes Lämpchen], die da schwächer[zeigt auf parallel geschaltetes Lämpchen]. S2: (Beide leuchten gleich stark.) L1: Ok und
11:50	L1 [zeigt auf Schaltung, zeichnet] [S2 liest Angabe] L1: [widmet sich wieder der Schaltung] So, L1 [zu S3]: Bei	15:50	wisst ihr wie sie weiter leuchten? Also es stimmt einmal, sie leuchten beide weiter. Und wie leuchten sie weiter? S2: Die leuchtet (gleich stark). [zeigt auf das eine der parallel geschalteten Lämpchen] S3: Ähm, ich glaub die wird stärker. [zeigt auf dasselbe Lämpchen] L1: Die [zeigt auf Lämpchen in Serie] bleibt die gleich oder wird die stärker oder?
12:00	der Parallelschaltung- S3: Ja [nickt] L1 [zu S1 und S2]: Also was wolltet ihr jetzt da machen, was macht's ihr da wirklich? Häh? S3: Also die glühen einmal [zeigt auf schwach leuchtende parallel geschaltete Lämpchen] [S1 und S2 lachen]	16:00	
12:10	L1 [lachend]: Ja, glühen. S3: Brennen [lächelnd]		
12:20	L1: [fährt mit Fingern Stromkreis nach] Da geht der Strom hin, geht durch die Lampe, dann -. S3: (...) Strom?	16:10	

	S2: (...gleich)	L1: Nein? [zu S1]
	L1: Die wird heller? [greift auf eines der parallel geschalteten Lämpchen um es herauszuschrauben, tut es aber noch nicht.]	S1: Doch.
	S3: Ähm, die wird ein bissi schwächer [zeigt auf Lämpchen in Serie] und die wird heller	L1: Doch? [zu S1] [grinst S2 an] ähähää [S2 grinst]
16:20	[zeigt auf parallel geschaltetes Lämpchen] und dann leuchten sie glaub ich gleich hell.	L1: Du nicht oder? [zu S3]
	L1: Was passiert?	S3: (Glaub schon) [lacht kurz]
	[L1 schraubt Lämpchen heraus und demonstriert Ergebnis.]	L1: Also gut, dann sagt's mal, könnt's mir eine Parallelschaltung-, [zu S1:] kannst mir eine Parallelschaltung aufzeichnen [gibt ihr Papier und Stift].
	S1: Gleich hell.	[S1 beginnt mit eigenem Stift zu zeichnen]
		L1: Also, Tipp, hab ich gesagt, ein Merkmal ist, dass der Strom sich teilen muss auf irgendeiner Stelle.
16:30	L1: Gleich hell, ähm, warum? Ich hab jetzt quasi aus der Parallelschaltung-. Ich hab die Lampe weggeben [zeigt im Schaltbild]. Das heißt da fließt jetzt durch das Kabel	[S1 zeichnet]
16:40	kein Strom mehr durch [zeigt im Schaltbild]. Das heißt was ist das dann für ein Stromkreis noch?	S1: So in der Art irgendwie
	S1: Ähm, (Pa-), nein, ähm.	L1: Ja aber jetzt musst noch eine Batterie dazu zeichnen. Aber ist wurscht. Richtig. [S2 zeichnet Batterie ein] Wo teilt sich da der Strom? [zu S2]
16:50	L1: Ähm [ahmt nach, grinst], wir haben zwei gelernt.	
	S1: Wie nennt man den zweiten, ich weiß nicht.	
17:00	L1: Na gut, wenn Lampen in Serie geschaltet werden	
	S1,S2,S3: Serienschaltung	
	L1: [grölt] Serienschaltung. Und die ist jetzt schwächer worden, weil, da keine Parallelschaltung mehr da ist, muss im ersten Kabel kein doppelter Strom mehr sein, weil's in einem durch geht, das heißt man muss nicht zwei Ströme durch schicken.	
	[S1 und S2 nicken]	
17:10	L1: Deswegen [zeigt auf erste Lampe in Serie] (...) die Hälfte des (...) und da, wenns parallel is, ähm, na na na. Na wurscht, vergesst es.	
17:20	[S2 lächelt] Jetzt wisst ihr-. Also was habt's jetzt noch am wenigsten verstanden? Was eine Parallelschaltung und was eine Serienschaltung ist, ist glaub ich klar. Ein Stromkreislauf	
17:30	ein Strom geht durch. Umso mehr Lampen dran gehängt werden, umso schwächer leuchten alle gleich. Und ihr dürft euch das jetzt nicht so vorstellen, weil ich glaub du [zeigt auf S1] hast es ja falsch angekreuzt, dass die erste am stärksten leuchtet, die zweite dann ein bisschen schwächer, die dritte noch ein bissel schwächer.	
17:40	S1: [nervös] Ja, ich hab's falsch.	
	L1: Weil sie hat geglaubt	
17:50	wenn in einer Serienschaltung-, also es hat so ausgesaut [zeichnet]: Wenn ich in einer Serienschaltung fünf solche Lampen	
18:00	hab. Das sind jetzt alles Lampen. (...) Und da war jetzt die Frage welche leuchtet-	
18:10	leuchten sie gleich stark? Leuchtet die erste heller als die letzte? Die letzte heller als die erste? Leuchtet, was weiß ich, die in der Mitte am hellsten? Und das wisst ihr jetzt, welche leuchtet	
18:20	am hellsten, welche leuchtet am wenigsten hell? Wenn das jetzt eine Serienschaltung is, der Strom geht in die Richtung [zeichnet], welche leuchtet am hellsten, welche am wenigsten hell?	
18:30	S2: (...)	
	L1: Was?	
	S2: Alle gleich. [grinst]	
18:40	L1: Alle gleich? Was glaubst du? [zu S3] Bei einer Serienschaltung, was haben wir gelernt?	
	S3: Ja, eigentlich, alle gleich.	
	L1: Was glaubst du? [zu S1]	
	S1: (...)	
18:50	L1: Na, probiert es aus. Also jetzt nur mit zwei Lampen.	
	[S2 baut, L1 baut]	
	L1: Das ist es jetzt.	
19:00	Leuchtet die stärker als die? [zeigt auf die zwei Lampen in Serien]	
	S1: Nein	
	L1: Leuchtet die stärker als die [zeigt auf Lampen in umgekehrter Reihenfolge]	
	S1: Nein	
	L1: Leuchten die beide gleich?	
	S1: Ja	
	L1: Leuchtet keine?	
	[S2 schüttelt Kopf, grinst]	
	L1: Warum sollten die	
19:10	leuchten? Da leuchtet keine [S2 und L1 lachen]. Also die leuchten gleich. Es ist wurscht, wir können jetzt noch einen dritte anhängen oder eine vierte dranhängen. Sie werden alle schwächer, leuchten aber alle gleich. [S2 baut dritte Lampe in Serie in Stromkreis, während L1 weiterspricht] Das heißt	
19:20	die erste nimmt nicht den meisten Strom weg. Ihr müsst euch immer vorstellen in einem Kreislauf fließt an jeder Stelle gleich viel Strom. Das ist	
19:30	vollkommen wurscht ob ich die Lampe-, wenn ich die da wegnehmen würd und die da her geben würd [zeichnet], die leuchten ganz normal im Kreislauf, weil an jeder Stelle ist gleich viel Strom, weil jeder (...). Gut Serienschaltung haben wir- Widerstand, Serienschaltung habt's verstanden?	
19:40	S2 [nickt]: Ja	
	L1: Parallelschaltung habt's verstanden?	
19:50	S1: (...)	
20:00		L1: bis zur Teilung und da geht's wieder zusammen [S1 nickt]. Da (leuchtet doppelt so viel Strom. (Deswegen... Glühbirnen... Parallelschaltung...)) [zeigt hinter sich]
20:10		S1: Das heißt wenn man da eins reinsetzen würd, würd das stärker leuchten als die zwei.
20:20		L1: Genau. Weil da die Parallelschaltung verlangt, dass da doppelt so viel Strom durchfließt. [S1 und S2 nicken, S2 lächelt]
20:30		S2: Ich hab's falsch glaub ich [lächelt]
		L1: Du hast es falsch? [lächelt]
		S1: Ich glaub ich hab schon alles falsch, aber
20:40		L1: Is wurscht. Nach dem jetzt müsst ihr glaub ich noch einen Test machen und dann müsst ihr alles richtig haben, okay?
		S2: (...) aso?
20:50		L1: Ich glaub ihr müsst (ihn noch amal schreiben) weiß jetzt nicht.
		L1: Gut, jetzt sag ich euch, stell ich euch kleine Fragen. Ihr müsst mir sagen welches am meisten leuchtet, welches am wenigsten leuchtet, ob alle gleich leuchten.
		S1: Ok [nickt]
21:00		L1 [zeichnet Item F5 seines Tests]: Stromkreis. In die Richtung fließt der Strom.
		S2: Das fand ich blöd, dass (...)
		Ja, (das is blöd). [L1 zeichnet]
		S7 [zu L1]: Gehört das Handy dir?
		L1: Was?
		S7: Gehört das Handy dir?
21:10		Das Handy?
		S1: Nein, das g'hört dem, dem, dem einen dort.
		[S1 steht auf und betrachtet das Handy.]
		[S7 beugt sich über den Tisch und beobachtet das Geschehen]
		S3: (...)
		[S7 geht]
		[S3 schüttelt den Kopf.]
21:20		L1: [zeichnet] Äh, so. Das macht eigentlich fast jeder (...). (...) Stromkreis halt leuchten.
21:30		L1: Das ist jetzt-. Ihr dürft's alles sagen. Das gem- [stellt Lampe weg]. Macht's euch eine eigene Meinung. Lasst's euch nicht von den andern-. Ich fang mit dir an [zu S1]. Was glaubst du? Das sind alles Lampen [zeigt]
		S1: Mhm.
21:40		L1: (Das weißt eh). Welche glaubst du leuchtet am stärksten, welche
		S1: [zeigt] Die.
		L1: am schwächsten, welche, ähm, leuchten alle gleich? Du glaubst die [zeigt] leuchtet stärker als die beiden [zeigt].
21:50		Oder leuchtet die oder die stärker [zeigt] oder leuchten (...)? Sag welche am stärksten leuchtet und welche am schwächsten.
22:00		S1: [zeigt] Die [S2 und S3 lächeln]
22:10		L1: Is gut. Das heißt du sagst, dass die beiden schwächer leuchten [zeigt]
22:20		S1: Ja, nja.
		[L1 wendet sich S2 zu]
		S2: Ich glaub auch das gleiche. [nickend]
		L1: Du glaubst dass die am stärksten leuchtet? [zeigt]
		S2: Die ist am stärksten und die sind am schwächsten. [zeigt]
		[L1 wendet sich S3 zu]
22:30		L1: Sag gleich, was glaubst du?
		S3: Ja, ähm
		[überlegt 8 Sekunden]
22:40		L1: Wir können das ja nachher machen.

23:00	S2: (...) [stellt Batterie bereit] [S3 wird rot lächelt und sagt nichts] L1: (...)		L1: Überlegen, überlegen! Also hier haben wir die erste Kreuzung, hier haben wir die zweite Kreuzung, hier ist die Parallelschaltung also hier geht's von der Kreuzung-. Aaah! Nein
23:10	S3: Nja, auch doppelt ja. L1: Die doppelt so stark. [zeigt] Schau, S2: Ich glaub zwar dass es wurscht is aber- [lächelt] S3: (Nein nein) [lächelt] L1: Jetzt überlegt mal, wie wir's da gemacht haben [zeigt auf Stromkreis, S3 lächelt], wie's (eure) Linien gezeichnet (habts), (...Linie...) [zeichnet in der Luft Linien nach].	27:10	S1: [zeigt] (Doch da ist die vierte) Kreuzung. L1: Aaah! [nimmt Kabel aus der Hand von S3] So (seht ihr das eine) diese Striche (das lange) für das hier, das heißt sie müssen zusammenführen [zeigt in Zeichnung]. Die gehen hier zusammen [zeigt in Schaltung]. Und wo sie alle drei zusammenführen, muss das Kabel dann zur Batterie.
23:20	[L1 beginnt bei selbst gezeichneten Stromkreis Linien zu zeichnen]	27:30	Das heißt hier führen sie alle zusammen [nimmt Kabel und schließt es an]. Sehr gut. [schließt Kabel an Batterie und verzieht dabei das Gesicht, wie bei einem Kraftakt, S3 lacht] Ja!
23:30	L1: Ihr müsst's euch da jetzt einen Raum vorstellen, wo die Linie durchgeht. [Zeichnet] Da fließt die erste Linie durch. [S2 und S3 flüstern und lachen] (die nimmt mal dem Weg)	27:40	Sie leuchten alle gleich stark. (Obwohl wir hier nur einmal durch und hier zweimal geteilt). Is wurscht. Parallelschaltung, wurscht. Hab ich eh g'wusst, dass ihr's
23:40	[S1, S2 und S3 blicken auf Zeichnung von L1]. Zweite Linie S1: Oh nein, doch nicht! L1: [lächelt S1 an und zeichnet weiter]	27:50	falsch macht. [S1 schaut verärgert] Nix gegen euch aber ich hab's g'wusst [S2 und S3 lächeln verlegen, L1 lächelt S1 an, dann lächelt S1]. Was muss ich
23:50	L1: nimmt den Weg. S1: Nein (das zweite) L1: Die Linie (...) [zeichnet].	28:00	denn noch machen? [liest laut:] Wir bauen einen Stromkreis mit zwei Lämpchen.
24:00	Welches leuchtet jetzt am stärksten, welches am wenigsten? S1: Das und das [zeigt auf zwei Lämpchen] L1: Leuchtet stärker?	28:10	S1: Nächste Seite. L1: Nächste Seite. [dreht Blatt um und liest.] Ja gut, das frag ich euch jetzt natürlich. Was passiert jetzt? [legt Angabezettel zu S2 hin, schaut S1 an, zeigt auf Schaltbild] Welche leuchten am stärksten?
24:10	S1: Ja. L1: Warum? S1: Weils zweimal durchgeht. L1: Hab ich bei einer Lampe zwei (...)? S1: Ah nein doch nicht. L1: Bei allen drei Lampen	28:20	S1: Die erste. L1: Die leuchtet am stärksten? S1: Ja
24:20	fließt der Strom nur einmal durch, der einfache Strom, es leuchten alle gleich. [S3 lacht und wird rot]. Weil ihr habt natürlich geglaubt, hier teilt sich der Strom		L1: Und die, wie leuchten die? S1: Gleich. L1: Alle gleich? [S1 verzieht das Gesicht]
24:30	in die Hälfte und hier wieder in die Hälfte. So stellt sich das jeder vor – S3: (...) [lacht]	28:30	L1: Und wo geht da jetzt am meisten Strom durch bei den Kabeln? L1: Stell't euch's wieder mit den Linien vor. Das geht leichter. S1: [zeigt] Da am Anfang. L1: Ja und wie oft muss da die Linie durchgehen, also der Strom durchgehen, wenn er einmal durchgeht einmal hier durch, einmal hier durch, einmal hier durch- [zeigt].
24:40	Der Strom weiß genau, der ist gescheit (...) [S2 lacht]. Der weiß ganz genau, dass hier eins ist und hier zwei und dass er sich ganz genau aufteilen muss. Der teilt sich immer bei einer Parallelschaltung	28:40	S1: Dreimal L1: Viermal, weil-.
24:50	in gleichen Teilen auf. Das is ja alles eine Parallelschaltung. (bei der Parallelschaltung is es ja immer gleich). Und hier (...), wenn ma hier [zeigt im Schaltbild] jetzt eine Lampe reinhauen würden-(?)	28:50	S1: Viermal L1: [Zählt] Eins, zwei, drei, viermal muss er, das heißt es leuchtet viermal so stark, wie die leuchten. [S1, S2 und S3 nicken.] L1: Dann fließt hier der Strom wieder zusammen. Deswegen würd, wenn wir hier auch noch eine Lampe rein machen würden, wie würd die leuchten, wenn man sie da zum Schluss noch- [nimmt sich Stift und zeichnet ein]
25:00	S1: Dann würde die am stärksten leuchten. L1: Dann würde die am stärksten leuchten und die ein bisschen schwächer leuchten [zeigt] aber alle gleich stark [S3 lacht und wird rot]. Jetzt schaut's mal ob's das zambekommts.	29:00	S2: (Die würd quasi ja noch schwächer leuchten.) [zeigt auf erste der in Serie geschalteten Lämpchen im Schaltplan] S1: Die würd am schwächsten leuchten. L1: Bitte? Die würd am schwächsten leuchten? S2: Nein. [schüttelt Kopf] [S3 runzelt Stirn, hebt Schultern]
25:10	Die Kreuzung könnt ihr mit den Kabeln machen [zeigt]. Oder wir machen's gemeinsam. Also, Kabel, jetzt müssen wir die Stromlinien trennen.		L1: Warum glaubst du, leuchtet die am schwächsten? Glaubst du der Strom wird hier verbraucht bei den Lampen und hier ist keiner? S1: Oh, nein. S3: Der Strom geht ja in die Richtung, oder? Der geht ja nur in eine. [zeigt]
25:20	[S2 und L1 zerlegen Stromkreis und bauen neue Schaltung] S1: Da müssen wir aber drei Kabel verwenden. L1: (...)	29:10	L1: Der Strom kann nicht in beide Richtungen gehen, sonst würd er sich in der Mitte treffen [L1 und S3 wenden sich voneinander ab] S3: Ok. S1: Geht er immer nur beim Plus oder? S2: Ich glaub das (...) [zeigt; währenddessen ist L1 abgelenkt]
25:30	S1: Da fehlen ein paar Kabel. L1: Is wurscht. L1: [baut] So, wo s-, wo bin ich grad? S1: [zeigt] Da. L1: Sehr gut! [S2 zeigt]	29:30	S2: Ich glaub das geht gleich stark, wie das [zeigt auf in Serie geschaltete Lämpchen] L1 [zu S1]: Das kannst da jetzt wieder mit Linien vorstellen. Da geht eine durch, da geht eine durch, Stromlinien, in welche Richtung der Strom fließt, da geht eine durch [zeigt].
25:40	L1: Das heißt da können wir schon die erste Lampe dranmachen. [S2 befestigt Lampe]	29:40	S1: Asoo. Da die leuchtet auch so stark wie die da. L1: Ja, weil da fließt wieder der ganze Strom [blickt auf S2, zeigt]. [S2 nickt] S3: (Aaah.)
25:50	S3: Können wir die nicht eigentlich schon abstecken, oder? L1 [trennt Kabel von Batterie]: Ja, die können wir weg-. So wart wie geht's weiter. [S3 gibt L1 Lämpchen und Kabel.] Jetzt mach ich das so jetzt können wir, weil wir so wenig Kabel haben	29:50	L1: Die würden zwar beide ein bissl schwächer leuchten, weil's an Widerstand haben. Aber sie würden gleich stark leuchten. S1: Beim Plus läuft immer der Strom raus, oder? L1: Das is so eine Sache in der Physik, also bei elektrischen Stromflüssen schreibt man das
26:00	theoretisch könntn wir jetzt nochmal die zwei dran bauen, die zwei Kabel. Das geht sich aber mit den zwei Kabeln nicht aus. Hier zwei Lampen und hier zusammen und das war's. Das wird genauso gehen, wenn wir das so machen.	30:00	plus zu minus oder so irgendwie und vom physikalischen chemischen fließt immer minus zu plus oder so. Das lasst einmal weg die Richtung. Ich sag euch wenn die Richtung anders ist.
26:10	Das ist jetzt quasi die Kreuzung hier. S1: Mhmm L1: Ihr müsst euch wieder- Das kurze Stück bis zu der Lampe [zeigt] ist das [zeigt] und- ein anderes Kabel	30:10	Und es ist auch theoretisch wurscht ob's jetzt so fließt oder so fließt.
26:20	(...). [baut weiter]		
26:30	L1: [baut Stromkreis fertig] So wenn ich's jetzt richtig hab', sollten wir an Blödsinn g'macht haben. [S3 zeigt lächelnd auf Pol der Batterie] S1: (...das Dingsbums da...) [zeigt]		
26:40	L1: Das rote ghört da- S3: [zeigt auf Pol der Batterie] (...)		
26:50	L1: Aso, wir müssen zur Batterie. S3: Ja, wir müssen (zur Batterie). L1: [besorgt sich Kabel von Nachbarn (Mitschüler)]		
27:00	[S3 zeigt auf Lampe] S2 [zeigt]: (Jetzt müssen wir das dann noch so...).		

- S1: Mhm [nickt]
L1: Seht ihr ja eh. Ist ja wurscht ob er da oder da her kommt. [betrachtet Kugelschreiber] Gut.
- 30:20 Gut, gut, gut. Widerstand. Widerstand, schau ihr könnt euch das jetzt so vorstellen:
- 30:30 Ihr habt ein Rohr [zeigt mit den Händen]. Da fließt Wasser. Also so ein viereckiges Rohr. [zeichnet] Hier fließt das
- 30:40 Wasser durch in die Richtung. Was weiß ich da geht immer- so a dickes Rohr. Und jetzt auf einer Stelle
- 30:50 verengen wir das Rohr. [macht Punkt in Zeichnung]. Das ist jetzt quasi der Widerstand (...) Fließt jetzt nur wo der Widerstand ist weniger Wasser oder danach
- 31:00 auch immer weniger Wasser?
S2: Danach auch.
S1: Danach auch, weil da ist nicht so viel Druck drauf. [zeigt]
L1: Eben, weil danach kann's eben nicht so viel durch, weil's eben da schon nicht [S2 und S3 nicken]
- 31:10 so schnell ähm- und es kann auch nicht so viel nachfließen.
S1: Ah, das hab ich richtig.
L1: Das heißt es ist wurscht, ob wir hier einen Widerstand haben oder hier einen Widerstand
- 31:20 und hier die Lampe [zeichnet]. Wenn wir jetzt hier den Widerstand haben und hier die Lampe-.
- 31:30 S1: [zeigt] Aber wenn der Widerstand weg ist, dann würde die stärker leuchten? Nur der da [zeigt auf anderen Widerstand im gezeichneten Schaltbild].
L1: Also, wir machen das jetzt so. Ich lass die Stromquelle weg und mach hier ein plus hin. Ich muss nicht überall so schön zeichnen. Aber nicht, dass ihr jetzt irgendwas (...). Der Strom fließt in die Richtung [zeichnet ein]
- 31:40 [S1 nickt]
L1: Die Lampe leuchtet natürlich ohne Widerstand. Die Elektronen fließen quasi, kannst da so vorstellen, fließen durchs Kabel durch [zeigt mit der Hand].
S1: Mhm.
L1: Der Widerstand verengt das Kabel [zeigt mit der Hand], dass weniger Elektronen durch passen. Das heißt danach können nicht so viele Elektronen sein und davor können auch nicht so viele Elektronen sein.
S1: Mhm.
- 32:00 L1: Das heißt, wenn hier ein Widerstand wär [zeigt] fließen nicht so viele Elektronen durch wie ohne Widerstand. Die Elektronen werden nicht verbraucht, die fließen weiter (in die Richtung), geben ihre Energie ab [zeigt] bei der Lampe, damit leuchtet sie, fließen aber dann trotzdem (mit weniger Energie wieder zur Batterie zurück, wieder zurück.
S1: Und was ist, wenn dann noch ein Widerstand danach käme?
S3 [gleichzeitig]: Ganz verschwinden tut er eigentlich nie oder?
[S2 nickt]
- 32:30 L1 [reagiert auf S3]: Tut er nie. Er wird quasi neutral, weil positiv und negativ ziehen sich an.
S1: Wenn-
L1: Und ich hab mir das immer so vorgestellt. Das ist meine Erklärung. Da ist ein Minus,
- 32:40 da ist ein Plus [zeigt auf die Batterie], ich hab ma dacht, wenn da jetzt ein Kabel ist, können die Elektronen (...) durch, durch, durch [nimmt ein Kabel].
- 32:50 Hier hab ich ein Kabel, wenn ich jetzt hier anschließen würd- [schließt Kabel an],
- 33:00 die gehen durch ein Kabel. Wenn ich jetzt hier anschließen würd [hält Kabel zu anderen Pol der Batterie], das mach ich jetzt nicht, sonst mach ich einen Kurzen. Dass die Elektronen
- 33:10 durch das Kabel fließen., weil eben die positiven (Ionen)...
L4 ruft L1: #NameL1#, wie weit bist?
L1 [zu L4]: Ich weiß nicht, wie lang haben wir noch Zeit?
L4: (eine halbe Stunde)
L1: Dann lass ich mir noch Zeit. Ich tu ihnen grad
- 33:20 den Widerstand anfangen.
Mitschüler: Ich bin gleich fertig.
L1 [ruft]: Woow!
[S3 lächelt]
L1: Also, ich hab mir das immer so vorgestellt, dass die negativen Teilchen, weil die
- 33:30 werden von den positiven angezogen – das ist der Punkt, das Wesentliche -, dass die negativen da durchgehen [zeigt], da ist eine Lampe oder nicht [zeigt] dann geht's bei der Lampe durch bis zum Positiven und dann sind's wieder
- 33:40 neutral. Ein Positives und ein Negatives ziehen sich an, wenn das Negative beim Positiven ist, ist es [stoppt kurz und schaut fragend] neutral. (...) Bei einer Batterie
- 33:50 ist jetzt also irgendwas in der Mitte, das trennt die positiven von den negativen (Ionen). Und die negativen sind auf der Seite und können aber nicht mehr in die Richtung gehen und (gehen außen rum) [zeigt].
- 34:00 [S3 blickt lächelnd fragend/verwundert, S1, S2 und S3 lächeln]
- L1: Also ich-. Okay dann vergesst das. Auf jeden Fall fließt der Strom durch [zeigt]. Das bleibt nicht-
[S1 blickt nach unten]
- 34:10 L1: Er wird nicht verbraucht, er gibt seine Energie ab. Is schwer.
S1: Bei dem, wenn ich da davor die Lampe hätte, würde die Lampe wieder stark leuchten, oder?
L1: Nein.
S1: Nicht?
L1: Schau [zeichnet],
ein fettes Rohr.
S1: Mhm.
[S3 blickt weg, auf Aufnahmegerät]
L1: Und hier geht der Strom durch.
S3: (...Handy)
S1: Und vorher
- 34:40 (haben wir Wasser gehabt)?
L1: [unterbricht das Zeichnen] Ja (...) [zeichnet weiter] und hier wird's wieder größer und da geht's wieder so weiter.
- 34:50 Schau. Hier geht ein Wasserweg durch. Weißt eh am Anfang geht's noch schnell. Da das immer enger wird, kann's nicht mehr so schnell durch gehen oder so viele können
- 35:00 nicht mehr durch gehen und danach kommen auch nicht mehr so viele raus. Die müssen sich jetzt quasi verengen [zeigt]. Is wurscht ob der größer ist oder der kleiner [zeigt auf Zeichnung]. Es wird enger. Aber da es nachher nicht so
- 35:10 schnell durchgeht, kann ich, können die nicht so viele nachstopfen [zeigt], weil irgendwann müsste quasi das Kabel explodieren. Das ist Blödsinn, weil das kann ja nicht explodieren, das kann auch nicht verstopfen. Die gibt
- 35:20 einfach weniger her die Batterie.
S1: Das heißt, wenn's vorher ist, ist's auch schwächer.
L1: Is wurscht, weil ein Widerstand wirkt auf das ganze System.
- 35:30 Also es ist jetzt wurscht ob hier der Widerstand ist oder hier. Weil da fließt zwar ganz kurz, eine Millisekunde, und diese müsste halt jetzt schneller leuchten, also stärker leuchten. Aber dann inzwischen stockt's und es
- 35:40 fließt quasi also es geht nur mehr langsamer durch und es gehen weniger durch. Weil eben der kann nicht so viel nachbringen, weil das (...) jetzt enger wird. Deswegen gibt er nicht so viel her.
Der Strom ist gescheit. Der lässt das Ding nicht explodieren. Das heißt er gibt hier auch schon weniger her.
Das heißt- [zeichnet]... Das is jetzt wurscht
- 36:00 (ob der Widerstand da ist oder da ist) [zeigt].
S1: Mhm.
L1: Die leuchten gleich stark die zwei [zeigt]
L1: (die anderen ... noch zeigen)
[S3 nickt]
- 36:20 S1: Das heißt gleich schwach.
L1 [nickt]: Sie leuchten schwächer als wenn kein Widerstand da wär. Es kommt nämlich darauf an wie eng das Rohr wird oder wie eng das Kabel wird. Es geht weniger durch aber im ganzen Stromkreis. Bei der Serienschaltung ist das (immer so).
[S1 nickt, S3 nickt]
- 36:30 L1: Das ist wichtig. Gut. (Das ist ein Widerstand)
S1: Mhm.
- 36:40 L1: und das ist wurscht ob ich hier eine Lampe reinhänge [zeigt] oder hier eine Lampe reinhänge [zeigt] sie leuchten immer alle schwächer, durch die Widerstände, weil weniger durchfließt. Das ist vollkommen wurscht wo der Widerstand ist. So jetzt das Komplizierte, [S3 schaut auf] das war jetzt das Einfache [L1 zeigt und nickt] [S2 nickt]. In einer Parallelschaltung
- 36:50 [L1 zeigt auf Zeichnung]. Puh. Ähm, wie soll ich das jetzt erklären. (...) Da wo vierzig steht, gehört einmal zehn Ohm [L1 zeigt auf Angabezettel von S1] [S1, S2 und S3 blicken hin und korrigieren Angabezettel]
L1: Ääh
S2: Was ist das [zeigt auf Omega auf dem Angabezettel] [L1 geht nicht darauf ein]
S1: Äähm.
L1 [zu S1]: Zehn, zehn, Widerstand.
- 37:00 L1 [zeichnend] (...) Wenn man das jetzt wieder mit den (Strichen) kurz amal (anschauen). (Ihr müsst da jetzt kurz mitschauen, weil ich muss zeichnen.) Da tu ich mir leichter, wennst sagst eben da ist ein Widerstand und da ist
- 37:40 ein- [zeichnet Stromkreis nach (Stromlinien)]. Das heißt erstmal da [zeigt] is er doppelt so stark (wie da in dem Fall)[zeigt] [S1 und S2 beobachten beim Zeichnen, S3 blickt auf eigenen Angabezettel]
(So wenn wir das jetzt so machen.) Ihr müsst jetzt einen
- 37:50 mhm [verzweifelter Laut, kratzt sich am Hinterkopf]. Da haben wir einen Widerstand, da haben wir einen Widerstand.
38:00 Der Widerstand hat keine Auswirkung auf den Widerstand [zeigt auf parallel geschaltete Widerstände] [S1 und S2 nicken]. Wisst ihr warum? [S1 schüttelt Kopf]. Zwei Linien. Machen wir's lieber mit den Linien. Ihr müsst euch

- 38:20 vorstellen das ist der Strom der da so durchfließt [zeigt auf Zeichnung]. Klar da ist ein Widerstand, da ist ein Widerstand, da wird das Rohr enger [formt Hände], beide werden schwächer [zeigt].
- 38:30 Aber die Linie hat quasi keine Auswirkung auf die andere Linie. Das heißt der Widerstand- [zeigt] Bei einer Serienschaltung ist es halt so [nimmt Stift und zeichnet], da gibts nur eine
- 38:40 Linie, da können nicht irgendwo (einen ab... und noch eine zweite draus...). Ähm-. [S1 und S2 nicken, L1 zeichnet Schaltbild mit zwei Widerständen in Serie und eine "Stromlinie"].
- 38:50 [L1 zeichnet] Da is, da gibts nur die Linie auch wenn mehrere Lampen sind. Da gibts nur einen Kreislauf
- 39:00 [zeigt mit Händen], der wird von den zwei-
S1: Also die zwei Widerstände werden jetzt immer dünner oder was?
L1: Ja, die werden alle-
- 39:10 Das kann man sich jetzt eben nicht genau vorstellen, weil das ist vollkommen wurscht, ob's da jetzt ur eng ist und das Rohr wird dann wieder fett und hier wird's aber nicht so eng [zeigt mit den Händen]. Also ihr müsst den addieren quasi den Widerstand [zeigt mit den Händen].
- 39:20 [S1 runzelt Stirn]
L1: Versteht ihr nicht oder wie? [L1 lässt Hände sinken.]
S1 [blickt nach unten]: Nein
[S3 lächelt]
L1: Das heißt, wenn da 10 Ohm sind - Ohm ist der Widerstand, Widerstand ist Ohm - das haben wir noch nicht erwähnt (...selber nicht weiß). Ähm, 10 Ohm, 10 Ohm [zeigt in Serienschaltung]. Das heißt das wird dann ähm (zehn Ohm kleiner) das kann man sich vorstellen, das wird auf jeden Fall kleiner das Rohr [zeigt mit Händen], die
- 39:40 wären aber beide gleich eng, das heißt doppelt so viel eng. [S2 nickt] Ja ihr müsst einfach die
- 39:50 S2 [deutet auf Angabezettel]: (Einfach zwanzig.)
L1: Ja ihr zählt die beiden als einen und doppelt so eng. [S1, S2, S3 nicken] Also nicht eine als zehn, sondern als 20 Ohm.
- 40:00 [S1 und S2 nicken] Einen, weil dann könnt ihr's wieder noch enger machen [zeigt mit Händen] [S1, S2, S3 nicken]. Ja das ist irgendwie kompliziert, das
- 40:10 ahm, wie soll ich sagen, ich wollt's ja nur einfach machen, das ist aber anscheinend kompliziert. Das heißt, jetzt sag ich euch auch-
S1: Das heißt wenn das dreißig Ohm und das sind zwanzig dann sind's L1 und S1: Fünfzig [S1 nickt]
L1: Gut,
- 40:20 das- bei einer, also, bei einer Serienschaltung hat's quasi aufs Ganze [L1 deutet mit Armen] einen Einfluss. [S1 und S2 nicken, S3 blickt auf Angabezettel und gähnt].
- 40:30 Da [zeigt auf Zettel] bei einer Parallelschaltung [zeichnet mit Finger "Stromlinien" nach] hat der Widerstand (hierauf) seinen Einfluss und der Widerstand (hierauf) seinen Einfluss
- 40:40 S1nickt, S2 schaut zu, S3 gähnt und blickt auf Angabezettel].
L1: [ruft Mitschüler L4]
[sagt leise:] ja ich glaub- [ruft Mitschüler L4]
[S2 und S3 unterhalten sich leise].
L1: Wie (fließt) der? [zeigt auf Schaltplan um L4 zu fragen]
L4: Das?
- 41:00 Weißt du die Antwort?
L1: Nein, weil das ist ja nicht so, dass, wenn du den höher machst, dass das nur der dingsbums wird und nicht
- 41:10 der [zeigt]. Das is ja nicht so. [L4 nimmt sich Blatt] Nein eben nicht, das is habts, habts ja vorher schon-
L4: (...)
[S2 und S3 diskutieren leise, S2 deutet Kreise unterschiedlichen Durchmessers mit Händen, S3 zeigt etwas auf Zettel, S2 und S3 deuten Kreis mit Kugelschreiber an]
L1: Na ok, ihr dürft da spielen [zu S1, S2, S3] [L1 geht mit L4 davon].
- 41:20 [S1 lächelt und verdreht die Augen, S2 lächelt]
S3 zu S2: (...) [S2 nickt]
S2 fragt S1: Hast du's verstanden?
S1 [nickt und zuckt mit Schultern]: Ja. [S2 und S3 lächeln]
S3 [lächelnd zu S2]: Nein, hat sie nicht.
S1: Doch.
- 41:30 S2: (...) Was ist wenn zwei (...) in Serie geschaltet sind (...) ?
S1: Ja die zwei leuchten (gleich hell).
S2: (...) zwei Widerstände sind?
S1: Dann muss man sie addieren.
[S2 und S3 bauen einen Stromkreis; S1 wendet sich zu Kamera und verdreht Augen]
- 41:50 [S2 und S3 bauen einen Stromkreis und unterhalten sich dabei leise]
42:00 [L1 kommt zurück]
L1: So, aus mitm Spielen! [öffnet Stromkreis]
[S2 und S3 lachen]
- 42:10 [S1, S2, S3 lächeln]
L1: Ok soweit. Ich hab da ja schon Linien eingezeichnet. [im Schaltbild zeigend] Da ist ein Stromkreis und da ist ein Stromkreis.
- 42:20 Was ist jetzt, wenn ma den I2 stärker macht? Der hat ja nur Einfluss auf den [zeigend]. Wird der I1 auch schwächer?
- 42:30 Oder meint ihr nur I2 wird schwächer? [zeigt im Schaltbild] Also weniger, weniger Strom. [S1, S2, S3 und L1 blicken nachdenklich nach unten] Wenn man bei I2 den
- 42:40 Widerstand größer macht, das heißt das Rohr enger.
S3: Bei beiden?
L1 [zu S3]: I1 is der
- 42:50 Schaut auf die Linie, nur die obere Linie verwenden wir. Geht die Linie auch durch I1? [S2 schüttelt Kopf; S1 hebt Augenbrauen]
- 43:00 L1 [leise, kommentierend]: Das wird kompliziert, das mach ma einfach (...schnell). Jetzt erklär ich es anders. [S2 und S3 lächeln]
L1: Wenn man I2 verändert [zeigt], verändert man sich zwar I als Gesamtes, weil
- 43:10 eben da die [zeigt auf Zweig in dem I2 fließt], aber das hat keinen Einfluss, also I2 hat keinen Einfluss auf I1 [L1 zeigt; S1 und S2 nicken]. I1 is jetzt quasi unabhängig. I2
- 43:20 verändert sich natürlich, wenn ich den Widerstand größer mach, es geht weniger über den Widerstand. [S3 nickt] Wenn ihr I1 veränderts habts das Gleiche. I2 verändert
- 43:30 sich nicht [S2 nickt], weil der Strom, der durch I1 geht is nur hier [zeigt]. Und wenn du jetzt I1 größer machst,
- 43:40 wird zwar I verkleinert, weil der Strom (der durch ...1 geht) geht durchs erste-
PM: Jetzt mach ma dann a Pause, wenn's läutet gö.
L1: geht hier auch durch-
PM: Is die fünf Minuten oder- Ja, wie lange?
L1 [gleichzeitig; lässt sich nicht ablenken]: Und wenn du den größer machst, zwanzig [schreibt], dann geht um die Hälfte hier durch und hier geht natürlich ein bisschen weniger durch, aber der bleibt gleich.
S1 [nickt]: Mhm.
S2: Wieso bleibt er gleich? [zeigt]
L1: Ja, weil da ändert sich nix [zeigt auf Widerstand im Schaltbild], der muss gleich bleiben [zeigt auf "Stromlinie"].
S1[auf Angabe zeigend]: Das heißt der Strom I1 bleibt gleich.
L1: (Richtig, so stimmt das).
[PM kommt zu Gruppe]
L1 [liest vor; PM anwesend:]: Betrachte die folgende. [unterbricht das Lesen] Jetzt schau ma mal
- 44:20 ob ihr das lösen könnt. [liest weiter:] Betrachte die folgende Schaltung. Der Widerstand R2 10 Ohm [unterbricht das Lesen und zeigt auf Widerstand] also jetzt 10 Ohm [liest weiter:] wird durch einen 50 Ohm Widerstand ersetzt. Kreuze die richtige Antwort an.
L1: Also, I2
PM: 3 Minuten [zeigt mit Fingern]
L1: Jo, I2 is jetzt wieder, ausbessern, 50,
[L1, S1, S2, S3 korrigieren Angabezettel] So, is ja eh wie gesagt, also, schau ma mal a bisserl durch. [L1 liest Antwortmöglichkeiten vor:] Der Strom I2
- 44:50 wird größer. [unterbricht das Lesen und erklärt:] Wenn der Widerstand erhöht wird, wird der Strom nicht größer, oder? [S2 nickt] Is logisch
S3: [nickt] Ja
L1 [liest weiter vor:] Der Strom I2 bleibt gleich.
- 45:00 [unterbricht das Lesen und erklärt] Wir haben ja den ersten Widerstand verändert, das heißt I2 is kleiner. Das heißt das kann auch nicht sein, wenn der Widerstand größer ist.
PM [zu L1]: Lass sie (lösen)
PM: Lass sie (weitermachen).
L1: Na gut. Also ihr dürfts (...) [lacht].
[L3 lacht]
PL: Beim nächsten.
L1: Ok. [liest wieder vor:] Der Strom I2 wird kleiner.
S1: Das stimmt.
L1: Warum?
[PM nickt und lächelt]
S1: Weil-
S2: Weil der Widerstand (größer ist)
L1 [zu S2]: Weil R2 größer ist.
- 45:30 PM: Was macht denn der Widerstand mit dem Strom?
S3: Der verringert (...)
S2: (...) er behindert den Strom (...) weniger Strom durch [PM nickt]
L1 [lächelt]: hehehehe
L1: Ähm, gut. [liest vor] Der Strom I1
- 45:40 wird größer?
S1: Nein [schüttelt Kopf]
L1: Der Strom I1 bleibt gleich. [S1 runzelt Stirn und nickt; L1 blickt auf und schaut erwartungsvoll] I1 ist jetzt (der Stromkreis) [zeigt auf Angabebblatt von S2]
S1: Das stimmt.
L1: Stimmt?
S1: Mhm. [Nickt]
L1: Warum, weil R2 da nicht (...) [zu S2]
S2: (...) (Das is ein anderer Stromkreis)
L1: Ja, (...)
[PM nickt]
[S3 schaut auf Angabe von S2 und schreibt]

46:00	L1: Gut, der Strom I, das ist jetzt der gesamte, ähm [schaut auf Angabe] wird größer? [S1 runzelt Stirn und schüttelt Kopf leicht hin und her] S2: Nein L1: Nein	02:10	L1: Batter- [schaut auf Angabeblatt] Ah, ok. Gut. (Ist das eine Serienschaltung?) S2: (Das heißt jetzt, dass alles durch die Leitung geht.) [S2 zeigt auf Schaltbild] [S1 und S2 lächeln, L1 nickt] [S3 hat Serienschaltung mit drei Lämpchen fertig gebaut.] und der Strom nur da (fließt), nicht-, dass es keine Aufspaltung gibt [zeigt mit Händen]. L1 [nickend]: Aha.
46:10	L1 [liest vor]: I bleibt gleich. S1: Nein [S2 schüttelt Kopf] L1 [liest vor]: Der Strom I wird kleiner. S2 [nickt]: Stimmt [Glocke läutet] PM: Warum	02:20	[L1 zieht von L3 gebauten Stromkreis zu sich und betrachtet diesen] S2: Und jede Lampe leuchtet gleich stark. S1: Wenn eine mehr ist leuchten sie schwächer. (Wenn mehr brennen) sind (sie) schwächer. L1: Aha. [nickt]
46:20	wird der kleiner? S2: Weil der Widerstand steigt [zeigt auf R2 in Schaltbild] [PM nickt]	02:30	S2: Und wenn man eine Lampe raus schraubt, geht's nicht-, gar nichts mehr. L1: Gar nichts mehr. Kannst mir das mal zeigen? [blickt auf Stromkreis zu S3, der versucht Lämpchen herauszudrehen, was nicht gelingt, woraufhin S2 ein anderes herausdreht] S2: (...) L1: Aah!
46:30	PM: Ja L1: (...) PM: (...) [S3 schaut auf Zettel von S2 und schreibt] S2: (...) Stromkreis [zeigt auf ganzes Schaltbild] PM [nickt]: Ok, das passt. [L1 streckt den Daumen in die Höhe]	02:40	[S2 schraubt Lämpchen hinein und heraus, sodass das Licht flackert; S1 beginnt zu zeichnen und L1 blickt zu ihr], S3 blickt zu anderer Gruppe, weil S6 seinen Namen ruft] L1: Also Serienschaltung. Gibt's noch irgendwas Besonderes? S2: Parallelschaltung. L1: Aha, aha. S2 [beginnt Stromkreis zu bauen]: (...) L1 [blickt zu S3]: Du erklärst es mir? [S1 zeichnet nach wie vor] S3: Ääh, ja, ok. L1 [blickt kurz zu S1, welche nach wie vor zeichnet]: Sehr gut. S3: Also da geht's dann halt weiter. L1: Da, geht's dann weiter, ok. [S1 beendet zeichnen]
46:40	[L1 deutet auf S2, S2 und L1 lächeln, S2 klopf sich auf die Brust] L1: (...) Aufschlag von oben machen. Kommst eh heute oder? S2: Ja. [Alle stehen auf und machen Pause] [S2 und S6 gehen tratschend und lachend gemeinsam aus dem Raum.]	02:50	S3 [zu S1 deutend, lächelnd]: Also, da geht's-. #NameS1# zeichnest du's einmal auf. [S1 zeichnet noch Lämpchen in Parallelschaltung ein] L1: #NameS1# (...) L1: Aua! Irgendwer is ma aufn Fuß gstiegn. [L1 blickt unter den Tisch] [S1, S2 und L1 lächeln; S3 steht auf und zeigt auf die von S1 gezeichnete Parallelschaltung; S2 baut unter dem Arm von S3 Stromkreis weiter.] S3: Ok. Also, L1: Ok S3 da geht dann so ein L1: Ok. S3: Strom durch. L1: Ok. [nickt] S3: Der teilt sich dann da auf. [zeigt] L1: Aha. [nickt] S3: Da geht eins da und eins geht da [zeigt] L1: Aha. S3: Die leuchten dann beide gleich stark. [zeigt; blickt auf L1] L1: Aha. [nickt]
Gruppe 1 – Video 2		03:00	S3: (Ähm, und das...) [zeichnet mit Finger Rest des Stromkreises nach.] [L1 nickt] L1: Und teilt sich der immer in die Hälfte der Strom? S3: Ja. L1: Immer in die Hälfte bei jeder Kreuzung? S3: An der Stelle teilt er sich [zeigt] L1[nickend]: An der Stelle teilt er sich, weil-. Aha. Und was is wenn ich da a dritte dran häng noch? S3: Wo? L1: Daneben gleich, wieder parallel. S3: Da her? [zeigt auf Kreuzung bei parallel geschalteten Lampen.] L1: Na, nur parallel. S3: #NameS1#, zeichne du das ein. L1 [lacht]: #NameS1# bitte [S1 zeichnet ein Lämpchen in Serie zu einem der parallel geschalteten Lämpchen] L1: Na, nicht da, das wäre dann eine Parallel-Serien-Schaltung. [S1 lässt Hand auf Tisch fallen und blickt enttäuscht] S1: Wo? L1: Was wo? S1[den Kugelschreiber hin und her schüttelnd]: Sag's mir, ah zeig's- L1: (Nein. Mach eine Linie jetzt) parallel, bitte. S1: (Das check ich jetzt nicht.) L1: Noch eine Parallelschaltung. S2 [hat Bau seiner Schaltung beendet]: (Ja gut das is eine Serien-Parallelschaltung.) [S1 Setzt zum Zeichnen an] L1 [zu S1]: Nein, das wär ja dann-
00:00	PM: Nehmen wir vielleicht jetzt kurz Platz (...) L1 [noch im Stehen]: (...) viel zu gut als Lehrer. [S2 lacht] Wo fließt da [zeigt auf Angabezettel von S1] am meisten Strom?	03:10	S2: Parallelschaltung. L1: Aha, aha. S2 [beginnt Stromkreis zu bauen]: (...) L1 [blickt zu S3]: Du erklärst es mir? [S1 zeichnet nach wie vor] S3: Ääh, ja, ok. L1 [blickt kurz zu S1, welche nach wie vor zeichnet]: Sehr gut. S3: Also da geht's dann halt weiter. L1: Da, geht's dann weiter, ok. [S1 beendet zeichnen]
00:10	PM: Wer ist jetzt noch nicht fertig S1 [zu L1]: Hier. L1 und Mitschüler [rufen]: #NameL3# L3: Nur das Letzte. PM: Na das macht nix, das Letzte ist egal.	03:20	S3 [zu S1 deutend, lächelnd]: Also, da geht's-. #NameS1# zeichnest du's einmal auf. [S1 zeichnet noch Lämpchen in Parallelschaltung ein] L1: #NameS1# (...) L1: Aua! Irgendwer is ma aufn Fuß gstiegn. [L1 blickt unter den Tisch] [S1, S2 und L1 lächeln; S3 steht auf und zeigt auf die von S1 gezeichnete Parallelschaltung; S2 baut unter dem Arm von S3 Stromkreis weiter.] S3: Ok. Also, L1: Ok S3 da geht dann so ein L1: Ok. S3: Strom durch. L1: Ok. [nickt] S3: Der teilt sich dann da auf. [zeigt] L1: Aha. [nickt] S3: Da geht eins da und eins geht da [zeigt] L1: Aha. S3: Die leuchten dann beide gleich stark. [zeigt; blickt auf L1] L1: Aha. [nickt]
00:20	Folgender Zeitplan. I hätt gern 10 Minuten,	03:30	S3: (Ähm, und das...) [zeichnet mit Finger Rest des Stromkreises nach.] [L1 nickt] L1: Und teilt sich der immer in die Hälfte der Strom? S3: Ja. L1: Immer in die Hälfte bei jeder Kreuzung? S3: An der Stelle teilt er sich [zeigt] L1[nickend]: An der Stelle teilt er sich, weil-. Aha. Und was is wenn ich da a dritte dran häng noch? S3: Wo? L1: Daneben gleich, wieder parallel. S3: Da her? [zeigt auf Kreuzung bei parallel geschalteten Lampen.] L1: Na, nur parallel. S3: #NameS1#, zeichne du das ein. L1 [lacht]: #NameS1# bitte [S1 zeichnet ein Lämpchen in Serie zu einem der parallel geschalteten Lämpchen] L1: Na, nicht da, das wäre dann eine Parallel-Serien-Schaltung. [S1 lässt Hand auf Tisch fallen und blickt enttäuscht] S1: Wo? L1: Was wo? S1[den Kugelschreiber hin und her schüttelnd]: Sag's mir, ah zeig's- L1: (Nein. Mach eine Linie jetzt) parallel, bitte. S1: (Das check ich jetzt nicht.) L1: Noch eine Parallelschaltung. S2 [hat Bau seiner Schaltung beendet]: (Ja gut das is eine Serien-Parallelschaltung.) [S1 Setzt zum Zeichnen an] L1 [zu S1]: Nein, das wär ja dann-
00:30	dass nur die Drittklassler den Sechstklasslern erklären, was sie so gemacht und gelernt haben [S2 lächelt L1 an, S3 schaut S2 ernst an], ja einmal kurz wiederholen	03:40	S2: Und wenn man eine Lampe raus schraubt, geht's nicht-, gar nichts mehr. L1: Gar nichts mehr. Kannst mir das mal zeigen? [blickt auf Stromkreis zu S3, der versucht Lämpchen herauszudrehen, was nicht gelingt, woraufhin S2 ein anderes herausdreht] S2: (...) L1: Aah!
00:40	und dann gibt es noch einmal einen Fragebogen oder zwei Fragebögen [Verwunderung auf Seiten der Sechstklassler] für beide	03:50	S2: Und wenn man eine Lampe raus schraubt, geht's nicht-, gar nichts mehr. L1: Gar nichts mehr. Kannst mir das mal zeigen? [blickt auf Stromkreis zu S3, der versucht Lämpchen herauszudrehen, was nicht gelingt, woraufhin S2 ein anderes herausdreht] S2: (...) L1: Aah!
00:50	ja. L1: (...) PM: (...) erklärt es den Sechstklasslern (...).	04:00	S2: Und wenn man eine Lampe raus schraubt, geht's nicht-, gar nichts mehr. L1: Gar nichts mehr. Kannst mir das mal zeigen? [blickt auf Stromkreis zu S3, der versucht Lämpchen herauszudrehen, was nicht gelingt, woraufhin S2 ein anderes herausdreht] S2: (...) L1: Aah!
01:00	L1: Also fangt einmal an. Erklärt mir mal das Prinzip einer Serienschaltung und baut mir eine. S2: Wer? L1: Ihr alle.	04:10	S2: Und wenn man eine Lampe raus schraubt, geht's nicht-, gar nichts mehr. L1: Gar nichts mehr. Kannst mir das mal zeigen? [blickt auf Stromkreis zu S3, der versucht Lämpchen herauszudrehen, was nicht gelingt, woraufhin S2 ein anderes herausdreht] S2: (...) L1: Aah!
01:10	S2: (...) Batterie, bitte. S3: Ja. L1: (...) Batterie. [holt Batterie]	04:20	S2: Und wenn man eine Lampe raus schraubt, geht's nicht-, gar nichts mehr. L1: Gar nichts mehr. Kannst mir das mal zeigen? [blickt auf Stromkreis zu S3, der versucht Lämpchen herauszudrehen, was nicht gelingt, woraufhin S2 ein anderes herausdreht] S2: (...) L1: Aah!
01:20	L1: Also ich bin jetzt ein Erstklässler und ich kenn mich überhaupt nicht aus. S2: Was ist das? L1: Eine Serienschaltung S2: Wer soll's bauen? L1: Bitte? S2: Wer soll's bauen? S3: Wir alle. L1: Macht irgendwie, woher soll ich wissen, wer der Lehrer ist. S2 zu S1: Du erklärst, ich bau. L1 [gleichzeitig]: Einer kann zeichnen, einer kann bauen, einer kann erklären.	04:30	S2: Und wenn man eine Lampe raus schraubt, geht's nicht-, gar nichts mehr. L1: Gar nichts mehr. Kannst mir das mal zeigen? [blickt auf Stromkreis zu S3, der versucht Lämpchen herauszudrehen, was nicht gelingt, woraufhin S2 ein anderes herausdreht] S2: (...) L1: Aah!
01:30	[S2 zieht S1 Papier weg] S1, S2: Ich zeichne. [S1 zieht Papier wieder zurück] S2: Ok, also. L1: Ok [S3 beginnt zu bauen] [S1 beginnt zu zeichnen]	04:30	S2: Und wenn man eine Lampe raus schraubt, geht's nicht-, gar nichts mehr. L1: Gar nichts mehr. Kannst mir das mal zeigen? [blickt auf Stromkreis zu S3, der versucht Lämpchen herauszudrehen, was nicht gelingt, woraufhin S2 ein anderes herausdreht] S2: (...) L1: Aah!
01:40	S2: Jemand muss es zuerst aufzeichnen.) L1: (Jemand muss es zuerst aufzeichnen.) S2: (...) L1: Aha. S2: (...) L1: Was ist das für ein Zeichen? [zeigt in Richtung von S1] Was ist das für ein Zeichen? [zeigt auf von S1 gezeichneten Energiewandler]	04:30	S2: Und wenn man eine Lampe raus schraubt, geht's nicht-, gar nichts mehr. L1: Gar nichts mehr. Kannst mir das mal zeigen? [blickt auf Stromkreis zu S3, der versucht Lämpchen herauszudrehen, was nicht gelingt, woraufhin S2 ein anderes herausdreht] S2: (...) L1: Aah!
02:00 - 02:20	S1: Eine Lampe. L1: Aha (...). Was bedeutet dieser Strich hier? [S2 greift zu Angabeblatt mit Schaltsymbolen und dreht es so, dass L1 es sehen kann; lächelt dabei; S3 baut Stromkreis] S1: Batterie	04:30	S2: Und wenn man eine Lampe raus schraubt, geht's nicht-, gar nichts mehr. L1: Gar nichts mehr. Kannst mir das mal zeigen? [blickt auf Stromkreis zu S3, der versucht Lämpchen herauszudrehen, was nicht gelingt, woraufhin S2 ein anderes herausdreht] S2: (...) L1: Aah!

- S3: Da her? [zeigt auf anderen Zweig]
L1 [zu S1]: Nein, du musst noch eine Sp-, einen Draht musst auch noch dazuziehen. [macht Bewegung mit Finger am Tisch]
S3: Ich glaub ich weiß es. [Nimmt Stift von S1, zeigt auf Leiterstück in Serie zur Batterie und sagt, während er mit dem Stift deutet:] Da so noch ein Viereck rein?
04:40 L1: Nein, beim Viereck noch ein (Eck dazu).
S3: Aah. So? [zeichnet "kurzgeschlossenes Lämpchen"] ein.
[S1 lacht]
04:50 L1 [schaut 2 Sekunden lang auf die Schaltung; S3 lacht]: Ja, theoretisch geht's auch. [bestätigt falsche Antwort, nickt und dreht Kopf] [schaut gleich wieder weg auf die von S2 gebaute Schaltung] Ah.
05:00 L1: Ah. Was ist das? [zeigt auf Schaltung von S2, der 2 Lämpchen parallel, eines in Serie zur Batterie geschaltet hat]
S2: Eine Parallelschaltung.
L1: Nur die Parallelschaltung ist das?
S2: Und eine Serienschaltung
L1 [übertrieben begeistert]: Und eine Serienschaltung. [sofort wieder ernst:] Ich wollt aber nur eine Parallelschaltung. [lächelnd mit kurzem Blick auf S3].
05:10 S3: Ähm, ja. [zeichnet mit Stift in der Luft Schaltplan nach und betrachtet diesen skeptisch, legt dann Stift weg, S2 baut Parallelschaltung; L1 nickend Parallelschaltung betrachtend]
05:20 L1 [schaut auf Parallelschaltung]: Mhm. [S2 hebt Lämpchen an] Ja
S2: Ja.
L1 [hebt Daumen]: Ja.
05:30 [S3 nimmt wieder Platz]
[S1 betrachtet Schaltbild, L1 wendet sich ihr zu, S1 nimmt Stift und korrigiert Schaltbild]
L1 [auf Schaltbild zeigend, während S1 es zeichnet]: Ja, so hab ich es gemeint. [L1 lächelt] Ok und jetzt
05:40 aso ich kenn mich ja nicht aus. Was ist wenn
S3 [das Schaltbild betrachtend]: Aaah, jetzt komm ich erst mit. Ok, ja.
L1: Also, wenn drei (...). Aber warum leuchten die immer gleich stark wenn mehrere Lampen sind?
05:50 S3 [zeigt mit Händen]: Na, der Strom teilt sich auf und dort kommt dann zu allen gleich viel.
S2: Du musst das so vorstellen,
06:00 der Strom ist intelligent [lacht; S1 und S3 lachen, L1 lächelt].
L1: Der Strom ist intelligent? Ok.
S2: Der weiß alles.
L1: Der weiß immer alles. Wieso?
[S2 nimmt Stift und zeichnet "Stromlinien" in Schaltbild]
06:10 L1 [schaut S2 beim Zeichnen genau zu auch S1 und S3 schauen zu]:
Aha. Da geht der nach links zuerst, ok. Der geht da durch. Aha
06:20 da geht er durch. Ja dann leuchten aber (...)
S2: Ja
L1 [S2 beim Zeichnen genau zuschauend]: Und jetzt geht der Strom, aha, sehr gut, aha [S3 steht auf um genauer zuschauen zu können]
ja, ok, aha. Aaah!
06:30 S2: Die leuchten alle gleich stark
06:40 L1: Das heißt da ist- [zeigt]
S2: Überall (leuchtet) eins.
L1 [zeigt]: da ist es dann am stärksten, wo ich drei Linien durchgehen (hab).
S2: Ja, da wäre es am stärksten- [zeichnet Lämpchen in Serie zur Batterie, wo L1 hingezeigt hat]
06:50 L1: Da wäre es am stärksten.
S2: und bei den anderen wärs weniger.
S3 [gleichzeitig]: Da wärs mehr, ja.
L1: Wenn ich da jetzt (ein Lämpchen reingeb), würde es am stärksten leuchten.
S3 [gleichzeitig]: (...)
S2 [nickend]: (...)
L1: Aaaaah! Aah! Das heißt der Strom [zeigt] teilt sich nicht immer in die Hälfte?
S2 [schüttelt Kopf]: Nein.
07:00 L1 [nickt]: Gut.
S2 [nimmt Stift]: Und [zeichnet Schaltplan] es gibt auch einen Widerstand.
L1: Ah, einen Widerstand gibts auch noch? [lächelt und blickt dabei kurz zu S1 [S1 lächelt].
[S2 zeichnet zuerst Energiewandler in Schaltplan ein, dann einen Widerstand]
07:10 L1 [während S2 den Widerstand zeichnet]: viereckiges Kastl.
[S1 und S3 schauen S2 genau beim Zeichnen zu].
07:20 S2: Und (...) [wendet sich halb fragend zu S3]
S3: Ja. [sich abwendend]
S2 [zu S3 gewendet]: es is egal ob (...) der Widerstand.
S3 [von S2 etwas abgewandt auf gebauten Stromkreis blickend]: Ja [nickend]
L1: Es is egal wo der Widerstand ist? [nickend]
07:30 S3 [nickend]: Ja.
[S2 nickt]
S1: Es geht nicht mehr so viel durch
- L1: Also (...)
S1: Es kann nicht mehr so viel (...).
S2: (...) [macht Kreisbewegung mit Kugelschreiber über Blatt]
S3 [gleichzeitig]: Es kommt einfach weniger (...)
L1 [gleichzeitig]: Es geht nicht mehr so viel durch [nickt] Und da [zeigt auf Schaltskizze] ist es wurscht ob das jetzt vorne-. Muss die nicht stärker leuchten
S1: Nein.
S2: Nein, weil-
L1: als wenn hier [zeigt] eine wär.
S2: da (kommt nicht so viel) Strom durch [macht Kreisbewegung mit Stift über Schaltskizze] (und darum leuchten die) Lampen schwächer und (...)
L1: (wenn der nicht da is)
S2: und wenn der Widerstand weg wär [macht eine durchstreichende Bewegung mit dem Stift über dem Widerstand] würden die Lampen stärker leuchten.
L1: Ähå. [nickt]
S2: Und sonst leuchten sie schwächer, weil das musst da so vorstellen, du hast ein Wasserrohr
L1: Wasserrohr-
S2: und das [zeigt mit den Fingern] und es wird enger.
L1: Ok. Da kann schon mal vorne auch nicht mehr so viel rein, wies hinten abfließt [zeigt mit der Hand].
[S2 und S3 nicken]
S2: Ja
08:10 L1: Ich denk das hab ich euch ein bisserl schlecht erklärt. Weil wenn du jetzt einen Schlauch aufdreht, einen Wasserschlauch, und du machst den vorne ein Stück zu [zeigt mit den Händen], dann wird schon beim Wasserschlauch wo das Wasser reinkommt in den Schlauch [zeigt mit den Händen], kann schon nicht so viel rein, es staut sich, das heißt es wird langsamer oder es geht weniger. Also es wird langsamer, also es wird langsamer [S1, S2 und S3 nicken ernst] und deswegen ist es dann so stark
08:20 und vorne geht dann nur weniger und deswegen ist es dort nicht so stark. Das heißt es ist wurscht ob's langsamer bis (zu ...) kommt. Es wird schwächer (ob's jetzt vorne ist oder hinten).
[S2 und S3 nicken]
Ok.
S2: (...) [zu S1]: Du musst uns auch noch was erklären.
L1 [zu S1]: Bitte.
S1: Äh. Es gibt ja nix mehr.
L1: Doch eins gibt's noch. [S2 beginnt einen Schaltplan zu zeichnen.] Was ist jetzt eigentlich, wenn man einen Widerstand in eine Parallelschaltung hineingibt?
S1 [mit Blick auf ihren Angabezettel mit Notizen]: Dann sind die zwei nicht voneinander abhängig.
L1: Aha. [S3 lächelt mit Blick auf Angabezettel von S1, L1 schaut kurz auf Skizze von S2, der zeichnet]
S1: Der-
L1: Was bedeutet das?
S1: erste
09:00 [leiser werdend mit Blick auf Zettel gebannt] ist gleich stark-. Nein [L1 bemerkt das Ablesen von S1 und legt seine Hand mit Schwung auf den Angabezettel.] [S1 lacht, L1 lächelt sie an, dreht den Angabezettel um und legt ihn beiseite]
L1 [zu S1]: Er [S2] hat's dir eh schön aufgezeichnet.
S1: Wie heißt dieses Dacherl?
L1: Ohm.
S1: Ohm?
[L1 nickt]
09:20 [S2 beginnt das Symbol vorzuzeichnen]
L1: Das zeichnet man so. [zeichnet Symbol] So und da ist ein Ring. Na is schiach. [zeichnet es noch einmal]
S2: (...)
S1: (...) [S2 lacht]
L1: Ja, ist eh egal. Ich wollt's euch nur zeigen. Aber ich kenn mich eh nicht aus, also lass mas. Also was ist da jetzt?
S1: Der Strom (...) also bei dem hier [zeigt mit Stift auf Schaltbild]
L1: Welcher Strom?
S1: Der ist größer als da [zeigt mit Stift zuerst auf den ersten, dann auf den zweiten Zweig der Parallelschaltung]
L1: Warum?
S1: In dem [erster Zweig] ist es größer- warte [S1 schaut genau hin] kleiner
L1: Kleiner
S1: Und dort ist er (größer)
L1: Okeeee.
L1: Das können wir nicht sehen.
[S1 und S2 lachen erstaunt, S1 blickt mit großen Augen auf Schaltbild]
[S2 und S3 sprechen leise miteinander] [S2 zeigt auf Schaltskizze in der Angabe, S3 lächelt, auch L1 blickt auf Schaltskizze]
L1: (...)
[S2 verdeckt Angabe mit seiner Handfläche und nimmt dann das Blatt weg]

10:20	S1: Hmm. Jetzt weiß ich's nicht. L1: Weißt es nicht? S1: Und wenn der jetzt ganz (...) [zeigt mit Stift hin] is. Wenn er statt 10 Ohm jetzt 15 Ohm is, (fließt dann da-) [macht Kreisbewegung über ersten Kreis in Schaltbild] S3: (...) ?		S5: Ok. L2: Der Unterschied zwischen Serien und Parallelschaltung. Ja ok [dreht Angabezettel um] Also gibt's irgendwelche Fragen dazu? S6: Na ich hab keine. S5: Nein.
10:30	S1: Kleiner. L1: Wenn der von 10 auf 15 geht? S1: Ja. L1: Dann is er kleiner. Der. Genau. Lx: #NameL1# (...)	01:00	L2: Alles verstanden? Passt alles? Ok. Ja dann machen wir dann mal ein paar Beispiele. Ähm #S6# Serienschaltung haben wir eh grad gehabt. [L2 baut Parallelschaltung auseinander] Wollt ihr es vielleicht machen? S5: Ja, bitte! [greift zu Lämpchen] Also wie- [S6 greift zu Lämpchen; S4 steht auf] S6: (...)
10:40	L1 [zu Lx]: Das kann aber nicht dein Ernst sein oder? Kriegen wir noch Hausaufgabe? [S2 zeichnet.] L1: (Ja, hm, Englisch.) Ok.	01:10	01:20(...) weil er hat das angeschlossen und die haben das dann so angeschlossen [hat Kabel mit Krokodilklemmen in den Händen und steckt beides zusammen, S4 schaut über S6 auf seine Hände] S4: (...)
10:50	S1: Das R1, ist halt kleiner. [L1 nickt]	01:30	S6: Ja, es (...) [S5 schließt Lämpchen an einer Seite an] L2: Ja und jetzt einfach drauf stecken.
11:00	S1: Und hier- L1: (...) [zieht Zettel zu sich]. Da teilt sich der Strom [zeigt auf Knoten]. Weil es muss (...immer gleich viel durchfließen).	01:40	S6 [schließt den Stromkreis]: (...) auch gleich mehrere machen. L2: Ja, mach mehrere, na eh zwei. Die hängen wir mal an. Ist eh die Aufgabe zwei gell, die ihr da macht. [schaut und deutet auf Angabezettel] [S4 schaut auf Angabezettel] [S6 schaltet weiteres Lämpchen in Serie in den Stromkreis]
11:10	Weil da jetzt ur viel Widerstand ist [zeigt auf ersten Kreis], kann er da nicht so viel reinhauen, Strom, aber hier wird er trotzdem nicht mehr kleiner [zeigt auf zweiten Kreis], weil	01:50	S5 [nimmt sich Kabel und betrachtet es]: Was ist das da [hat Krokodilklemme zwischen ihren Fingern] L2: Hm? [genauer hinsehend] Aso. [S5 hantiert mit Krokodilklemme] [S4 nimmt sich weißes Kabel]
11:20	da kann er noch immer gleich viel, ähm, weil er ja noch immer 10 Ohm ist. [S1 nickt] Hier kommt viel weniger durch und hier kommt mehr durch. S1: Mhm. L1: Das heißt	02:00	S6 [hat ein gelbes Kabel an Lämpchen angeschlossen und nimmt sich weißes Kabel wieder von S4]: Aso machen wir jetzt parallel? ich dachte, das ist eine Serien-. L2: Nein, wir ma-, nein, wir machen eh in Serie. [L2 löst ein Kabel von erstem Lämpchen] [S6 hebt enttäuscht die Hand und lässt sie auf Tisch fallen, weil L2 Stromkreis öffnet, nimmt daraufhin aber auch anderes Kabel von diesem ab]
11:30	da geht quasi mehr Strom geht rein (auf dem Weg) und da [zeigt auf ersten Kreis] kommt ja nicht so viel, weil's so eng ist. [S1 nickt] (...) Ihr wisst auf jeden Fall, dass, dass nicht	02:10	L2: Passt, schließ einfach an, so geht schon. [zu zweit schalten sie die Lämpchen in Serie] [S4 versucht sich am Bau zu beteiligen, was ihm nicht gelingt, da S6 und L2 ihre Hände am Stromkreis haben] S5 [beschäftigt sich nach wie vor mit der Krokodilklemme des Kabels und blickt nur auf dieses, blickt schließlich auf]: Das bring ich nicht rein. [drückt S6 Kabel und Krokodilklemme in die Hand] S6: (brauchst eh nicht...)
11:40	voeinander abhängt. Wenn man da noch an dritten hinmachen würde, würd's dann hier immer kleiner werden am Anfang. Also [kneift Augen zusammen] I wird sich immer	02:20	L2: So (...) a Serienschaltung. S5: Leuchten alle gleich [S4 nimmt Kabel von S6] L2: Da schon ja S6 [lachend]: (...) L2: Also die Lampen die wären eigentlich wie Widerstände in diesem Stromkreis.
11:50	verkleinern, weil diese 50 Ohm haben natürlich auf den Kreislauf einen Einfluss [zeigt] und zwei haben auf den einen Einfluss [S1 nickt], das heißt		Kurz, wenn du mehrere anschließt, werden sie eigentlich immer dunkler. Ok, die Helligkeit wird bei (...) nicht aus, schließen wir, ääh nichts aus, ääh, schließen wir mal eine dritte an.
12:00	I ist immer beeinflusst [zeigt Leiter links und rechts von Spannungsquelle] vor der Stromquelle und nach der Stromquelle {nennt es Stromquelle --> wichtig im Mentoring Begriffe zu klären!} und wo der Strom wieder zusammenfließt [zeigt mit Händen], zählen wieder beide,	02:30	L2: S5 und S6 schließen drittes Lämpchen in Serie in Stromkreis, S4 versucht Krokoklemme am Kabel anzubringen] [S4 legt Kabel auf Angabezettel]
12:10	wo er sich teilt [zeigt mit Händen] zählt wieder, (quasi) wo er sich geteilt hat. Schau, wenn jetzt hier [zeichnet dritten Widerstand parallel Schaltung] noch was wär.	02:40	L2: So und jetzt wird das Licht immer dunkler. Je mehr Lampen man anschließt umso [deutet mit Händen] weniger hell wird's. S5: Und wieso? L2: Weil die Widerstände eben-. Es wirken die Widerstände. Und nehmen den Strom weg [macht Viertelbewegung mit der rechten Hand über Stromkreis] und darum wird's weniger. Je mehr Widerstände, umso weniger-
12:20	L1: Hoffentlich fällt ma das in dem Fall ein. Wenn wir jetzt noch einen Widerstand haben, äähm, würd der auch-	02:50	[S5 nimmt sich von S4 abgelegtes Kabel] L2: Stromstärke. S5: Also können wir noch eine Lampe anhängen (...) S6: Also zum Beispiel wenn man- L2: Hm? S6 [liest von Angabeblatt]: Vertausche die Anschlüsse bei der Batterie. Ja- L2: Aso
12:30	hmm [fährt mit Stift Schaltplan nach] S1: Das heißt, wenn man dann (...), das wär dann sechzig Ohm[zeigt]? L1 [zu S1]: Das darfst jetzt nicht so addieren. S1: Aso		ja, ändert sich eigentlich nix. S6: Ja, das ist ja jetzt nicht klar. L2 [vertauscht Anschlüsse bei der Batterie]: Ja, es, äähm, es ändert sich ja nur die Richtung. S6: Ja aber das- L2: Ja. Es bleibt- [S6 nimmt Stift] S5: Passt den schalten wir auch noch rein. [nimmt Kabel und führt es zu einem Pol der Batterie] L2: Dann machst-. Wo willst das drangeben?
12:40	L1: Das ist ein bissi anders. Das lassen wir mal, das steht da nicht, dass ich euch das erklären soll. Auf jeden Fall, der verändert sich, der wird kleiner [L1 zeigt in Schaltplan neben Batterie] [S1 nickt] umso mehr Widerstände (...), wird der kleiner.	03:00	
12:50	PM: So, meine Lieben. Ich würde gerne jetzt die Experimente einstellen.	03:10	
13:00	(...) Batterien abhängen bitte. [S2 zerlegt Stromkreis] 13:10 PM: Schschschsch. Es geht jetzt darum, dass ihr bitte mir noch einmal einen Fragebogen ausfüllt, ja. [L1 kichert]		
13:20	Den Fragebogen füllen jetzt [...]		
Gruppe 2 – Video 1			
00:00	[Stromkreis mit heraus geschraubtem Lämpchen wurde aufgebaut] L2: (...) Stromkreis unterbrochen. Da geht kein Strom rein [zeigt mit Finger Stromkreis entlang zweimal im Kreis] So [schraubt Lämpchen wieder in die Fassung] das ist bei der Serienschaltung. [S6 nimmt Stift] Und bei der Parallelschaltung ist das eben so, dass an dem einen		
00:10	Stromkreis [baut Stromkreis so um, dass nur ein Lämpchen in Serie zur Batterie geschaltet ist] (...) noch ein zweites hinzu angeschlossen ist und zwar dahinter also hier zum Beispiel [deutet mit den beiden Händen links und rechts vom Lämpchen; nimmt Kabel].		
00:20	[schließt weiteres Lämpchen parallel in den Stromkreis; S4, S5 und S6 beobachten] S4 [zu S6]: (...) Kabel.	03:20	
00:30	[S4 lächelt, S6 lacht] L2: So und jetzt das ist der Unterschied zwischen Serien und Parallelschaltung, dass das- [schraubt eines der parallel geschalteten Lämpchen aus der Fassung] S6: Beide bleiben doch gleich. Gleich hell bleiben die.		
00:40	L2: Jaja, die bleiben gleich hell. Das ist eben auch ein Unterschied [schraubt Lämpchen wieder in die Fassung] zur Serienschaltung S4: Die werden nicht schwächer. L2: Verstehst du's?	03:30	

	<p>[S5 stellt mit dem Kabel eine weitere Verbindung von der Batterie zum ersten Lämpchen in Serie her] L2: Na, das, wart einmal, nää. [trennt das Kabel wieder von Batterie und Lämpchen] [S6 notiert etwas am Angabezettel; S4 beobachtet L2] L2: Aah, was man auf keinen Fall machen darf, ist, dass man da jetzt zum Beispiel- S6 [unterbricht Notizen und zeigt auf Stromkreis]: Ja, genau, (...) [schreibt weiter] L2: Ja, genau. Und das</p>		
03:40		05:40	<p>L2: In Serienschaltung [macht Kreis mit Finger, bewegt diesen dabei auch über ersten parallel geschaltetes Lämpchen] und Parallelschaltung [macht Kreis mit Finger über Stromkreis, ebenso über dieses Lämpchen] [S6 kommt dem Vorschlag von S4 nach und schließt zweites parallel geschaltetes Lämpchen nun parallel zu bisher in Serie geschalteten] S5: Wieso ist danach auf einmal keiner? S6: (...) L2: Da habt ihr's, ja.</p>
03:50	<p>[trennt an Batterie angeschlossenes Kabel von einem Lämpchen der Serienschaltung und hält es in die Nähe des anderen Pols] also und dann da anschließen [S6 blickt auf schaut auf Stromkreis und stellt schreiben ein; S5 schaut L2 ins Gesicht]. Da entsteht ein Kurzschluss [L2 stellt Serienschaltung wieder her] und dann kann es zum Kabelbrand beziehungsweise es kann passieren im schlimmsten Fall, dass die Batterie</p>	05:50	
04:00	<p>[leiser] explodiert. S5 [mit einem Lächeln im Gesicht]: Explodiert? L2: Ja. S5: Machen wir das noch? L2: Ja,- S6: Soll ich zuhause ausprobieren oder? L2: würd ich vielleicht nicht unbedingt machen. Na ok, wenn du's machen willst. S6: Ja eh, mein Vater</p>	06:00	<p>S5: (...) L2: Serienschaltung, Parallelschaltung [auf nun symmetrisch zur ersten Schaltung aufgebaute Schaltung zeigend]. Wirkt wie ein Widerstand [zeigt auf in Serie zur Batterie geschaltetes Lämpchen; Antwort auf Frage von S5]. Das ist ja ein Widerstand eigentlich [kopfschüttelnd, nickend]. Ok, dann gehen wir zum nächsten Beispiel. Jetzt machen wir eine Parallelschaltung mit zwei Lämpchen. [S5 löst und verbindet in Serie geschaltetes Lämpchen immer wieder vom Stromkreis] Wollt ihr's wieder machen? S5: Ja, geht schon, zwei Lämpchen. [L2 trennt Stromkreis auf] (... ganz normal) [Isolierung löst sich von Krokodilklemme] S5: (Tschuldigung) [L2 lacht] S6: Das schießt immer weg. Wie kannst du das #S5#? [S6 schließt ein Lämpchen in Serie und beginnt mit Parallelschaltung] L2: Von mir aus können wir auch drei Lampen machen. [Schaut in Angabe] Aso, na das kommt eh nachher. Na. S6: Ah, wir haben nur zu wenig Kabel. [Für diese Schaltung wären ausreichend vorhanden.] L2: Ja ich hol euch schnell S6: Ah stimmt mit dem Schraubenzieher funktioniert es [S4 nimmt Schraubenzieher in die Hand] L2: Ja, aber ich glaub die haben da drüben eh auch Kabel. [L2 dreht sich um] S6: Ah # S5# hat eins. S5: Ja. L2: #S5# hat ein Kabel? [S6 nimmt S4 Schraubenzieher aus der Hand.] S4: Ja jetzt brauchen wir den Schraubenzieher. L2: Ja ihr habt es da falsch angeschlossen. (S haben alles richtig gemacht) S4: Da anschließen. [zeigt] L2: Das müsstest jetzt [nimmt S Kabel aus der Hand] L2 [baut fertig]: Eine Parallelschaltung. Helligkeitsunterschied S5: Nein. L2: Sehts keinen. L2 [zu PM]: Dürf ma noch ein. L2: (...) [fasst Kabel an] [zu S:] Kabel nehm uns noch, ok? PM: Mhm. L2 [als PM schon weg ist]: Danke [S6 schließt Lampe mit einem Kabel an erstes parallel geschaltetes Lämpchen an.] S5 [blickt hin]: Ja aber wie das denn mit dem komischen- S6: Schraubenzieher haben wir schon vorher gemacht. S5: Ja- S4: Du musst es nur so [zeigt] L2: Ach das geht. Du verbindest es einfach. Ja aber es is halt, muss man, da halten wir kurz her. [PM bringt Kabel] L2: Danke S6: Tu's auch gleichzeitig mit den verbinden [S versuchen Lämpchen nach wie vor mit Schraubenzieher zu verbinden] S5: Warum mit dem? S6: (...) [L2 nimmt Lämpchen weg und schließt es parallel in den Stromkreis] L2: So. Also es gibt keinen Unterschied von der Helligkeit her. S5: Nein. PM: Na gibt es einen oder nicht? S5: Nein. L2: Nein, es gibt keinen. PM: Na redet er euch das ein oder? L2: Es ist- S6 [klopft mit Schraubenzieher auf Arm]: Na, das haben wir auch schon vorher gemacht. S5: Echt? S6: Ja, (...) PM: #L2# lass sie auch bauen!</p>
04:10	<p>hat so eine Greifzange, wo man noch von zwei Meter Entfernung, so ein Ding, L2: Aso ja ok, dann, S6: so ein Eisen so (...) [zeigt] L2: Bei der Autobatterie [macht zischendes Geräusch und Geste]. Ääähm 04:20 ah, was passiert wenn man ein Lämpchen raus schraubt, hab ich euch eh gezeigt [S4 und S6 machen sich Notizen, S5 blickt auf ihre Hände]. [L2 schraubt Lämpchen aus der Serienschaltung] Licht is aus [öffnet Arme mit Lämpchen in der Hand] Stromkreis unterbrochen [schraubt Lämpchen wieder in die Fassung]. [Schraubt weiteres Lämpchen aus der Fassung] Ja da is a auch aus. Egal welche Lampe du raus schraubst es is Licht aus. S5 [S4 und S6 bei der Mitschrift beobachtend]: Müssten wir da was dazuschreiben? L2: Braucht ihr, glaub ich, nicht.</p>	06:10	
04:30	<p>Es geht eigentlich hauptsächlich darum, ob ihr es verstanden habt. [S6 blickt L2 an und beendet das Schreiben] L2: Du kannst was dazuschreiben. S6 [legt Stift weg]: Nein, ist unnötig. [S5 lacht, S4 behält Stift in der Hand] L2: Ihr habt es generell verstanden? S5: Ja</p>	06:20	
04:40	<p>L2: Was eben der Unterschied zwischen Serien- und Parallel ist S6: Die zwei [zeigt auf zwei der drei Lämpchen] können wir ja dann parallel dazu anschließen. S5: Genau! L2: Ok, dann probier's. S5: Das machen wir jetzt. L2: Macht es ruhig. S6 [entfernt eines der drei in Serie geschalteten Lämpchen]: Hat ja da- Stand ja als Beispiel S5: Mit dem Drum da. [S6 schließt zwei Lämpchen in Serie in Stromkreis und setzt falschen Knoten für ein Lämpchen in einem zweiten Zweig.] S5: Nein! S6: Da [zeigt auf Lämpchen und S5 schließt Kabel an] L2: Ja passt eh und jetzt schließ das [L2 bemerkt nicht, dass S5 Knoten falsch gesetzt hat und zeigt] S5: "Fluchwort" S4: Warum liegt der Schraubenzieher eigentlich da? [S5 und S6 verbinden Lämpchen des zweiten Zweiges an der von S2 gezeigten Stelle, es entsteht (unbeabsichtigterweise) ein Stromkreis mit zwei parallel geschalteten Lämpchen und einem in Serie geschalteten Lämpchen, welcher im Laufe des Tutoring erst an späterer Stelle behandelt werden sollte.]</p>	06:30	
04:50	<p>L2 [verblüfft]: Ja, das ist jetzt lustig. Also die leuchtet am hellsten, weil sie den beiden die- die- S5: den Strom wegnimmt. L2: den Strom wegnimmt, genau. Das ist- gut. S6: Jetzt können wir noch tauschen. L2: Weil das hier ist die Serienschaltung, das hier die Parallelschaltung [greift je 2 Lämpchen an]. Jetzt-. Die nimmt denen den Strom weg. [S6 beginnt Anschlüsse an Batterie umzustecken.] L2: Ja ich glaub das ma-. Das macht keinen Unterschied! S6: Wird da nicht die andere heller? L2: Ja, nein, probier's einmal. Nein, es macht keinen Unterschied!</p>	06:40	
05:00		06:50	
05:10		07:00	
05:20		07:10	
		07:20	
		07:30	
		07:40	
		07:50	
		08:00	

08:10	L2: Ja ich hab sie eh vorher bauen lassen. Wenn sie wollen, sollen sie selber bauen. S5: (Und was macht die jetzt da drinnen?) [nimmt Büroklammer und zeigt auf Lämpchen] L2: Was? [S5 lacht und hält Büroklammer zu Anschluss von Lämpchenfassung] L2: Was willst du mit der Büroklammer? S4 [gleichzeitig]: (...) [S6 legt Kopf auf die Arme]				
08:20	L2: Aso die Büroklammer. Die ändert da überhaupt nix dran. Das macht keinen Unterschied. S6 [spöttisch]: Was macht die (...). [S5 nimmt Schraubenzieher]	10:20	S4: Dazwischen a Metall, a Büroklammer rein geben, dann leuchtet das nicht wegen dem Widerstand. [S5 hat Serienschaltung fertig gestellt] S6: (...) S4: (...)		
08:30	S6 [spöttisch, auf Kugelschreiber, der auf dem Tisch liegt klopfend]: Was passiert da, was passiert wenn ich de- S5: Was is, wenn ich die Schraube da runter geb? [Berührt mit dem Schraubenzieher eine Schraube an der Lämpchenfassung] L2: Ja dann, S4: dann is aus. L2: dann is aus. S6 [gleichzeitig]: dann is aus. L2: Weils nicht mehr verbunden ist mit der Lampe.	10:30	L2: Genau, das passt. Das ist richtig. Das war's eigentlich. [S6 trennt Kabel aus Stromkreis und befestigt Krokodilklemme auf Schraubenzieher] L2: Ok und warum leuchten die jetzt weniger hell? [S6 schließt Stromkreis über Schraubenzieher.] insgesamt? S5: Weil [überlegt] der Strom gleichmäßig ist aber so wenig Strom dass dazu fließt- L2: Genau, weil alle Lampen an Widerstand haben. Sie nehmen sich gegenseitig sozusagen den Strom weg, kann man sagen. Ok, gut, dann machen wir eine, eine Serienschaltung und zu einer dieser Lampen eine Parallelschaltung. S5: Ich? L2: Ja.	10:40	
08:40	L2 [während S5 mit dem Schraubenzieher an der Schraube der Lampenfassung herumdreht]: Ok, jetzt ist einmal die Frage. Ihr habt jetzt immer alles verstanden, alles ist euch klar, also [leiser werdend, schaut auf Angabezettel]. Die Helligkeit der Lampen. Ok, das waren jetzt einmal	10:50	S6 [gibt Schraubenzieher mit Kabel aus der Hand]: Na dann mach du S4: Serienschaltung und eine zweite parallel. [S5 trennt ein Lämpchen aus der Serienschaltung, schaltet zwei Lämpchen in Serie] S4: So und jetzt- L2: Und jetzt machst noch, machst noch eine Parallelschaltung. S4: Leuchten die gleich hell? S6: Ja [S5 schließt drittes Lämpchen parallel zu einem der beiden.] L2: Ja, jetzt haben wir wieder dasselbe Phänomen wie ganz vorher. Die [zeigt auf Lämpchen in Serie] nimmt denen [zeigt auf parallel geschaltete Lämpchen] den Strom weg. [S6 will eines der parallel geschalteten Lämpchen herausdrehen] Deswegen leuchten die anderen weniger. Die leuchtet am hellsten [zeigt auf Lämpchen in Serie], weil die am nächsten bei der Batterie ist [nimmt Batterie und Lämpchen in Serie in die Hand]. S6 [nimmt Kabel eines der parallel zueinander geschalteten Lämpchen]: Aber ist es dann auch noch, wenn wir das andere da anschließen? [schließt dieses Lämpchen parallel zu den zwei nun in Serie geschalteten Lämpchen] L2 [leise]: Sehr gut. S5 [lächelnd mit Schraubenzieher auf das nun hell leuchtende Lämpchen (das räumlich am weitesten von der Batterie entfernt ist) zeigend]: Aaaaah! S4: Das leuchtet dann am hellsten. Da leuchtet jetzt die am stärksten, ja. S6: Ja! S5: Und wieso? L2: Wieso dunkler nein, äh- S5: Wieso die heller leuchtet. [S5 lacht] S4: Na weil die den andern den Strom wegnimmt. L2: (Weil) die eben auch den Strom wegnimmt, wie die anderen zwei. S5: Ja, aber die sind doch nicht gleich parallel geschalten. S4: Die nimmt von da drüben und von da drüben [zeigt von den beiden Knoten im Stromkreis zum Lämpchen hin]. S6: Na da im Stromkreis kann man es nicht anschließen oder? L2: Was denn? S6: Da kann man's dann doch nicht anschließen? L2: Was willst du da anschließen? S6: Na, wenn es heißt man darf sie auch nicht auf dem Gleichen anschließen und (das ist jetzt dann das Gleiche) oder? [S5 nimmt das Kabel des einzeln parallel geschalteten Lämpchen und schließt es an der von S6 gezeigten Stelle in den Stromkreis.] S4: Da muss wieder- S6: in die beiden gehen. L2: Is wieder das. [überrascht] S4: Wenn du's außen machst, dann ist die [zeigt] ganz hell. S5: Und wieso? [S6 schließt Lämpchen wieder parallel zu anderen zwei Lämpchen an] L2: Wieso die [zeigt] jetzt heller leuchtet? S4 [gleichzeitig]: Weil die mehr Strom wegnimmt. S5: Ja! L2: Ja eben, weil die danach den Strom wegnimmt, weil die äh- S4: Weil die die außen volle hat. S6: Da #S4# sagt's, weil die die außen-	11:00	
08:50	S5 [stellt das Herumschrauben an der Lämpchenfassung ein, legt Schraubenzieher weg und blickt in Kamera]: Aso, wir werden ja gefilmt [lacht]. L2: die wichtigsten Versuche, verstanden S4: Eine Serien-Parallel-Schaltung. [weil S5 eines der parallel geschalteten Lämpchen direkt neben ein anderes gestellt hat, glaubt S4 diese zu erkennen] L2 [nimmt sich Sessel und setzt sich]: Ok, wollt ihr einmal was fragen, irgendwas wo ihr euch nicht auskennt? S5: Nein. L2: Kennt euch überall aus? S6: Ja. L2: Alles klar, ok, passt. So. Ja, ihr müsst es nämlich dann auch den anderen erklären. Also ihr glaubt, ihr könnt es erklären? S5: Nein. [lächelt] S6: Ja, schon. S5: Jaa. [zu S6] S6: Nur die #S5# wird's nicht erklären können. [S5 schlägt S6 auf den Arm, lächelt dabei] L2: Ja. Geht scho. S6 [zu S4, lächelnd]: Warum schlägt sie mich. [S5 schlägt lächelnd mit Ellenbogen auf Ellenbogen von S6.] Das stimmt ja. Wieso glaubst du jetzt Napoleon hat die Inka ausgerottet. S5: Das war Geschichte S6: Ja und? L2: Ok, dann machen wir's noch einmal von ganz von neu.	11:20	S6: Na da im Stromkreis kann man es nicht anschließen oder? L2: Was denn? S6: Da kann man's dann doch nicht anschließen? L2: Was willst du da anschließen? S6: Na, wenn es heißt man darf sie auch nicht auf dem Gleichen anschließen und (das ist jetzt dann das Gleiche) oder? [S5 nimmt das Kabel des einzeln parallel geschalteten Lämpchen und schließt es an der von S6 gezeigten Stelle in den Stromkreis.] S4: Da muss wieder- S6: in die beiden gehen. L2: Is wieder das. [überrascht] S4: Wenn du's außen machst, dann ist die [zeigt] ganz hell. S5: Und wieso? [S6 schließt Lämpchen wieder parallel zu anderen zwei Lämpchen an] L2: Wieso die [zeigt] jetzt heller leuchtet? S4 [gleichzeitig]: Weil die mehr Strom wegnimmt. S5: Ja! L2: Ja eben, weil die danach den Strom wegnimmt, weil die äh- S4: Weil die die außen volle hat. S6: Da #S4# sagt's, weil die die außen-	11:30	
09:00	L2: die wichtigsten Versuche, verstanden S4: Eine Serien-Parallel-Schaltung. [weil S5 eines der parallel geschalteten Lämpchen direkt neben ein anderes gestellt hat, glaubt S4 diese zu erkennen] L2 [nimmt sich Sessel und setzt sich]: Ok, wollt ihr einmal was fragen, irgendwas wo ihr euch nicht auskennt? S5: Nein. L2: Kennt euch überall aus? S6: Ja. L2: Alles klar, ok, passt. So. Ja, ihr müsst es nämlich dann auch den anderen erklären. Also ihr glaubt, ihr könnt es erklären? S5: Nein. [lächelt] S6: Ja, schon. S5: Jaa. [zu S6] S6: Nur die #S5# wird's nicht erklären können. [S5 schlägt S6 auf den Arm, lächelt dabei] L2: Ja. Geht scho. S6 [zu S4, lächelnd]: Warum schlägt sie mich. [S5 schlägt lächelnd mit Ellenbogen auf Ellenbogen von S6.] Das stimmt ja. Wieso glaubst du jetzt Napoleon hat die Inka ausgerottet. S5: Das war Geschichte S6: Ja und? L2: Ok, dann machen wir's noch einmal von ganz von neu.	11:40	S6: Na da im Stromkreis kann man es nicht anschließen oder? L2: Was denn? S6: Da kann man's dann doch nicht anschließen? L2: Was willst du da anschließen? S6: Na, wenn es heißt man darf sie auch nicht auf dem Gleichen anschließen und (das ist jetzt dann das Gleiche) oder? [S5 nimmt das Kabel des einzeln parallel geschalteten Lämpchen und schließt es an der von S6 gezeigten Stelle in den Stromkreis.] S4: Da muss wieder- S6: in die beiden gehen. L2: Is wieder das. [überrascht] S4: Wenn du's außen machst, dann ist die [zeigt] ganz hell. S5: Und wieso? [S6 schließt Lämpchen wieder parallel zu anderen zwei Lämpchen an] L2: Wieso die [zeigt] jetzt heller leuchtet? S4 [gleichzeitig]: Weil die mehr Strom wegnimmt. S5: Ja! L2: Ja eben, weil die danach den Strom wegnimmt, weil die äh- S4: Weil die die außen volle hat. S6: Da #S4# sagt's, weil die die außen-	11:50	
09:10	S5 [nimmt sich Sessel und setzt sich]: Ok, wollt ihr einmal was fragen, irgendwas wo ihr euch nicht auskennt? S5: Nein. L2: Kennt euch überall aus? S6: Ja. L2: Alles klar, ok, passt. So. Ja, ihr müsst es nämlich dann auch den anderen erklären. Also ihr glaubt, ihr könnt es erklären? S5: Nein. [lächelt] S6: Ja, schon. S5: Jaa. [zu S6] S6: Nur die #S5# wird's nicht erklären können. [S5 schlägt S6 auf den Arm, lächelt dabei] L2: Ja. Geht scho. S6 [zu S4, lächelnd]: Warum schlägt sie mich. [S5 schlägt lächelnd mit Ellenbogen auf Ellenbogen von S6.] Das stimmt ja. Wieso glaubst du jetzt Napoleon hat die Inka ausgerottet. S5: Das war Geschichte S6: Ja und? L2: Ok, dann machen wir's noch einmal von ganz von neu.	12:00	S6: Na da im Stromkreis kann man es nicht anschließen oder? L2: Was denn? S6: Da kann man's dann doch nicht anschließen? L2: Was willst du da anschließen? S6: Na, wenn es heißt man darf sie auch nicht auf dem Gleichen anschließen und (das ist jetzt dann das Gleiche) oder? [S5 nimmt das Kabel des einzeln parallel geschalteten Lämpchen und schließt es an der von S6 gezeigten Stelle in den Stromkreis.] S4: Da muss wieder- S6: in die beiden gehen. L2: Is wieder das. [überrascht] S4: Wenn du's außen machst, dann ist die [zeigt] ganz hell. S5: Und wieso? [S6 schließt Lämpchen wieder parallel zu anderen zwei Lämpchen an] L2: Wieso die [zeigt] jetzt heller leuchtet? S4 [gleichzeitig]: Weil die mehr Strom wegnimmt. S5: Ja! L2: Ja eben, weil die danach den Strom wegnimmt, weil die äh- S4: Weil die die außen volle hat. S6: Da #S4# sagt's, weil die die außen-		
09:20	S5 [nimmt sich Sessel und setzt sich]: Ok, wollt ihr einmal was fragen, irgendwas wo ihr euch nicht auskennt? S5: Nein. L2: Kennt euch überall aus? S6: Ja. L2: Alles klar, ok, passt. So. Ja, ihr müsst es nämlich dann auch den anderen erklären. Also ihr glaubt, ihr könnt es erklären? S5: Nein. [lächelt] S6: Ja, schon. S5: Jaa. [zu S6] S6: Nur die #S5# wird's nicht erklären können. [S5 schlägt S6 auf den Arm, lächelt dabei] L2: Ja. Geht scho. S6 [zu S4, lächelnd]: Warum schlägt sie mich. [S5 schlägt lächelnd mit Ellenbogen auf Ellenbogen von S6.] Das stimmt ja. Wieso glaubst du jetzt Napoleon hat die Inka ausgerottet. S5: Das war Geschichte S6: Ja und? L2: Ok, dann machen wir's noch einmal von ganz von neu.	12:20	S6: Na da im Stromkreis kann man es nicht anschließen oder? L2: Was denn? S6: Da kann man's dann doch nicht anschließen? L2: Was willst du da anschließen? S6: Na, wenn es heißt man darf sie auch nicht auf dem Gleichen anschließen und (das ist jetzt dann das Gleiche) oder? [S5 nimmt das Kabel des einzeln parallel geschalteten Lämpchen und schließt es an der von S6 gezeigten Stelle in den Stromkreis.] S4: Da muss wieder- S6: in die beiden gehen. L2: Is wieder das. [überrascht] S4: Wenn du's außen machst, dann ist die [zeigt] ganz hell. S5: Und wieso? [S6 schließt Lämpchen wieder parallel zu anderen zwei Lämpchen an] L2: Wieso die [zeigt] jetzt heller leuchtet? S4 [gleichzeitig]: Weil die mehr Strom wegnimmt. S5: Ja! L2: Ja eben, weil die danach den Strom wegnimmt, weil die äh- S4: Weil die die außen volle hat. S6: Da #S4# sagt's, weil die die außen-		
09:30	S4 [zu S6]: (...) S6 [zu S4]: Hm? S4 [zu S6]: Hoffentlich ist die Kamera nicht an. [schaut in Kamera] L2: Machen wir jetzt noch, ja oder nein? [zerlegt Schaltung] S6: Napoleon hat die Inka ausgerottet, das war was Geiles. L2: #S5# S5: Ja. L2: Du nimmst dir da die drei Lampen und dann machst mir eine Serienschaltung S4: (...) S5: Eine Serien was? L2: Eine Serienschaltung S5: Aso. L2: Einfach nur dran mit drei Lampen. S4: (...) [S5 beginnt zu bauen] S6: Ja und sie glaubt [...]	12:30	S6: Na da im Stromkreis kann man es nicht anschließen oder? L2: Was denn? S6: Da kann man's dann doch nicht anschließen? L2: Was willst du da anschließen? S6: Na, wenn es heißt man darf sie auch nicht auf dem Gleichen anschließen und (das ist jetzt dann das Gleiche) oder? [S5 nimmt das Kabel des einzeln parallel geschalteten Lämpchen und schließt es an der von S6 gezeigten Stelle in den Stromkreis.] S4: Da muss wieder- S6: in die beiden gehen. L2: Is wieder das. [überrascht] S4: Wenn du's außen machst, dann ist die [zeigt] ganz hell. S5: Und wieso? [S6 schließt Lämpchen wieder parallel zu anderen zwei Lämpchen an] L2: Wieso die [zeigt] jetzt heller leuchtet? S4 [gleichzeitig]: Weil die mehr Strom wegnimmt. S5: Ja! L2: Ja eben, weil die danach den Strom wegnimmt, weil die äh- S4: Weil die die außen volle hat. S6: Da #S4# sagt's, weil die die außen-		
09:40	[...] , hat sie auch gesagt. [machen sich über S5 lustig, sprechen über Geschichte.] S5: Nein, das hab ich nicht gesagt. S6: Nein, aber würdest du sagen. S5: Nein, würd ich nicht sagen. So dumm bin ich auch wieder nicht. [S4 und S6 lachen] S4: Naja. S6: Naja, sogar der #S4# sagt schon naja. [L2 kümmert sich nicht darum] [S5 baut Schaltung weiter] S6: Bababababap S4: Wir könnten's eigentlich ohne Lampen schalten. S6: Ohne Lampen? Ja, dann wär's sehr interessant. Können wir schauen-	12:40	S6: Na da im Stromkreis kann man es nicht anschließen oder? L2: Was denn? S6: Da kann man's dann doch nicht anschließen? L2: Was willst du da anschließen? S6: Na, wenn es heißt man darf sie auch nicht auf dem Gleichen anschließen und (das ist jetzt dann das Gleiche) oder? [S5 nimmt das Kabel des einzeln parallel geschalteten Lämpchen und schließt es an der von S6 gezeigten Stelle in den Stromkreis.] S4: Da muss wieder- S6: in die beiden gehen. L2: Is wieder das. [überrascht] S4: Wenn du's außen machst, dann ist die [zeigt] ganz hell. S5: Und wieso? [S6 schließt Lämpchen wieder parallel zu anderen zwei Lämpchen an] L2: Wieso die [zeigt] jetzt heller leuchtet? S4 [gleichzeitig]: Weil die mehr Strom wegnimmt. S5: Ja! L2: Ja eben, weil die danach den Strom wegnimmt, weil die äh- S4: Weil die die außen volle hat. S6: Da #S4# sagt's, weil die die außen-		
10:00	S4: Naja, sogar der #S4# sagt schon naja. [L2 kümmert sich nicht darum] [S5 baut Schaltung weiter] S6: Bababababap S4: Wir könnten's eigentlich ohne Lampen schalten. S6: Ohne Lampen? Ja, dann wär's sehr interessant. Können wir schauen-	12:50	L2: Ja, der kennt sich aus der #S4#. [S5 schaut traurig und unzufrieden] S6: Ich hab keine Ahnung wovon er redet. L2: Ok. S4: Na, das ist im Stromkreis ganz außen. Die anderen kriegen da weniger Strom, dadurch muss der (heller werden) S6: Aso. Ja. [S5 klopft mit Schraubenzieher auf Tischplatte, blickt in Kamera] L2: Eigentlich haben wir jetzt alle Versuche durch. S6 [zur Erklärung von S4, nicht ernst gemeint]: Ich verstehe! [lacht]		
10:10	Ja, dann wär's sehr interessant. Können wir schauen-	12:50	L2: Ja, der kennt sich aus der #S4#. [S5 schaut traurig und unzufrieden] S6: Ich hab keine Ahnung wovon er redet. L2: Ok. S4: Na, das ist im Stromkreis ganz außen. Die anderen kriegen da weniger Strom, dadurch muss der (heller werden) S6: Aso. Ja. [S5 klopft mit Schraubenzieher auf Tischplatte, blickt in Kamera] L2: Eigentlich haben wir jetzt alle Versuche durch. S6 [zur Erklärung von S4, nicht ernst gemeint]: Ich verstehe! [lacht]		

- 13:00 S6: Ja ich würd's gern kurzschließen. Das wär geil. [hüpft nervös auf und ab.]
S5: Brauchen die anderen länger?
L2: Wofür länger?
S5: Für das da.
S6: Ja, die anderen sind unfähig.
[S5 lacht]
- 13:10 S6: Das sind so Gruppen, die aus drei von dir bestehen.
[S5 schlägt S6 mit dem Schraubenzieher am Arm und mit der flachen Hand über den Hinterkopf.]
- 13:20 S6 [hält beide Enden eines Kabels]: Ich hab Kurzschluss.
S5: Dir ist schon klar, dass wir gefilmt werden, gö?
S6: Hm?
S5: Scho klar, dass die da uns dann beobachten.
S6: Hi!
- 13:30 Mama ich bin im Fernsehen. [winkt in Kamera]
[S5 lacht]
S6: Wie diese Freaks im Baseballstadion. Mama ich bin im Fernsehen [mit erhobenen Händen]
- 13:40 L2 [der Stromkreis still beobachtet hat]: Doch ich weiß schon warum. Äähm, weil's, weil wir's parallel zur Batterie geschalten haben, erhält's den normalen,
13:50 also normal Strom und die nehmen sich den Strom [zeigt auf die beiden Lämpchen zueinander in Serie]. So, darf ich euch was zeigen
S4: (...) Batterie.
L2: Bei einer Serienschaltung [entfernt parallel geschaltetes Lämpchen], so ist
14:00 weniger Strom und das ist eben (parallel dazu)
S4: (...) genau das Kabel (...) Batterie.
L2: Das ist eben, weil's die Parallelschaltung ist.
S5: (...)
14:10 S6: Ja.
L2: Sonst noch irgendwelche Fragen dazu?
S5: Nein.
- 14:20 S6: Echt nicht #S5#? Hast es alles verstanden? [herablassend]
L2: Habt ihr das alles verstanden?
[S5 schlägt Schulter von S6]
S6 [lächelt S4 zu]: (...) #S5#. Is so geil.
L2: Es ist eigentlich eh nur wichtig einmal zu wissen was der Unterschied
14:30 zwischen Parallel und-
S5: (... Gruppe bin)
S6: (Weil du Opfer bist)
[S5 stößt S6 mit Ellenbogen]
L2: Ja, ääh. (...) war ja eigentlich.
S6: Aso (...)
14:40 L2: (...) natürlich hab ich den #S6# genommen.
S5: Super, nett!
L2 [leise]: Joo, ich hab einfach [laut:] Zufallsprinzip.
S6 [leise zu S4]: Abgesehen von uns.
- 14:50 [S5 schlägt S6 mit dem Ellenbogen und lächelt dabei.]
S5: #S6#.
S6: Ich hab jetzt nicht mal was gesagt.
S5: Abgesehen von mir und
15:00 dir ist es nicht so.
S6: Na und.
[S6 lächelt S4 zu.]
S4: Häng mehr Lampen an. Fünf Lampen, als Schalter nehm ma das [klopft auf Mikrophon]. Den Schalter hätten wir schon.
- 15:10 S6: (...)
S5: (...)
S5: Was is, wenn wir dieses Mikrophon verwenden?
L2: Willst es verbinden?
15:20 S5: Ja, [lacht]
erraten.
S6: (...) an die Steckdose anschließen.
L2 [mit ernstem Blick in die Kamera]: Das wird nicht viel bringen. [S5 klopft mit Schraubenzieher auf Tisch]
- 15:30 [führen Unterhaltung über Mikrophon fort]
- 15:40 S6: Wir könnten den anderen den Strom klauen (...) langes Kabel [macht Zischgeräusch].
L2: Ich komm gleich, ok. [L2 verlässt S]
S6: Ich hab Hunger.
S5: Hättest was essen sollen.
- 15:50 [S6 liest Kritzeleien, die im Bankfach stehen. S4 und S5 lesen mit.]
16:00 [S4, S5 und S6 lesen Kritzeleien, die im Bankfach stehen.]
16:10 [S6 spielt mit Handy]
[L2 kommt mit weiterer Batterie zurück.]
L2: Ok, jetzt könnt ihr noch genauer sehen, warum das
16:20 also warum die- manche heller leuchten und manche nicht so hell. Das ist ein-, das ist der eigene Stromkreis. [macht Halbkreisbewegung über parallel geschaltetes Lämpchen. Das ist dann ein eigener Stromkreis [nimmt Kabel links und rechts vom parallel geschalteten Lämpchen] und die haben einen gemeinsamen Stromkreis
- 16:30 [zeigt über die in Serie geschalteten Lämpchen zur Batterie und wieder zurück]. Die nehmen sich eben den Strom dadurch, dass die einen eigenen Stromkreis haben, (ist, dass eigentlich nichts behindert, das...)
S6: Können wir das ausprobieren mit der Batterie?
L2 [gleichzeitig]: Was wollt's ihr ausprobieren?
16:40 L2: (Wart) ich wollt jetzt eigentlich die Batterie dazu schalten.
S6: (...) Minus und Plus ähm von zwei verschiedenen Batterien, vielleicht wird's dann stärker oder so.
L2: Was?
S6: Dass man jeweils zwei davon nimmt, da könnt's doch stärker gehen oder?
L2: Ja, es ist dann auch so.
S6: Aso.
L2 [zu S6]: Willst es du machen?
S6 [hebt Hände kurz an]: (Geht schon)
L2: Du kannst es gern machen.
S5: Ja er macht das, komm schon. [stößt S6 mit Ellenbogen.]
L2 [gleichzeitig]: Ich beaufsichtigt
17:00 was du machst. Da [S6 steht auf, L2 stellt ihm Batterie hin]
S4: (...)
L2: Ja, ein Kabel mehr, wart schließ nicht (an) [L2 erhebt Zeigefinger und verlässt Arbeitsplatz um Kabel zu holen]
S4: Dann schließt es kurz und (...)
17:10 S6 [bespricht sich mit anderen S]: Dann mit dem anschließen und mit dem da anschließen. [zeigt]
S4: Ahmm
S6: Müsst's stärker funktionieren.
S4: Theoretisch ja.
S6 [laut, sich setzend]: Mehr Saft hahaha! Ja, mehr Saft [schlägt mit Faust auf Tisch]
- 17:20 S4: (...) [S5 klopft mit Schraubenzieher auf Tisch, L2 kommt mit Kabel zurück, S6 steht wieder auf]
L2: Schließ einmal die Batterie an.
S6: Wie da muss man erst einmal [führt Kabel an neue Batterie heran]
L2: Plus-Minus, Minus-Plus. Bloß nicht Plus-Plus, sonst haben wir ein Problem.
S6: Da anschließen?
- 17:30 [führt an die neue Batterie angeschlossenes Kabel an eines der parallel geschalteten Lämpchen heran.]
L2: Da is minus [zeigt auf Batterie1]
S6: So? [hält Kabel nach wie vor neben das Lämpchen]
L2: Aso, nein, schließ es, schließ es [nimmt Kabel an einem Pol der Batterie1 in die Hand.] Tu mal die Batterie parallel schalten.
S6: So, oder? [hält eine Batterie über die andere und (nicht sichtbar)...]
L2: Ja, aber ich wills halt-
[S6 führt an Batterie2 angeschlossenes Kabel wieder an das eine der parallel geschalteten Lämpchen heran.]
S6: So.
L2: Schließ
17:40 aber nur an die Batterie an, ah an die Batterie selber.
S5 [gleichzeitig]: An die Batterieie
S4: Schließ direkt an.
[S6 verbindet einen Pol der Batterie1 mit Pol von Batterie 2 (welcher ist am Video nicht sichtbar)]
L2: Falsch, falsch, falsch, das ist minus, das ist minus. Da würd' ich's nicht anschließen. [S6 wählt anderen Pol an Batterie 1]
S6: Ok.
L2: Ja genau, weil sonst haben wir ein Problem, wenn du's anschl- anschließt.
S4, S5, S6: (...)
[L2 nimmt loses Kabel]
S6: Jetzt müssen wir nur noch bei dem da [zeigt auf Batterien und Lämpchen; leiser:] aso nein.
L2 [schließt Kabel an zweite Batterie an]: Jetzt ist die Frage. Wird's stärker? [S4 schaut genau hin, L2 schließt Batterien kurz. Die Lämpchen erlöschen. Nimmt Kabel wieder weg]
18:00 [Alle S schauen verblüfft]
L2: Tataa! Gar nichts mehr. [S6 lacht leise]
S5 [lacht etwas verächtlich und verzweifelt]: Wieso?
L2: Ich vermute mal, es ist ein typisches ähm- [trennt auch zweites Kabel mit dem Batterien miteinander verbunden sind wieder]
S6: Aber man könnt's ja auch so machen, dass man die Batterien [zeigt] auch gleich da [zeigt auf Lämpchen] anschließt oder?
L2 [etwas genervt]: Ja, du kannst es ja probieren.
S4: Wahrscheinlich sind alle (...) [zeigt]
[S6 schließt einen Pol von der zweiten Batterie an eines der in Serie geschalteten Lämpchen an.]
18:20 S4: Das schließ da an [zeigt auf anderes der zwei in Serie zueinander, parallel zur Batterie geschalteten Lämpchen]
S6: Ja genau und das da am Ende. [schließt nun Batterien parallel zueinander in den Stromkreis, woraufhin alle Lämpchen geringfügig heller leuchten, da die zweite Batterie noch eine etwas höhere Spannung aufweist]

- 18:30 S6: Die da wird noch stärker [zeigt auf das einzeln parallel geschaltete Lämpchen, an dem die gesamte, nun etwas höhere Spannung abfällt, weshalb es besonders deutlich heller leuchtet] [entfernt und verbindet Kabel wieder] Ah ja, alle werden stärker.
L2: Ich muss schon sagen, der kennt sich aus der Mann.
S5: Ja. [lächelt L2 an] Wieso kennst du dich da aus? [zu S6]
- 18:40 S6: Keine Ahnung.
S4 [zeigt]: Die werden stärker (...)
L2: Ja, aber das, das erklärt's wahrscheinlich nicht wirklich sonst würd's da [zeigt auf zwei in Serie zueinander geschalteten Lämpchen] (irgendwie) mehr leuchten eben wegen der zweiten Batterie.
- 18:50 S6 [klettert unter Tisch, kommt wieder hervor]: Ich hab auf einen Kaugummi gegriffen, weih! [geht und wäscht sich die Hände in Waschbecken direkt neben Arbeitsplatz]
L2: Ja ok. Jetzt haben wir eigentlich die Batterie auch noch dazu geschaltet.
- 19:00 [S6 regt sich auf]
[PM räumt Verpackungsmaterial von Arbeitsplatz]
- 19:10 L2: Ich glaub da sollen wir jetzt einen Schalter-
19:20 [S5 nimmt sich Schraubenzieher]
S6 [hüpft nervös auf und ab]: (...) Schraubenzieher
S5: (...)
S4: (...)
S4: (...)
- 19:30 L2 [lässt Büroklammer fallen und hebt sie wieder auf]: (...) Entschuldigung für meinen Ausdruck.
- 19:40 [S5 lacht]
L2: Äähm.
S5: (...) [zeigt auf Kamera.]
L2 [schaut in Kamera.]: Verdammst.
[S5 lacht]
L2: Ok, jetzt muss ma einen Schalter machen. Jetzt ist die Frage, wie wir einen Schalter machen (...) Ok, es ist nicht gegangen.
- 19:50 Na dann mach ma an Schalter.
PM: Was deine Tutees sich denken-
20:00 L2: Jaa. Wir verstehen's alle.
PM: Ja? (...) vorhersagen kann. Ja, was passiert wenn. Und dann eigentlich durchführen und dann schaut man ob's stimmt.
- 20:10 S6: Das haben wir eh gemacht mit der [zeigt auf Batterien] leuchtet es stärker aneinander.
PM: (...) Batterien aneinander.
- 20:20 S4: Schalt sie einmal innen an, #S6#, schalt sie einmal da innen an [zeigt auf Anschlüsse zwischen den in Serie geschalteten Lämpchen; wäre Kurzschluss.]
20:30 [S6 schaltet Batterien wieder parallel]
PM [zeigt]: (...) [korrigiert Gruppe nicht und verlässt Gruppe vor Fertigstellung der Schaltung]
L2: Ja, heller wird's.
S6: Es werde Licht
L2: Ok, ähm, jetzt müssen wir überlegen, ihr sollt am besten mit dem Draht da [legt Tutees zwei aufgebogene Teile einer Büroklammer vor] einen Schalter basteln.
[S5 lässt Schraubenzieher fallen und greift zu Draht, berührt ihn mit Schraubenzieher]
S6: Also, Schaltkabel?
L2: Einen Schalter. Stecken wir nochmal alles ab. Und dann schauen wir, dass wir einen
21:00 einfach nur mal einen Schalter machen. (...)
S6: Muss man doch nur so machen oder [nimmt Kabel und löst es]
[S5 wickelt Draht um Schraubenzieher]
L2: Was? Ja, wurscht, machen wir einfach
21:10 den Unterricht. Wir müssen was machen in der Zeit, wenn ihr schon alles verstanden habt.
S4: (...)
- 21:20 S6: #S5#, was machst du, #S5#? Das geht nicht. [nimmt S5 Schraubenzieher weg.] Das geht nicht. [zieht S5 auf].
21:30 [S5 nimmt sich Schraubenzieher wieder schlägt Arm von S6] Was machst du wirklich? Das geht nicht.
S4: (...)
L2: Na machen wir aus dem Schraubenzieher einfach an Schalter. Es ist eh wurscht. Wo ist der Schraubenzieher. Ah sie hat den Schraubenzieher. Es geht eigentlich eh am
21:40 S5: Aso aso (na dadada) [hält L2 Schraubenzieher hin]
L2: Brauchst es nur so [bringt Krokodilklemme an Schraubenzieher an].
S5: Aber für was ist dann der Draht da?
S4: Um dasselbe damit zu tun, wie mit dem Schraubenzieher.
- 21:50 L2: Tataa, tataa [singend]. Also auf und zu, auf und zu [benutzt Schraubenzieher als Schalter für eine Serienschaltung mit einem Lämpchen]. Ok.
[S5 öffnet und schließt Stromkreis ebenfalls mit dem Schraubenzieher]
S4: Wenn du ihn da aufstellst
22:00 (...) [zeigt auf Lämpchen]
- [S5 schließt Stromkreis mit Schraubenzieher auf anderer Seite des Lämpchens, wodurch ein Kurzschluss entsteht.]
S6: Was machst du da?
S5: Ja ich wollt wissen, was das ist, wenn ich da-
S6: Das ist ein Kurzschluss [lacht].
S4 [nimmt Schraubenzieher und hält ihn senkrecht an den Kontakt des Lämpchens]: So (...)
22:10 [legt Schraubenzieher wieder weg.
S6: Aber eigentlich müsst ja auch ein Kurzschluss passieren, wenn man die zwei [zeigt auf die beiden Kabel im Stromkreis] nur anschließen, oder?
L2 [unaufmerksam]: Was?
S6 [auf Kabel zeigend]: Eigentlich müsste auch ein Kurzschluss passieren, wenn man nur die zwei anschließt.
L2: Aso. Also ein Kurzschluss entsteht eigentlich nur, wenn die Energie, die freigesetzt wird, nicht genutzt wird.
S6: Ja, also wenn man die zwei da [berührt die beiden Kabel] drauf stecken.
L2: Jooa. Is eigentlich ein Kurzschluss
S6: Oder da und da
22:30 [zeigt auf Schraubenzieher und Kabel] jetzt einen Kurzschluss-
S5 [nimmt Schraubenzieher und will Kurzschluss demonstrieren]: Also wenn ich da- [S6 zieht ihre Hand weg, L2 schreckt auf und hält Hände schützend vor den Stromkreis.]
L2: Mach's lieber nicht.
S5: Ich hab's ja vorher gemacht.
L2: Das ist genau dasselbe, wie wenn du's so [löst Kabel von Schraubenzieher und hält es zu anderen Pol der Batterie] umdrehst und da wieder anstecken würdest. Ich zeig's euch so- und da wieder ansteckt.
S6: Probieren wir's aus.
L2: Ja natürlich. Das kannst du dann zuhause machen.
[S6 trommelt mit Fingern auf Tischplatte]
[L2 baut Serienschaltung mit einem Lämpchen wieder auf.]
S6: Muss meinem Vater nur sagen-
L2: Du hast es nicht von mir, wenn du das machst.
S6: Ok [S4, S5 und S6 lächeln, L2 ernst]
S5: (...)
[S6 und S5 unterhalten sich]
L2: Habt ihr noch irgendwas dazu-?
S6: Ja genau
L2: Wenn du was wissen willst-
S6: Wie bitte?
L2: Wollt ihr noch irgendwas wissen dazu?
S5: Nein.
L2: Versteht ihr alles?
S5 und S6: Ja
L2: Das war jetzt aber geschwind irgendwie [beugt sich über Angabezettel]
S6: Die anderen sind einfach unfähig.
L2 [dreht Angabezettel um]: Gehen wir nochmal alles durch.
S5: Tzzzzz.
L2: Ääh, Stromkreis mit zwei Lämpchen haben wir, ääh, Serienschaltung haben wir. Was, beim Licht, beim Licht ändert sich was genau? die He-, es wird einfach? [nickt mit Kopf zu S6] du-
S6: Ääh, dunkel.
L2: Also in dem Fall dunkler. Wenn man die Anschlüsse vertauscht, ändert sich was bei der Helligkeit?
S4, S6: Nein.
L2: Nein. Es fließt
23:30 einfach nur in die andere Richtung. Ähm, wartet einmal, ein Lämpchen mehr, wird's eben noch dunkler.
[S6 klopft mit Büroklammer auf Tisch.]
L2: Bei der Serienschaltung, wenn du die Lämpchen herausraubst, passiert was?
S6: Dann werden die anderen ausfallen.
L2: Genau. Ähm.
S6: Naja, kommt drauf an bei welchem. Manchmal wird's auch größer.
L2: Was?
S6: Na es geht aus.
L2: Bei der Serienschaltung geht's aus.
S6: Ja.
[S5 runzelt ernst die Stirn]
S4 [zu S6]: Bei der parallelen (nimmt's ab).
S6: (...)
S4: Wenn du eine in Serie hast und eine parallel wenn du die andere weggibst (...)
24:00 [S6 nickt]
L2: Bei der Parallelschaltung, ihr wisst jetzt warum, warum bei der Parallel-
S5 [nimmt ein Lämpchen ohne Fassung, versucht es mit einem Kabel zu verbinden, bemerkt dass es nicht leuchtet und zeigt ein Lämpchen mit Fassung]: Muss das denn da so drin sein?

24:10	L2: Was? Ja, das sollte eigentlich schon da drin sein (ich glaub das gehört so). [S6 und S4 unterhalten sich]	27:00	S6: Eher-. Besser noch als du bist. [L2 nimmt parallel geschaltetes Lämpchen aus dem Stromkreis, geht nicht weiter auf Frage von S5 ein.]
24:20	L2: Äähm, ihr wisst jetzt warum bei der Parallelschaltung das Licht nicht ausfällt wenn man eine Lampe raus schraubt? [macht Schraubbewegung mit der Hand]		S5: (...) S6: [bezeichnet S5 auf herablassende Weise als unintelligent]. Tut mir leid, aber wirklich und hast trotzdem bessere Noten als ich, das geht mir am Nerv.
	S5: Ja. S6: Da wird's weiterhin übertragen über die andere und die überträgt's so zum (...).	27:10	S5: (...) S6: (...) S5: (...)
24:30	L2: Äh, jaa, ich weiß nicht. S6: Ja das wird ja nicht- [greift Lämpchen in Stromkreis an]		L2 [gleichzeitig]: einmal eine eine eine para-, eine Lampe parallel zur zweiten Lampe, also eine Lampe zu irgendeiner Lampe parallel.
	L2: Leichter ist es erklärt, dass einfach zwei Stromkreise sind. S6: Ok. [wippt mit Kopf hin und her]		S5: Das ist aber das was wir eh gemacht haben.
24:40	L2: Wenn der eine Stromkreis weg ist, dann gib'ts immer noch den anderen. S4: (...) [zeigt auf zwei Lämpchen und blickt auf L2] [S5 lässt Lämpchen das sie noch in der Hand hatte versehentlich fallen.] [S5 bückt sich um Lämpchen aufzuheben.] L2: Is jetzt die Lampe runter gefallen? [S5 legt Lämpchen wieder auf den Tisch; lächelt.] L2 [mit Blick auf Angabezettel]: Ja ok, passt. Ihr versteht das alles.	27:20	L2: Ja, eh. Aber das machen wir einfach mal durch, was da auf dem Zettel steht. Vielleicht haben wir was auslassen. [S6 schließt Lämpchen parallel zu einer der in Serie geschalteten Lämpchen; L2 blickt auf Angabe]
	S6 [zu S5]: (... schon wieder in den Kaugummi rein gegriffen) S5: Ja, ich kann nix dafür, S6: Ich geb da auch nicht die Schuld. Ich kann nichts dafür [spöttisch]	27:30	S4: (Da haben wir einmal eine, eine Zweischaltung) S5: Weil die zwei leuchten-. [zeigt] S4: Weil die da [zeigt auf Lämpchen in Serie] im Stromkreis ist und die nimmt sich den (...) [zeigt auf anderen beiden Lämpchen]
24:50	S5: Wenn mir die Lampe wegfiegt. S6: (...) S5: Ja. [L2 baut Parallelschaltung]	27:40	S5 [gleichzeitig]: Schau, das weiß ich zum Beispiel. [zu S6] S4: Wenn du die dann [zeigt auf Kabel eines der parallel geschalteten Lämpchen] da rüber schließt, dann leuchtet die [S6 steckt entsprechend um; S4 zeigt auf vorher parallel geschaltetes Lämpchen]
25:00	S5: Du bist halt dumm. S6: Ja, eh [nickt, lacht]. L2: Ok. [S5 schlägt mit Schraubenzieher auf Knie von S6]		[Vorhersage von S4 tritt ein] S4: Und da [schließt Lämpchen wieder parallel zu beiden anderen Lämpchen] leuchtet die hintere S6: Ja so hab ich's eh vorher gemacht. So hab ich's selber gemacht und sie hat keine Ahnung, gell #S5# [S6 stichelt S5] (...)
25:10	S6: Aah! Warum schlägst mich, wenn ich sag ich bin dumm? L2: Das heißt, es ändert sich bei der Helligkeit nix, wenn man mehr Lämpchen anschraubt, also mehr Lämpchen anschließt? S6: Bei Parallel nicht. L2 [nickt]: Ok, passt.	28:00	S4 [gleichzeitig]: Wenn du nur eine (...) [L2 schaut sich Angabeblatt an.] L2: Ok passt, ihr habt alles verstanden. Das passt eigentlich. S6: Ok. Wir waren schneller als die anderen. L2: Bleibt halt noch sitzen. Ja.
25:20	L2: Ok. Eigentlich habt ihr das alles durch. S6: Schaut nicht so schlecht aus. S5 [applaudiert]: Yippie. (...)	28:10	[S6 liest was im Bankfach steht, S5 und S4 schauen zu]
25:30	[S6 spielt mit Büroklammer] [S schauen auf]	28:20	[L2 schiebt Batterien und Kabel hin und her, schaut auf Angabezettel, dreht ihn zweimal um; S4 zieht eines der beiden Lämpchen, die nun in Serie in den Stromkreis geschaltet sind zu sich.]
25:40	S4: (...) S5: (...) S4: (...) L2: Ok, passt, machen wir das nächste einfach. Ähm, das lass ich euch machen, ok? Erstellt mal einen Stromkreis mit zwei in Serie geschalteten- geschalteten Lämpchen. [S6 schaut auch auf das Angabeblatt von L2.] Also, macht das einfach einmal S6: Zwei in Serie?	28:30	[als Batterie umfällt nimmt S4 sie und stellt sie näher zu sich; S5 und S6 lesen, was im Bankfach steht]
25:50	L2: Ja, zwei einfach in Serie. Zwei in Serie geschalteten Lämpchen. S6: Das ist eh nicht schwer. [steht auf und nimmt Batterie] L2: Eh nicht. [S4 steht auf und nimmt Lämpchen]	28:40	[S6 beginnt zu singen; S4 schließt Kabel an Lämpchen an]
26:00	S4: Das geben wir einmal raus. Jetzt rein. Das schwarze dahin [zeigt auf Lämpchen]. [L2 schaut in Angabe.]	28:50	S6: Mein Vater (...) hat mir sowas gezeigt auch mit so einem Stromkreis und der hat so einen komischen Roboter gehabt und dann hat er sich bewegt (...)
26:10	[S5 baut Serienschaltung fertig] S6: Ja, aber könnten wir es nicht auch machen, dass da zwei angeschlossen sind und gleich so gleich so parallel irgendwie. also dann möglicherweise so, dass parallel geschaltet wird?	29:00	S4: Wenn man's innen anschließt, leuchtet das nicht mehr. [S4 schließt das Lämpchen an das er die Kabel angebracht hat so zwischen den zwei in Serie geschalteten Lämpchen in den Stromkreis, dass es kurzgeschlossen ist; S6 beobachtet]
26:20	S5: Man könnt auch da [nimmt Kabel und führt es zu einem Pol der Batterie]- S6: Nein, (so, so) (...). Stecks mal an. Schließ an. [L2 verschränkt Arme und schaut zu; S4 schaut zu.] S6 [zwickelt sich mit Krokodilklemme als er versucht ein Lämpchen anzuschließen]: Aaah [lässt Lämpchen fallen]	29:10	L2 [schaut in Kamera, dann aufs Angabeblatt]: Könnt ihr vielleicht einmal die Aufgabe Sieben einmal weiter selber machen? S6 [zu S4]: Auf die andere, da anhängen [zeigt] L2: Ab Sieben und da hinten [dreht Angabeblatt um] geht's weiter. S4 [zu S6]: (Wenn du's außen machst leuchtet's und innen nicht.) S5: (...) S6: Aso es geht weiter. [steht auf]
26:30	L2: Ja, da musst schon aufpassen. [S6 will einzelnes Lämpchen parallel zu den beiden in Serie schalten.] S6: (...) ok, so S4: (...) L2: Ok, ok, was, und du willst das jetzt einfach auf die andere Seite?	29:20	L2: Wollt ihr's, wollt ihr vielleicht die probieren? Ab Sieben, bis da runter, selber? [zeigt auf Angabeblatt] S5: Ok, geht schon. [S5 greift nach Angabeblatt]
26:40	S6: So, so von da. Geht das oder? L2: Probier es einmal. Ja du hast eigentlich einen S4: Das wird dann zweimal stärker. L2: einen, ja, eine Parallelschaltung dazu gemacht. Unabhängig von den anderen Lampen	29:30	L2: Mal einfach die Aufgabenstellung lösen. Ihr habt eh vorher schon angefangen. Na probiert es einmal. S6: Das da? L2: Ja, sieben.
26:50	Gut, jo jo [nickt] S5: Was ist wenn man da jetzt eine raus schraubt? [zeigt auf eine der beiden zueinander in Serie geschalteten Lämpchen] L2: G'scheiter Bursche. S6 [hebt Hand, freut sich] S5 [schaut auf S6]: Jaja, er und g'scheit.	29:40	S5 [liest vor]: Ein Stromkreis und zwei in Serie geschaltete Lämpchen. L2: Das haben wir mal [deutet auf Stromkreis], das ist eh das was wir vorher schon gemacht haben. S5: Ok. [liest vor:] Füge dann ein weiteres Lämpchen L3 so hinzu, dass es parallel zu Lampe L2 geschalten ist.
		29:50	S6: Ah, ich glaub das weiß ich. [wendet sich Stromkreis zu] So das ist minus. Also da äähm
		30:00	S4 [steht auf]: Welche nehmen wir L1? S6 [hebt Lämpchen, das er gerade in der Hand hat an]: Das ist L1. [S4 und S5 zeigen auf anderes Lämpchen]: (...) L1 S6 [nimmt Lämpchen auf das S4 und S5 gezeigt haben]: Das abstecken und dann ist's anders angezeigt, eben so, und dann zwei daran stellen [nimmt weiteres Kabel und verbindet es mit einem Kabel], wird's da angezeigt [deutet aufs Angabeblatt]. L2: Achso ja, mach das, wenn's- Moment [dreht Angabeblatt um und blickt darauf] Aso, du meinst. S6 [zeigt aufs Angabeblatt]: (...) weil da ist es so angezeigt. [bringt weiteres Kabel an, sodass ein Knotenpunkt entsteht.]
		30:20	L2: Ja [hilft beim Aufbau]

	[S6 schließt ein Lämpchen an, (Serienschaltung fertig)]		L2 [der den Tutees beim Bau zugeschaut hat]: Darf ich mal schauen, wie ihr das g'macht habt? [nimmt Lämpchen und Kabel in die Hände]
	S4: Ja da ist dein [nimmt Kabel von dem noch nicht verbundenen Lämpchen]		S6: Ich hab keine Ahnung
	S5: Ja da	33:20	wie das gemacht gehört.
30:30	S6: Nja, das muss ich auch noch. Ja das muss ich noch da. Also los [führt Kabel zu Batterie] Und wo?		L2: Bis dahin hat's funktioniert. [entfernt die beiden Lämpchen von den parallel geschalteten Lämpchen]
	S5 [deutet über gesamte Batterie]: Ja daa halt.		[L2 trennt Lämpchen aus dem Stromkreis, sodass eine Serienschaltung zweier Lämpchen vorliegt]
30:40	S6: Ja ich		S4: Die sind beide dann ausgegangen. [zeigt auf die in der Parallel-Teilschaltung in Serie geschalteten nun nicht mehr angeschlossenen Lämpchen]
	L2: Wart, wart, wo habt ihr's jetzt grad gehabt?		S6: (Ich find's) schon wieder verwirrend.
	S6: Ja eben, muss ich auch noch anschließen, dass ich keinen Kurzschluss mach.		S5: Ja.
	L2: Moment (...) [versucht Kabel zu ordnen]	33:30	[L2 schließt Lämpchen L3 wieder parallel zu L2 in den Stromkreis]
	S6: Das Rote, das Rote gehört da [schließt Kabel an einen Pol der Batterie an].		S5: Wir hätten mehr Farben braucht
	L2: Macht es jetzt einmal so.		S6: Nein, einfarbig wär's weniger verwirrend.
	S6: Ich hab's.	33:40	L2: Seht ihr, [dreht Angabezettel um] so ist es da hinten
	[Viele Kabel wurden unnötig verwendet. Ein Knotenpunkt der Parallelschaltung ist nun am Pol der Batterie, der andere zum in Serie geschalteten Lämpchen, wurde mit drei Kabeln gebildet]	33:50	[L2 baut Stromkreis um; S6 liest Spruch der im Bankfach steht vor und lenkt S4 und S5 ab]
	S4: Die leuchtet, die sind dunkler.	34:00	[...]
30:50	S6: Aber es funktioniert.	34:10	[...] [L2 baut Parallelschaltung und verwendet unnötig viele Kabel um Schaltbild 1:1 abzubilden]
	L2: Is klar, ist wieder dasselbe wie vorher, gut.		S6: Ah
	S5: Schaut cool aus.		[S6 und S5 schauen wieder L2 beim Bau des Stromkreises zu]
	S6: Schon wieder in den Kaugummi gegriffen		[S6 legt Kinn auf Tisch auf] [S5 gähnt]
31:00	S5: Ja, wieso greifst (...)		S6: Die leuchten mal.
	S6: Ich muss nach vor rutschen.	34:20	L2: So, so ist es einmal.
	S5: Dann mach mal da so.		S6: Man braucht eine stärkere Batterie.
	S6: Da ist noch mehr Kaugummi		S4: Uran.
31:10	L2: Das passt. Dann macht weiter. Hinten geht's weiter. [S6 dreht Blatt mit Schwung um.]		L2: Aso wartet kurz, na [L2 zieht an Kabel, Batterie fällt um, L2 stellt Batterie wieder auf]
	S5 [dreht Blatt um]: Füge dann ein weiteres Lämpchen L3 so hinzu, dass es parallel zur Lampe L2 geschaltet ist.		S6: Das sind nur 4,5 Volt.
31:20	S6: Das haben wir mal.	34:30	S4: Uran-Brennstoffzelle.
	S5 [liest]: Stelle eine Vermutung auf, ob beziehungsweise wie sich die Helligkeit des Lämpchens L1-		[S5 stellt zweite Batterie zu Stromkreis]
	S6: L2, L3		S6: (...)
	S5: ändert, wenn du den Schalter schließt.		L2 [gleichzeitig]: Na ok, so haben wir's.
	S6: Sto-		S6: Ich würd das auch mit der Autobatterie probieren.
31:30	L4 und dann noch ein L5 noch an die L4 anhäng-	34:40	S5: Und woher nimmst eine Autobatterie?
	S5: Schließ-		L2: Ja, ist gut. Jetzt könnt ihr's nochmal probieren. Jetzt ist es ungefähr so wie's auch hier ist [schaut auf Angabeblatt]
	L2: Ja, wir haben nicht so viele Lampen.		L2: Jetzt schließt einmal an die da eine weitere an. [zeigt auf Anschlüsse links und rechts von parallel geschalteten Lämpchen]
	S5 [liest weiter]: Schließe den Schalter		S5: (...brauchen eine) Autobatterie.
	S6 [gleichzeitig]: Ja ich hol noch welche [steht auf]		S6: (...)
	S5: Schließe den Schalter.	34:50	L2: Da schließt- macht jetzt eine Parallelschaltung.
	L2: Aso du willst-		[S4 schließt ein Lämpchen [Lp4] mit einem Kabel an]
31:40	[S5 schaut kurz auf Angabe von S6]		L2: Schließt noch eine an!
31:50	S5: Für was ist das da? [nimmt Brettchen mit Schrauben drauf.]		S4 [zu S6, der an dem anderen Anschluss des Lämpchens Lp3 ein weiteres Lämpchen [Lp5] mit einem Kabel anschließen will.]: Nimm das Kabel raus. [S4 zeigt auf Kabel das an Lämpchen [Lp5] angeschlossen ist.
32:00	L2: Das ist eigentlich äähm, brauchen wir eigentlich nicht wirklich.		S6: Rausnehmen?
	S5: Kann ich da eine Schraube rein schrauben. [nimmt Schraubenzieher und beginnt an Schraubchen zu drehen.]		S4: Ja (...) Kabel
32:10	L2: Ja, aber es bringt dir nicht viel. Das Brett wird nur kaputt. Lass es lieber.	35:00	und jetzt da anschließen.
	S5: Aber wofür ist es dann da?		[S6 schließt Lp4 parallel in den Stromkreis.]
	L2: Ja, weil wir's dann anschrauben können, aber es ist nicht notwendig, weil wir's eh aufm Tisch machen können.		S6: Die wird auf einmal stärker [zeigt auf in Serie zur Batterie geschaltetes Lämpchen]
	(...)		S4: Na die nehmen sich zu viel Strom.
32:20	[L2 und S4 beobachten Nachbargruppe, bei welcher der Tutor den Tutees einen Sachverhalt mit Hilfe einer Stromzange erklärt; S5 versucht Schraube in das Brettchen zu drehen]		S5 [macht Bewegung mit der Hand von der Batterie über alle parallel geschalteten Lämpchen]: Weil das seinen ganzen Strom da rein führt.
	[S6 kommt mit den in die Fassungen geschraubten Lämpchen und Kabeln zurück]	35:10	L2: Die nehmen sich selber den ganzen Strom weg, das heißt jetzt wird's eigentlich aus.
	L2: Aso, du hast noch neue Kabel geholt, ok		S6: Da wird's stärker.
32:30	[L2 schaut auf die Uhr]		L2: Das einzige was man machen kann, wir könnten irgendwie versuchen die Batterie zu verstärken.
	S6: Das L3er, steht da [deutet auf ein parallel geschaltetes Lämpchen] müssen wir's anschließen.		S5: Ja, da hier [stellt Batterie hin]
32:40	S6: Ich glaub das sind zu wenig Kabel.		L2: Ja, wie würdest du's verstärken?
	S4: Schraubenzieher		S6 [steht auf und will Kabel holen]: Ich hol noch ein paar Dinger.
	S6: Schraubenzieher (...) verwenden.		L2: Nein, warte, ich hol das. Ihr überlegt mal wie ihr's verstärken würdet.
	S5: Hier [hält S6 Schraubenzieher hin]	35:20	S6: Na eben das war eine zweite Batterie
32:50	S6: Gleich, jetzt brauchen wir ihn eh noch nicht. [bringt Kabel an Lämpchen an] Genau und die müssen wir dann auch noch irgendwie anschließen. Die da. Genau.		S5 [gleichzeitig]: Das (...) [regt sich auf]
	(...) nimm das da und mit der müssen wir da rüber [bringt beide Lämpchen an einem der parallel geschalteten Lämpchen mit je einem Kabel an.]		S4: (...)
	S5: (...)?	35:30	[S6 nimmt Büroklammer und führt sie an Batterien heran.]
33:10	[S6 nimmt Schraubenzieher und verbindet damit die beiden neuen Lämpchen, sodass sie zueinander in Serie und parallel zu den Lämpchen L2 und L3 geschaltet sind.]	35:40	S4: Jetzt schließt es gleich kurz.
	S4: Funktioniert nicht.		[S6 zuckt von Batterien weg.]
	S6: Das geht nicht.		S6: Wart einmal. [berührt Batterien mit Schraubenzieher; öffnet Stromkreis und berührt sie wieder mit Schraubenzieher]
	S4: Ja, die haben keinen Strom [zeigt].		S4: Jetzt geht's gar nicht.
			S5: Ja, ich hab auch alle abgesteckt.
			S6 [verbindet gleichnamigen Pole der Batterien mit Draht mit Hilfe des Schraubenziehers]: Ja ich hab alles abgesteckt.
			S4: Das hält nicht.

- 35:50 S6: Gib mir den anderen Draht, wo ist der andere? [legt Draht auf die anderen Pole der Batterien und zuckt zurück]
S4: Nimm den Kuli.
S5: Hast du Angst?
S6: Ich mag mich nicht elektrisieren.
- 36:00 [L2 bringt Kabeln während S dabei sind Batterien parallel in den Stromkreis zu schalten.]
L2: Bitte.
S5: (...)
L2: Was macht ihr?
S6: (Den machen wir noch.)
L2: Geh, ich hab euch die Kabel geholt, jetzt macht es mit den Kabeln, ist ja wurscht.
- 36:10 [S6 lacht, will Draht mit Schraubenzieher entfernen, L2 nimmt ihn von Batterien]
S6: Nicht elektrisiert werden.
L2 [hängt eine der Batterien wieder in den Stromkreis]: Ok. Wie würdet ihr's verstärken?
[S6 nimmt sich Kabel]
L2 [beobachtet parallel geschaltete Lämpchen]: Da leuchtet jetzt überhaupt nix mehr.
Gut.
- 36:20 S6 [führt Kabel an Batterie heran]: Mit dem aufs Minus.
L2: Geben wir jetzt minus auf minus oder was? Sicher?
S6: So haben wir's ja vorher auch gemacht.
L2: Nein, vorher haben wir minus auf plus gemacht.
S6: Wirklich?
- 36:30 L2: Ja, weil ich glaub minus auf minus wäre damit eher-.
S5: (Bleib da.) [nimmt Kabel]
S6 [zu S5 spöttisch]: Ja, ja
S5: Tz, Komm schon. Das muss man runter geben.
- 36:40 [S5 verbindet Minus- und Plus-Pole der Batterien und erzeugt so wieder einen Kurzschluss]
L2: Jetzt ist gar nix.
S4: (...)
S6: Vorher haben wir's also mit Plus gemacht.
L2: Nein, nein, vorher haben wir's nicht mit plus gemacht, weil dann würde ja ein ein Kurzschluss entstehen.
- 36:50 S6: Kurzschl- [lacht]
L2: Wir könnens jetzt nur versuchen-
S6: Wir könnnten einen Defibrillator bauen.
- 37:00 L2: Aso, ok. [steigt von einem Bein auf das andere]
S6: So mit der Autobatterie und zwei so Dinger und dazu so a-
L2: Wo haben wir die Autobatterie her?
S6: Ah. Da drau- da draußen stehen genug Autos.
L2: Schließ ma
- 37:10 einfach einmal eine weitere Batterie mit einer Lampe von denen an.
S5 [gleichzeitig]: (...) eine Autobatterie.
L2: Macht es einfach.
S4: (Ja, das hab ich schon einmal gemacht.)
S4: Also ich würd sie parallel schalten.
[L2 stellt Batterie in die Mitte des Stromkreises]
S6: Jaaa.
- 37:20 [L2 betrachtet Stromkreis]
S6: Wie haben wir's vorher gemacht mit der Batterie?
[L2 betrachtet Schaltung]
L2: Moment, Moment, mir ist grad was eingefallen. [nimmt Kabel] Jetzt müssen wir einmal das
- 37:30 [stellt Batterie 2 neben Batterie 1 und schaltet die beiden in Serie.] [S5 ist mit Büroklammer beschäftigt, S4 und S6 beobachten L2]
S6: Ah!
S4 [zeigt auf nun hell leuchtendes Lämpchen in Serie dann auf parallel geschaltete Lämpchen]: Jetzt leuchtet die stärker, die leicht.
S6: Ah, jetzt hat's mich geblendet.
[S5 bemerkt nun auch, dass die Lämpchen heller leuchten und blickt überrascht auf. L2 lacht sichtlich über seinen Erfolg erfreut.]
- 37:40 L2: So, so schalten wir sie irgendwie zusammen.
S5 [gleichzeitig]: Viel schöner [wendet sich wieder der Büroklammer zu]
L2: Das hat [blickt auf parallel geschaltete Lämpchen] Ja sie leuchten sogar. Ja, jetzt haben wir sie-. Wenn wir jetzt wahrscheinlich noch weitere zwei Batterien anschließen würden die wahrscheinlich, würd die wahrscheinlich auch (...)
- 37:50 S4 [gleichzeitig]: (...) [stellt Lämpchen zu Lämpchen in Serie und zeigt darauf]
S6: Wir könnnten, wir könnnten um eine Batterie noch fragen.
S5: Ja!
L2: Na, bitte, das ist ist-. Habt's ihr-
- 38:00 Es sind glaub ich, haben nicht alle Batterie- ah alle Lampen die gleiche Spannung {Widerstandskonzept?; L2 meint Widerstand. Auf dem Lämpchen-Gewinde ist die Spannung, für die sie ausgelegt sind, angegeben, was L2 und S jedoch nicht verstehen.} [L2 schraubt Lämpchen heraus um zu überprüfen]
S6: Man kann stärkere Batterien anhängen.
- 38:10 L2: Wir haben nur.
S6: 6 Volt oder 6,5 Volt.
- L2: Wir haben keine weiteren, keine stärkeren Batterien.
S5 [beobachtet Nachbargruppe]: Die schreiben sich alle was dazu.
L2: Ja ihr könnt euch (...). Ihr könnt euch eh was dazu schreiben.
S5 [zur Nachbargruppe]: Was schreibst du dazu?
S6 [zur Nachbargruppe]: (...) schon die letzte Aufgabe. [mit Sessel schaukelnd]
[S5 tratscht mit S13 aus der Nachbargruppe]
L2: Schreibt euch was dazu. Wenn ihr meint, also wenn ihr's für notwendig haltet. Es ist-.
- 38:20 [versucht auf Angabezettel der unter Stromkreis liegt zu blicken. Ok. Gut, dann macht weiter. Nächste Beispiele. [S5 lacht gemeinsam mit S aus Nachbargruppe] Ja, das das, habt ihr ja schon fertig alles gelesen.
L2: Ihr könnt zum Beispiel noch eine anschließen. Da bräuchtet ihr noch ein Kabel. Aber da wird wahrscheinlich nix sein, da müssen wir noch eine Batterie holen.
S6: Holen wir noch eine Batterie.
S4: Wir könnnten da eine rein bauen. [zeigt auf Lämpchen in Serie]
L2 [zu S6]: Nein, ich glaub wir brauchen nicht alle aufmachen, das ist-
S6: (...) wir haben alle Beispiele gemacht. [Ein Beispiel fehlt nach wie vor]
S4: (...) [zeigt auf Lämpchen in Serie]
[S5 schaut in die Ferne]
L2: Es geht mir jetzt eigentlich hauptsächlich nur ums Verständnis. Wir können nur das eine mit dem Schalter nicht machen, weil wir nicht (...) außer mit dem [nimmt Schraubenzieher].
- 38:30 Aber ich glaub das ist eh logisch [S6 schirmt Licht von Lämpchen mit der Hand ab], dass es, wenn der Schalter offen ist, keinen Stromkreis gibt.
S4 [zu S6]: Schließ das einmal in den Stromkreis [gibt S6 Lämpchen und deutet auf Drahtstück]
S4: Parallel.
[S6 spielt mit Lämpchen in Serie herum]
L2: Da habt ihr den Schraubenzieher.
S6: (...) [nimmt ihn nicht]
[L2 legt Schraubenzieher vor S4 und S6 hin]
S4: (...) [zeigt auf Lämpchen, nimmt Schraubenzieher]
S5 [runzelt Stirn]: Wie spät ist es?
[S6 trennt Kabel von Batterie]
S4 [schaut auf Uhr]: Elf
L2 [schaut auf Uhr]: Elf
S4: Machen wir (...) Pause.
[L2 schaut wieder auf die Uhr]
[S4 und S6 versuchen Lämpchen zu verbinden, L2 beobachtet, S5 beschäftigt sich mit den Krokodilklemmen eines Kabels]
L2: (Es geht also nicht) vielleicht an Draht holen soll.
S4: Hm?
L2: Sicher, dass ich nicht vielleicht an Draht holen soll?
[S5 hält S4 und S6 Kabel hin, diese nehmen es nicht, woraufhin sie es wieder in beide Hände nimmt]
S5: (...) Da ist der Draht [hält Kabel wieder hin.] Ich hab noch an Draht [hält Kabel in den Händen und dreht es, S4 und S6 improvisieren lieber mit den Büroklammern]
S4: (...)
- 38:40 L2: (...) Ich hol noch an Draht [verlässt Arbeitsplatz um Kabel zu holen]
[S4 nimmt schließlich Kabel von S5]
S4 [verbindet Kabel mit Lämpchen, das an einem Kontakt bereits mit Lämpchen Lp1 verbunden ist, und schließt es so parallel]: So.
Aah! [S6 schaut nach unten] #S6#.
S6 [zu S4]: Hast as? Super! [ruft zu L2:] Wir haben es!
S4: Sollt' eine Parallelschaltung sein. [zu S6:] Schau, wenn die noch angeschlossen ist, sind die schwächer [deutet auf die zwei parallel geschalteten Lämpchen] und die [deutet auf die drei parallel geschalteten Lämpchen] sind stärker. [S4 schließt und öffnet immer wieder die Parallelschaltung des Lämpchens Lp5] (...) [S5 gähnt] Da muss man wissen wie-
S6: Wie lang braucht der um ein Kabel zu holen?
[S4 lockert Schraube an einem der zwei parallel zueinander geschalteten Lämpchen mit Schraubenzieher]
[durch das Lockern und Herstellen der Kontakte mit dem Schraubenzieher lässt S4 die Lämpchen flackern]
L2 [kommt mit Kabel zurück]: Ah, ihr habt es zusammengebracht. Schauen wir mal.
[L2 schließt nun die beiden vorher nur mit dem Schraubenzieher parallel geschalteten Lämpchen mit Hilfe der mitgebrachten Kabel parallel zueinander]
S4 [zeigt auf die drei parallel zueinander geschalteten Lämpchen]: Da werden die wieder stärker.
L2: Ja.
S6: Wir haben's geschafft!
L2: Habt ihr selber geschafft, ja. Ja, ok, jetzt gehen wir zur letzten Frage, ganz ganz unten.
Der letzte Teil.
S5: Betrachte die folgende Schaltung.
S6 [übertrieben]: Ja, ich verstehe.
S5: Na, ich versteh nicht. Was-
L2: Wisst

42:10	<p>ihr was Widerstände sind? S5: Was ist denn das? [zeigt auf Omega?] L2: Das sind, das ist ein Widerstand. [S6 gähnt] S5: Aso! S6, S4: (...)</p>		
42:20	<p>L2 [will Stromkreis von Batterie trennen, lässt es aber dann doch]: Ich häng das mal ab, sonst brauchen wir-, na ok. S6: Damit könnte man doch auch fast das Handy laden, oder? L2: Da brauchst die passende Stromspannung und Stromstärke. Is halt nicht alles</p>	44:5	<p>S4: Ooah. So, so, so. S4 [zu S6]: R2 wird verändert. S6: Das davor wird natürlich stärker. [S5 schaut in die Luft]</p>
42:30	<p>passend die Stärke. [S6 macht schlürfende Geräusche mit dem Mund] S5 [mit Händen auf Tisch trommelnd]: Ah, man muss also was ankreuzen. Müssen wir das dann abgeben? L2: Das musst nicht abgeben, das ist nur so. (...)</p>	45:00	<p>I-eins und I-zw- na ähh [schüttelt Kopf] I2 wird stärker. L2: I2 wird stärker sagst du? Ok, was sagst du? [zu S4] S4: I2 wird schwächer. L2: Du sagst I2 wird schwächer. Und warum sagst du I2 wird schwächer? Oder warum glaubst du? S4: Na der Widerstand da wird größer. S6: Aso, I2 ist ja davor oder? L2 [zu S4; nickend] Jaaa. [zu S6:] Nein, I2 ist das Letzte da hinten. [L2 und S4 zeigen auf letzten Zweig] S6: Aber da ist doch das R2 und das davor wird größer?! [S5 schaut in die Luft]</p>
42:40	<p>S5 [trommelnd]: Wie viele Tests müssen wir noch machen? [S6 schmatzt und schlürft] L2: Das war's jetzt. Nur noch das. S5: Tests. L2: Aso Tests S5: Fragebogen. L2: Ääh, ich glaub</p>	45:10	<p>L2: Ja, das R2 wird erhöht, ja. S4 [gleichzeitig]: Das wird erhöht. S6: Ja, das ist ja dann nachher oder? L2: Was? S6: Das ist aber nach I2? L2: Ja aber das ist der Strom vorher. S4: Ja aber der Strom fließt da durch. L2: Der Strom fließt da durch. S6: Ooh!</p>
42:50	<p>da kommt wahrscheinlich noch einer. S4 [gleichzeitig]: Da müssen wir glaub ich noch einen machen. (...erst dann wissen wie's geht.) L2: Ja, wahrscheinlich [S6 macht Schmatzgeräusche] L2 [liest Angabebblatt halblaut]: Der Widerstand R2 = 40 Ohm wird durch einen 50 Ohm Widerstand ersetzt. [S6 schmatzt weiter]</p>	45:20	<p>L2 [zu S6]: Also du sagst I2 wird größer, aah, wird wird kleiner, oder was? [S5 spielt mit Draht und Lämpchen in der vorhin gebauten Schaltung] S6 [schauelt mit Sessel]: Aah na dann wird I ein, ah [schüttelt Kopf] keine Ahnung [lächelt]. L2: Also I im Gesamten würden wir sagen wird kleiner. [schaut ernst in Kamera]</p>
43:00	<p>[L2 liest Aufgabe] [S6 schmatzt] S6 [schauelt mit Sessel]: (...) #S4# ha, ha. [S6 schauelt, S4 hebt Angabebblatt auf] L2: Jedes Mal, wenn ein</p>	45:40	<p>Also das normale I. I1, also I2 wird eben auch kleiner, weil der Widerstand kleiner wird. Das ist auch eine Vermutung und das I1 bleibt psssch gleich. Hm. Moment kurz. Komme gleich. [geht zu L5] [S5 unterhält sich mit Nachbarin S13, die zu ihr kommt.]</p>
43:10	<p>Widerstand ist [Zettel fällt hinunter; S4 und S6 heben Zettel auf, S5 schaut auf die beiden] L2: wenn jetzt ein Widerstand da drin ist S6: Bla blaa L2: dann wird halt der ganze Strom einmal schwächer. Das ist klar, oder? S5: Mhm. [nicht wirklich aufmerksam, Augen verdrehend] L2: Wenn's ein Widerstand ist, der sich im Stromkreis befindet, wird der</p>	45:50	<p>(...) kurz besprechen. [S13 kommt zur Gruppe, spricht leise mit S5 und lacht] S5 [zu S13, sodass es S4 und S6 hören]: Was mich noch nervt, ist, dass ich mit denen [schaut auf S4 und S6] in einer Gruppe bin. S13: Ich hab auch nix machen dürfen. Ich bin auch froh (...). S6: Die #S5# hat auch keine Ahnung, wie's geht bitte. [S5 öffnet Mund entsetzt] S6: Sie hat g'sagt [nimmt Schraubenzieher] wo, wo ist die [nimmt Draht von Büroklammer und hält ihn an Schraubenzieher] Das geht nicht. [S13 lacht, S5 schlägt S6 mit flacher Hand auf Oberschenkel, schaut entsetzt aber lächelt dabei]</p>
43:20	<p>weniger. Das ist klar oder? Egal wo sich der befindet, es wird einmal die Stromstärke weniger beim Widerstand. [S6 gähnt, S5 starrt in die Luft; L2 spricht leise zu sich selbst; L2 laut:] Na, was würdet ihr mal vermuten?</p>	46:00	<p>Steckt sie's dran [nimmt Draht nochmal und legt ihn auf Schraubenzieher] Das geht nicht, da kommt kein Strom [S4 und S13 lachen; S5 nimmt S6 Schraubenzieher und Draht weg] [L2 unterhält sich mit L5 von der Nachbargruppe, der etwas für ihn aufzeichnet.] S5: Ich hab's so gemacht [zeigt; eigentlich meinte S5 nur, dass es nicht geht den Draht zu verbiegen] S6: Ja eben und du hast gesagt, es geht nicht. [L2 kommt zurück] L2: Gut, also es ist wirklich so. I im Gener-, also I im Ganzen wird einmal verkleinert, eben wegen dem Widerstand. L2: I1 bleibt gleich, weil sich da überhaupt nichts ändert. S5 [gleichzeitig; noch immer mit Streit mit S6 beschäftigt]: (...) bitte L2: Hört ihr mir zu oder- S5 [gleichzeitig]: (...)</p>
43:30	<p>Jetzt sagt mir einmal, was ihr vermuten würdet. S5: Was da, bei der Antwort? L2: Ja einfach einmal die Frage durchlesen, verm- und eine Vermutung. S6 [versucht Schraubenzieher von Angabezettel wegzublasen, bewegt ihn dann mit Kinn weg]: Äh. [S5 atmet tief ein, bläht Backen auf und macht große Augen] L2: Also jetzt einmal rein theoretisch- S5: Das ist kleiner L2: Was? S5: Kleiner. [S6 schnalzt mit der Zunge] L2: Kleiner sagst du. S5: Ja, kleiner. L2: Was wird kleiner? I2, I1 und I sind- S5: Beide, alle. L2: Alle werden kleiner?</p>	46:10	<p>L2: Und ähm I2 wird, wird, wartet das zei-, wo ist ein Stift, haben wir einen Stift, da ist ein Stift. Also I wird immer kleiner [kreuzt auf Arbeitsblatt von S6 an] [Glocke beginnt zu läuten] [L2 kreuzt an] S6: I wird kleiner. S4: I-Gesamt. Der gesamte Strom L2: Das gen- ge-. Also der- das Gesamte wird kleiner, wegen den Widerständen. S5: Pause machen? L2: I1- [zu S5:]Moment. I1 bleibt gleich. [Glocke hört auf zu läuten] L2: weil der is, weil es is- weil der da Widerstand nicht verändert wird. Und I2 wird wieder kleiner, weil der Widerstand eben verändert wird. [S5 und S13 springen auf und gehen davon] [S6 steht auf] L2: Habts, habts das verstanden mit dem Widerstand. S6: Ja, so (...) S4: (...) [lacht] [L2 geht davon] [S6 öffnet Stromkreis] [S6 öffnet Stromkreis an weiterer Stelle]</p>
43:40	<p>S5: Das ist kleiner L2: Was? S5: Kleiner. [S6 schnalzt mit der Zunge] L2: Kleiner sagst du. S5: Ja, kleiner. L2: Was wird kleiner? I2, I1 und I sind- S5: Beide, alle. L2: Alle werden kleiner?</p>	46:20	<p>(...) kurz besprechen. [S13 kommt zur Gruppe, spricht leise mit S5 und lacht] S5 [zu S13, sodass es S4 und S6 hören]: Was mich noch nervt, ist, dass ich mit denen [schaut auf S4 und S6] in einer Gruppe bin. S13: Ich hab auch nix machen dürfen. Ich bin auch froh (...). S6: Die #S5# hat auch keine Ahnung, wie's geht bitte. [S5 öffnet Mund entsetzt] S6: Sie hat g'sagt [nimmt Schraubenzieher] wo, wo ist die [nimmt Draht von Büroklammer und hält ihn an Schraubenzieher] Das geht nicht. [S13 lacht, S5 schlägt S6 mit flacher Hand auf Oberschenkel, schaut entsetzt aber lächelt dabei]</p>
43:50	<p>Jetzt sagt mir einmal, was ihr vermuten würdet. S5: Was da, bei der Antwort? L2: Ja einfach einmal die Frage durchlesen, verm- und eine Vermutung. S6 [versucht Schraubenzieher von Angabezettel wegzublasen, bewegt ihn dann mit Kinn weg]: Äh. [S5 atmet tief ein, bläht Backen auf und macht große Augen] L2: Also jetzt einmal rein theoretisch- S5: Das ist kleiner L2: Was? S5: Kleiner. [S6 schnalzt mit der Zunge] L2: Kleiner sagst du. S5: Ja, kleiner. L2: Was wird kleiner? I2, I1 und I sind- S5: Beide, alle. L2: Alle werden kleiner?</p>	46:30	<p>L2: Und ähm I2 wird, wird, wartet das zei-, wo ist ein Stift, haben wir einen Stift, da ist ein Stift. Also I wird immer kleiner [kreuzt auf Arbeitsblatt von S6 an] [Glocke beginnt zu läuten] [L2 kreuzt an] S6: I wird kleiner. S4: I-Gesamt. Der gesamte Strom L2: Das gen- ge-. Also der- das Gesamte wird kleiner, wegen den Widerständen. S5: Pause machen? L2: I1- [zu S5:]Moment. I1 bleibt gleich. [Glocke hört auf zu läuten] L2: weil der is, weil es is- weil der da Widerstand nicht verändert wird. Und I2 wird wieder kleiner, weil der Widerstand eben verändert wird. [S5 und S13 springen auf und gehen davon] [S6 steht auf] L2: Habts, habts das verstanden mit dem Widerstand. S6: Ja, so (...) S4: (...) [lacht] [L2 geht davon] [S6 öffnet Stromkreis] [S6 öffnet Stromkreis an weiterer Stelle]</p>
44:00	<p>L2: Was wird kleiner? I2, I1 und I sind- S5: Beide, alle. L2: Alle werden kleiner? L2: (...) S5: Ja. L2 [blickt auf Aufgabe]: Ok, ja, es ist aber, ähm, [nickt] klar, I wird einmal kleiner. Ja. I2 wird [überlegt lange] [S5 blickt zur Nachbarin, S6 gähnt] [S5 schaut zur Nachbarin bzw. in die Luft] L2: Ich schätz einmal, das wird einmal alles kleiner. [nickt] [S6 gähnt] L2: Was sagst du #S6#? S6 [schüttelt Kopf]: Keine Ahnung! L2: Ja, was vermutest du mal? Jetzt mal durch die Angabe und den Rest. S6 [schüttelt Kopf]: Irgendwie bin ich gar (...) L2: Gar keine Vermutung, gar nichts? [S5 schaut in die Luft] [S5 schaut in die Luft] S6: Ja, also da wird's größer [zeigt auf I] L2 [nickt]: Ja, bei der Batterie.</p>	46:40	<p>L2: Und ähm I2 wird, wird, wartet das zei-, wo ist ein Stift, haben wir einen Stift, da ist ein Stift. Also I wird immer kleiner [kreuzt auf Arbeitsblatt von S6 an] [Glocke beginnt zu läuten] [L2 kreuzt an] S6: I wird kleiner. S4: I-Gesamt. Der gesamte Strom L2: Das gen- ge-. Also der- das Gesamte wird kleiner, wegen den Widerständen. S5: Pause machen? L2: I1- [zu S5:]Moment. I1 bleibt gleich. [Glocke hört auf zu läuten] L2: weil der is, weil es is- weil der da Widerstand nicht verändert wird. Und I2 wird wieder kleiner, weil der Widerstand eben verändert wird. [S5 und S13 springen auf und gehen davon] [S6 steht auf] L2: Habts, habts das verstanden mit dem Widerstand. S6: Ja, so (...) S4: (...) [lacht] [L2 geht davon] [S6 öffnet Stromkreis] [S6 öffnet Stromkreis an weiterer Stelle]</p>
44:10	<p>Ja. I2 wird [überlegt lange] [S5 blickt zur Nachbarin, S6 gähnt] [S5 schaut zur Nachbarin bzw. in die Luft] L2: Ich schätz einmal, das wird einmal alles kleiner. [nickt] [S6 gähnt] L2: Was sagst du #S6#? S6 [schüttelt Kopf]: Keine Ahnung! L2: Ja, was vermutest du mal? Jetzt mal durch die Angabe und den Rest. S6 [schüttelt Kopf]: Irgendwie bin ich gar (...) L2: Gar keine Vermutung, gar nichts? [S5 schaut in die Luft] [S5 schaut in die Luft] S6: Ja, also da wird's größer [zeigt auf I] L2 [nickt]: Ja, bei der Batterie.</p>	46:50	<p>L2: Und ähm I2 wird, wird, wartet das zei-, wo ist ein Stift, haben wir einen Stift, da ist ein Stift. Also I wird immer kleiner [kreuzt auf Arbeitsblatt von S6 an] [Glocke beginnt zu läuten] [L2 kreuzt an] S6: I wird kleiner. S4: I-Gesamt. Der gesamte Strom L2: Das gen- ge-. Also der- das Gesamte wird kleiner, wegen den Widerständen. S5: Pause machen? L2: I1- [zu S5:]Moment. I1 bleibt gleich. [Glocke hört auf zu läuten] L2: weil der is, weil es is- weil der da Widerstand nicht verändert wird. Und I2 wird wieder kleiner, weil der Widerstand eben verändert wird. [S5 und S13 springen auf und gehen davon] [S6 steht auf] L2: Habts, habts das verstanden mit dem Widerstand. S6: Ja, so (...) S4: (...) [lacht] [L2 geht davon] [S6 öffnet Stromkreis] [S6 öffnet Stromkreis an weiterer Stelle]</p>
44:20	<p>Ich schätz einmal, das wird einmal alles kleiner. [nickt] [S6 gähnt] L2: Was sagst du #S6#? S6 [schüttelt Kopf]: Keine Ahnung! L2: Ja, was vermutest du mal? Jetzt mal durch die Angabe und den Rest. S6 [schüttelt Kopf]: Irgendwie bin ich gar (...) L2: Gar keine Vermutung, gar nichts? [S5 schaut in die Luft] [S5 schaut in die Luft] S6: Ja, also da wird's größer [zeigt auf I] L2 [nickt]: Ja, bei der Batterie.</p>	47:00	<p>L2: Und ähm I2 wird, wird, wartet das zei-, wo ist ein Stift, haben wir einen Stift, da ist ein Stift. Also I wird immer kleiner [kreuzt auf Arbeitsblatt von S6 an] [Glocke beginnt zu läuten] [L2 kreuzt an] S6: I wird kleiner. S4: I-Gesamt. Der gesamte Strom L2: Das gen- ge-. Also der- das Gesamte wird kleiner, wegen den Widerständen. S5: Pause machen? L2: I1- [zu S5:]Moment. I1 bleibt gleich. [Glocke hört auf zu läuten] L2: weil der is, weil es is- weil der da Widerstand nicht verändert wird. Und I2 wird wieder kleiner, weil der Widerstand eben verändert wird. [S5 und S13 springen auf und gehen davon] [S6 steht auf] L2: Habts, habts das verstanden mit dem Widerstand. S6: Ja, so (...) S4: (...) [lacht] [L2 geht davon] [S6 öffnet Stromkreis] [S6 öffnet Stromkreis an weiterer Stelle]</p>
44:30	<p>durch die Angabe und den Rest. S6 [schüttelt Kopf]: Irgendwie bin ich gar (...) L2: Gar keine Vermutung, gar nichts? [S5 schaut in die Luft] [S5 schaut in die Luft] S6: Ja, also da wird's größer [zeigt auf I] L2 [nickt]: Ja, bei der Batterie.</p>	47:10	<p>L2: Und ähm I2 wird, wird, wartet das zei-, wo ist ein Stift, haben wir einen Stift, da ist ein Stift. Also I wird immer kleiner [kreuzt auf Arbeitsblatt von S6 an] [Glocke beginnt zu läuten] [L2 kreuzt an] S6: I wird kleiner. S4: I-Gesamt. Der gesamte Strom L2: Das gen- ge-. Also der- das Gesamte wird kleiner, wegen den Widerständen. S5: Pause machen? L2: I1- [zu S5:]Moment. I1 bleibt gleich. [Glocke hört auf zu läuten] L2: weil der is, weil es is- weil der da Widerstand nicht verändert wird. Und I2 wird wieder kleiner, weil der Widerstand eben verändert wird. [S5 und S13 springen auf und gehen davon] [S6 steht auf] L2: Habts, habts das verstanden mit dem Widerstand. S6: Ja, so (...) S4: (...) [lacht] [L2 geht davon] [S6 öffnet Stromkreis] [S6 öffnet Stromkreis an weiterer Stelle]</p>
44:40	<p>Ja. I2 wird [überlegt lange] [S5 blickt zur Nachbarin, S6 gähnt] [S5 schaut zur Nachbarin bzw. in die Luft] L2: Ich schätz einmal, das wird einmal alles kleiner. [nickt] [S6 gähnt] L2: Was sagst du #S6#? S6 [schüttelt Kopf]: Keine Ahnung! L2: Ja, was vermutest du mal? Jetzt mal durch die Angabe und den Rest. S6 [schüttelt Kopf]: Irgendwie bin ich gar (...) L2: Gar keine Vermutung, gar nichts? [S5 schaut in die Luft] [S5 schaut in die Luft] S6: Ja, also da wird's größer [zeigt auf I] L2 [nickt]: Ja, bei der Batterie.</p>	47:20	<p>L2: Und ähm I2 wird, wird, wartet das zei-, wo ist ein Stift, haben wir einen Stift, da ist ein Stift. Also I wird immer kleiner [kreuzt auf Arbeitsblatt von S6 an] [Glocke beginnt zu läuten] [L2 kreuzt an] S6: I wird kleiner. S4: I-Gesamt. Der gesamte Strom L2: Das gen- ge-. Also der- das Gesamte wird kleiner, wegen den Widerständen. S5: Pause machen? L2: I1- [zu S5:]Moment. I1 bleibt gleich. [Glocke hört auf zu läuten] L2: weil der is, weil es is- weil der da Widerstand nicht verändert wird. Und I2 wird wieder kleiner, weil der Widerstand eben verändert wird. [S5 und S13 springen auf und gehen davon] [S6 steht auf] L2: Habts, habts das verstanden mit dem Widerstand. S6: Ja, so (...) S4: (...) [lacht] [L2 geht davon] [S6 öffnet Stromkreis] [S6 öffnet Stromkreis an weiterer Stelle]</p>

47:30 S6: Damit kein- Damit nix verbraucht wird.
[S4 und S6 verlassen Arbeitsplatz, gehen zu Nachbargruppe.]

Gruppe 2 – Video 2

00:00 [PH-Prof. kommt vorbei.]
S6: Grüß Gott, Herr Professor
Prof: Grüß Gott

00:10 S13 [ruft]: #S5#
Prof: Hör mal zu Kinder.
PM: 10 Minuten, dass nur die Drittklässler

00:20 den Sechstklässlern erklären, was sie so gemacht und gelernt haben, ja einmal kurz wiederholen und dann gibt es noch einmal einen

00:30 Fragebogen oder zwei Fragebögen für beide, ja. (...)
L2: So meine Damen und Herren.

00:40 [Prof, der sowohl die AHS-Oberstufe als auch die Unterstufe unterrichtet streckt Daumen nach oben zu L2]
S6 [nimmt Kabel und möchte Batterien in Serie schalten, macht dies aber nicht richtig]: Mit dem (...) Plus auf das andere, auf das Minus ja.
L2: Was was was was machst.
S6: Ich will jetzt alle drei {Batterien} auf eine einzige (Lampe) hängen.
L2: Was machstn?
S6: Ich geh mitn Plus auf den Minus. Ok

01:00 S5 [zu Prof.]: (...) wir werden gefilmt. [lächelt]
S6 [steckt weitere Batterie zu Serienschaltung an Lämpchen an.]: Plus. [zeigt]
L2: Das gibst jetzt aufs Plus oder was?
S6: Nein, das is Plus und das geb ich jetzt auf die Minus. [zeigt]

01:10 Ich will wissen- Ich will alle auf das gleiche. [schließt Batterien über die Kontakte des Lämpchens kurz.]
L2: Ok, jetzt machst einfach an Kurzschluss.
[S6 lacht]
L2: Äh. Das funktioniert glaub ich nur so-
Das funktioniert nur so, dass man [zerlegt Schaltung]
S6: Die Batterie [nimmt dritte Batterie in die Hand] ist da herumgelegen.
L2: Aso, ha (...)
S6: Ist da herumgelegen.

01:30 S5: Sollten wir das nicht dir erklären?
L2: Jaa ihr sollt das eigentlich mir erklären. Eigentlich. Aber ich zeig euch jetzt

01:50 nur das geschwind. [schaltet Lämpchen in Serie und präsentiert hell leuchtendes Lämpchen] Bitteschööön.
S5: (...)
[S4 lächelt beim Anblick des Lämpchens]
S6 [hält dritte Batterie in die Höhe]: Können wir die auch noch anschließen?
L2: Die wollt ihr auch noch anschließen?
S6: Ja, die dritte.
L2: Ja ok, dann probieren wir die dritte.
S6 [steht auf und zeigt von Lämpchen ausgehend eine Bahn]: Dann tun wir mit dem alles weggleiten und dann können wir die anderen auch anmachen.
L2: Aso, ja, aber macht jetzt einmal dann, das könnt ihr von mir aus nachher machen, erklärt mir jetzt einmal was ihr da alles gelernt habt. Das ist einmal am wichtigsten.
S4 [zu S6]: (...)
L2: Dass ich überhaupt weiß, ob ich euch was beibringen konnte. [nimmt S6 Batterie weg.]
S6: Parallel und und die die die die die die
S5: die Seiten

02:20 S4 [lächelnd]: Schauen wir mal. [dreht Angabezettel um.]
L2: Serien
S6: Serien ja
S4: #S6# schau mal, [hält ihm Zettel hin und zeigt darauf] in Serie und parallel.

02:30 L2 [schließt dritte Batterie in Serie in den Stromkreis]: Das wär jetzt interessant zu wissen. [Lämpchen leuchtet sehr hell] Tätäää.
S4: Du kannst jetzt ja noch die Parallelschaltung-.

02:40 S6: Jetzt sind alle angeschlossen?
L2: Aaah, das leuchtet
[S4 und S6 lachen]
L2: Ok jetzt sind alle angeschlossen
[S6 ruft S3 von Nachbargruppe um ihm helles Lämpchen zu zeigen]
(S3: Wunderbar)
L2: Ok, dann jetzt

02:50 erklärt mir mal die- Erklärt mir was ihr, was ihr
S4: (...)
S6: Eine Serien-
L2: Serienschaltung
S6: Serien sind aufeinanderfolgende verschiedene

03:00 Lamperl und (Strom- also) Widerstände und immer eine- sie sind aber alle gleich hell (...verschieden)
S4: Ein Stromkreis [zeigt mit Finger auf Tisch]
L2 [gleichzeitig]: Was? [beugt sich zu S4 und S6]
[S5 schaut in die Luft]
S6: Na, ein Stromkreis [schüttelt Kopf und lacht]
S4: Mehrere Lampen [macht wiederholte Auf- und Ab-Bewegung mit den Händen von links nach rechts] hintereinander verteilt auf den Stromkreis.
L2: Aso, ok, versteh, das heißt- es nehmen sich alle den Strom?

03:10 Du meinst es nehmen sich immer alle gegenseitig den Strom weg oder was meinst du?
[S4 vorsichtig nickend]
L2: Ok habt ihr verstanden muss man sagen. Ok, gut. Ja, dann erklärt mir weiter, was ihr noch gesehen habt.
S5: Ja
L2 [gleichzeitig]: Was gibt's denn für verschiedene Stromkreise?
[klopft mit Fäusten auf Tisch]
S6 [gleichzeitig]: Jetzt ist einmal die #S5# dran.
S5: Ja ich hab-, ihr redet alle zu leise. [L2, welcher vor den Tutees steht, beugt sich herunter um besser zu hören]
S4: Parallelschaltung
S5: Parallel, also das [zieht Angabeblatt zu sich um das Schaltbild zu zeigen]
S6 [lacht, gleichzeitig]: Jetzt liest sie's ab.
S5: ist eine [malt mit einem Stift Kreis in die Luft, als sie bemerkt, dass sich S6 wieder lustig macht schlägt sie ihn mit dem Stift auf den Arm]
S6 [lachend]: Aaaaah!
S5: Und da ist es eine normale Serienschaltung und parallel dazu noch zum Beispiel eine dritte oder eine zweite Lampe dazu noch.
L2: Das heißt Parallel dazu kann man nur machen, wenn man eine Serienschaltung hat? [S6 lächelt und spielt mit Kabel; S4 lächelt S5 an]
S5 [stutzig]: Nein.
S6 [zeigt S4 Kabel]: (...)
L2: Aha
S5: Ja? Nein?
S6 [nachäffend]: Ja
L2: Ok, Ah, Ähm.
S4: Man braucht eigentlich einen Stromkreis mit einer Lampe und da kannst die nächste Lampe (anschließen). [führt ein Kabel einer Lampe zu einer anderen Lampe]
L2: Aso, du meinst, nein einfach einen separaten zweiten dazu anschließen. Ah, ok, gut!
S4 [nickt]: Ja
L2: Ah, ok, gut! Ok.
[S6 spielt mit Kabel und Schraubenzieher]
L2: Gut

03:20 jo. Sonst, jo. Genau. Übern Widerstand können wir reden.
[S5 schaut auf PM]
L2: Widerstand. [zeigt auf Schaltplan] Was könnt ihr mir da sagen dazu?
S6: A Widerständ. [lacht, spielt mit Schraubenzieher und Kabel]
L2: Ja hier unten bitte, hier erklären [dreht Blatt um] das da da [zeigt mehrmals auf Schaltplan]
S5 [gleichzeitig]: Das ist so ein Widerstand.
S6: Ja öööh.
[S4 lächelt, dreht sein Angabeblatt um]
L2: Die Zeichnung bitte mir erklären. Die versteh ich nicht ganz.
S6 [mit Blick auf Angabe]: R1 und R2 sind Widerstände und
L2: Um was geht's?
S6 [mit Blick auf Angabe]: und wenn man den einen Widerstand [S5 und S4 schauen zu] verstärkt (...) werden sie schwächer.
L2: Wenn man welchen Widerstand verstärkt?
S6 [mit Blick auf Angabe]: R2
L2: Aso, wenn ma den R2 da [zeigt auf Schaltplan] verstärkt, dann wird welcher Strom schwächer.
S6 [mit Blick auf Angabe]: Ähm, das I2 und I [spielt mit Schraubenzieher und Kabel]
L2: Ok und wenn du das das-. Wieso wird das I auch schwächer?
S6: Weils ja auf beide zwei aufteilt.
L2: Ok. Und was ist mit dem R1?
S6 [mit Blick auf Angabe]: R1 das bleibt gleich. [lächelnd]
L2: Ja und was passiert dann mit dem Strom, also mit I1? Was ist da dann?
S6: Das bleibt gleich.
L2: Ok
du meinst also I1 ist nix verändert oder was?
[S6 verzieht Gesicht]
L2: Na. Also bleibt's gleich, ok.
S6: Oder hab ich's grad verwechselt mit dem-
L2: Na, das hat eh passt. War sogar richtig. War richtig, war richtig.

- 05:40 L2: Ok, also (Parallel)schaltung haben wir verstanden, Serienschaltung habt ihr auch verstanden. Ääähmm, wieso geht, wieso ist das also na mmh, ähm, was
- 05:50 passiert, wenn man, wenn man bei einer Serienschaltung, die die La-, eine Lampe raus schraubt?
S6: Die anderen gehen aus. Also wenn's die Erste ist, gehen die anderen aus.
L2: Warum?
S6: Weils
- 06:00 dadurch ja unterbricht den Stromkreis.
L2: Ok, versteh! Und bei der Parallelschaltung, was-, ändert sich da auch was, wenn man eine Lampe raus schraubt?
S5: Nein, nein.
S4: (...)
S6 [gleichzeitig]: Es kommt drauf an welche.
L2: Äähm,
- 06:10 nein, es kommt eben nicht drauf an welche.
S4 [gleichzeitig]: Nein parallel. Es sind zwei einzelne Stromkreise.
L2: Jetzt ist die Frage warum ändert sich da nix.
S6: Weils zwei einzelne Stromkreise sind.
S5 [beinahe gleichzeitig]: Weils zwei einzelne Stromkreise sind [S6 grinst und schüttelt Kopf]
L2: Genau.
[S6 und S4 lachen]
L2: Ok, passt gut das ist-
S6: Ich wiederhol's
- 06:20 von dir [zu S4] und sie wiederholt's von mir.
L2 [gleichzeitig]: Richtig, das is richtig.
S6: (...) [spielt nach wie vor mit Kabel und Schraubenzieher]
L2: Ok. Ja, dann haben wir das eigentlich
- 06:30 S6 [freudig aufgeregt]: (Jetzt dürfen wir's nach)machen. [greift zu Kabel]
S4: (...)
L2: Ja, mach (...) Was mal, was mal wichtig ist, ähm,
- 06:40 die Batterie muss, also es, die Batterie muss immer irgendetwas dem Strom liefern, das heißt sie darf nicht-. Es muss immer einen Verbraucher geben [S6 nickt], sonst hast einen Kurzschluss und dann, öha. Also
- 06:50 egal was du machst, es muss immer ein Verbraucher vorhanden sein, wenn du irgendwas anschließt.
S6 [nickt]: Ok
L2: Ok
S6: (...) machen wir die hell und dann parallel dazu die anderen. [zeigt]
L2: Ja mach einmal.
[S6 legt Schraubenzieher weg und beginnt mit dem Bau des Stromkreises.]
- 07:00 L2: Stecken wir einmal alles komplett ab [trennt Kabel von Batterien] damit ich einmal seh, was du genau wie montierst. Damit ich einschreiten kann, falls irgendwann einmal was ist.
- 07:10 [S6 verbindet eine Batterie mit einem Kabel]
S4 [unterhält sich mit S6]: (...)
S6 (...)
[S5 schaut zu]
- 07:20 [S6 baut Stromkreis mit Batterie und Lämpchen]
L2: Ok, was hast du jetzt genau? Was
- 07:30 ist das jetzt alles?
S6: Eine ääh, äh, Serie. Also einfach eine normale.
L2: Eigentlich ist das jetzt nur einmal ein Stromkreis.
S6 [nimmt Batterie in Hand]: So jetzt schließ ich die da [bringt Kabel an Pole der zweiten Batterie an.]
L2: Was willst denn machen?
S6: Da anschließen [nimmt beide Kabel in die Hände, zeigt aber nicht genau wo er die Batterie anschließen will, deutet aber zum Lämpchen].
L2: Wozu, du kannst das, du willst es verstärken oder was? [zeigt auf Lämpchen]
S6: Ja.
L2: Du kannst es ja einfach da machen [zeigt auf Batterie]
- 07:50 S4 [gleichzeitig; zeigt von einer Batterie zur anderen]: (Du musst plus auf minus...)
L2: Ja, ok, jetzt muss, jetzt musst es einfach-.
S4 [gleichzeitig]: Die einfach da anschließen [zeigt von einer Batterie zur anderen]
L2: Das leg ab. Das geht-. Ja und jetzt musst du das da an das Ende schließen an das gelbe.
- 08:00 an das Ende [L2 zeigt auf Lämpchen] und jetzt hast es. Stell's dir einfach so vor, du brauchst es nur mit drei Kabeln anschließen.
S4: (...)
S6: Ok und jetzt noch die da. [nimmt weitere Batterie]
S4: (...)
L2: Ok, die willst jetzt noch-.
- 08:10 Ok, wie willst du die jetzt anschließen?
S6: Plus
L2: Plus
S6: schließ ich jetzt da an [führt Kabel zu Pol anderer Batterie {siehe Abb}]
L2 {ängstlich}: Warte warte warte warte.
- S6: Oder da [wählt die andere Batterie]
L2: Nein nein nein, das hat eh schon gepasst, wie du [leiser werdend]
[S6 zieht Batterie wieder zurück.]
- 08:20 [S6 will Batterie wieder an Pol anderer Batterie verbinden.]
L2: Ja, jetzt musst halt das da abstecken [trennt Kabel von Pol der Batterie]
S4: Das musst abstecken und dann da [zeigt auf anderen Pol der dritten Batterie]
L2: Und jetzt musst es da drüben anstecken.
S6: Genau.
[L2 schließt dritte Batterie in Serie in den Stromkreis]
S6: Ok.
S4: Jetzt kommt's parallel.
S6: Die noch parallel,
parallel dazu. [nimmt Kabel und Lämpchen]
L2: Willst jetzt noch eins dazu parallel schalten?
S6 [hält Kabel in der Hand]: Also, was ist minus und was ist plus?
S4: Mach's einfach so wie's ist.
- 08:30
- 08:40
- 08:50 [S6 schließt weiteres Lämpchen parallel]
L2: Jetzt könnt ihr noch versuchen (...) mach einfach übern
[S6 schließt weiteres Lämpchen parallel, jedoch an je einem Lämpchen]
L2: Öh.
S6: Damit's beiden gleichmäßig den Strom wegnimmt. Das is so hell [lacht]
S4: (...)
- 09:00 L2: schließ einfach (...) an (...) parallel
[S6 schließt viertes Lämpchen parallel]
S6: Ah das blendet voll
L2: Ja, das blendet.
S6: Aber eine allein
blendet mehr.
L2: Naja
[S6 schließt weiteres Lämpchen parallel; wieder an zwei unterschiedlichen Lämpchen]
L2: Wieso schließt du die eigentlich immer wo anders an?
S6: Damit sie sich gleichmäßig
ähm wegnimmt den Strom.
L2: Das würd auch so nix ändern, oder?
S6: Ist egal [lacht], ist verwirrender.
[S4 lacht]
[Prof. kommt an Tisch und filmt]
S4: (...)
- 09:10 S6: (Und noch ein Teil.) [nimmt Schraubenzieher]
So noch eins.
L2: Noch einmal eine Serienschaltung und eine Parallelschaltung.
S6: Ja.
L2: Macht das mal.
- 09:20 S6 [nimmt ein Lämpchen aus dem Stromkreis]: Wart das geht ja leichter [schließt Lämpchen wieder an]
(...)
L2: (das sind lauter Lämpchen)
S6: Ok aus [nimmt andere zwei der parallel geschalteten Lämpchen aus dem Stromkreis.] schließ eh schon andere an
[Prof. wendet sich an Gruppe]: Eure strahlenden und leuchtenden- (...)
S6: Das ist irgendwie verwirrend, weil's irgendwie irgendwo war, weil ich's irgendwie angesteckt hab, jetzt gehen aber irgendwelche aus
L2: Jaja
S4 [zu Prof.]: (...) Kabeln
S6 [schließt Lämpchen wieder an]: Also, wir müssen jetzt machen- [verbindet die beiden Lämpchen wieder und trennt sie wieder]Das ist cool.
L2: Soll ich da helfen? [Prof verlässt Gruppe]
S6: Jahaha. Ich hab keine Ahnung. [Prof ist bereits weg.] [lacht]
S4: (Ja das ist das- der hat schon das System voll herausen)
S6 [zu S4]: Ja.
L2: [zieht an Kabeln und stellt zwei abgesteckte Lämpchen zur Seite]: Ordnet es einfach. Damit ist das mal nicht so verwirrend
L2 [steckt weiteres Lämpchen ab und stellt alle drei beiseite]: Haben wir mal. Wenn du echt nicht weißt, was du gemacht hast, dann steck einfach nochmal alles ab, da wo du dir einmal sicher bist, dass es einmal wirklich richtig ist. So [präsentiert zwei mit einem Lämpchen verbundene Kabel indem er sie in die Höhe hält], da haben wir jetzt die Parallelschaltung [schließt dieses Lämpchen wieder parallel an eine der leuchtenden Lämpchen, drei Lämpchen sind nun parallel geschaltet.] So und jetzt, jetzt mach einfach eine Serienschaltung dazu.
S6: Das da? [will parallel geschaltetes Lämpchen wieder trennen]
L2: Nein, das passt schon, mach's mit den anderen [zeigt auf bereits getrennte Lämpchen]. Bau eine Serienschaltung dazu.
[S6 zieht die Lämpchen mit den Kabeln zu sich; S5 lehnt sich zurück]
L2: Einfach alles
hintereinander [S5 lehnt sich wieder nach vorne um zuzusehen].
[S6 schließt die beiden entfernten Lämpchen in Serie und schaltet sie parallel zu den anderen Lämpchen.]
[S5 gähnt und blickt zu Mitschülerin, die soeben vorbeigeht]

11:30	S4 [während S6 die Lämpchen verbindet]: Uuund.	S6: (...)
11:40	[die beiden Lämpchen leuchten schwächer] L2: Na, die verbrauchen genau	[S4 grinst] L2: Ok, passt gut.
	[S13 setzt sich zu S5, beginnen zu tratschen] so viel, dass es für sie beide reicht. Ok, passt.	12:20 S4 [zu S6]: (...)
	S4: (...)	S6: (...) [hebt hell leuchtendes Lämpchen an]
	S6: Jetzt probieren wir nur eine, wenn man nur eine angesteckt hat und so	S5: Was machen wir jetzt?
	S13 [zu S5]: Hm?	L2: Fragebogen.
11:50	S5: (...)	S13: Wird der schwer?
	S13: Mhm	L2: Keine Ahnung.
	[S5 und S13 tratschen]	12:30 [S5 und S13 beschäftigen sich mit Mikrophon]
	L2 [zu S6]: Aso dann, weil's dann ur hell geworden ist. [S6 trennt gleichzeitig alle parallel zum ersten Lämpchen geschaltete Lämpchen]	PM: (...)
	S6 [lächelnd]: Ahja das wird. Ja, das wird hell.	12:40 L2 [trennt Lämpchen von Batterien]: (...). Verbrauchen wir nicht so viel Strom.
	L2: Ok, passt. Danke für die Erklärung.	PM: Ich würde gerne jetzt die Experimente einstellen und abbrechen.
	S5: Ja, bitte.	S5 [zu S13]: (...) [S13 lacht]
	[S13 lacht]	12:50 PM: Es geht jetzt darum (...)
	S4 [lacht]: (...)	13:00 dass ihr bitte noch einmal einen Fragebogen ausfüllt.
	S6: Ja,	L2: Jetzt kommen wahrscheinlich die Fragen, was ihr mit mir gemacht habt. Macht mich stolz.
12:00	die #S5# hat genau nichts gemacht.	13:10 [an dieser Stelle fand jedoch nur der Post-Test für die Tutoren statt, der Mid-Test für die Tutees erfolgte erst nach deren Mentoring]
	L2: Das passt schon (...).	PM: (...)
12:10	Habt ihr noch irgendwelche Fragen? Das da, die Symbole [nimmt Angabezettel mit Schaltsymbolen darauf], falls ihr irgendwelche Fragen habt, dann-	

Anhang C – Testinstrument

C.1 Testinstrument der AHS-Oberstufe (aus Urban-Woldron & Hopf, in Druck)

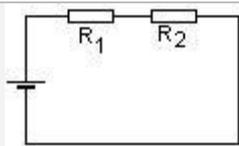
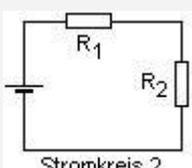
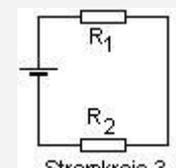
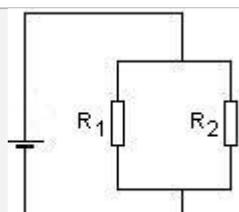
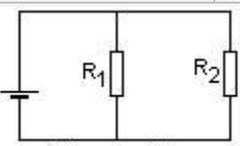
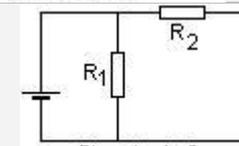
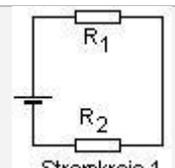
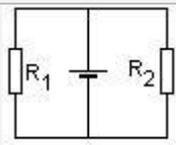
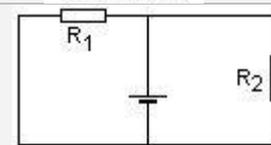
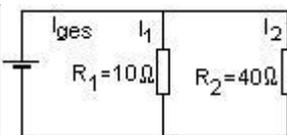
Test zur Elektrizitätslehre (Sek 2)

Code:

--	--	--	--	--	--	--

Liebe Schölerin, lieber Schöler!

Bei diesem Test handelt es sich ausschließlich um ideale Batterien (sie besitzen keinen Innenwiderstand). Ebenso sind verbindende Leitungen widerstandslos. Die Lampen in diesem Test besitzen nicht wie die meisten tatsächlichen Lampen einen vom Strom abhängigen Widerstand. Falls nicht anders angegeben, sind alle Lampen, alle Batterien und alle Widerstände in einem Beispiel gleich.

F1)	In welcher Schaltung oder in welchen Schaltungen (siehe Abbildungen rechts) sind die Widerstände R_1 und R_2 in Serie zur Batterie geschaltet?	 <p>Stromkreis 1</p>	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 1	 <p>Stromkreis 2</p>  <p>Stromkreis 3</p>	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 2		
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 3		
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 1 und 2		
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 1, 2 und 3		
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 2 und 3		
F2)	In welcher Schaltung oder in welchen Schaltungen (siehe Abbildungen rechts) sind die Widerstände R_1 und R_2 parallel zur Batterie geschaltet?	 <p>Stromkreis 1</p>	
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 1, 2 und 3	 <p>Stromkreis 2</p>  <p>Stromkreis 3</p>	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 2		
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 1		
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 1 und 2		
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 2 und 3		
F3)	In welcher Schaltung oder in welchen Schaltungen (siehe Abbildungen rechts) sind die Widerstände R_1 und R_2 parallel zur Batterie geschaltet?	 <p>Stromkreis 1</p>	
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 1, 2 und 3	 <p>Stromkreis 2</p>  <p>Stromkreis 3</p>	
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 2		
<input type="checkbox"/>	Stromkreis 1		
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 1 und 2		
<input type="checkbox"/>	Stromkreise 2 und 3		
F4)	Betrachte den Schaltkreis rechts. Nun wird der Widerstand $R_2 = 40\Omega$ durch einen Widerstand von 50Ω ersetzt. Der Widerstand R_1 bleibt unverändert. Wie verhalten sich dann die Ströme I_1, I_2 und I?		
	Die Stromstärke I_1 ...	Die Stromstärke I_2 ...	Die Stromstärke I_{ges} ...
<input type="checkbox"/>	wird größer	<input type="checkbox"/>	wird größer
<input type="checkbox"/>	wird kleiner	<input type="checkbox"/>	wird kleiner
<input type="checkbox"/>	bleibt gleich	<input type="checkbox"/>	bleibt gleich

F5)	Die Birnchen im folgenden Stromkreis sind alle gleich. Die Gesamtstromstärke beträgt 1,2 A. Wie groß sind die Stromstärken in den Verzweigungen? Ergänze die fehlenden Werte für I_1, I_2 und I_3!	
	Stromstärke $I_1 =$	A
	Stromstärke $I_2 =$	A
	Stromstärke $I_3 =$	A

F6)	Im Stromkreis rechts siehst du vier identische Lampen, die mit einer Batterie verbunden sind. Der Schalter S ist, wie dargestellt, anfänglich geschlossen.	
	Was geschieht mit dem Strom durch Lampe L_1, wenn der Schalter S geöffnet wird?	
	<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L_1 wird größer.
	<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L_1 bleibt gleich.
	<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L_1 wird kleiner.
<input type="checkbox"/>	Mit den gegebenen Informationen ist die Frage nicht zu beantworten.	

F7)	Im Stromkreis rechts siehst du vier identische Lampen, die mit einer Batterie verbunden sind. Der Schalter S ist, wie dargestellt, anfänglich geschlossen.	
	Was geschieht mit dem Strom durch Lampe L_2, wenn der Schalter S geöffnet wird?	
	<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L_2 wird größer.
	<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L_2 bleibt gleich.
	<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke durch L_2 wird kleiner.
<input type="checkbox"/>	Mit den gegebenen Informationen ist die Frage nicht zu beantworten.	

C.2 Testinstrument der AHS-Unterstufe und der NMS (aus Urban-Woldron & Hopf, in Druck)

Test zur Elektrizitätslehre (Sek 1)

Code:

--	--	--	--	--	--	--	--

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Bei diesem Test handelt es sich ausschließlich um ideale Batterien (sie besitzen keinen Innenwiderstand). Ebenso sind verbindende Leitungen widerstandslos. Die Lampen in diesem Test besitzen nicht wie die meisten tatsächlichen Lampen einen vom Strom abhängigen Widerstand. Falls nicht anders angegeben, sind alle Lampen, alle Batterien und alle Widerstände in einem Beispiel gleich.

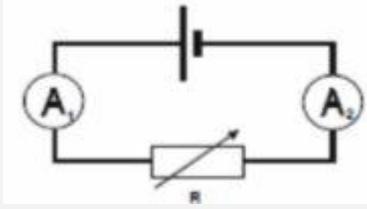
A1)	a) Wie hell werden die Glühbirnen leuchten?	
<input type="checkbox"/>	L1 leuchtet. Die anderen Glühbirnen leuchten nicht.	
<input type="checkbox"/>	Alle Glühbirnen leuchten mit gleicher Helligkeit. .	
<input type="checkbox"/>	L1 und L5 leuchten am stärksten; dann kommen L2 und L4. L3 leuchtet am schwächsten.	
<input type="checkbox"/>	L3 leuchtet am stärksten; dann kommen L2 und L4. L1 und L5 leuchten am schwächsten.	
<input type="checkbox"/>	L1 leuchtet am stärksten; dann nimmt die Helligkeit kontinuierlich entlang des Stromkreises ab.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Die erste Glühbirne braucht den gesamten Strom; für die anderen ist nichts mehr übrig.	
<input type="checkbox"/>	Jede Glühbirne verbraucht einen Teil des Stroms, so dass für die nächste weniger übrig ist.	
<input type="checkbox"/>	Der elektrische Strom wird schwächer je weiter die Glühbirne von der Batterie entfernt ist.	
<input type="checkbox"/>	Der elektrische Strom ist an jeder Stelle des Stromkreises gleich.	
<input type="checkbox"/>	Die Ströme von beiden Polen der Batterie treffen einander bei L3.	

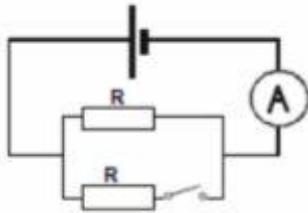
A2)	Die Glühbirne leuchtet.	
a)	Was kannst du über die Stromstärke bei den Punkten A und B aussagen?	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist bei A größer als bei B.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist bei B größer als bei A.	
<input type="checkbox"/>	Die Stromstärke ist bei A und bei B gleich groß.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Es fließt im gesamten Stromkreis der gleiche Strom.	
<input type="checkbox"/>	Ein Teil des Stroms wird von der Glühbirne verbraucht.	
<input type="checkbox"/>	Der gesamte Strom wird von der Glühbirne verbraucht.	

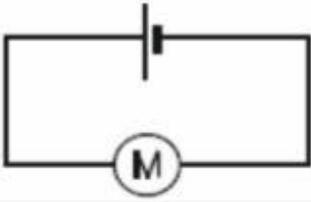
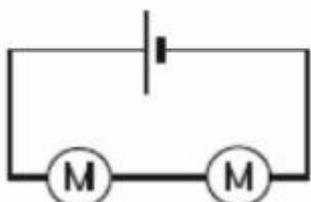
A3)	Betrachte den Stromkreis auf der rechten Seite. Was kannst du über den Strom an verschiedenen Stellen im Stromkreis aussagen?	
<input type="checkbox"/>	Der Strom ist bei A am größten.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom ist bei B am größten.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom ist bei C am größten.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom ist bei D am größten.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom ist überall gleich groß.	

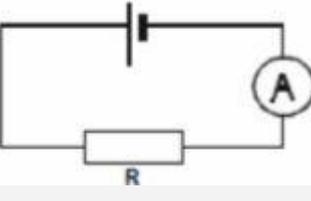
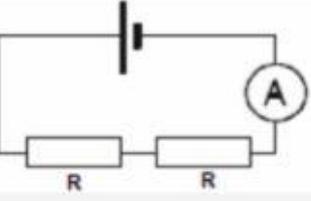
A4)	Im Stromkreis rechts ist eine Batterie mit einem Motor verbunden.	
a)	Was kannst du über die Anzeigen der beiden Amperemeter aussagen?	
<input type="checkbox"/>	A1 zeigt eine höhere Stromstärke an.	
<input type="checkbox"/>	Beide Amperemeter zeigen die gleiche Stromstärke an.	
<input type="checkbox"/>	A2 zeigt eine höhere Stromstärke an.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Im gesamten Stromkreis ist die Stromstärke gleich.	
<input type="checkbox"/>	Ein Teil des Stroms wird vom Motor verbraucht.	
<input type="checkbox"/>	Der gesamte Strom wird vom Motor verbraucht.	

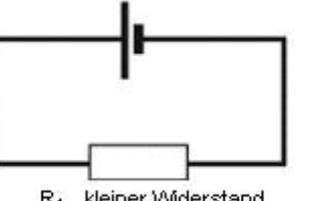
A5)	Betrachte den Stromkreis auf der rechten Seite.	
a)	Wie hell werden die Glühbirnen leuchten?	
<input type="checkbox"/>	Beide Glühbirnen leuchten. L1 leuchtet heller als L2.	
<input type="checkbox"/>	Beide Glühbirnen leuchten. L2 leuchtet heller als L1.	
<input type="checkbox"/>	Beide Glühbirnen leuchten gleich hell.	
<input type="checkbox"/>	L1 leuchtet. L2 leuchtet nicht.	
<input type="checkbox"/>	L2 leuchtet. L1 leuchtet nicht.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	L1 verbraucht den gesamten Strom. Es ist daher kein Strom mehr für L2 übrig.	
<input type="checkbox"/>	L1 verbraucht einen Teil des Stroms. Es ist daher nur mehr weniger Strom für L2 übrig.	
<input type="checkbox"/>	Der elektrische Strom ist überall im Stromkreis gleich.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom wird gleichmäßig auf beide Glühbirnen aufgeteilt.	
<input type="checkbox"/>	L2 ist näher bei der Batterie. Daher bekommt sie mehr Strom.	

A6)	<p>Der Stromkreis rechts besteht aus zwei Amperemetern und einem regelbaren Widerstand.</p> <p>Beide Amperemeter zeigen die Stromstärke an.</p> <p>Nun wird der Widerstand vergrößert.</p>		
a)	<p>Wie verändert sich dadurch die Anzeige von Amperemeter A₁?</p>	b)	<p>Wie verändert sich die Anzeige von Amperemeter A₂?</p>
<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.	<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.
<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.	<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.
<input type="checkbox"/>	Sie wird kleiner.	<input type="checkbox"/>	Sie wird kleiner.
c)	<p>Wie erklärst du deine Entscheidung?</p>		
<input type="checkbox"/>	Ein größerer Widerstand braucht mehr Strom als ein kleinerer Widerstand.		
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie; daher liefert sie denselben Strom.		
<input type="checkbox"/>	Eine Vergrößerung des Widerstands führt zu einer Verringerung der Stromstärke überall im Stromkreis.		
<input type="checkbox"/>	Eine Vergrößerung des Widerstands führt zu einer Verringerung der Stromstärke nach dem Widerstand. Sie beeinflusst daher den Strom vor dem Widerstand nicht.		
<input type="checkbox"/>	Eine Vergrößerung des Widerstands führt zu einer Verringerung der Stromstärke nach dem Widerstand. Daher wird der Strom vor dem Widerstand größer.		

A7)	<p>Die beiden Widerstände im Stromkreis rechts sind gleich. Der Schalter ist offen. Das Amperemeter zeigt die Stromstärke an.</p>		
a)	<p>Wie verändert sich die Anzeige des Amperemeters, wenn der Schalter geschlossen wird?</p>		
<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.		
<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.		
<input type="checkbox"/>	Sie wird kleiner.		
b)	<p>Wie erklärst du deine Entscheidung mit der Größe des Widerstands?</p>		
<input type="checkbox"/>	Der Gesamtwiderstand ist nun größer.		
<input type="checkbox"/>	Der Gesamtwiderstand bleibt gleich.		
<input type="checkbox"/>	Der Gesamtwiderstand ist nun kleiner.		
c)	<p>Welche weitere Erklärung hast du noch für deine Entscheidung?</p>		
<input type="checkbox"/>	Die Batterie kann keinen so großen Strom antreiben.		
<input type="checkbox"/>	Der zweite Widerstand stellt für den Stromfluss einen eigenen Weg zur Verfügung.		
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie; also liefert sie immer den gleichen Strom.		

A8)	Ein Stromkreis besteht aus einer Batterie und einem Motor. Der Motor läuft (Abb. rechts oben). Dann wird ein zweiter gleicher Motor hinzugefügt (Abb. rechts unten).	
a)	Wie verändert sich die Stromstärke im Stromkreis?	
<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.	
<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.	
<input type="checkbox"/>	Sie wird kleiner, aber nicht Null.	
<input type="checkbox"/>	Es fließt kein Strom mehr.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Die Batterie ist nicht stark genug, überhaupt Strom durch zwei Motoren anzutreiben.	
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie; daher liefert sie denselben Strom.	
<input type="checkbox"/>	Die Batterie kann nicht so viel Strom wie vorher durch beide Motoren treiben.	
<input type="checkbox"/>	Zwei Motoren brauchen mehr Strom als einer.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom teilt sich auf beide Motoren auf; so wird er halbiert.	

A9)	Ein Stromkreis besteht aus einer Batterie, einem Widerstand R und einem Amperemeter. Das Amperemeter zeigt die Stromstärke an (Abb. rechts oben).	
a)	Wie verändert sich die Anzeige des Amperemeters, wenn ein zweiter gleicher Widerstand R hinzugefügt wird?	
<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.	
<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.	
<input type="checkbox"/>	Sie wird kleiner, aber nicht Null.	
<input type="checkbox"/>	Es fließt kein Strom mehr.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Zwei Widerstände brauchen mehr Strom als einer.	
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie; daher liefert sie denselben Strom.	
<input type="checkbox"/>	Der Strom halbiert sich und teilt sich auf beide Widerstände auf.	
<input type="checkbox"/>	Die Batterie kann nicht so viel Strom wie vorher durch beide Widerstände treiben.	
<input type="checkbox"/>	Die Batterie ist nicht stark genug, überhaupt Strom durch zwei Widerstände anzutreiben.	

A10)	Der Widerstand R_1 im Stromkreis (Abb. rechts oben) ist klein. Er wird durch einen größeren Widerstand R_2 ersetzt (Abb. rechts unten).	
a)	Wie verändert sich die Stromstärke im Stromkreis?	
<input type="checkbox"/>	Sie wird größer.	
<input type="checkbox"/>	Sie wird kleiner, aber nicht Null.	
<input type="checkbox"/>	Sie bleibt gleich.	
<input type="checkbox"/>	Es fließt kein Strom mehr.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
<input type="checkbox"/>	Die Batterie ist nicht stark genug, um überhaupt Strom durch den größeren Widerstand zu treiben.	
<input type="checkbox"/>	Die Batterie kann nicht einen so großen Strom wie vorher durch den größeren Widerstand treiben.	
<input type="checkbox"/>	Ein größerer Widerstand braucht mehr Strom als ein kleinerer Widerstand.	
<input type="checkbox"/>	Es ist dieselbe Batterie; daher bleibt auch die Stromstärke gleich.	

C.3 Zusammenfassung aller Testergebnisse der untersuchten Akteure

L1			S1				S2				S3											
Item	Pre	Post	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU					
F1	1	5	A1	52	24	24	24	A1	24	24	24	24	A1	32	24	24	22					
F2	1	1	A2	12	31	31	31	A2	31	32	31	31	A2	31	31	31	31					
F3	4	5	A3	1	5	5	5	A3	5	5	5	5	A3	5	5	5	5					
F4	322	3	A4	12	21	21	21	A4	21	21	21	21	A4	21	21	21	21					
F5	1	1	A5	12	3(3&4)	3(3&4)	33	A5	33	33	33	33	A5	33	34	33	34					
F6	2	3	A6	331	333	333	333	A6	222	333	333	331	A6	111	333	333	114					
F7	1	1	A7	112	112	112	123	A7	132	122	312	?	A7	331	333	333	112					
			A8	34	34	3(4&5)	3?	A8	33	34	33	33	A8	34	33	34	15					
			A9	31	34	34	22	A9	22	31	31	32	A9	31	31	31	13					
			A10	23	22	2(2&3)	22	A10	23	22	22	22	A10	23	22	23	14					
L2			S4				S5				S6											
Item	Pre	Post	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU					
F1	4	5	A1	24	24	24	24	A1	24	24	24	24	A1	11	24	24	53					
F2	4	4	A2	31	31	31	31	A2	12	12	12	31	A2	12	31	31	12					
F3	2	5	A3	5	5	5	5	A3	5	4	3	5	A3	2	5	5	1					
F4	322	223	A4	21	21	21	21	A4	21	12	12	21	A4	13	21	21	12					
F5	f	0	A5	33	33	33	33	A5	12	33	33	33	A5	41	33	33	12					
F6	f	1	A6	234	(33)3	333	331	A6	313	131	131	333	A6	131	fehlt	331	272					
F7	f	3	A7	312	312	312	312	A7	111	112	223	123	A7	223	fehlt	223	?					
			A8	34	34	34	34	A8	22	31	3(4&5)	25	A8	22	22	22	22					
			A9	31	31	31	31	A9	44	34	34	32	A9	31	22	22	22					
			A10	22	23	23	23	A10	22	21	2(2&3)	21	A10	13	22	34	34					
L3			S7				S8				S9											
Item	Pre	Post	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU					
F1	4	5	A1	43	22	24	22	A1	33	24	52	52	A1	33	24	24	12					
F2	4	1	A2	13	31	31	31	A2	12	31	12	12	A2	31	31	31	31					
F3	4	5	A3	5	5	5	5	A3	5	5	1	1	A3	5	5	5	5					
F4	322	322	A4	22	2?	21	22	A4	31	21	12	12	A4	21	12	12	12					
F5	1	0	A5	25	33	25	33	A5	34	3?	12	12	A5	33	33	33	12					
F6	3	3	A6	333	131	331	122	A6	131	314	233	13	A6	112	314	314	234					
F7	2	1	A7	222	223	333	111	A7	112	312	323	232	A7	223	222	222	232					
			A8	15	34	34	33	A8	14	3	3	23	A8	34	23	33	33					
			A9	33	11	34	45	A9	23	34	42	25	A9	31	21	31	31					
			A10	31	33	21	22	A10	13	22	2	12	A10	22	22	22	22					
L4			S10				S11				S12											
Item	Pre	Post	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU					
F1	5	5	A1	22	24	24	24	A1	24	24	24	24	A1	24	24	24	24					
F2	5	1	A2	31	31	31	31	A2	31	31	31	31	A2	31			31					
F3	5	5	A3	5	5	5	5	A3	5	5	5	1	A3	5			5					
F4	322	322	A4	21	21	21	21	A4	22	21	21	12	A4	21			21					
F5	2	1	A5	33	33	33	33	A5	3?	3?	33	33	A5	33			3?					
F6	2	3	A6	374	231	231	33	A6	333	33?	333	331	A6	333			333					
F7	1	2	A7	223	312	312	311	A7	132	223	313	312	A7	322			112					
			A8	35		3	33	A8	32	32	34	34	A8	35			35					
			A9	33		3	31	A9		31	31	31	A9	33			33					
			A10	23		2	23	A10	24	23	22	12	A10	23			22					
L5			S13				S14				S15											
Item	Pre	Post	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU					
F1	1	5	A1	33	24	24	24	A1	24	22	24	24	A1	24	24	24	24					
F2	3	1	A2	32	31	32	31	A2	31	32	31	31	A2	31	31	31	31					
F3	2	5	A3	5	5	5	5	A3	5	5	5	5	A3	5	5	5	5					
F4	320	322	A4	21	21	21	21	A4	21	21	21	21	A4	21	21	21	21					
F5	0	0	A5	34	34	34	33	A5	33	34	33	34	A5	33	33	33	33					
F6	1	3	A6	115	313	311	315	A6	135	333	331	233	A6	135	333	333	234					
F7	4	1	A7	331	222	223	223	A7	223	222	222	113	A7	223	312	332	222					
			A8	22	25	3?	22	A8	24	32	34	34	A8	22	34	34	22					
			A9	45	34	34	22	A9	31	33	33	23	A9	31	31	3?	31					
			A10	34	11	2?	34	A10	23	22	23	23	A10	22	22	23	23					
L6			S16				S17				S18											
Item	Pre	Post	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU					
F1	5	5	A1	52	24	24	24	A1	52	24	24	24	A1	22	24	24	24					
F2	3	2	A2	12	31	31	31	A2	12	31	31	31	A2	12	31	31	31					
F3	2	2	A3	1	5	5	5	A3	1	5	5	5	A3	5	5	5	5					
F4	322	323	A4	12	21	21	21	A4	12	21	21	21	A4	21	21	12	21					
F5	f	0	A5	12	33	33	33	A5	12	33	23	33	A5	12	33	3?	33					
F6	2	2	A6	23?	333	331	33?	A6	234	333	333	333	A6	125	333	314	33?					
F7	2	1	A7	311	31?	31?	31?	A7	111	222	22?	222	A7	331	223	222	223					
			A8	34	35	35	33	A8	33	22	35	35	A8	22	34	33	22					
			A9	?1	33	31	31	A9	31	22	33	33	A9	34	22	31	33					
			A10	23	23	23	23	A10	23	22	22	22	A10	14	22	23	23					
L7			S19				S20				S21				S22							
Item	Pre	Post	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU	Item	Pre	Mid	Post	FU
F1	5	5	A1	22	24	24	24	A1	45	22		24	A1	32	24	24	24	A1	32	24	24	24
F2	3	1	A2	12	31	31	31	A2	32	12		22	A2	13	32	31	31	A2	12	31	31	31
F3	3	5	A3	5	5	5	5	A3	5	1		1	A3	1	5	5	5	A3	5	5	5	5
F4	333	322	A4	22	21	21	21	A4	33	22		32	A4	13	21	21	21	A4	20	12	12	12
F5	f	1	A5	25	33	33	33	A5	12	11		33	A5	23	34	33	33	A5	25	33	33	33
F6	2	3	A6	134	324	233	333	A6	333	311		311	A6	333	331	334	131	A6	134	233	333	134
F7	1	2	A7	112	222	223	222	A7	213	231		121	A7	133	313	113	312	A7	112	312	312	222
			A8	34	34	33	33	A8	34	22			A8		34	34		A8	34	35	34	33
			A9	31	31	34	22	A9	33	23			A9		11	31		A9	34	33	33	34
			A10	23	23	23	34	A10	12	23			A10		33	23		A10	22	23	23	22

Anhang D – Same Age Peer Tutoring

Arbeitsblatt beim Same Age Peer Tutoring

(Korner, 2011)

(entspricht Arbeitsblatt beim Cross Age Peer Tutoring)

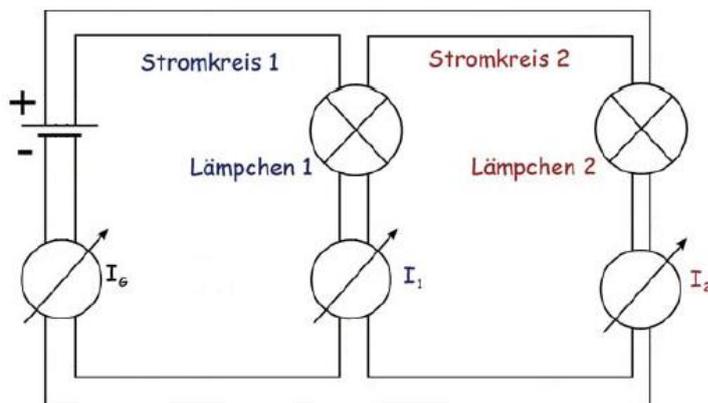
Alle Fragestellungen sind nach folgendem Prinzip zu bearbeiten:

Vorhersage – experimentelle Überprüfung – Erklärung

Problemstellungen für die Hauptschule – 3C Pressbaum

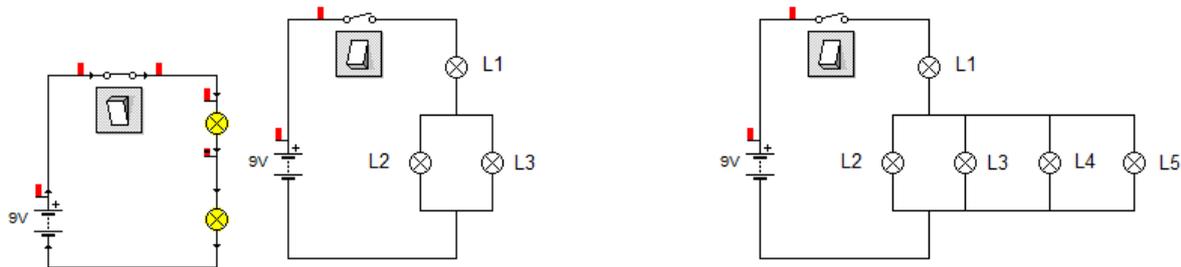
Wie kann man 2 Lämpchen schalten?

- 1) Wir bauen einen Stromkreis mit 2 Lämpchen.
 - ➔ erwähnen: Lämpchen werden „**in Serie**“ geschaltet
 - ➔ Was passiert mit der Helligkeit?
- 2) Vertauschen der Anschlüsse bei der Batterie ➔ Helligkeit?
- 3) 3 gleiche Lämpchen werden in Reihe an eine Batterie geschlossen.
 - Vergleiche die Helligkeiten der 3 Lämpchen. **Begründe!**
- 4) Was passiert, wenn man ein Lämpchen herausschraubt?
- 5) 2 Batterien werden in Serie geschaltet.
 - Welche Möglichkeiten gibt es? Was passiert?
- 6) Wir bauen einen Stromkreis mit 2 Lämpchen.
 - ➔ erwähnen: Lämpchen werden „**parallel**“ geschaltet
 - ➔ Was passiert mit der Helligkeit?
- 7) Vertauschen der Anschlüsse bei der Batterie ➔ Helligkeit?
- 8) 3 gleiche Lämpchen werden parallel an eine Batterie geschlossen.
 - Vergleiche die Helligkeiten der 3 Lämpchen. **Begründe!**
- 9) Was passiert, wenn man ein Lämpchen herausschraubt?
- 10) 2 Batterien parallel schalten ➔ Möglichkeiten? ➔ Was passiert?
- 11) Zeichne die einzelnen Ströme ein!



12) Erstelle einen Stromkreis mit zwei in Serie geschalteten Lämpchen L1 und L2.

Füge dann ein weiteres Lämpchen L3 so hinzu, dass es parallel zu Lampe L2 geschaltet ist (vgl. Abb. unten). Stelle eine Vermutung auf, ob bzw. wie sich die Helligkeit des Lämpchen L1 ändert, wenn du den Schalter schließt.



Füge dann ein weiteres Lämpchen L3 so hinzu, dass es parallel zu Lampe L2 geschaltet ist (vgl. Abb. rechts). Stelle eine Vermutung auf, ob bzw. wie sich die Helligkeit des Lämpchen L1 ändert, wenn du den Schalter schließt.

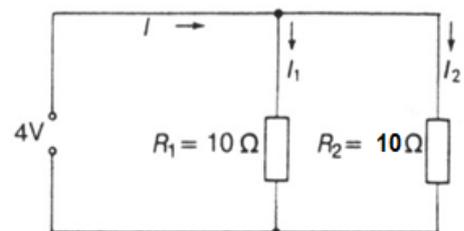
Hast du eine Erklärung für das Ergebnis deiner Beobachtung?
Schalte weitere Lämpchen parallel zu L2. Was passiert? Warum?

13) Betrachte die folgende Schaltung.

Der Widerstand $R_2 = 10 \Omega$ wird durch einen $50\text{-}\Omega$ - Widerstand ersetzt.

Kreuze die richtige Antwort an:

- Der Strom I_2 wird größer
- Der Strom I_2 bleibt gleich.
- Der Strom I_2 wird kleiner.
- Der Strom I_1 wird größer.
- Der Strom I_1 wird kleiner.
- Der Strom I_1 bleibt gleich.
- Der Strom I wird größer
- Der Strom I bleibt gleich.
- Der Strom I wird kleiner.



Anhang E - Fragebogeninstrumente

FB1

(Korner, 2011)

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Die folgenden Fragen beziehen sich auf dein eigenes Lernen im Fach Physik. Bitte versuch möglichst genau zu antworten, was die Gründe für dein Lernen in Physik sind. Alle Antworten werden anonym behandelt.

Code:

z: Klasse (zB 3 oder 6,...)

ll: Die ersten 2 Buchstaben des Namens deines Physiklehrers.

xx: Die ersten 2 Buchstaben des Vornamens deiner Mutter/Schwester/....

yy: Die ersten 2 Buchstaben des Vornamens deines Vaters/Bruders/....

z	l	l	x	x	y	y
---	---	---	---	---	---	---

Geschlecht: <input type="radio"/> m <input type="radio"/> w		Letzte Schulnote:		Muttersprache:		
Ich arbeite und lerne im Fach Physik,...		stimmt völlig	stimmt eher	stimmt teilweise	stimmt eher nicht	stimmt gar nicht
1	... weil es mir Spaß macht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	... weil ich möchte, dass meine LehrerIn denkt, ich bin eine gute SchülerIn.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	... um später eine bestimmte Ausbildung machen zu können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	... weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	... weil ich neue Dinge lernen möchte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	... weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich wenig tun würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	... weil ich damit mehr Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	... weil ich sonst Ärger mit meiner LehrerIn bekomme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	... weil ich es genieße mich mit diesem Fach auseinander zu setzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	... weil ich möchte, dass die anderen SchülerInnen von mir denken, dass ich ziemlich gut bin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11	... weil ich mit dem Wissen im Fach Physik später einen besseren Job bekomme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12	... weil ich sonst schlechte Noten bekomme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13	... weil ich gerne Aufgaben in diesem Fach löse.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14	... weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich in Physik nicht arbeite und lerne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15	... weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später einmal gebrauchen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16	... weil ich einfach lernen muss.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17	... weil ich gerne über Dinge dieses Faches nachdenke.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

FB2
(Korner, 2011)

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Nun wollen wir wissen, wie deine momentane Einstellung zu dieser Aufgabe ist, Wissen an Jüngere zu vermitteln. Dazu findest du auf dieser Seite Aussagen. Kreuze bitte jene an, die auf dich am besten passt. Alle Antworten werden anonym behandelt.

Code:

z: Klasse (zB 3 oder 6,...)

ll: Die ersten 2 Buchstaben des Namens deines Physiklehrers.

xx: Die ersten 2 Buchstaben des Vornamens deiner Mutter/Schwester/....

yy: Die ersten 2 Buchstaben des Vornamens deines Vaters/Bruders/....

z	l	l	x	x	y	y
---	---	---	---	---	---	---

		stimmt völlig	stimmt eher	stimmt teilweise	stimmt eher nicht	stimmt gar nicht
1	Ich mag so knifflige Aufgaben.	<input type="radio"/>				
2	Ich glaube den Schwierigkeiten dieser Aufgabe gewachsen zu sein.	<input type="radio"/>				
3	Wahrscheinlich werde ich die Aufgabe nicht schaffen.	<input type="radio"/>				
4	Bei dieser Aufgabe mag ich die Rolle des Wissenschaftlers, der Zusammenhänge entdeckt.	<input type="radio"/>				
5	Ich fühle mich unter Druck bei dieser Aufgabe gut abschneiden zu müssen.	<input type="radio"/>				
6	Diese Aufgabe ist eine richtige Herausforderung für mich.	<input type="radio"/>				
7	Nach diesem Mentoring scheint mir diese Aufgabe sehr interessant.	<input type="radio"/>				
8	Ich bin sehr gespannt darauf, wie gut ich hier abschneiden werde.	<input type="radio"/>				
9	Ich fürchte mich davor, dass ich mich hier blamieren könnte.	<input type="radio"/>				
10	Ich bin fest entschlossen mich bei dieser Aufgabe voll anzustrengen.	<input type="radio"/>				
11	Bei dieser Aufgabe brauche ich keine Belohnung, sie machen mir auch so viel Spaß.	<input type="radio"/>				
12	Es ist mir peinlich hier zu versagen.	<input type="radio"/>				
13	Ich glaube, das kann jeder schaffen.	<input type="radio"/>				
14	Ich glaube, ich schaffe diese Aufgabe nicht.	<input type="radio"/>				
15	Wenn ich diese Aufgabe schaffe werde ich schon ein wenig stolz auf meine Tüchtigkeit sein.	<input type="radio"/>				
16	Wenn ich an diese Aufgabe denke bin ich etwas beunruhigt.	<input type="radio"/>				
17	Eine solche Aufgabe würde ich auch in meiner Freizeit übernehmen.	<input type="radio"/>				
18	Die konkreten Anforderungen hier lähmen mich.	<input type="radio"/>				

FB3

(von Korner (2011) übersetzte und als Pilotierung eingesetzte Original-Items des Intrinsic Motivation Inventory nach Deci und Ryan (2003))

Aktivitäten im Unterricht

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Wir bitten Dich diesen Fragebogen für uns zu testen. Er hat sehr viele ähnliche Fragen, das ist Absicht. Wir wollen mit Deiner Hilfe herausfinden, welche davon am besten sind. Denk bei "dieser Tätigkeit" an eine Gruppenarbeit, einen Theaterworkshop, ein Arbeitsblatt, eine Exkursion oder an eine beliebige Stunde. Keine Sorge, Deine Antworten sind ganz anonym. Bitte kreuze bei JEDER Frage EINE Möglichkeit an.

1.	Gib bitte die Klasse und die Schultype an (zB 3HS für 3. Klasse Hauptschule)				
<hr/>					
2.	Ich habe diese Tätigkeit sehr gerne gemacht.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
3.	Ich denke ich bin ziemlich gut bei dieser Tätigkeit.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
4.	Ich habe mich bei dieser Tätigkeit sehr eingesetzt.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
5.	Ich glaube, dass ich bei dieser Tätigkeit Wahlfreiheit hatte.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
6.	Ich glaube, dass ich mir diese Tätigkeit etwas bringen könnte.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
7.	Ich denke, dass diese Tätigkeit brauchbar ist um in Physik/Biologie/Geschichte/... besser zu verstehen.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
8.	Ich machte diese Tätigkeit, weil ich musste.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
9.	Es war wichtig für mich, diese Aufgabe gut zu bewältigen.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
10.	Ich bin recht geschickt bei dieser Tätigkeit.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
11.	Diese Tätigkeit war recht vergnüglich.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
12.	Ich würde diese Tätigkeit als interessant bezeichnen.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
13.	Verglichen mit meinen MitschülerInnen denke ich, dass ich bei dieser Tätigkeit recht gut war.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
14.	Ich habe mich sehr angestrengt bei dieser Tätigkeit.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
15.	Ich hatte keine andere Wahl als diese Aufgabe zu erledigen.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
16.	Ich denke das ist wichtig, weil ich dadurch das Thema besser verstehen kann.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
17.	Ich denke das ist eine wichtige Tätigkeit.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
18.	Ich machte diese Tätigkeit, weil ich es wollte.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
19.	Das war eine Tätigkeit, die ich nicht sehr gut bewältigen konnte.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht
20.	Während ich diese Tätigkeit ausführte dachte ich daran, wie sehr ich sie genossen habe.				
	<input type="checkbox"/> stimmt völlig	<input type="checkbox"/> stimmt eher	<input type="checkbox"/> stimmt teilweise	<input type="checkbox"/> stimmt eher nicht	<input type="checkbox"/> stimmt gar nicht

Aktivitäten im Unterricht Seite 2

21. Diese Tätigkeit hat Spaß gemacht.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
22. Nach einer Weile fühlte ich mich recht fähig für diese Tätigkeit.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
23. Ich habe nicht viel Energie hineingesteckt.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
24. Ich machte diese Tätigkeit, weil ich keine andere Wahl hatte.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
25. Ich denke, dass mir diese Tätigkeit helfen könnte um in Physik/Biologie/Geschichte/... besser zu werden.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
26. Mir kam vor, dass ich das tun musste.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
27. Ich habe mich nicht sehr angestrengt diese Tätigkeit gut zu machen.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
28. Ich bin mit meiner Darbietung bei diesen Aufgaben zufrieden.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
29. Diese Tätigkeit war langweilig.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
30. Ich fühlte, dass ich nicht entscheiden konnte, ob ich das mache oder nicht.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
31. Ich bin bereit das wieder zu machen, weil es für mich wertvoll ist.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
32. Ich schenkte dieser Tätigkeit überhaupt keine Aufmerksamkeit.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
33. Ich denke, es könnte für mich vorteilhaft sein das zu tun.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
- Bitte denke für die folgenden Fragen an eine Person (vielleicht aus deiner Klasse), mit der du in letzter Zeit zusammen gearbeitet hast (zB in einer Gruppenarbeit).*
34. Ich fühlte mich der Person richtig fern.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
35. Ich bezweifle, dass diese Person und ich jemals Freunde werden könnten.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
36. Ich fühlte, dass ich dieser Person wirklich vertrauen konnte.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
37. Ich würde gerne eine Gelegenheit haben mit dieser Person öfter zusammenzuarbeiten.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
38. Ich würde mit dieser Person lieber nicht mehr zusammenarbeiten.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
39. Ich habe nicht das Gefühl, dass ich dieser Person wirklich vertrauen kann.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
40. Es ist möglich, dass diese Person und ich Freunde werden, wenn wir viel zusammenarbeiten.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht
41. Ich fühle mich dieser Person nahe.
 a stimmt völlig b stimmt eher c stimmt teilweise d stimmt eher nicht e stimmt gar nicht

Danke vielmals für die Beantwortung aller Fragen!

FB4 (Tutees)**(Korner, 2011)**

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Die folgenden Fragen beziehen sich auf das eben gemachte

Tutoring. Denke an die Schülerin / den Schüler, mit dem du gerade gearbeitet hast. Bitte versuche möglichst genau zu antworten.

Alle Antworten werden anonym behandelt.

z	l	l	x	x	y	y
---	---	---	---	---	---	---

		stimmt völlig	stimmt eher	stimmt teilweise	stimmt eher nicht	stimmt gar nicht
1	Diese Tätigkeit hat Spaß gemacht.	<input type="radio"/>				
2	Ich konnte dem ihr / ihm wirklich vertrauen.	<input type="radio"/>				
3	Ich würde gerne Gelegenheit haben mit ihr / ihm öfter zusammenzuarbeiten.	<input type="radio"/>				
4	Ich konnte auswählen, wie ich es ihm / ihr erkläre.	<input type="radio"/>				
5	Ich habe mich angestrengt diese Tätigkeit gut zu machen.	<input type="radio"/>				
6	Ich fand diese Tätigkeit sehr interessant.	<input type="radio"/>				
7	Ich konnte mitentscheiden, welche Aufgaben ich beim Tutoring mache.	<input type="radio"/>				
8	Ich habe da viel Energie hineingesteckt.	<input type="radio"/>				
9	Ich dachte beim Tutoring daran, wie gerne ich anderen etwas erkläre.	<input type="radio"/>				
10	Es ist möglich, dass das andere Kind und ich Freunde werden, wenn wir viel zusammenarbeiten.	<input type="radio"/>				
11	Ich machte hier mit, weil ich keine andere Wahl hatte.	<input type="radio"/>				
12	Ich habe mich bei dieser Tätigkeit bemüht.	<input type="radio"/>				
13	Ich war beim Erklären recht gut, wenn ich mich mit meinen Mitschülern vergleiche.	<input type="radio"/>				
14	Ich glaube, dass ich bei dieser Tätigkeit eigene Entscheidungen treffen konnte.	<input type="radio"/>				
15	Ich konnte spüren, wie es der anderen Schülerin / dem anderen Schüler ging.	<input type="radio"/>				
16	Ich habe diese Tätigkeit sehr gerne gemacht.	<input type="radio"/>				
17	Ich habe mich beim Tutoring sehr angestrengt.	<input type="radio"/>				
18	Ich bin mit meiner Leistung beim Erklären zufrieden.	<input type="radio"/>				
19	Ich bin bereit das wieder zu machen.	<input type="radio"/>				
20	Ich machte diese Tätigkeit, weil ich es selbst wollte.	<input type="radio"/>				
21	Ich war recht geschickt bei dieser Tätigkeit.	<input type="radio"/>				
22	Es war wichtig für mich diese Aufgabe gut zu bewältigen.	<input type="radio"/>				
23	Ich machte das Tutoring, weil ich musste.	<input type="radio"/>				

Feedbackfragebogen
(Abraham, 2011) (ausgefüllte Kopie von S3)

Deine Erfahrungen interessieren uns! ☺

Code: 

1) Wie hast du dich gefühlt, als die anderen Schüler/innen in den Raum gekommen sind?

Ich mich, gespannt wie das wird.

2) Bei welchem Beispiel hattest du Schwierigkeiten die richtigen Worte zu finden? Warum?

Beim Befehl. Das habe ich selber nicht wirklich verstanden also habe ich Hilfe geholt.

3) Welches Ereignis wirst du vom Projekt immer in Erinnerung behalten und warum gerade dieses?

Das sich Hauptschüler für Explosionen interessieren und das sie zuhören wenn man ihnen etwas darüber erzählt.

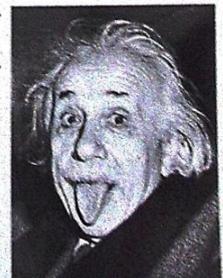
4) Was, glaubst du, hat dein/e Schüler/in gut verstanden und wo hat er/sie noch Schwierigkeiten? Warum glaubst du das?

Eigentlich haben sie alles gut verstanden.

5) Glaubst du, dass du den Stoff nach dem Erklären besser verstanden hast als vorher?

Was hast du besser verstanden? Wo glaubst du noch Probleme zu haben?

Ne ja, vielleicht. Ein bisschen schon aber am meisten habe ich bei der Einführung von den anderen Schülern verstanden.



Vielen, vielen Dank! Du bist spitze! ☺

Anhang F – Aufgabenstellung beim Steuergruppentreffen (Korner, 2011)

Aufgabe 1:

Du siehst hier ein Lämpchen an eine Batterie angeschlossen. Das Lämpchen leuchtet. Lies jeden der unten stehenden Sätze und kreuze an!

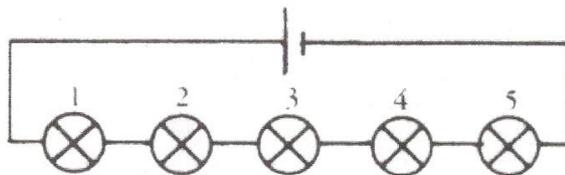


- | | Stimmt | Falsch | Weiß nicht |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Die Lampe verbraucht den elektrischen Strom vollständig | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Die Lampe verbraucht ein bisschen den elektrischen Strom. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Der elektrische Strom von der Batterie zur Lampe kommt völlig unverbraucht von der Lampe zur Batterie zurück. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- | | A | B | C | D | Weiß nicht |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Das Lämpchen leuchtet in: | <input type="checkbox"/> |
| 2. Elektrischer Strom ist in: | <input type="checkbox"/> |
| 3. Elektrische Stromstärke ist in: | <input type="checkbox"/> |
| 4. Elektrische Spannung ist in: | <input type="checkbox"/> |

Aufgabe 2:

Fünf gleiche Lämpchen werden in Reihe an eine Batterie angeschlossen:

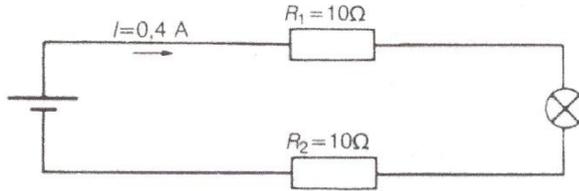


Kreuze an, was richtig ist:

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. Lampe 5 leuchtet heller als Lampe 1. | <input type="checkbox"/> |
| 2. Lampe 5 leuchtet so hell wie Lampe 1. | <input type="checkbox"/> |
| 3. Lampe 5 leuchtet schwächer als Lampe 1. | <input type="checkbox"/> |

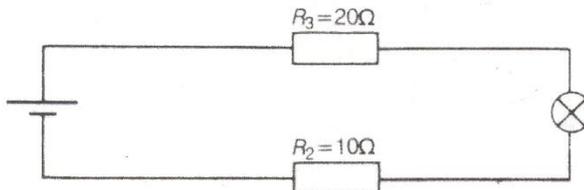
Aufgabe 3:

Die Stromstärke im folgenden Stromkreis beträgt 0,4 A.



Nun wird zunächst der Widerstand R_1 und anschließend der Widerstand R_2 geändert. Batterie und Lämpchen bleiben unverändert.

1. Änderung: Der Widerstand R_1 wird durch den Widerstand $R_3 = 20\Omega$ ersetzt:

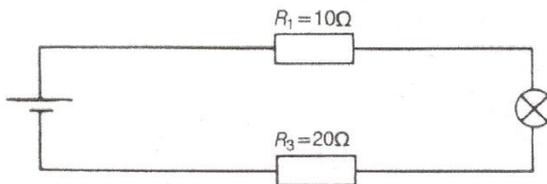


Vergleiche mit der ersten Schaltung und kreuze an:

1. Die Stromstärke im Lämpchen ist nun kleiner als 0,4 A.
2. Die Stromstärke im Lämpchen ist genau so groß wie vorher.
3. Die Stromstärke im Lämpchen ist nun größer als 0,4 A.

stimmt

2. Änderung: Der Widerstand R_1 wird wieder eingesetzt. Dann wird der Widerstand R_2 durch den Widerstand $R_3 = 20\Omega$ ersetzt:



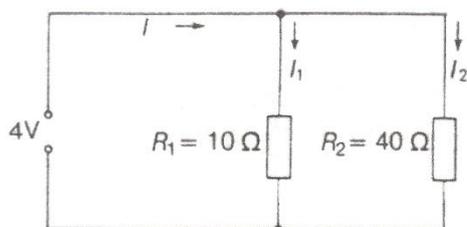
Vergleiche wieder mit der ersten Schaltung und kreuze an:

1. Die Stromstärke im Lämpchen ist nun kleiner als 0,4 A.
2. Die Stromstärke im Lämpchen ist genau so groß wie vorher.
3. Die Stromstärke im Lämpchen ist nun größer als 0,4 A.

stimmt

Aufgabe 4:

Betrachte die folgende Schaltung;

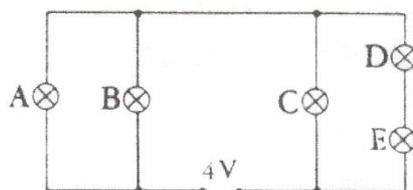


Der Widerstand $R_2 = 40 \Omega$ wird durch einen $50\text{-}\Omega$ - Widerstand ersetzt. Kreuze die richtige Antwort an:

- a) Der Strom I_2 wird größer.
- Der Strom I_2 bleibt gleich.
- Der Strom I_2 wird kleiner.
- b) Der Strom I_1 wird größer.
- Der Strom I_1 bleibt gleich.
- Der Strom I_1 wird kleiner.
- c) Der Strom I wird größer.
- Der Strom I bleibt gleich.
- Der Strom I wird kleiner.

Aufgabe 5:

Die Lämpchen in der folgenden Schaltung sind alle gleich. Vergleiche die Helligkeiten der Lämpchen B und C, kreuze an und begründe:



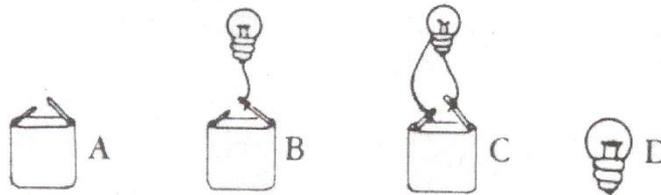
- B und C leuchten gleich hell.
- B leuchtet heller als C.
- C leuchtet heller als B.

Begründung:

Aufgaben 1 – 6: nach Rhöneck
Aufgabe 7: nach Muckenfuß

Aufgabe 6:

Betrachte die vier Abbildungen A, B, C und D, die brauchbare Batterien und Lämpchen enthalten.



Lies nun jeden der vier folgenden Sätze durch. Ein Satz kann auf mehrere Abbildungen zutreffen. Wenn der Satz zutrifft, mach bitte in dem entsprechenden Kästchen ein Kreuz.

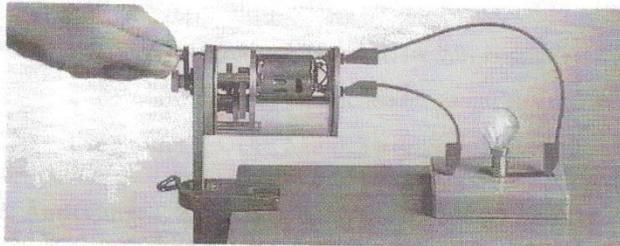
Aufgabe 7:

Nimm den Handgenerator in die Hand.

1. Drehe ihn ohne, dass etwas angeschlossen ist.
2. Schließe die Lampe an und drehe nochmals.

Was spürst du? Kannst du das erklären?

Kannst du dir vorstellen, diesen Versuch einem Volksschüler zu erklären? Probier es aus!



Handgenerator

Quelle: Muckenfuß H, (2007), Physik interaktiv, Cornelsen Verlag, Berlin

Aufgabe 8:

Von welchen Aufgaben kannst du dir vorstellen, dass du sie mit VolksschülerInnen durchnimmst?

Anhang G – Mentoring der AHS-Unterstufe

Auswahl der Arbeitsaufträge für die Volksschule (Korner, 2011)

Alle Fragestellungen sind nach folgendem Prinzip zu bearbeiten:

Vorhersage – experimentelle Überprüfung – Erklärung

Suche bitte Beispiele aus, die deiner Meinung nach für die Volksschule geeignet sind. **Beschränke dich dabei auf 2 Kapitel!**

Problemstellungen für Kindergarten und Volksschule

- 1) Flachbatterie und Lämpchen: Stromkreis
Frage: Wann leuchtet Lämpchen? → Verwende die kleinen Zettel dafür.
- 2) Geschicklichkeitsspiel: 1 Lämpchen, 1 Draht, 1 Monozelle
- 3) Verwende Kabel und Fassung und teste verschiedene Fragestellungen:
Was passiert, wenn man eine andere Kabelfarbe / Kabellänge nimmt? ... Knoten / Schlingen macht?
→ Diskutiere die Frage: Woher kommt der Name „Stromkreis“?
- 4) Heißer Draht (siehe Abbildung 1, Modell soll im Kindergarten vorhanden sein) → Zeichne / fahre mit dem Finger den Stromkreis nach.
- 5) Was passiert, wenn man: ein anderes Lämpchen verwendet / Anschlüsse beim L. vertauscht / Anschlüsse bei der Batterie vertauscht?
- 6) Untersuche die Anschlüsse bei der Batterie!
Was stellst du fest?
- 7) Verwende einen Motor statt eines Lämpchens.
Wie dreht er sich?
Wie dreht er sich, wenn man die Anschlüsse am Motor vertauscht?
Wie dreht er sich, wenn man die Anschlüsse an der Batterie vertauscht?
- 8) Wie sieht eine Glühbirne im Inneren aus? Untersuche die Glühbirne mit der Lupe und entwickle einen Bauplan! Verwende dazu die Abbildung 2.
Baue eine Schaltung mit einer Glühbirne: Zeige und zeichne den Weg des Stromes (Abb.).
- 9) Frage: Wo ist der Stromkreis bei Elektrogeräten? →??

- 1) Schalter in den Stromkreis einbauen (Büroklammer) Schalter
Macht es einen Unterschied, ob der Schalter vorher oder nachher eingebaut ist?
- 2) Den Schalter kann man auf 2 verschiedene Arten einbauen (bzw. 2 Schalter verwenden): Frage:
Kannst du das Lämpchen ein- und ausschalten?

- 1) Welche Materialien leiten Strom? → Teste verschiedene Materialien. Leiter / Nichtleiter

- 1) Wir bauen einen Stromkreis mit 2 Lämpchen.
 → erwähnen: Lämpchen werden „*in Serie*“ geschaltet
 Was passiert mit der Helligkeit?
- 2) Vertauschen der Anschlüsse bei der Batterie → Helligkeit?
- 3) Stromkreis mit 3 Lämpchen → Helligkeit?
- 4) Was passiert, wenn man ein Lämpchen herausschraubt?
- 5) 2 Batterien in Serie → Möglichkeiten? → Was passiert?

Serienschaltung

- 1) Wir bauen einen Stromkreis mit 2 Lämpchen.
 → erwähnen: Lämpchen werden „*parallel*“ geschaltet
 Was passiert mit der Helligkeit?
- 2) Vertauschen der Anschlüsse bei der Batterie → Helligkeit?
- 3) Stromkreis mit 3 Lämpchen → Helligkeit?
- 4) Was passiert, wenn man ein Lämpchen herausschraubt?
- 5) 2 Batterien parallel schalten → Möglichkeiten? → Was passiert?

Parallelschaltung

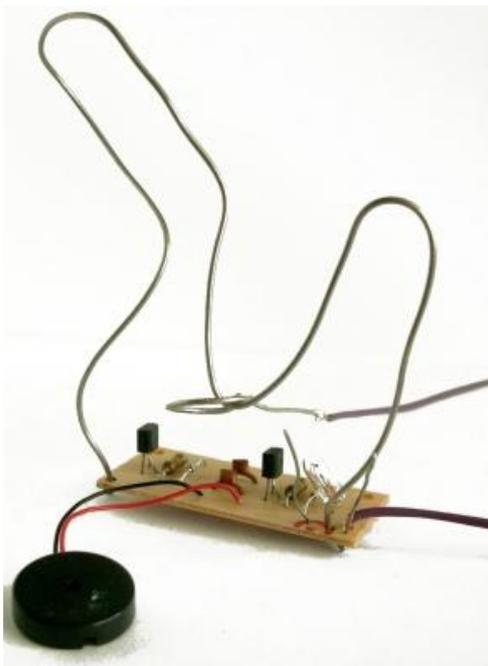


Abbildung 1

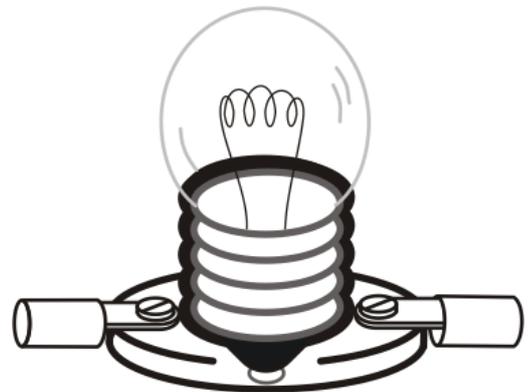


Abbildung 2

Anhang H - Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Bernhard Anton Himmer
 wohnhaft in 3970 Weitra und 1110 Wien
 Geburtsdatum: 26. Jänner 1984
 Geburtsort: Gmünd NÖ



Ausbildung:

1990 - 1994 Volksschule Weitra
 1994 - 2002 Allgemeinbildende Höhere Schule - Bundesgymnasium in Gmünd NÖ
 2002 - 2003 Grundwehrdienst in Weitra
 seit Oktober 2003 Lehramtsstudium Physik und Philosophie/Psychologie an der Universität Wien (voraussichtlicher Abschluss Okt. 2012)
 seit Oktober 2006 zudem Bakkalaureatsstudium Publizistik- und Kommunikationswissenschaft
 seit August 2012 Unterrichtspraktikum an AHS-Korneuburg und BG/BRG Tulln

Berufserfahrung:

seit September 2009 Vertragslehrer an der AHS-Korneuburg (UF Physik)

Ferialpraktika:

Mai und Juni 2003 Vermessungskanzlei Morawek in Gmünd
 August 2004 Geringfügig Beschäftigter, NÖN Gmünd
 Juli 2005 Geringfügig Beschäftigter, NÖN Gmünd
 August und September 2007 Seniorenhelfer im NÖ. Landespflegeheim (Nordwaldheim) Weitra

Sonstiges:

Juli 2006: Teilnahme an einem Projekt zu Ultrakurzzeitspektroskopie am Biophysikalischen Institut in Nove Hradý (Gratzen), CZ
 Juli 2007: Abermalige Teilnahme an jenem Projekt
 Erste-Hilfe-Ausbildung
 Ausbildung zum Brandschutzwart
 B-Führerschein