



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Analyse und Optimierung von praktischen Aufgaben zur
Überprüfung der NAWI-Kompetenzen im Chemieunterricht
am Ende der 8. Schulstufe

Verfasser

Erich Gabler

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190 445 423

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Lehramtsstudium: UF Biologie und Umweltkunde, UF Chemie

Betreuerin:

Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens

Eidesstattliche Erklärung

„Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher, noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.“

Wien, im Juni 2012

Unterschrift des Verfassers

Danksagung

Zunächst einmal möchte ich mich recht herzlich bei Frau Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens für die Betreuung dieser Diplomarbeit bedanken. Ohne ihre Bestärkung, als ich mich erstmals an sie wandte, wäre ich vermutlich nicht auf die Idee gekommen, eine fachdidaktische Arbeit zu schreiben.

Mein Dank gilt weiters den Teilnehmenden des Diplomanden/Dissertanden-Seminars für ihre Unterstützung in Form von interessanten Einblicken in ihre Forschungsgebiete und wertvollem Feedback für meine Arbeit, sowie für die Hilfe bei der Validierung meiner Ergebnisse. Besonders bedanken möchte ich mich in diesem Zusammenhang bei Frau Mag. Sandra Puddu.

Ebenfalls möchte ich mich recht herzlich bei Frau Dr. Simone Abels bedanken. Sie war mir eine große Hilfe bei der Auswahl und Anwendung der Methode der Skalierenden Strukturierung und nahm sich Zeit für ausführliche, konstruktive Kritik.

Mein größter Dank für die Unterstützung seitens der Universität gilt aber Herrn Mag. Gerhard Kern. Er war von Beginn an mein wichtigster Ansprechpartner am AECC Chemie, unterstützte mich bei meiner Bearbeitung der Beispiele, diskutierte mit mir die Feinheiten des Kompetenzmodells, gewährte mir Zugang zu nicht veröffentlichten Berichten der Entwicklungsgruppe der Bildungsstandards NAWI-8, stellte sich für eine umfangreiche Stellungnahme zur Entwicklung des Kompetenzmodells und der Aufgaben zur Verfügung und lieferte mir wichtige Hinweise für die letzte Überarbeitung meiner Arbeit – vielen Dank dafür!

Im privaten Bereich gilt mein großer Dank meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, für ihre Unterstützung. Sie ermöglichten mir überhaupt erst mein Studium und motivierten mich, auch in schwierigen Phasen nach vorne zu blicken. Mein besonderer Dank gilt auch MMag. Alexander Holly, der mir immer eine große Stütze und mit seiner Zielstrebigkeit ein Vorbild war.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	4
---	---

Theoretischer Teil

1 Einleitung.....	5
2 Österreichs Weg zu den Bildungsstandards.....	8
2.1 Bildungsstandards und kompetenzorientierter Unterricht.....	8
2.2 Entwicklung von Standards für Deutsch, Mathematik und Englisch.....	12
2.3 Auf dem Weg zur „scientific literacy“	14
3 Bildungsstandards und kompetenzorientierte Aufgaben in den Naturwissenschaften.....	16
3.1 Die Entwicklung des Kompetenzmodells und erster Aufgaben.....	16
3.1.1 Das Kompetenzmodell NAWI-8.....	17
3.1.2 Erste prototypische Aufgaben.....	19
3.1.3 Die Online-Pilotierung	20
3.2 Experimentalaufgaben zum Modell NAWI-8 (Fachbereich Chemie).....	22
3.2.1 Das Leitfähigkeitsbeispiel.....	23
3.2.2 Das Redoxbeispiel.....	24
3.2.3 Analyse der Experimentalaufgaben für das AECC Chemie.....	25
3.3 Weitere Schritte zur Implementierung der Standards in den Naturwissenschaften..	26
4 Qualitative Inhaltsanalyse: Skalierende Strukturierung.....	29
4.1 Grundprinzipien der Methode.....	29
4.2 Anwendung der Methode auf das vorliegende Material.....	33

Empirischer Teil

5 Analyse der Pilotierungsbeispiele – Kategorienbildung, Kodierung und Ergebnisse	37
5.1 Analyse des Leitfähigkeitsbeispiels	37
5.2 Analyse des Redoxbeispiels.....	62
5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	92

6 Optimierung der Aufgaben und des Kompetenzmodells.....	96
6.1 Empfehlungen zum Leitfähigkeitsbeispiel.....	96
6.2 Empfehlungen zum Redoxbeispiel.....	98
6.3 Kritik am Kompetenzmodell NAWI-8.....	100
7 Diskussion und Fazit.....	103
Literaturverzeichnis.....	107

Anhänge

Anhang A – Kompetenzmodelle.....	110
Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe Vorläufige Endversion Oktober 2011.....	110
Experimentaldeskriptoren: Handlungsdimensionen hinsichtlich Experimentierens ausdifferenziert.....	115
Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe Entwurf, Version in Verwendung von Sept. 2007 - Sept. 2010.....	118
Experimentaldeskriptoren: Handlungsdimensionen hinsichtlich Experimentierens ausdifferenziert.....	121
Anhang B – Experimentalaufgaben.....	128
Anhang C – Zuordnungen.....	141
Zuordnungen von offenen Antworten zu den Deskriptoren des Kompetenzmodells: Leitfähigkeitsbeispiel.....	141
Zuordnungen von offenen Antworten zu den Deskriptoren des Kompetenzmodells: Redoxbeispiel.....	146
Anhang D – Abkürzungsverzeichnis.....	163
Anhang E – Zusammenfassung / Abstract.....	164
Anhang F – Lebenslauf.....	166

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1:	Darstellung der drei Dimensionen des Kompetenzmodells NAWI-8	16
Abbildung 2:	Allgemeines Ablaufmodell der Qualitativen Inhaltsanalyse	29
Abbildung 3:	Ablaufmodell der Skalierenden Strukturierung	32
Abbildung 4:	Der einleitende Zeitungsartikel (Seite 1, Leitfähigkeitsbeispiel)	38
Abbildung 5:	Die ersten Teilaufgaben (Seite 2, Leitfähigkeitsbeispiel)	39
Abbildung 6:	Teilaufgabe „Föhn in Badewanne“ (Seite 2, Leitfähigkeitsbeispiel)	42
Abbildung 7:	Das zweite Experiment der Leitfähigkeitsaufgabe (Seite 3)	48
Abbildung 8:	Teilaufgabe zu „Auswirkung von Badezusätzen“ (Seite 4, Leitfähigkeitsbeispiel)	49
Abbildung 9:	Teilaufgabe „Versuchsaufbau skizzieren“ (Seite 4, Leitfähigkeitsbeispiel)	52
Abbildung 10:	Skizze der Versuchsanordnung der W 3.1 auf N1 zugeordnet wurde	53
Abbildung 11:	Skizze der Versuchsanordnung der W 3.1 auf N2 zugeordnet wurde	54
Abbildung 12:	Der letzte Teil der Aufgabenstellung zur Leitfähigkeit (Seite 5)	56
Abbildung 13:	Der erste Teil der Aufgabenstellung zum Redoxbeispiel (Seite 1)	63
Abbildung 14:	Die Anleitung zum ersten Versuch (Seite 1, Redoxbeispiel)	64
Abbildung 15:	Die Anleitung zum zweiten Versuch (Seite 2, Redoxbeispiel)	67
Abbildung 16:	Das Tabellenblatt zum Notieren der Beobachtungen (Redoxbeispiel)	68
Abbildung 17:	Die erste Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 2)	70
Abbildung 18:	Die zweite und dritte Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 3)	75
Abbildung 19:	Die vierte Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 4)	81
Abbildung 20:	Die fünfte Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 4)	83
Abbildung 21:	Die Teilaufgaben sechs bis neun des Redoxbeispiels (Seite 5)	84
Abbildung 22:	Die zehnte Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 6)	88
Abbildung 23:	Die elfte Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 6)	88
Abbildung 24:	Die letzten beiden Teilaufgaben des Redoxbeispiels (Seite 6, Seite 7)	90

Tabelle 1:	Ergebnisse der Auswertung der ersten Teilaufgabe (Leitfähigkeitsbeispiel)	42
Tabelle 2:	Kodierregeln zur zweiten Teilaufgabe (Föhn in Badewasser)	47
Tabelle 3:	Ergebnisse der Auswertung der Diskussion (Föhn in Badewasser)	47
Tabelle 4:	Ergebnisse der Auswertung der Teilaufgabe aus Abb. 8	52
Tabelle 5:	Ergebnisse der Auswertung der Versuchsskizzen nach Deskriptor W 3.1	54
Tabelle 6:	Kodierregeln zum letzten Abschnitt des Leitfähigkeitsbeispiels	61
Tabelle 7:	Ergebnisse der Auswertung der letzten Teilaufgabe (Leitfähigkeitsbeispiel)	62
Tabelle 8:	Kodierregeln zur ersten Teilaufgabe des Redoxbeispiels	66
Tabelle 9:	Ergebnisse der Auswertung der ersten Teilaufgabe	67
Tabelle 10:	Ergebnisse der Auswertung der Tabellenblätter	69
Tabelle 11:	Kodierregeln zu „Aufgabe 1“ (Redoxbeispiel)	74
Tabelle 12:	Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 1 (Redoxbeispiel)	74
Tabelle 13:	Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 2 (Redoxbeispiel)	76
Tabelle 14:	Kodierregeln zu „Aufgabe 3“ (Redoxbeispiel)	80
Tabelle 15:	Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 3 (Redoxbeispiel)	80
Tabelle 16:	Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 4 (Redoxbeispiel)	82
Tabelle 17:	Auswertung der Aufgabe 5 und Angabe der zur Bewältigung verwendeten Informationen	83
Tabelle 18:	Auswertung der Aufgaben 6-8 (Redoxbeispiel)	85
Tabelle 19:	Kodierregeln zu „Aufgabe 9“ (Redoxbeispiel)	87
Tabelle 20:	Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 9 (Redoxbeispiel)	87
Tabelle 21:	Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 10 (Redoxbeispiel)	88
Tabelle 22:	Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 11 (Redoxbeispiel)	89
Tabelle 23:	Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 12 (Redoxbeispiel)	91
Tabelle 24:	Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 13 (Redoxbeispiel)	92

Theoretischer Teil

1 Einleitung

Am 1. Jänner 2009 ist die „Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur über Bildungsstandards im Schulwesen“ in Kraft getreten (BGBl 2009/II Nr.1)¹. Darin wird festgelegt, dass die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit Hilfe der Bildungsstandards für die 4. und 8. Schulstufe zu beobachten und analysieren sind. Durch regelmäßige Standardüberprüfungen sind ihre erworbenen Kompetenzen festzustellen und mit den vorgesehenen Ergebnissen zu vergleichen, um so individuellen Förderbedarf zu diagnostizieren und Rückmeldungen über die Effizienz des Unterrichts zu gewinnen.

In den Bildungsstandards ist festgelegt, über welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Schulstufe verfügen sollten. Diese Kompetenzen werden in einem Kompetenzmodell zusammengefasst, das zudem Abstufungen der zu erreichenden Kompetenzen beschreibt. Auch fachinhaltliche Aspekte, anhand derer die Kompetenzen entwickelt werden sollen, werden im Kompetenzmodell formuliert, so dass das Modell geeignet ist, um auf seiner Grundlage konkrete Aufgaben für den Unterricht zu erstellen.

Neben den bereits in die Verordnung aufgenommenen Modellen für Deutsch, Mathematik und Englisch wurde auch an einem gemeinsamen Modell für die Naturwissenschaften für Hauptschulen, Mittelschulen und Gymnasien gearbeitet. Dieses Modell wurde von einer vom BMUKK² (beziehungsweise ab dessen Gründung vom BIFIE³) beauftragten Gruppe erstellt und wird kurz als „NAWI-8“ (Kompetenzmodell für die Naturwissenschaften, 8. Schulstufe) bezeichnet. Die Aufnahme der Standards für die Naturwissenschaften in die Verordnung der Bildungsstandards ist zur Zeit noch ausständig.

Für die in der Verordnung vorgesehenen Standardüberprüfungen ist es notwendig, validierte Aufgaben zu entwickeln, mit denen der Grad der Kompetenzerreichung durch die Schülerinnen und Schüler gemessen werden kann.

Bevor solche Standardüberprüfungen durchgeführt werden, ist es notwendig den Lehrerinnen und Lehrern Aufgabenbeispiele zur Verfügung zu stellen, damit sie ihren Unterricht kompetenzorientiert gestalten können.

1 BGBl – Bundesgesetzblatt; Online unter:
https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2009_II_1/BGBLA_2009_II_1.pdf [18.05.12].

2 BMUKK – Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur

3 BIFIE – Bundesinstitutes für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des österreichischen Schulwesens

Im Auftrag des BIFIE hat ein Team von zehn Chemielehrerinnen und -lehrern aus Hauptschulen (HS) und Allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) solche Aufgabenbeispiele entwickelt. Die Aufgaben wurden zunächst in Papierversionen und später als Onlineversionen pilotiert und aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse nochmals überarbeitet.

Im Bereich der Naturwissenschaften und im Besonderen im Fach Chemie, leistet die Durchführung von Experimenten einen wesentlichen Beitrag zur Förderung von konkreten Handlungskompetenzen, wie sie im Kompetenzmodell NAWI-8 festgelegt sind. Diese Kompetenzen können nicht durch Papier- oder Onlineaufgaben entwickelt oder gezeigt werden. Daher sollten weitere Aufgabenbeispiele auch die Förderung von Kompetenzen bezüglich der Planung, Durchführung, Auswertung und Interpretation von Experimenten in den Blick nehmen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit diesen Experimentalaufgaben, die für den Chemieunterricht der 8. Schulstufe auf Basis des Modells NAWI-8 entwickelt wurden. Sie beleuchtet die Entwicklung der Aufgaben, die erste Erprobung zweier dieser Aufgaben im schulischen Umfeld und gibt einen Überblick über die Ergebnisse dieser Aufgabenpilotierung. Es werden Verbesserungsmöglichkeiten für die beiden Aufgaben aufgezeigt.

Die Leitfragen, die durch diese Arbeit beantwortet werden sollen, lauten:

- Welche im Kompetenzmodell NAWI-8 formulierten Handlungskompetenzen können aus den beiden vorliegenden Experimentalaufgaben abgeleitet werden?
- Auf welchen Anforderungsniveaus liegen die von den Schülerinnen und Schüler im Rahmen der Pilotierung gezeigten Kompetenzen?
- Zeigen die Schülerinnen und Schüler darüber hinaus noch weitere Kompetenzen?
- Wie kann die Formulierung dieser beiden Aufgaben optimiert werden, damit Schülerinnen und Schüler ihre Kompetenzen besser zeigen können?

In den Kapiteln 2 und 3 wird die Entwicklung und Implementierung der Bildungsstandards in Österreich und die konkreten Entwicklungen diesbezüglich in den Naturwissenschaften kurz nachgezeichnet. Dabei wird besonders auf die Pilotierung der Experimentalaufgaben eingegangen und gezeigt, wie die Daten erhoben wurden, die dieser Arbeit zugrunde liegen. Kapitel 4 beschäftigt sich mit der Methode der Qualitativen Inhaltsanalyse, die zur Auswertung der Pilotierungsbeispiele herangezogen wurde. Im Anschluss daran werden

im empirischen Teil der Arbeit die oben formulierten Leitfragen beantwortet (Kapitel 5 und 6). Im letzten Kapitel (Diskussion und Fazit) wird kurz rekapituliert und darauf eingegangen, was mit den Aufgaben nun in Folge geschehen sollte.

2 Österreichs Weg zu den Bildungsstandards

2.1 Bildungsstandards und kompetenzorientierter Unterricht

Nach Klieme et al. (2003: 19) werden in Bildungsstandards Ziele für die pädagogische Arbeit definiert. Nationale Standards konkretisieren den Bildungsauftrag an Schulen und formulieren Anforderungen an das Lehren und Lernen. Sie greifen dabei allgemeine Bildungsziele auf und benennen Kompetenzen, die zur Erreichung der zentralen Bildungsziele notwendig sind und daher durch die Schulen zu vermitteln sind. Dabei wird auch festgelegt, welche Kompetenzen in einem bestimmten Alter erworben worden sein sollen. Diese Festlegung erfolgt so konkret, dass diese Kompetenzen in Aufgabenstellungen umgesetzt werden können und mit Hilfe von Testverfahren erfasst werden können.

Bildungsstandards sollen so der Qualitätssicherung und -steigerung an Schulen dienen, Lehrerinnen und Lehrern als Referenzsystem dienen und den Schulen Rückmeldung über die Ergebnisse ihrer Arbeit, der Erfüllung des Bildungsauftrags, geben.

Weiters schreiben Klieme et al. (2003: 19), dass in die Entwicklung von Bildungsstandards gesellschaftliche und pädagogische Zielentscheidungen, wissenschaftliche, fachdidaktische und psychologische Erkenntnisse zum Kompetenzaufbau, sowie Konzepte und Verfahren der Testentwicklung eingehen.

Es gibt prinzipiell drei unterschiedliche Arten von Standards für Schulen. Sie alle sind als Normen zu verstehen und legen a) Inhalte, b) wie diese Inhalte zu lernen sind oder c) welches Wissen, welche Fähigkeiten, Einstellungen, Haltungen, ... Schülerinnen und Schüler erlangen sollen, fest (Klieme, 2007: 76).

In der amerikanischen Diskussion nennt man diese drei Arten von Standards a) „*Content Standards*“ – sie entsprechen unseren Lehrplänen – b) „*Opportunity-to-learn-standards*“ – sie legen fest, wie die Rahmenbedingungen auszusehen haben, welche Ressourcen zur Verfügung stehen müssen, aber auch wie Unterricht methodisch-didaktisch gestaltet werden soll – und c) „*Performance Standards*“. Letztere beinhalten zu erreichende Lernziele, Niveaus von Fertigkeiten und erworbene Einstellungen und Haltungen (Klieme, 2007: 76). Wenn im Folgenden von Standards oder Bildungsstandards die Rede ist, sind diese *Performance Standards* gemeint.

Solche Standards können unterschiedlich formuliert werden, als Basis- oder Mindeststandards, als Regelstandards oder als Maximalstandards (Maag Merki, 2007:

21f). Mindeststandards sollten von allen Schülerinnen und Schülern erreicht werden, sie formulieren, was die Kinder und Jugendlichen in diesem Alter unbedingt können müssen.

So kann zum Beispiel festgelegt werden, dass (fast) alle Schülerinnen und Schüler das unterste Anforderungsniveau der formulierten Kompetenzen erreichen müssen (Maag Merki, 2007: 21).

Die logische Konsequenz muss eine individuelle Förderung für die Kinder und Jugendlichen sein, die hinter diesen Standards noch zurück bleiben, damit auch sie das Bildungsziel erreichen können (Ziener, 2006: 48f).

Regelstandards werden für den Durchschnitt formuliert und sind alters- und schulartspezifisch realistisch erreichbar. Sie werden von einem Teil der Schülerinnen und Schüler überschritten, von einem anderen Teil unterschritten (Ziener, 2006: 50).

Maximalstandards formulieren nach Maag Merki (2007: 22) die Erwartungen, die im Idealfall von Schülerinnen und Schülern erreicht werden können – Leistungen auf dem höchsten festgelegten Anforderungsniveau. Ziener (2006: 50f) nennt diese höchsten Normen Expertenstandards, versteht darunter aber theoretisch erreichbare Höchstniveaus an Kompetenzen, die von fachwissenschaftlichen Experten festgelegt werden und sich für eine absolute Taxonomie von Schülerleistungen eignen, nicht jedoch für den konkreten Unterricht.

Die 2003 von Bundesministerin Elisabeth Gehrler eingesetzte „Zukunftskommission“, die ein Konzept zur Weiterentwicklung des österreichischen Schulsystems erarbeiten sollte, empfahl im ersten Stritt die Einführung von Mindeststandards für die 4. und 8. Schulstufe und in weiterer Folge „Orientierungsstandards“ für andere Schulstufen, die nicht zentral überprüft werden sollen (Haider et al., 2005: 8).

Entgegen dieser Empfehlung entschied man sich für die Einführung von Regelstandards, mit der Begründung, dass einheitliche Mindeststandards für die Gymnasien einerseits und die dritten Leistungsgruppen der Hauptschulen andererseits so niedrig angesetzt werden müssten, dass diese nicht sinnvoll wären (Lucyshyn, 2007: 15f).

In der Verordnung über Bildungsstandards im Schulwesen (BGBl 2009/II Nr.1)⁴ und deren Erläuterungen⁵ werden **Bildungsstandards** als konkret und detailliert formulierte

4 Online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2009_II_1/BGBLA_2009_II_1.pdf [18.05.12].

5 Online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Begut/BEGUT_COO_2026_100_2_470132/COO_2026_100_2_474553.pdf [18.05.12].

Lernergebnisse, zu deren Erreichung grundlegende Kompetenzen nötig sind, definiert. Diese Lernergebnisse lassen sich aus den Lehrplänen ableiten und sind für die 4. Schulstufe für die Fächer Deutsch und Mathematik, sowie für die 8. Schulstufe für Deutsch, Mathematik und Englisch in der Anlage zur Verordnung⁶ festgelegt.

Kompetenzen definiert die Verordnung als *„(...) längerfristig verfügbare kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die von Lernenden entwickelt werden und die sie befähigen, Aufgaben in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsbewusst zu lösen und die damit verbundene motivationale und soziale Bereitschaft zu zeigen“*.

Eine vielfach zitierte Definition von Kompetenzen stammt von Weinert (2001: 27f):

„Kompetenzen sind die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösung in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“

Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass die Definition der Verordnung sehr stark an die Definition von Weinert angelehnt ist.

Ziener (2006: 18) schreibt, dass Bildungsprozesse auf den Erwerb von Kenntnissen, Fähigkeiten und Einstellungen abzielen und formuliert dazu knapp: *„(...) ein Bildungsprozess (ist) dann erfolgreich, wenn die zu Bildenden anschließend 1. etwas mehr wissen, 2. mit diesem Wissen etwas anfangen und 3. sich dazu verhalten können (...)“*. Genau das sei gemeint, wenn in der pädagogisch-didaktischen Diskussion von Kompetenz die Rede sei.

Auch die Definition von Ziener steht mit den vorherigen beiden im Einklang und drückt sehr einfach aus, was unter Kompetenz im Zusammenhang mit Bildung verstanden wird.

Als **grundlegende Kompetenzen** im Sinn der Verordnung werden jene Kompetenzen genannt, die wesentliche inhaltliche Bereiche eines Gegenstandes abdecken und maßgeblich dafür sind, dass weitere Kompetenzen aufgebaut werden können, deren nachhaltiger Erwerb für die weitere schulische und berufliche Bildung von zentraler Bedeutung sind.

Kompetenzorientierter Unterricht zeichnet sich dadurch aus, dass bei der Vermittlung von Fachinhalten der nachhaltigen Aneignung von fachspezifischen Handlungs-

⁶ Online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2009_II_1/COO_2026_100_2_502843.pdf [18.05.12].

kompetenzen eine besondere Bedeutung zukommt. So rücken zum Beispiel im naturwissenschaftlichen Unterricht Aspekte wie beobachten, beschreiben, Vermutungen formulieren, fachlich argumentieren, Untersuchungen planen und durchführen, Daten analysieren und interpretieren, oder Schlüsse aus ihnen ziehen in den Vordergrund (Weiglhofer, 2010).

Dabei tritt das reine Faktenwissen ein wenig in den Hintergrund und es wird notwendig, zu differenzieren: Welche Inhalte muss ich als Grundwissen ständig verfügbar haben und welche Inhalte müssen nicht unbedingt ständig präsent sein, da man sie auch nachlesen kann (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12).

Die in den Bildungsstandards definierten Kompetenzen werden auf Grundlage eines **Kompetenzmodells** formuliert. In den Erläuterungen zur Verordnung über die Bildungsstandards wird festgehalten, dass Kompetenzmodelle eine Brückenfunktion zwischen abstrakten Zielformulierungen und konkreten Aufgabenstellungen zur Überprüfung von Kompetenzen ausüben sollen. Nach Klieme et al. (2003: 23) stellen Kompetenzmodelle die Aspekte der einzelnen Kompetenzen, ihre Abstufungen und Entwicklungsverläufe dar. Diese Abstufungen sind in Form von Niveaustufen abgebildet. Die Entwicklung dieser Kompetenzmodelle muss in Zusammenarbeit von Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktik erfolgen (Klieme et al., 2003: 24).

Die Verordnung legt auch die Funktionen der Bildungsstandards fest. Sie sollen eine nachhaltige Ergebnisorientierung in der Planung und Durchführung von Unterricht bewirken, konkrete Vergleichsmaßstäbe setzen, die zur Diagnose von individuellem Förderbedarf dienen sollen, sowie Entwicklungspotentiale des österreichischen Schulwesens aufzeigen und damit zur Qualitätsentwicklung beitragen.

Weiglhofer (2009: 359) formuliert diese drei Funktionen als Orientierungsfunktion, Förderfunktion und Evaluationsfunktion. Diese Zielsetzungen seien aber nur umsetzbar, wenn es gelingt, den Nutzen der Bildungsstandards den Lehrkräften nachvollziehbar zu machen.

Für viele Lehrkräfte seien Bildungsstandards noch immer ein Synonym für nationale Tests. Das Sichtbarmachen von Leistungsergebnissen wird als bedrohliche Überprüfung wahrgenommen oder gar als Misstrauensantrag an die beruflichen Fertigkeiten gewertet.

Die Standardisierung von Lernergebnissen wird als Einschränkung bei der Wahl der Methoden zur Erreichung dieser Ergebnisse aufgefasst (vgl. Weiglhofer, 2009: 360).

Gründe dafür sieht Weiglhofer beim Fehlen von Informationen und des persönlichen Bezugs. Dabei wäre schon reichlich Zeit gewesen, die Lehrkräfte auf die Bildungsstandards vorzubereiten, denn die Entwicklung der Standards reicht wesentlich weiter zurück, als zur Verordnung aus 2009.

2.2 Entwicklung von Standards für Deutsch, Mathematik und Englisch

Schon Mitte der 90er Jahre, als im Zuge der Schulautonomie Kern- und Erweiterungsbereiche in den Lehrplänen festgelegt wurden, forderte man klare Zielangaben in den Fächern (Lucyshyn, 2007: 3).

Dabei wollte man nicht das Lehren und Lernen und damit auch nicht den Prozess der schulischen Bildung vereinheitlichen, sondern bei Erhaltung der Individualität die Erreichung gemeinsamer Ziele auf unterschiedlichen Wegen ermöglichen. Damit sollte der zunehmenden Heterogenität der Schulen durch standortbezogene Planung begegnet werden (Lucyshyn, 2007: 3).

Im Regierungsprogramm für die XXII. Gesetzgebungsperiode (2000, ÖVP/FPÖ)⁷ ist erstmals von der *Festlegung von nationalen Leistungsstandards* die Rede.

2002 wurde eine Projektleitung vom zuständigen Bundesministerium zur Entwicklung und Implementierung von Bildungsstandards eingesetzt, die durch eine Steuergruppe mit Vertreterinnen und Vertretern des Ministeriums, der Schulaufsicht, der Schulpraxis, der Wissenschaft und dem Zentrum für Schulentwicklung unterstützt werden sollte (Lucyshyn, 2006: 3).

Die ersten Entwürfe wurden in der sogenannten Pilotphase I (2003/04) an 18 Schulen (9 AHS, 9 HS) im Schuljahr 2003/04 getestet. Die Rückmeldungen dieser Schulen wurden bearbeitet und die überarbeiteten Bildungsstandards wurden an nunmehr 140 Schulen in der Pilotphase II (2004-2007) ab dem Schuljahr 2004/05 erprobt (Lucyshyn, 2006: 4).

Im Sommer 2005 wurden zum ersten Mal Standardaufgaben für die 8. Schulstufe in Mathematik getestet. Es ging dabei vor allem darum herauszufinden, wie gut die Testaufgaben zur Testung von Kompetenzen geeignet sind und ob sie messen, was mit den Standards angestrebt wird (Lucyshyn, 2007: 13).

Die Rückmeldungen dazu waren weitgehend positiv, wobei festgestellt wurde, dass die Schülerinnen und Schüler mit bestimmten Aufgabenformaten noch nie zuvor konfrontiert

⁷ Regierungsprogramm für die XXII. Gesetzgebungsperiode (2000). Online unter: <http://www.bka.gv.at/2004/4/7/Regprogr.pdf> [18.05.12].

waren und Fertigkeiten wie Schätzen oder Überschlagsrechnen im bisherigen Unterricht nicht den Stellenwert haben, den ihnen die Bildungsstandards zumessen (Lucyshyn, 2007: 32).

Ebenfalls 2005 begann die Entwicklung von Bildungsstandards für den BHS-Bereich⁸, wobei zunächst Standards für die schultypenübergreifenden Fächer (Deutsch, Englisch, angewandte Mathematik, Wirtschaft, Informatik und Naturwissenschaften) entwickelt wurden (Weiglhofer, 2010).

2006 wurden für den allgemein bildenden Bereich Feldtestungen in der Grundschule (4. Schulstufe: Deutsch, Mathematik) und der Sekundarstufe I (8. Schulstufe: Deutsch, Mathematik, Englisch) durchgeführt, deren Ergebnisse für die Verbesserung der Standards herangezogen wurden (Lucyshyn, 2006: 5).

Im Zuge des 2. Schulrechtspakets 2005 wurde in der Novelle des Bundes-Schulaufsichtsgesetzes (BGBl 2006/I Nr. 20)⁹ die Einrichtung eines Bundesinstitutes für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des österreichischen Schulwesens (BIFIE) beim Unterrichtsministerium festgeschrieben, zu dessen Aufgaben „Implementierung, Monitoring und Evaluation von bildungspolitischen Maßnahmen und Projekten“, sowie die „Entwicklung von Vorschlägen für Maßnahmen der Schulentwicklung sowie Unterstützung bei deren Erprobung und Überführung in das Regelschulwesen“ zählen (§20b. Abs. 1).

Seit September 2006 ist daher das BIFIE mit der Entwicklung der Bildungsstandards betraut.

Die Ergebnisse der Pilotphase II (2004-2007) wurden vom BIFIE zusammengefasst und dem Ministerium im Herbst 2007 vorgelegt. Zudem wurden mögliche Szenarien für die gesetzliche Verankerung der Bildungsstandards erarbeitet (Lucyshyn, 2007: 13).

Diese Verankerung der Bildungsstandards erfolgte in zwei Schritten: 2008 mit der Änderung des SchUG (BGBl 2008/I Nr. 117)¹⁰ wurden die gesetzlichen Grundlagen zur Einführung von Bildungsstandards gelegt, Anfang 2009 trat dann die Verordnung über

8 BHS – Berufsbildende höhere Schulen

9 Online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2006_I_20/BGBLA_2006_I_20.pdf [18.05.12].

10 SchUG – Schulunterrichtsgesetz; Online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2008_I_117/BGBLA_2008_I_117.pdf [18.05.12].

Bildungsstandards im Schulwesen (BGBl 2009/II Nr. 1)¹¹ in Kraft, in deren Anlage¹² die in der 4. Schulstufe zu erreichenden Kompetenzen in Deutsch und Mathematik, sowie in der 8. Schulstufe in Deutsch, Mathematik und Englisch, festgelegt wurden.

Im Frühjahr 2009 wurden an 204 Schulen der Sekundarstufe I, im Frühjahr 2010 an 267 Grundschulen sogenannte Baseline-Testungen durchgeführt. Mit diesen Testungen sollte einerseits der Ist-Stand erhoben werden, um später Aussagen über die Wirksamkeit der Bildungsstandards machen zu können, andererseits dienten sie als Generalproben für die geplanten bundesweiten Standardüberprüfungen der kommenden Jahre¹³.

Am 23. Mai 2012 findet in der 8. Schulstufe zum ersten Mal eine Standardüberprüfung in „Mathematik“ aller rund 90.000 Schülerinnen und Schüler statt, 2012/13 in „Englisch“ und 2013/14 in „Deutsch“.

Für die 4. Schulstufe finden die Tests für alle rund 85.000 Schülerinnen und Schüler ab dem Schuljahr 2012/13 in „Mathematik“ und 2013/14 in „Deutsch, Lesen, Schreiben“ statt.

Die Ergebnisse der ersten Standardüberprüfung vom Mai 2012 werden für Dezember des Jahres erwartet.¹⁴

2.3 Auf dem Weg zur „scientific literacy“

Der Begriff „scientific literacy“ ist noch nicht lange in unserem Sprachgebrauch und wird häufig mit „naturwissenschaftliche Grundbildung“ übersetzt. Bekannt wurde das Konzept im deutschsprachigen Raum durch die PISA-Studie 2006, deren Schwerpunkt auf den Naturwissenschaften lag.

Im anglo-amerikanischen Sprachraum hat der Begriff eine lange Tradition und ist in der Bildungsdiskussion fest verankert. In den *National Science Education Standards* des National Research Council (1996: 10), USA, steht über *scientific literacy* geschrieben:

„Scientific literacy enables people to use scientific principles and processes in making personal decisions and to participate in discussions of scientific issues that affect society. A sound grounding in

11 Online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?Abfrage=BgblAuth&Dokumentnummer=BGBLA_2009_II_1 [18.05.12].

12 Online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2009_II_1/COO_2026_100_2_502843.pdf [18.05.12].

13 BIFIE (o.J.). Übersichtsseite zu den abgeschlossenen Überprüfungen (Baseline-Testungen). Online unter: <https://www.bifie.at/node/67> [18.05.2012]

14 BIFIE (o.J.). Interview mit den Leiterinnen des BIFIE Salzburg. URL: <http://www.schule.at/startseite/monatsschwerpunkt/bildungsstandards-1/detail/standardueberpruefung-und-ergebnisse.html> [18.05.2012]

science strengthens many of the skills that people use every day, like solving problems creatively, thinking critically, working cooperatively in teams, using technology effectively, and valuing life-long learning. And the economic productivity of our society is tightly linked to the scientific and technological skills of our work force.“

Im kanadischen *Common framework of science learning outcomes, K-12* (Council of Ministers of Education, Canada, 1997) heißt es:

„Scientific literacy is an evolving combination of the science-related attitudes, skills, and knowledge students need to develop inquiry, problem-solving, and decisionmaking abilities, to become lifelong learners, and to maintain a sense of wonder about the world around them.“

Wenig verwunderlich scheint es daher, dass die OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) im PISA (Programme for International Student Assessment) einen eigenen Schwerpunkt auf Naturwissenschaften setzt.

PISA definiert *naturwissenschaftliche Grundbildung* als den Umfang in dem eine Person naturwissenschaftliches Wissen besitzt und es anwendet, um Fragestellungen zu identifizieren, Kenntnisse zu erwerben, Phänomene zu erklären und Schlüsse zu ziehen. Weiters zählen dazu, die charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens zu verstehen, die Einflüsse von Naturwissenschaften und Technik auf unsere materielle, intellektuelle und kulturelle Umgebung zu erkennen sowie die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen und Ideen als reflektierende Bürgerinnen und Bürger (OECD, 2007: 15).

Eine fundierte naturwissenschaftliche Grundbildung bringt demnach dem Individuum Vorteile im täglichen Leben, da sie es mündiger macht und ihm Problemlösungsstrategien zur Verfügung stellt, aber auch der Gesellschaft insgesamt, sowie der Wirtschaft, da sie die Effizienz der Arbeitskräfte steigert. Staaten haben daher ein Interesse an der Verbesserung der naturwissenschaftlichen Grundbildung. Als eine wichtige Maßnahme zur Erreichung dieses Ziels wird die Einführung von Bildungsstandards auch im Bereich der Naturwissenschaften gesehen. Die diesbezüglichen Fortschritte in Österreich werden im nun folgenden Kapitel zusammengefasst.

3 Bildungsstandards und kompetenzorientierte Aufgaben in den Naturwissenschaften

3.1 Die Entwicklung des Kompetenzmodells und erster Aufgaben

Während man in Mathematik und den Sprachen schon bei den ersten Standardüberprüfungen ist (vgl. Kapitel 2.2), ist die Entwicklung der Bildungsstandards zu den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik noch nicht so weit fortgeschritten.

Im Jahr 2007 begann die Arbeit an den NAWI-Bildungsstandards mit der Einigung auf anzustrebende Kompetenzen und der Entwicklung eines Kompetenzmodells. Dazu wurde in Analogie zu den bereits bestehenden Kompetenzmodellen für die Schularbeitsfächer ein gemeinsames, dreidimensionales Kompetenzmodell für die Fächer Biologie, Chemie und Physik erarbeitet (Vormayr et al., 2009).

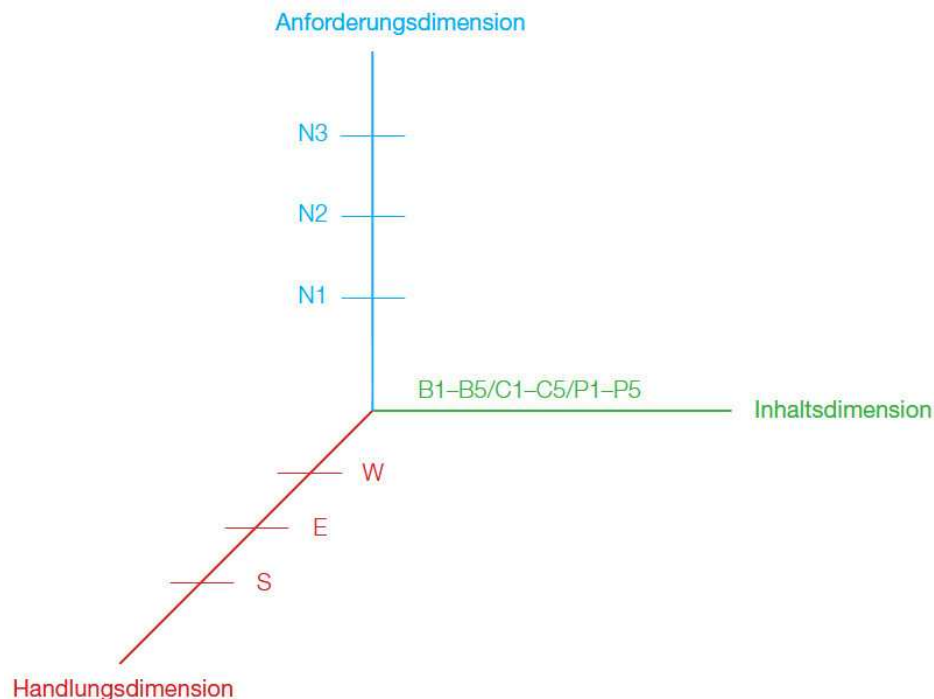


Abb. 1: Darstellung der drei Dimensionen des Kompetenzmodells NAWI-8; (Stand Oktober 2011): Die Handlungsdimension mit den Ausprägungen "Wissen organisieren", "Erkenntnisse gewinnen" und "Schlüsse ziehen", die einzelnen Inhaltsdimensionen der Fächer **B**iologie, **C**hemie, **P**hysik, sowie die Anforderungsdimension in den drei Niveaustufen (Abbildung übernommen aus: BIFIE, 2011).

Dieses Modell wurde im Laufe der Zeit immer wieder überarbeitet, ergänzt, gekürzt und einmal völlig umgeschrieben, wenn die Erfahrung die Notwendigkeit von Änderungen

zeigte. Die aktuell gültige Version (siehe Anhang A) stammt aus 2011 (BIFIE, 2011).

3.1.1 Das Kompetenzmodell NAWI-8

An der Entwicklung des Kompetenzmodells für die Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe an allgemeinbildenden Schulen (HS, NMS, AHS) war eine Gruppe von Expertinnen und Experten aus den drei Fachbereichen Biologie, Chemie und Physik beteiligt. Die Gesamtkoordination und die Verbindung zum Auftraggeber (BMUKK bzw. BIFIE) oblag LSI Mag. Günther Vormayr. Er leitete zugleich die Arbeitsgruppe Chemie und war auch an der Entwicklung des Kompetenzmodells für Mathematik beteiligt. Für die Biologie zuständig war Ao.Univ.-Prof. Mag. Dr. Hubert Weiglhofer, der bereits an der Entwicklung des Kompetenzmodells für die Naturwissenschaften an den BHS beteiligt war. Die Arbeitsgruppe Physik wurde geleitet von Univ.-Prof. Dr. Helmut Kühnelt. Zusätzlich waren jeweils Lehrerinnen und Lehrer aus dem AHS- und dem HS-Bereich aus allen drei Fächern beteiligt (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12).

Später wurde die Gruppe um zusätzliche Personen aus den AECCs¹⁵ der drei Fächer erweitert. Seit 2009 wird die Arbeitsgruppe Chemie vom AECC Chemie unter der Leitung von Frau Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens und Herrn Mag. Gerhard Kern koordiniert.

Seitens des Auftraggebers wurde vorgegeben, dass ein Modell entwickelt werden sollte, das zum bereits bestehenden Modell des BHS-Bereichs und zum Modell für Mathematik kompatibel sein soll (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12). So wurde ein Modell entworfen, das auf den beruflichen Erfahrungen der beteiligten Lehrkräfte basierte. Es wurden vorerst nur Anforderungsbereiche und vorläufige Niveaustufen formuliert, nicht jedoch mit empirisch validierten Testverfahren gesicherte Kompetenzstufen (Maag Merki, 2007: 20).

Nach diversen kleineren Anpassungen des Modells kam es im Sommer 2011 zu einer größeren Revision. Dabei wurden einzelne Deskriptoren der Handlungsdimension (H) neu formuliert und die drei großen Bereiche: *Beobachten, Erfassen, Beschreiben* (H1); *Untersuchen, Bearbeiten, Interpretieren* (H2) und *Bewerten, Entscheiden, Handeln* (H3), umbenannt in: *Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen, Kommunizieren* (W);

¹⁵ AECC – Austrian Educational Competence Centre

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren (E) und Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln (S).

Die einzelnen Handlungskompetenzen innerhalb dieser Bereiche erhielten neue Bezeichnungen und wurden teilweise in andere Teilbereiche verschoben (z.B. aus H 2.1 wurde W2, aus H 2.2 wurde E2, usw.), um die Zuordnung der einzelnen Kompetenzen zu den übergeordneten Bereichen stimmiger zu machen.

Man entschied sich von den wenig einprägsamen Kurzbezeichnungen H1, H2, etc. abzuweichen und sie durch W, E und S zu ersetzen. So sollte es einfacher sein, sich die Inhalte der Deskriptoren zu merken.

Im Zuge dieser Revision wurden einzelne Aspekte, die im österreichischen Modell bisher fehlten, aus dem deutschen KMK-Modell¹⁶ übernommen. Umfassendere Veränderungen, wie zum Beispiel das Einbinden des Inquiry-Konzeptes¹⁷, konnten aufgrund der ministeriellen Vorgaben an die Struktur des Modells nicht durchgesetzt werden und finden sich daher nur teilweise in der Anforderungsdimension wieder (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12).

Der erste Entwurf aus 2007 sowie die nun aktuell gültige Version des Kompetenzmodells aus 2011 sind in Anhang A zum Vergleich angeführt.

Zusätzlich zum offiziellen Modell wurden im Bereich der Handlungsdimension zum internen Gebrauch sogenannte Experimentaldeskriptoren formuliert, die den ihnen jeweils übergeordneten Handlungsdeskriptor in seine einzelnen Komponenten aufsplitten.

Zum Beispiel wurde der Handlungsdeskriptor W 2:

W 2: *Ich kann aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.*

aufgeteilt in zwei Experimentaldeskriptoren:

W 2.1: Ich kann Informationen beschaffen, die für ein Experiment relevant sind.

W 2.2: Ich kann Informationen für die Bearbeitung von Aufgaben nutzen.

¹⁶ KMK – Kultusministerkonferenz

¹⁷ z.B.: Flick, L., Lederman, N.G. (Eds.) (2004). *Scientific Inquiry and Nature of Science – Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*.

Man wollte bei der Erstellung des Modells eine zu große Zahl an Einzeldescriptoren vermeiden, um das Modell kompakt und übersichtlich zu halten. Dazu mussten oft mehrere Teilbereiche in einem Deskriptor abgebildet werden.

Zum Beispiel beinhaltet der folgende Deskriptor unterschiedliche Kompetenzen:

***E 4:** Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.*

Bei der Erstellung und Analyse von Aufgabenbeispielen, die Gegenstand der nun folgenden Kapitel sind, sind diese Handlungsdeskriptoren teilweise zu umfassend. Mit Hilfe der zusätzlichen Experimentaldeskriptoren wurde die Untersuchung dieser Beispiele der Aufgabenpilotierungen, hinsichtlich der durch sie abgedeckten Kompetenzen, einfacher. Die letzte Version dieser Experimentaldeskriptoren befindet sich ebenfalls in Anhang A.

3.1.2 Erste prototypische Aufgaben

In der Projektphase I (2007-2009) wurden zunächst prototypische Aufgaben entwickelt, die das Kompetenzmodell veranschaulichen sollten. Sie sollten als Grundlage und Modell für die Entwicklung eines Beispielpools dienen, der von Lehrerinnen und Lehrern für ihren Unterricht genutzt werden kann (analog zu den Aufgaben des *Projekt M12*¹⁸) (Vormayr et al., 2009).

Diese Aufgaben wurden getrennt in den drei Fachbereichen entwickelt und den Vertreterinnen und Vertretern der jeweils anderen Fächer periodisch präsentiert, um ein homogenes Beispieldesign und größtmögliche Abstimmung zwischen den Fächern zu erreichen. Feedback aus diesen Präsentationen führte zu ersten Überarbeitungen der Aufgaben und des Kompetenzmodells, die im April 2008 abgeschlossen wurden.

Eine der größten Herausforderungen war der Einbau von Experimenten in die Aufgabenstellungen, da von einem stark unterschiedlichen Ausstattungsgrad der Schulen ausgegangen werden musste. Im Zuge der ersten Pilotierung an ausgewählten Schulen wurde daher auch die Ausstattung (Experimentiermaterial und Räumlichkeiten) der teilnehmenden Schulen erhoben, um eine Grundlage für die Planung von praktischen Aufgaben zu schaffen (Vormayr et al., 2009).

¹⁸ Standards Mathematik, 12. Schulstufe

Im Mai 2008 startete mit diesen Aufgaben die sogenannte Paper-Pencil-Pilotierung an ausgewählten Schulen in rund 40 Hauptschulklassen (HS) und rund 50 Klassen aus dem Bereich der AHS Unterstufe (davon etwa die Hälfte aus Realgymnasien (RG), etwas weniger aus dem gymnasialen Bereich und dem Rest aus wirtschaftskundlichen und typengemischten Klassen).

Die Aufgaben wurden von den Lehrerinnen und Lehrern mit Hilfe eines Lösungsheftes korrigiert und die Ergebnisse in Excel-Files eingetragen. Diese Vorgehensweise hatte sich zuvor bei ähnlichen Pilotierungen zu den Standards aus Mathematik (12. Schulstufe) bewährt (vgl. Vormayr et al., 2009). Allerdings stellte die Auswertung für die einzelnen Lehrkräfte einen großen Aufwand dar, der einiges an Unmut erzeugte (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12).

3.1.3 Die Online-Pilotierung

Parallel zur Paper-Pencil-Pilotierung wurden bis Dezember 2008 ein zweiter Satz an Beispielaufgaben für eine Online-Pilotierung erarbeitet. Diese Aufgaben wurden im Februar 2009 an ausgewählten Schulen getestet (der Umfang der Stichprobe entsprach in etwa dem aus der Paper-Pencil-Pilotierung) (Vormayr et al., 2009).

Die Auswertung dieser ersten Phase der Modell- und Aufgabenentwicklung zu den Standards NAWI-8 ergab im Wesentlichen folgende Punkte (vgl. Vormayr et al., 2009):

- Die Stichprobe war für Österreich nicht repräsentativ, da im Verhältnis zu wenige Hauptschulklassen daran beteiligt waren (rund 40% der Schülerinnen und Schüler besuchten eine HS, österreichweit sind es fast 70%; der Anteil an Schülerinnen und Schülern aus dem RG war vor allem bei den Beispielaufgaben aus dem Bereich Chemie mit bis zu 70% ungewöhnlich hoch).
- Online-Tests mit geschlossenen Antwortmöglichkeiten (Multiple-Choice) sind rasch und einfach auszuwerten. Offene Antworten oder die Verwendung von Paper-Pencil-Tests erfordern einen hohen Aufwand (zeitlich und dadurch auch finanziell) bei der Auswertung.
- Aufgaben mit Experimenten sind vor allem im Pflichtschulbereich schwer durchzuführen, da es vielfach an Experimentiermitteln und adäquat ausgestatteten Experimentierräumen mangelt.

- Aufgaben, die sich zur Förderung der Handlungskompetenzen des Modells NAWI-8 eignen, müssen für Lehrerinnen und Lehrer zur Verfügung gestellt werden. Gerade in der Biologie sind solche Aufgabenformate in der Unterrichtsrealität noch wenig vertreten.
- Im Bereich der Chemie gibt es erhebliche Unterschiede zwischen den Standorten, da in der Unterstufe nur in der 4. Klasse Chemie unterrichtet wird. Es ist daher kaum möglich, die Inhaltsdimension der Aufgaben auf den bereits im Unterricht durchgenommenen Stoff abzustimmen. Aufgrund der individuellen Jahresplanung der Lehrerinnen und Lehrer ist es niemals möglich davon auszugehen, dass spezielle Inhalte zu einem bestimmten Zeitpunkt während des Unterrichtsjahres in allen Klassen in ganz Österreich bereits unterrichtet wurden.
- Die HS schnitten bei chemischen Aufgabenstellungen signifikant schlechter ab als die AHS. Gründe dafür vermuten Vormayr et al. (2009) unter anderem darin, dass in vielen Hauptschulen schulautonom nur eine Wochenstunde Chemie vorgesehen ist (an den AHS und im Regelfall an den HS zwei Wochenstunden in der 8. Schulstufe). Es wird dringend empfohlen, die Wochenstundenzahl in Chemie auf ein zweijähriges Fach mit mindestens vier Wochenstunden zu erhöhen, um den Lehrplan erfüllen und das Kompetenzmodell entsprechend anwenden zu können. Lehrplan, Standards und Unterrichtsausmaß müssen aufeinander abgestimmt werden.
- Die bisherigen Aufgabenformate sind nicht ausreichend, um alle Kompetenzen des Kompetenzmodells NAWI-8 überprüfen zu können. Aller Schwierigkeiten zum Trotz müssen Experimentalaufgaben entwickelt, erprobt und eingesetzt werden. Entweder muss für eine entsprechende Grundausstattung an allen Schulen gesorgt werden, oder die Aufgaben müssen von externen Expertinnen und Experten mit entsprechender Ausrüstung vor Ort mit den Schülerinnen und Schülern durchgeführt und ausgewertet werden, wie dies in der Schweiz geschieht.

Diese letzte Forderung, die bei der Erstellung des Endberichts über die erste Phase der Aufgabenpilotierung formuliert wurde (Vormayr et al., 2009; persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12), konnte in der Projektphase II (2009-2011) aufgegriffen werden.

3.2 Experimentalaufgaben zum Modell NAWI-8 (Fachbereich Chemie)

Eigentlich wollte das BIFIE in der Projektphase II (2009-2011) von der Standards-Entwicklungsgruppe viele neue Aufgaben für weitere Online-Pilotierungen. Die Mitglieder der Gruppe, dabei insbesondere die Mitglieder der Arbeitsgruppe Chemie, wiesen jedoch deutlich darauf hin, dass sich wesentliche Teile des Kompetenzmodells, die an das Experimentieren geknüpft sind, nicht durch reine Online-Aufgaben erfassen lassen.

So wurden in der Projektphase II von der Chemiegruppe zusätzlich Experimentalaufgaben entwickelt, in denen Schülerinnen und Schüler reale Experimente durchführen und sich nicht nur theoretisch mit ihnen auseinander setzen sollten. Der Auftraggeber stellte für die Entwicklung und Erprobung dieser Aufgaben auch zusätzliche finanzielle Ressourcen zur Verfügung.

Im Bereich der Chemie wurden dazu bis zum März 2010 von den Mitgliedern des Entwicklungsteams insgesamt fünf Experimentalaufgaben ausgearbeitet (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12).

Für die Erprobung dieser Aufgaben im schulischen Umfeld holte man sich Anregungen aus der Schweiz. Dort beschäftigten sich Schülerinnen und Schüler anhand von Experimentiertests mit praktischen Fragestellungen und die beteiligten Forscherinnen und Forscher werteten deren schriftliche Aufzeichnungen aus.

Das lieferte zwar Endergebnisse, ließ aber keine Rückschlüsse auf deren Entstehung zu. Gerade die Frage aber, welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler *während* des Arbeitens zeigen, wie sie argumentieren und wie sie zu Ergebnissen kommen, war für die Mitglieder der österreichischen Arbeitsgruppe von Interesse. So wurde zunächst im Dezember 2009 in einer kleinen Pilotstudie eine der Experimentalaufgaben erprobt, mit Einverständnis der Erziehungsberechtigten und der Schulbehörde einige Schülerinnen und Schüler paarweise beim Arbeiten gefilmt und deren Gespräche aufgezeichnet. Dabei zeigte sich, dass der Einsatz von Headsets und Videokameras sinnvoll ist. Dieses Untersuchungsdesign wurde in weiterer Folge beibehalten (Kern, 2012).

Für die Pilotierung der vier weiteren Experimentalaufgaben gab es ein enges Zeitfenster, da Maturatermine und Projekte gegen Schulschluss administrative Hürden darstellten (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12). Die Pilotierung erfolgte daher im Zeitraum zwischen 12. Mai und 10. Juni 2010 an insgesamt fünf Schulen aus unterschiedlichen

Regionen in Österreich, wobei drei HS/KMS und zwei RG daran beteiligt waren (Kern, 2012).

Aufgrund des Zeitdrucks wurden die erstellten Aufgaben vor der Pilotierung nicht auf Herz und Nieren geprüft und nach allen Regeln der Kunst optimiert, so dass in der Pilotierung teilweise Fehler aufgetaucht sind, die man hätte vermeiden können. Dies ist ein Versäumnis, das bei längerfristiger Planung hätte vermieden werden können (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12). Dennoch lieferten die Pilotierungen interessante Erkenntnisse, die für die Verbesserung der Aufgaben genutzt werden konnten (siehe dazu auch Kapitel 6).

In den nun folgenden beiden Kapiteln werden zwei dieser Aufgaben, die in dieser Arbeit analysiert werden, näher vorgestellt.

3.2.1 Das Leitfähigkeitsbeispiel

Die Aufgabe zur Leitfähigkeit von Ionenlösungen wurde an drei Schulen durchgeführt: In einer Hauptschule in Oberösterreich, einer Kooperativen Mittelschule in Wien und an einem Realgymnasium mit naturwissenschaftlichem Zweig in Niederösterreich.

Die Anforderungen für die Entwicklung der Aufgabe waren eine einfache Durchführung, wenig Materialaufwand und eine Fokussierung auf Kompetenzen des Kompetenzmodells.

Dazu wurde von einem Mitglied der Entwicklungsgruppe ein mehrseitiges Arbeitsblatt entworfen, das Versuchsanleitung und Protokoll in sich vereint. Dieses Arbeitsblatt ist vollständig im Anhang B zu finden, sowie in Auszügen im 5. Kapitel, wo die einzelnen Teile der Aufgabenstellung näher behandelt werden.

Die Aufgabe dreht sich um die Messung des elektrischen Stroms durch eine Elektrolytlösung. Als Spannungsquelle wird eine Flachbatterie eingesetzt, als Messgerät ein Ampèremeter. Die Schülerinnen und Schüler messen die Stromstärke und ziehen daraus Rückschlüsse auf die Leitfähigkeit der Ionenlösung. Wenn in Folge also vereinfacht von „Leitfähigkeitsmessung“ die Rede ist, geht es eigentlich um die Messung der Stromstärke im Stromkreis.

Gemessen wird destilliertes Wasser, Leitungswasser, Kochsalz- und Zuckerlösungen, sowie verschiedene Erfrischungsgetränke. Als Elektroden dienen zwei Bleistiftminen, als Stromquelle eine 4,5 V Flachbatterie. Bis auf die notwendigen Messgeräte (in diesem Fall

analoge Multimeter) handelt es sich um leicht verfügbare Materialien und auch Multimeter sollten in jeder Schule vorhanden sein.

Dies ist insofern wichtig, da ein Versuch entwickelt werden sollte, der sehr einfach in jeder Schule in Österreich durchführbar ist.

Die grundsätzliche Fragestellung in dieser Aufgabe ist eine physikalische, keine rein chemische. Allerdings wird im Detail auch nach den Ursachen für den Stromfluss gefragt und die Schülerinnen und Schüler sollen herausfinden, dass gelöste Salze im Wasser die Leitfähigkeit erhöhen, da sie in Ionen zerfallen, die wiederum den elektrischen Strom leiten können.

Im aktuellen AHS-Lehrplan der 8. Schulstufe für Chemie¹⁹ ist die Beschäftigung mit der Leitfähigkeit nicht explizit zu finden, die Durchführung von eigenen Experimenten, die Schulung des Modelldenkens, die Förderung der Team- und Kommunikationsfähigkeit, sowie der Erwerb von Basiswissen über ausgewählte Stoffe und einfacher Struktur-Wirkungsbeziehungen hingegen schon. Die Durchführung einer solchen Aufgabe im Chemieunterricht der 8. Schulstufe steht daher im Einklang mit den Vorgaben des Lehrplans.

Die Aufgabe berührt folgende Aspekte der Inhaltsdimension des Modells NAWI-8:

- Erklärungen für elektrische Erscheinungen in Natur und Technik, einfache Stromkreise (P2)
- chemische Bindungen (C1)
- Funktionen und Reaktionen von Stoffen in der Nahrung (C5)

Eine Zuordnung der einzelnen Aufgabenteile zu den Handlungsaspekten des Kompetenzmodells erfolgt in Kapitel 5.

3.2.2 Das Redoxbeispiel

Die Aufgabe zum Thema Redoxreaktionen wurde an drei Schulen, von insgesamt vier Gruppen durchgeführt: An zwei Realgymnasien im Osten Österreichs mit insgesamt drei Gruppen, davon eine aus einem Sportzweig und eine aus einem Zweig mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt, sowie an einer Kooperativen Mittelschule in Wien.

¹⁹ BMUKK (o.J.): Lehrpläne für die Unterstufe der AHS. Online unter:
http://bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_unterstufe.xml [18.05.2012].

Die Anforderungen für die Entwicklung der Aufgabe waren dieselben, wie beim Leitfähigkeitsbeispiel: eine einfache Durchführung, wenig Materialaufwand und eine Fokussierung auf die Kompetenzen des Kompetenzmodells.

Auch bei dieser Aufgabe wurde ein mehrseitiges Arbeitsblatt als Versuchsanleitung und Protokoll zugleich von einem Mitglied der Entwicklungsgruppe konzipiert (die vollständige Angabe findet sich ebenfalls im Anhang B).

Beim Redoxbeispiel sollten die Schülerinnen und Schüler einen Eisennagel, Kupferdraht und Silberdraht in Lösungen mit Eisenionen, Kupferionen beziehungsweise Silberionen tauchen und die ablaufenden Zementationsreaktionen beobachten.

Diese klassische Aufgabe aus dem Repertoire der Schulchemie ist auch in schlecht ausgestatteten Schulen leicht durchführbar, das Risiko durch den Umgang mit Chemikalien ist bei entsprechender Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler minimal.

Neben der allgemeinen Forderung des Lehrplans, Experimente durchzuführen, deckt das Redoxbeispiel auch die folgende Anforderung des AHS-Lehrplans für die 8. Schulstufe ab: *„Grundmuster chemischer Reaktionen: [...] Verstehen der Kopplung von Oxidation und Reduktion anhand einfacher Beispiele.“*²⁰

Auch bei dieser Aufgabe sei für die Aspekte der Handlungsdimension des Kompetenzmodells auf das 5. Kapitel verwiesen, wo einzelnen Teilen der Aufgabe die entsprechenden Deskriptoren zugeordnet werden. Inhaltlich werden folgende Aspekte durch dieses Beispiel berührt:

- Elementsymbole, chemische Bindungen (C1)
- Massenerhalt bei chemischen Reaktionen, Oxidation und Reduktion (C3)

3.2.3 Analyse der Experimentalaufgaben für das AECC Chemie

Im Rahmen meiner Tätigkeit für das AECC Chemie war ich verantwortlich für die Analyse von zwei der fünf Experimentalaufgaben der Pilotierungsphase zur Überprüfung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Schulstufe. Dabei ging es einerseits um die Auswertung des in der Pilotierung erhobenen Materials, andererseits um die Analyse der Aufgaben selbst, hinsichtlich der

²⁰ BMUKK (o.J.): Lehrpläne für die Unterstufe der AHS. Online unter: http://bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_unterstufe.xml [18.05.2012].

Kompetenzbereiche des Modells NAWI-8, die durch die Aufgaben abgedeckt werden. Es handelt sich bei den Aufgaben um die beiden im vorangegangenen Abschnitt vorgestellten.

Ich erhielt dazu die Aufzeichnungen, die bei der Durchführung der Experimente an verschiedenen Schulen gesammelt wurden, in Form von Arbeitsblättern, Audio-Mitschnitten und teilweise auch Video-Aufnahmen. Die Arbeitsblätter selbst wurden bereits zuvor von meiner Kollegin Renate Jonke bearbeitet. Sie hat die Texte der Schülerinnen und Schüler in Tabellen eingetragen, sowie die angefertigten Skizzen digitalisiert.

Meine Aufgabe war einerseits die Auswertung dieser Arbeitsblätter, hinsichtlich der von den Schülerinnen und Schülern gezeigten Kompetenzen, andererseits das Bearbeiten der in Summe fast 30 Stunden umfassenden Audio-Mitschnitte von Gesprächen der Schülerinnen und Schüler, die ich auszugsweise auch transkribierte. Dabei war das Ziel Verständnisschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler aufzuspüren und herauszufinden, ob sie beim Bearbeiten weitere Kompetenzen zeigen, die nicht durch die Analyse der Texte erfasst werden können. Die Ergebnisse meiner Arbeit fanden Einzug in den Endbericht über die Aufgabenpilotierung an das BIFIE (vgl. Kern, 2012).

In dieser Diplomarbeit beschränke ich mich jedoch auf die Analyse der Aufgaben und der Texte aus der Pilotierung, hinsichtlich der gezeigten Kompetenzen.

Zwei weitere Aufgaben der Pilotierung sind Thema einer anderen Diplomarbeit. Meine Kollegin Renate Jonke beschäftigt sich in ihrer Arbeit mit einem Beispiel zur Papierchromatographie und einem Säure-Base-Beispiel²¹.

Neben der Auswertung der in der Pilotierung erhobenen Daten war es auch meine Aufgabe, Empfehlungen zur Optimierung der Beispiele und des Kompetenzmodells abzugeben. Beides wird im 6. Kapitel dieser Arbeit behandelt.

3.3 Weitere Schritte zur Implementierung der Standards in den Naturwissenschaften

Wann die nächsten Schritte zur Implementierung der Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern gesetzt werden, ist zum aktuellen Zeitpunkt unklar. Es

²¹ Titel und Abschlussdatum der Arbeit liegen zu diesem Zeitpunkt noch nicht vor.

gibt bis dato keinen Termin für die Ausweitung der Verordnung zu den Bildungsstandards auf Biologie, Chemie und Physik (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12). Ohne gesetzliche Grundlage haben das erarbeitete Kompetenzmodell und alle Aufgaben aber lediglich Empfehlungscharakter.

Prinzipiell ist vorgesehen, die Naturwissenschaften in die Bildungsstandards-Verordnung aufzunehmen, nachdem die erste Erprobungsphase der entwickelten Aufgabenbeispiele abgeschlossen ist (Weiglhofer, 2010).

Mitglieder des Standards-Entwicklungsteams führen Fortbildungsveranstaltungen zum Kompetenzmodell NAWI-8 und seiner Anwendung durch, für die Erstellung weiterer Aufgaben (zur Zeit sind drei Chemie-Aufgaben im Aufgabenpool²² auf der Homepage des BIFIE verfügbar, etwa zwanzig weitere Aufgaben sind in Überarbeitung) gibt es keinen Auftrag (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12).

Derzeit wird an Aufgaben zur informellen Kompetenzmessung (IKM) gearbeitet.

„Die (...) entwickelten Instrumente zur Informellen Kompetenzmessung (IKM) bieten Lehrenden eine Orientierung bei der Planung und Gestaltung von Unterricht. Sie ermöglichen objektive und zuverlässige Aussagen über den Leistungsstand der Lernenden und liefern den Lehrenden somit maßgebliche Informationen zur individuellen Förderung grundlegender Kompetenzen.“²³

Es handelt sich dabei um Aufgabenpakete zu den einzelnen Kompetenzen des Kompetenzmodells, die validiert und geeicht sind. Das BIFIE betont, dass es sich dabei nicht um „Vortests“ zu den Standardüberprüfungen handelt, sondern um Diagnoseinstrumente für den Unterricht.

Solche Pakete gibt es bisher für Deutsch, Mathematik (4. und 8. Schulstufe) und Englisch (8. Schulstufe). Ähnliches ist im Moment für die naturwissenschaftlichen Fächer in Vorbereitung (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12).

Logische nächste Schritte wären die Entwicklung von Testitems, aufbauend auf den Erfahrungen mit den bisherigen Aufgaben, um eine Baseline-Testung durchführen zu können und danach periodisch die Leistungsfähigkeit des Bildungssystems an repräsentativen Stichproben testen zu können (Weiglhofer, 2010).

22 BIFIE (o.J.). Aufgabenpool NAWI – Sekundarstufe I. Online unter: <http://aufgabenpool.bifie.at/nawi/> [18.05.12]

23 BIFIE (o.J.). Übersichtsseite zur Informellen Kompetenzmessung (IKM). Online unter: <https://www.bifie.at/ikm> [18.05.12]

Im nun folgenden Kapitel stelle ich die Methode der Skalierenden Strukturierung in der Qualitativen Inhaltsanalyse vor, die die Grundlage für meine Analyse des in der Pilotierung erhobenen Textmaterials darstellt (vgl. Kapitel 5).

4 Qualitative Inhaltsanalyse: Skalierende Strukturierung

Bei meiner Analyse der Texte aus den Arbeitsblättern der Schülerinnen und Schüler, die an der Pilotierung der Experimentalaufgaben zu den Bildungsstandards NAWI-8 teilgenommen haben (vgl. Kapitel 3.2), hinsichtlich der von ihnen gezeigten Kompetenzen, stütze ich mich auf die Technik der Skalierenden Strukturierung der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2007: 92ff.). In Kapitel 4.1 erläutere ich die Methode prinzipiell und warum ich sie für meine Analyse gewählt habe, in Kapitel 4.2 zeige ich, wie ich die Methode auf das in der Pilotierung erhobene Textmaterial angewendet habe.

4.1 Grundprinzipien der Methode

Mayring (2007) liefert mit seiner Arbeit ein Modell für den Ablauf einer qualitativen Inhaltsanalyse. Abbildung 2 zeigt das Schema dieses Ablaufs.

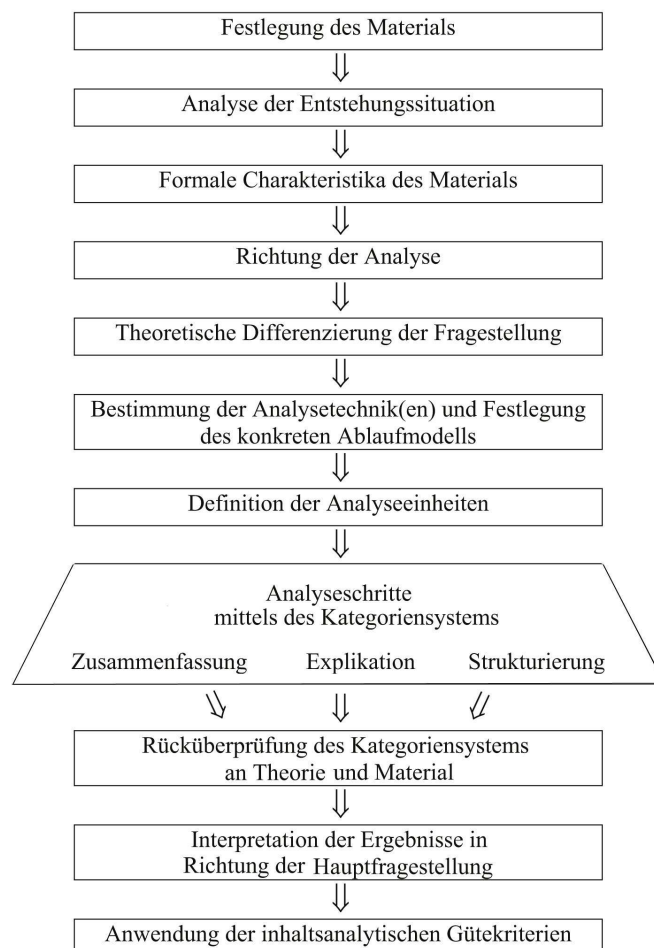


Abb. 2: Allgemeines Ablaufmodell der Qualitativen Inhaltsanalyse; nach Mayring (2007: 54)

Zunächst wird das Ausgangsmaterial bestimmt. Dazu wird das Material festgelegt, d.h. es wird entschieden, welche Teile des erhobenen Materials für die Analyse relevant sind. Es folgt die Analyse der Entstehungssituation. Es wird beschrieben, wer das Material erhoben hat und warum, unter welchen Bedingungen die Erhebung stattgefunden hat und welchen sozialen Bedingungen die Befragten entstammen.

Zusätzlich werden die formalen Charakteristika des Materials geklärt, d.h. in welcher Form das erhobene Material vorliegt. Dies ist besonders für transkribiertes Material (Interviews, Diskussionen etc.) relevant.

Die nächsten Schritte (vgl. Abb. 2) drehen sich um die Fragestellung der Analyse. Durch die Festlegung der Analyserichtung wird bestimmt, über welche Aspekte Aussagen getroffen werden sollen, etwa über den thematischen Gegenstand, die emotionale Befindlichkeit des Befragten oder über die Wirkung auf den Leser/Hörer.

Bevor die Analyse beginnen kann, muss die Fragestellung klar sein und in der Regel in Unterfragestellungen gegliedert werden. Diese Differenzierung der Fragestellung muss theoriegeleitet erfolgen, d.h. an die bisherige Forschung über den Gegenstand angebunden sein. Mayring hält fest (2007: 52), dass theoriegeleitet bedeutet, an die von anderen gewonnenen Erfahrungen anzuknüpfen, um einen Erkenntnisfortschritt zu erreichen, nicht jedoch, sich den Blick auf das Material durch vorgefasste Meinungen verzerren oder beengen zu lassen.

Nach dem Leisten dieser Vorarbeit werden die Analysetechnik und das konkrete Ablaufmodell festgelegt. Mayring (2007: 58f.) unterscheidet *drei Grundformen des Interpretierens*: Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung. Bei der Zusammenfassung versucht man eine Fülle an Material auf das Wesentliche zu reduzieren. Die Explikation hat zum Ziel, einzelne fragliche Textteile durch zusätzliches Material zu deuten. Beide Grundformen eignen sich nicht, um das unterschiedliche Material aus der Pilotierung zu ordnen und es aufgrund bestimmter Kriterien (den festgelegten Handlungskompetenzen aus dem Kompetenzmodell) zu charakterisieren. Dies vermag die dritte Grundform: die Strukturierung.

Die Strukturierung wird bei Mayring in vier Untergruppen geteilt: Die formale, die

inhaltliche, die typisierende und die skalierende Strukturierung. Letztere ist die Methode, um Material nach Dimensionen in Skalenform einzuschätzen (Mayring 2007: 59). Die Anwendung des Kompetenzmodells mit seinen Anforderungsniveaus ist eine solche Skalierung, daher ist die Skalierende Strukturierung für die Analyse der Ergebnisse der Aufgabenpilotierung angemessen und soll in Folge hier genauer beschrieben werden.

Die weiteren Schritte „Definition der Analyseeinheit“, „Analyseschritte mittels Kategoriensystem“, „Rücküberprüfung des Kategoriensystems an Theorie und Material“ und „Interpretation der Ergebnisse in Richtung der Hauptfragestellung“ (vgl. Abb. 2) sind inhaltlich im Ablaufmodell der Skalierenden Strukturierung (Abb. 3) enthalten.

Der letzte Schritt (vgl. Abb. 2), die Anwendung der inhaltsanalytischen Gütekriterien, beinhaltet die Überprüfung der Analyse, etwa durch eine unabhängige Kodierung des Materials durch andere Personen/Arbeitsgruppen und den Vergleich der getroffenen Zuordnungen (Intercoder-Reliabilität).

Der erste Schritt in der Skalierenden Strukturierung ist die Bestimmung der Analyseeinheiten (vgl. Abb. 3). Dazu müssen die Kodiereinheit (kleinster Materialbestandteil, der ausgewertet werden darf), die Kontexteinheit (größter Textbestandteil, der einer Kategorie zugeordnet werden kann) und die Auswertungseinheit (Reihenfolge der auszuwertenden Textteile) festgelegt werden (Mayring 2007: 53).

Im nächsten Schritt müssen die Einschätzungsdimensionen festgelegt werden. Diese Aspekte, auf die hin das Material untersucht werden soll, leiten sich aus der Hauptfragestellung ab und können verschiedene Ausprägungen haben (z.B. wenig – mittel – viel). Die Formulierung dieser Ausprägungen als Skalenpunkte erfolgt im dritten Schritt. Dabei muss überlegt werden, in wie weit die untersuchten Aspekte im vorhanden Material auftreten können.

Die Einschätzungsdimensionen in ihren Ausprägungen legen das Kategoriensystem fest, nach dem der Inhalt untersucht werden soll.

Die folgende Abbildung zeigt diese ersten drei Schritte, sowie die weitere Vorgehensweise bei der Skalierenden Strukturierung.

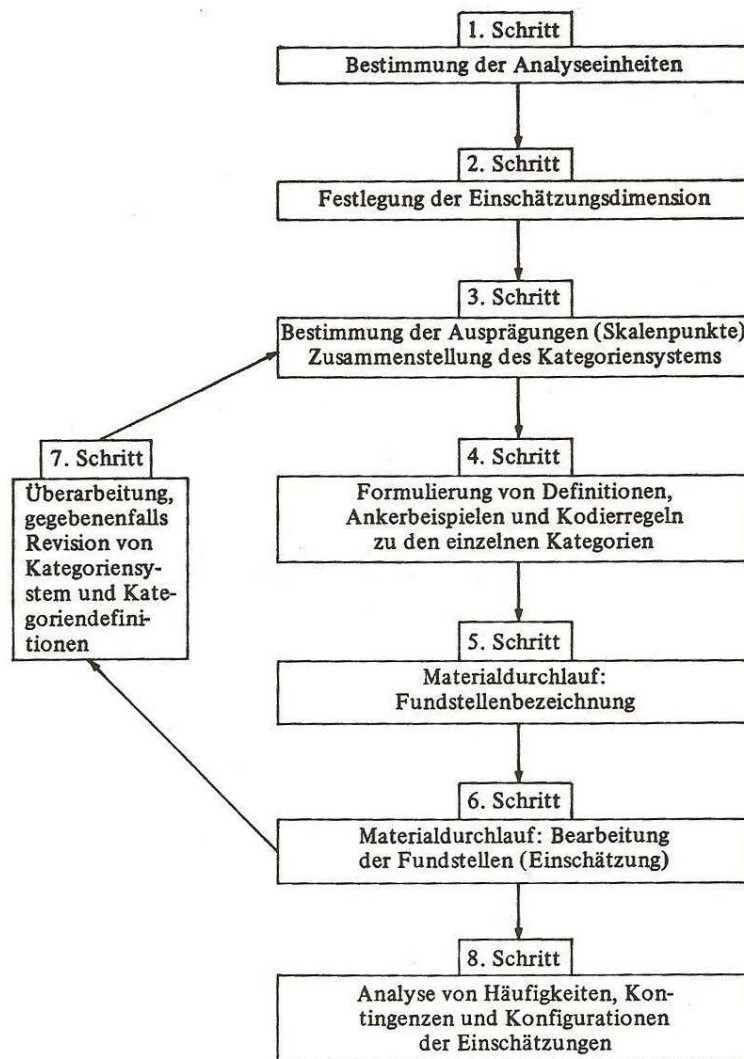


Abb. 3: Ablaufmodell der Skalierenden Strukturierung;
nach Mayring (2007: 93)

Zu jedem Skalenpunkt aus jeder Kategorie gilt es nun festzulegen, wie das Material beschaffen sein muss, um ihm zugeordnet werden zu können (Schritt 4; vgl. Abb. 3).

Nun wird ein Teil des Materials in den Schritten fünf und sechs (vgl. Abb. 3) bearbeitet. Textstellen, die einzelne Kategorien ansprechen, werden zunächst gekennzeichnet und danach mit Hilfe der Skalen eingeschätzt. Dazu müssen Kodierregeln definiert werden, um die Zuordnung nachvollziehbar und reproduzierbar zu machen. Besonders treffende Beispiele werden als Ankerbeispiele gesammelt, wo Probleme in der Abgrenzung zwischen einzelnen Kategorien oder Skalenpunkten auftreten, werden weitere Kodierregeln formuliert, um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen. Sinnvoll ist es, diese Regeln in einem Kodierleitfaden zusammenzufassen (Mayring 2007: 93).

Auf diese Weise werden das ursprüngliche Kategoriensystem verbessert und die einzelnen Ausprägungen nachgeschärft. Dieser siebente Schritt des Ablaufmodells der Skalierenden Strukturierung führt zurück zum dritten, beziehungsweise vierten Schritt (vgl. Abb. 3). Der so entstehende Kreislauf wird wiederholt, bis das gesamte Material eindeutig skaliert werden kann (Mayring 2007: 83).

Zum Abschluss können bei der Skalierenden Strukturierung diese qualitativen Analyseergebnisse quantitativ erfasst und interpretiert werden. Um aussagekräftige Ergebnisse erhalten zu können, muss der gesamte Prozess, wie oben erwähnt, zumindest in Teilen validiert werden.

4.2 Anwendung der Methode auf das vorliegende Material

Die Auswertung der beiden Pilotierungsbeispiele erfolgt nach der oben beschriebenen Methode der Skalierenden Strukturierung. Die beiden Beispielaufgaben entstammen der Pilotierung zu den Bildungsstandards Chemie, 8. Schulstufe (vgl. Kapitel 3.2).

Die Pilotierung wurde wie beschrieben durchgeführt, das auszuwertende Material sind durch Schülerinnen und Schüler ausgefüllte Arbeitsblätter, wobei alle Teile dieser Arbeitsblätter als relevant eingestuft werden.

Den Jugendlichen wurde der Zweck der Pilotierung erklärt, sie wussten, dass sie beim Arbeiten gefilmt werden, beziehungsweise einzelne von ihnen auch über Headsets aufgenommen werden und dass die Antworten auf den Arbeitsblättern nicht zur Leistungsbeurteilung herangezogen werden.

Die Richtung der Analyse ist aus dem Material die gezeigten Kompetenzen abzuleiten und ihr Niveau einzuschätzen.

Nach der theoretischen Einschätzung der Aufgaben, hinsichtlich der durch sie zeigbaren Kompetenzen, wird durch die Analyse versucht zwei der eingangs formulierten Leitfragen (vgl. Kapitel 1) zu klären: In wie weit zeigen die Schülerinnen und Schüler die einer konkreten Teilaufgabe zugeordneten Handlungskompetenzen? Zeigen sie darüber hinaus noch weitere Kompetenzen, die in der theoretischen Überlegung nicht berücksichtigt wurden?

Die Wahl der Analysemethode und des konkreten Ablaufmodells wurde im vorherigen

Kapitel erläutert.

Im ersten Schritt der Auswertung gemäß des Ablaufschemas der Skalierenden Strukturierung (vgl. Abb. 3) müssen die Analyseeinheiten festgelegt werden. Im konkreten Fall der beiden Aufgaben²⁴ sind die Kodiereinheit und die Kontexteinheit gleich und umfassen jeweils eine Teilaufgabe (d.h. eine konkrete Fragestellung innerhalb eines der Arbeitsblätter). Eine Berücksichtigung von Antworten auf andere Fragen für die Auswertung der Antworten einer bestimmten Frage ist nicht sinnvoll, da es darum geht, welche Kompetenzen bei dieser bestimmten Teilaufgabe gezeigt werden (können).

Ziel ist nicht, sich ein Gesamtbild über die Kompetenzen einzelner Schüler oder Schülerinnen zu verschaffen und diese zu bewerten, sondern die Aufgabenstellung selbst zu prüfen. Die Auswertungseinheit spielt in diesem Fall keine Rolle, da die Reihenfolge der Auswertung keinen Einfluss auf das Ergebnis hat. Es ist für die Zuordnung unerheblich, in welcher Reihenfolge die einzelnen Arbeitsblätter der Schülerinnen und Schüler ausgewertet werden. Ich bin daher einfach nach den laufenden Nummern der Arbeitsblätter vorgegangen, die nach keinem bestimmten Muster vergeben wurden. Die Schülerinnen und Schüler wurden nach der Sitzordnung durchnummeriert.

In weiterer Folge werden jeder Teilaufgabe ihre Einschätzungsdimension (Kategorie) und deren mögliche Ausprägungen (Skalenpunkte) zugeordnet, bevor die erhobenen Daten (die Antworten auf den Arbeitsblättern der Schülerinnen und Schüler) bearbeitet und in dieses Kategoriensystem eingeteilt werden.

Diese Einschätzungsdimension und deren Ausprägungen leiten sich direkt aus dem Kompetenzmodell (vgl. Kapitel 3.1.1) ab. Die Einschätzungsdimension ist die in der Handlungsdimension des Modells formulierte Kompetenz, die Skalenpunkte leiten sich aus der Anforderungsdimension des Modells ab. Bei der Festlegung des Kategoriensystems ist darauf zu achten, ob bei der jeweils konkreten Fragestellung, die analysiert wird, die Kompetenz, die als Einschätzungsdimension gewählt wurde, in allen drei Anforderungsniveaus gezeigt werden *kann*. Dies ist wichtig, da bei der Analyse der Pilotierungsbeispiele die Formulierung der Kompetenzen und der Anforderungsniveaus vorgegeben ist, im Gegensatz zur üblichen Anwendung der Skalierenden Strukturierung, bei der die Kategorien selbst gewählt und genau auf das Problem angepasst werden können.

Wenn beispielsweise das Unterscheidungskriterium für die Zuordnung der ersten beiden

²⁴ Vgl. Kapitel 3.2 für eine Beschreibung der Aufgaben, bzw. siehe Anhang B.

Niveaustufen ist, ob die Schülerinnen und Schüler alltagssprachlich oder fachsprachlich formulieren, sie bei einer konkreten Aufgabenstellung jedoch nur die Wahl zwischen mehreren vorgegebenen Aussagen haben, so kann anhand dieser Aufgabenstellung das höhere Niveau nicht gezeigt werden und es ist daher nicht sinnvoll das höhere Anforderungsniveau als zusätzlichen Skalenpunkt zu wählen.

Die Auswahl der jeweiligen Kompetenzen leitet sich aus dem Vergleich der unabhängigen Zuordnung der Punkte des Kompetenzmodells durch die Entwicklungsgruppe und von mir selbst ab.

Die Gruppe ordnete im Frühjahr 2010 die Deskriptoren des damals gültigen Kompetenzmodells zu. Da heute eine andere Version des Modells vorliegt, ist die Zuordnung zwangsläufig abweichend. Aber schon damals stimmte meine eigene Zuordnung nur teilweise mit der des Entwicklungsteams überein. Da ich weder an der Beispiel- noch an der Modellentwicklung beteiligt war, hatte ich vermutlich eine andere Perspektive, was die abweichende Zuordnung erklären mag. Es war Teil meiner Aufgabe, die Zuordnung durch die Entwicklungsgruppe zu prüfen und in Frage zu stellen. Die Auswertung in dieser Arbeit stützt sich letztlich auf meine eigene Zuordnung der Deskriptoren des aktuellen Kompetenzmodells aus dem Herbst 2011 (vgl. Anhang A), wobei Abweichungen, die über eine geringfügige Änderung in der Formulierung zwischen den beiden Modellen hinaus gehen, jeweils begründet werden.

Teilweise wurde diese Zuordnung der Deskriptoren, beziehungsweise die spätere Kodierung der Aussagen aus den Arbeitsblättern der Schülerinnen und Schüler, auch durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Diplomanden/Dissertanden-Seminars von Frau Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens an der Universität Wien validiert, sowie mit Einzelpersonen, u.a. Herrn Mag. Gerhard Kern und Frau Mag. Sandra Puddu, Mitglieder der Standards-Entwicklungsgruppe am AECC Chemie, diskutiert.

Die hier vorgestellte Zuordnung und Kodierung ist das Produkt zahlreicher Revisionen, wie dies auch im Ablaufmodell der Skalierenden Strukturierung nach Mayring (2007: 93) vorgesehen ist.

Im Fall von geschlossenen Aufgaben (z.B. Fragen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten von denen eine auszuwählen ist) gibt es oft nur zwei Ausprägungen der jeweiligen Einschätzungsdimension: Der Deskriptor ist erfüllt oder nicht erfüllt.

Bei offenen Aufgaben, die freie Antworten erfordern, kommt die Skalierende Strukturierung

erst richtig zum Tragen, da hier mehr als zwei Skalenpunkte formuliert werden können. Die Ausprägungen sind dann mehrere Niveaustufen der Anforderungsdimension des Kompetenzmodells zur jeweiligen Handlungsdimension.

Es werden zu jeder Teilaufgabe der Pilotierungsbeispiele Kategorien festgelegt und Kodierregeln erstellt. Wenn mehrere Kodierregeln für eine Teilaufgabe notwendig sind, werden diese in Kodierleitfäden zusammengefasst. Diese sind in Kapitel 5 und in Anhang C zu finden.

Um einen besseren Lesefluss zu gewährleisten, erfolgen diese weiteren Schritte (also die Schritte 2 bis 6 nach dem Ablaufmodell der Skalierenden Strukturierung nach Mayring (2007: 93)) nun jeweils nach der Vorstellung der Teilaufgabe, die bearbeitet werden soll. Dies ist insofern sinnvoll, als die Einschätzungsdimension und ihre Ausprägungen je Teilaufgabe neu zugeordnet werden müssen, d.h. das Ablaufmodell für jede Teilaufgabe (fast) komplett neu durchlaufen werden muss. Dies alles an den Anfang der Auswertung zu setzen, würde die Arbeit schwer lesbar machen.

Der letzte Schritt, die Analyse der Häufigkeiten der Einschätzungen, erfolgt gemeinsam mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse am Ende des nächsten Kapitels (vgl. 5.3).

Empirischer Teil

5 Analyse der Pilotierungsbeispiele – Kategorienbildung, Kodierung und Ergebnisse

5.1 Analyse des Leitfähigkeitsbeispiels

Zur besseren Übersichtlichkeit zerteile ich die Arbeitsblätter, die den Schülerinnen und Schülern vorgelegt wurden, in mehrere Abbildungen, um direkt auf die entsprechenden Stellen Bezug nehmen zu können. Die vollständigen Arbeitsblätter, wie sie den Schülerinnen und Schülern vorgelegt wurden, sind im Anhang B zu finden.

In Abbildung 4 ist ersichtlich, dass die Aufgabe mit einem Zeitungsartikel über einen Unfall mit elektrischem Strom und Wasser eingeleitet wurde. Dies ist insofern relevant, als die Schülerinnen und Schüler durch den Artikel beeinflusst diskutierten und Schlüsse zogen, wie sich in weiterer Folge zeigen wird.

Name: _____

Klasse/Gruppe: _____

Partner/in: _____

Die elektrische Leitfähigkeit von Wasser – Elektrolyte

Lest den folgenden Zeitungstext!

CH

REICH

Der Unglücksort

Der Bauernhof in Rutzenham. Hermann Wohlschläger (35) starb beim Baden.

Föhn fiel in die Badewanne: Bauer tot

Lehner (2), Getty (3)

■ Haartrockner sollte wärmen

■ Partnerin entdeckte Leiche

Scurriler Unfall in Oberösterreich: Ein eingeschalteter Föhn fiel ins Badewasser, der Stromschlag tötete einen 35-jährigen Landwirt.

Oberösterreich. Eine schreckliche Entdeckung machte eine junge Oberösterreicherin im Salzkammergut: Sie fand ihren Lebensgefährten tot in der Badewanne. Hermann Wohlschläger war durch einen Stromschlag gestorben; ein Föhn war in sein Badewasser gefallen.

Riskante Heizung. Der 35-jährige Landwirt aus Rutzenham hatte sich am Mittwochabend gegen

20.45 Uhr nach einem harten Arbeitstag ein Entspannungsbad gegönnt. Den Haartrockner benutzte er wie so oft als Heizung in dem kleinen Badezimmer auf dem elterlichen „Ölihuber“-Hof. Dieses Mal aber sollte ihm die leichtsinnige Gewohnheit zum Verhängnis werden.

Wohlschläger hatte den eingeschalteten Föhn auf das Fensterbrett gelegt – und merkte offenbar nichts von der drohenden Gefahr: Durch die Motorvibration hatte sich das Gerät offenbar selbstständig gemacht, rutschte an die Kante und

fiel schließlich ins Badewasser. Der Stromschlag führte sofort zu Herzkammer-Flimmern und schließlich zum Kreislaufstillstand.

Reanimation. Obwohl die Lebensgefährtin den Bewusstlosen nur wenige Minuten später in der Wanne fand, gab es keine Chance mehr für den Landwirt. Der alarmierte Notarzt versuchte noch eine halbe Stunde, den Mann wiederzubeleben – ohne Erfolg.

Ein Selbstmord wird von den Ermittlern ausgeschlossen. Der FI-Schutzschalter, der Wohlschläger



Opfer Hermann Wohlschläger.

das Leben hätte retten können, weil er die Sicherung bei einem solchen Kurzschluss abschaltet, hatte in dem 1972 erbauten Bauernhaus nicht funktioniert.

Schock. Der 230-Seelen-Ort Rutzenham steht unter Schock. Bürgermeister Anton Helmberger: „Das ist eine Katastrophe für die Familie. Hermann hatte gerade den Hof von seinen Eltern übernommen. Wir sind alle erschüttert.“ (hij)

Abb. 4: Der einleitende Zeitungsartikel (Seite 1, Leitfähigkeitsbeispiel)

Die eigentliche Arbeitsaufgabe beginnt erst auf der zweiten Seite, wie in Abbildung 5 zu sehen ist.

Mit den folgenden Experimenten könnt ihr herausfinden, wie elektrischer Strom durch Wasser fließen kann.

1. Experiment:

Eine Flachbatterie (4,5 V), Kabel, Krokodilklemmen, Elektroden (Graphitminen), Becherglas, Messgerät (Multimeter) werden zur Verfügung gestellt.

Stellt am Messgerät den Messbereich 10 mA ein, wenn er nicht schon eingestellt ist.

Baut aus den verfügbaren Materialien einen Versuch zum Messen der Stromstärke auf.

Die Stromstärke in Leitungswasser und destilliertem Wasser soll mit der Vorrichtung gemessen werden. Der Abstand der Elektroden soll 3 cm betragen. Das Becherglas wird ca. 3,5cm hoch befüllt (40 mL).

Die Stromstärke I im Leitungswasser beträgt: $I = \dots\dots\dots\text{mA}$

Die Stromstärke I im destillierten Wasser beträgt: $I = \dots\dots\dots\text{mA}$

Was ist die Ursache dafür, dass im Wasser elektrischer Strom fließt?

Der elektrische Strom fließt, weil ...

- ☐ Elektronen von Wassermolekül zu Wassermolekül springen
- ☐ Wassermoleküle Elektronen aufnehmen und weiter transportieren
- ☐ im Wasser gelöste Ionen sich bewegen können.

Wenn ihr die Frage nicht beantworten könnt, holt euch ein Informationsblatt von eurer Lehrerin!

Abb. 5: Die ersten Teilaufgaben (Seite 2, Leitfähigkeitsbeispiel)

Im ersten Teil dieser Aufgabenstellung (Abb. 5) wird ein Informationsblatt erwähnt, das von den Schülerinnen und Schülern angefordert werden kann. Die so zusätzlich bereitgestellten Informationen waren:

- Die elektrische Leitfähigkeit von Flüssigkeiten ist an bewegliche geladene Teilchen gebunden.
- Elektrolyte sind Stoffe, die beim Lösen in Wasser Ionen bilden.

- Diese Ionen sind im Wasser beweglich und ermöglichen, dass ein messbarer elektrischer Strom im Wasser fließen kann.
- Die elektrische Stromstärke wird in der Einheit Ampère angegeben.

Das Entwicklungsteam ordnete diesem ersten Teil den Deskriptor H 1.1 im Anforderungsniveau N2²⁵ zu.

H 1.1 (N2): *Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in der Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung von Fachbegriffen, Formeln, Größen und Modellen benennen und beschreiben.*

Dieser Zuordnung konnte ich mich nicht anschließen. Der Deskriptor ist diesem ersten Abschnitt des Arbeitsblattes zugeordnet, doch auch wenn man den Bezug auf die gesamte Experimentalaufgabe ausdehnt, wird er nirgends überprüft.

Gefordert sind die Beobachtung, Benennung und Beschreibung von Vorgängen in der Natur und Technik. Der Vorgang ist in diesem Fall das Fließen des elektrischen Stroms. Dieser wird indirekt durch die Anzeige am Multimeter beobachtet. Die Schülerinnen und Schüler werden nicht aufgefordert diese Beobachtung zu benennen oder zu beschreiben – sie sind lediglich dazu angehalten die Ergebnisse zu notieren.

Diese Tätigkeit wird durch den Experimentaldeskriptor²⁶ E 1.3 „*Ich kann Daten experimentell ermitteln.*“ abgedeckt, der von allen Schülerinnen und Schülern erfüllt wird, da sie alle Messwerte in ihre Arbeitsblätter eingetragen haben, nicht jedoch von H 1.1.

Die Frage „*Was ist die Ursache dafür, dass im Wasser elektrischer Strom fließt?*“ wird zwar gestellt, die Schülerinnen und Schüler werden jedoch nicht gefordert, selbst eine Begründung zu formulieren. Sie sollen lediglich eine von drei möglichen Antworten auf diese „Wissensfrage“ auswählen. Dabei wird nicht überprüft, ob sie die Handlungskompetenz haben, einen Vorgang adäquat (fachsprachlich) zu beschreiben, wie das H1.1 (N2) erfordert.

²⁵ Die Entwicklungsgruppe arbeitete noch mit einer älteren Version des Kompetenzmodells. Die Bezeichnung der Deskriptoren ist daher abweichend und auch die Inhalte sind teilweise überarbeitet worden. Diese veraltete Version des Kompetenzmodells findet sich, der Vollständigkeit halber, in Anhang A.

²⁶ Experimentaldeskriptoren sind zusätzliche Deskriptoren, die erstellt wurden, um die Handlungsdimension hinsichtlich des Experimentierens genauer auszudifferenzieren. Eine Übersicht über die Experimentaldeskriptoren zu den jeweiligen Handlungsdimensionen findet sich in Anhang A.

Da das Informationsblatt die korrekte Antwort auf die Frage beinhaltet, wird hier eigentlich die domänenspezifische Lesekompetenz der Schülerinnen und Schüler überprüft. Es geht dabei um die Aneignung von Wissen, oder das Zeigen von Wissen (wenn die Schülerinnen und Schüler die Fragen auch ohne das Informationsblatt beantworten konnten).

Dazu passt aus dem neuen Kompetenzmodell der Deskriptor W2.

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

W2: Ich kann aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.

Auf den ersten Blick könnte man annehmen, dass dieser Deskriptor nur auf die Fähigkeit zur Recherche abzielt. Bei genauerer Betrachtung – insbesondere unter Berücksichtigung des Punktes „Aneignen“ in der Überschrift über die W-Deskriptoren – wird aber auch das Erfassen und Verstehen von vorbereiteten Informationen (im Fall des niedrigsten Anforderungsniveaus) von diesem Deskriptor abgedeckt.

Der Experimentaldeskriptor W 2.2 macht diese Auslegung des Deskriptors W2 explizit:

W 2.2: Ich kann Informationen für die Bearbeitung von Aufgaben nutzen.

W 2.2 eignet sich daher für diesen Teil der Aufgabenstellung und stellt damit hier für die Skalierende Strukturierung die Einschätzungsdimension dar. Da die Informationen hier schon vorgegeben werden, kann nur von stark angeleitetem Handeln gesprochen werden, daher können die Schülerinnen und Schüler hier nur das Anforderungsniveau I zeigen.

N 1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführttem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

Da bei dieser Teilaufgabe nichts selbst zu formulieren war, erfolgt die Zuordnung zu den Anforderungsniveaus (= Skalenpunkte des Kategoriensystems) eindeutig – wurde die korrekte Antwort gewählt, war der Deskriptor erfüllt, bei einer falschen oder fehlenden Antwort nicht. Dies ist die einzige Kodierregel für diese Teilaufgabe.

Die Auswertung der Arbeitsblätter ergab, dass W 2.2 (N1) insgesamt von 21 Schülerinnen und Schülern erfüllt wurde. Bei 38 teilnehmenden Testpersonen ergibt das eine Quote von 55,3% richtiger Antworten, 42,1% (16 Personen) falscher Antworten und 2,6% (1 Person)

ohne Angabe. Tabelle 1 zeigt, dass es bei dieser Aufgabe erhebliche Unterschiede zwischen den drei Standorten (vgl. Kapitel 3.2.1) gab.

Tab. 1: Ergebnisse der Auswertung der ersten Teilaufgabe (Leitfähigkeitsbeispiel);
nach Deskriptor W2.2 (N1); HS ... Hauptschule, KMS ... Kooperative Mittelschule, RG ... Realgymnasium

W 2.2 N1	Gesamt		HS OÖ		KMS W		RG NÖ	
erfüllt	21	55 %	4	25 %	4	44 %	13	100 %
nicht erf.	16	42 %	12	75 %	4	44 %	0	0 %
keine A.	1	3 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %
Summe	38	100 %	16	100 %	9	100 %	13	100 %

Der nächste Teil der Aufgabenstellung (Abb. 6) bezieht sich auf den Zeitungsartikel, der am Anfang der Aufgabe stand (vgl. Abb. 4).

Was passiert, wenn man in destilliertem Wasser badet und dort einen Föhn hineinwirft?
Diskutiert das in der Gruppe und schreibt eure Überlegungen dazu auf!

Begründet eure Aussagen!

Abb. 6: Teilaufgabe „Föhn in Badewanne“ (Seite 2, Leitfähigkeitsbeispiel)

Diesem Teil wurde vom Entwicklungsteam der Deskriptor H 1.2 im Niveau 1 zugeordnet.

H 1.2: Ich kann einfache Messungen durchführen

N 1 Ich kann nach einer schrittweisen Anleitung einfache Messungen durchführen

Ich kann die Ergebnisse einfacher Messungen protokollieren, ohne dass ich selbst die Einheiten bestimmen muss.

Ich kann vorgegebene Ergebnisse einfacher Messungen alltagssprachlich beschreiben.

H 1.2 N1 wird meiner Meinung nach schon früher von den Schülerinnen und Schülern unter Beweis gestellt (nämlich beim vorherigen Abschnitt, dem H 1.1 zugeordnet wurde),

da sie zu keinen Ergebnissen kommen würden, wenn sie keine Messgeräte richtig bedienen könnten. Der Deskriptor bezieht sich daher eher auf den ersten Teil des Arbeitsblattes, wo die gemessenen Stromstärken in Leitungswasser und destilliertem Wasser einzutragen waren, denn dort geht es um die konkrete Handhabung eines Messgeräts.

In der aktuellen Fassung des Kompetenzmodells wird dies durch den Deskriptor E1 beschrieben.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E1: *Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.*

Da alle Schülerinnen und Schüler Messwerte angegeben haben, wurde E1 (konkreter: E 1.3 „*Ich kann Daten experimentell ermitteln.*“), von allen erfüllt. Eine Differenzierung der gezeigten Fähigkeiten nach den einzelnen Anforderungsniveaus ist aufgrund dieser notierten Messwerte nicht möglich. Es wird daher Anforderungsniveau I zugeordnet.

Bei der Pilotierung der Aufgabe hatten die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler erhebliche Probleme bei diesem Punkt. Kein einziges der 18 Teams schaffte es ohne Hilfe, durch leitende, strukturierende Fragen, die Versuchsanordnung korrekt und in angemessener Zeit aufzubauen (Kern 2012: 19; persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12). Die zusätzlich erfolgte Auswertung der Audio-Mitschnitte, die nicht Gegenstand dieser Arbeit ist, bestätigte dies ebenfalls.

Für die eigentliche Aufgabe aus Abb. 6 (*Was passiert, wenn man den Föhn in destilliertes Wasser wirft? Überlegt und begründet!*) eignet sich aber weder der alte Deskriptor der Entwicklungsgruppe, noch der neue E 1.3 (N1), da es nicht um die Durchführung einer einfachen Messung geht, sondern um das Aufstellen von Vermutungen und die Begründung derselben.

Dafür eignet sich aus dem aktuellen Modell der Deskriptor E2, den ich daher als Einschätzungsdimension gewählt habe.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E2: *Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.*

Da die Antwort frei zu formulieren war, ergab sich die Möglichkeit, dass einzelne Schülerinnen und Schüler ein höheres Niveau in der Qualität ihrer Formulierungen zeigen konnten. N1 wurde mit der alltagssprachlichen Formulierung von Überlegungen und Vermutungen erreicht, wobei es aber nicht darauf ankommt, ob die Vermutungen aus naturwissenschaftlicher Sicht richtig oder falsch sind.

Zwei Experimentaldeskriptoren zum Handlungsdeskriptor E2 bilden die Kategorien, nach denen hier die Skalierung (gemäß der Kodierregeln in Tab. 2) erfolgt:

E 2.3: Ich kann auf der Basis experimenteller Ergebnisse Vermutungen über allgemeine Zusammenhänge aufstellen.

E 2.4: Ich kann Vermutungen über den Ausgang (Ablauf) eines Experiments begründen.

E 2.3 wird erfüllt, wenn Vermutungen aufgestellt wurden. E 2.4 wird zusätzlich erfüllt, wenn diese auch in sich schlüssig begründet wurden. In beiden Fällen erfolgt eine Zuordnung zu Niveau 1, wenn die Formulierungen alltagssprachlich sind. Ein Beispiel für eine solche Zuordnung wäre:

„Im destillierten Wasser wird der Strom nicht so stark weitergeleitet, also folgt auch nicht sofort der Stromschlag → bei Leitungswasser dagegen wird es schneller geleitet“ [LAP09]

Man könnte in diesem Zusammenhang diskutieren, ob die Bezeichnung „destilliertes Wasser“ der Fachsprache zuzuordnen ist. Für die hier getroffene Auswertung wurde der Begriff der Alltagssprache zugeordnet, da „destilliertes Wasser“ breite Anwendungsgebiete im Alltag hat und der Begriff sogar häufig fälschlich verwendet wird, da es sich bei vermeintlich destilliertem Wasser oft nur um entmineralisiertes Wasser handelt.

Die Verwendung des Begriffs „destilliertes Wasser“ alleine zählt hier daher nicht als fachsprachliche Formulierung, die zum Erreichen des Anforderungsniveaus II erforderlich ist.

N 2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln, Reaktionsgleichungen, Modelle, ...) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbständigem Handeln.

Ein Beispiel, dem N2 zugeordnet wird, wäre:

„Es passiert gar nichts, weil im destillierten Wasser keine Ionen gelöst sind“ [LSP01]

Der Begriff „gelöste Ionen“ ist klar der Fachsprache zuzuordnen und wurde auch korrekt angewendet. Man könnte zwar in diesem Zusammenhang diskutieren, dass die Formulierung „keine Ionen“ nicht der Realität entspricht, das ist für die Zuordnung zum Niveau 2 nicht relevant, da die formulierten Vermutungen nicht korrekt sein müssen und auch nur in sich schlüssig (aber nicht zwangsläufig fachlich korrekt) zu begründen sind. Eine begründete Vermutung auf Basis falscher Annahmen bleibt dennoch eine begründete Vermutung.

„Das destillierte Wasser hat weniger Stromstärke als das normale Leitungswasser. Deshalb passiert schon was aber nicht so stark, dass man sterben würde“ [LWS04]

Diesem Beispiel wurde N1 zugeordnet. Eine Diskussion ob „Stromstärke“ ein Begriff der Fachsprache ist, oder doch der Alltagssprache zuzuordnen wäre, kann entfallen, da die Formulierung: „Das destillierte Wasser hat weniger Stromstärke“ keine korrekte Anwendung des Begriffs darstellt. Es wäre eine Formulierung wie: „Im destillierten Wasser wurde eine geringere Stromstärke gemessen“ notwendig, um als fachsprachlich zu gelten.

Wie bereits zuvor erwähnt, ging es nicht darum, ob die Vermutung korrekt war oder nicht, sondern *wie* argumentiert wurde. Der Deskriptor bezieht sich auf die Kompetenz Vermutungen aufstellen zu können bzw. diese zu begründen, nicht darauf, fachlich richtige Vermutungen aufzustellen. Es geht also nicht darum, ob die Schülerinnen und Schüler über genug Wissen verfügen, um zutreffende Vermutungen aufzustellen (im konkreten Fall ist nicht so einfach zu klären, was nun eine „richtige“ Vermutung wäre), sondern darum, dass sie ihre Vermutungen artikulieren können – und auf welchem Niveau eine solche Formulierung erfolgt. Auch besonders originelle Ideen führten zu keiner höheren Einstufung, wenn die Sprache alltagsweltlich war:

„Man bekommt einen Stromschlag weil auf der Haut Schweiss [sic!] ist und der Schweiß besitzt auch Salze, die den Strom leiten“ [LWS01]

Das höchste erreichbare Niveau im Kompetenzmodell ist die Stufe N3:

N 3 Anforderungsniveau III

Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können. Verwendung von komplexer Fachsprache (inkl. Modelle); weitgehend selbstständiges Handeln.

Das Niveau 3 erfordert die Herstellung von Verbindungen zwischen Erkenntnissen und naturwissenschaftlichen Konzepten, weitgehend selbstständiges Handeln sowie die Verwendung von komplexer Fachsprache. Leider ist nicht eindeutig ersichtlich, ob alle Bedingungen erfüllt werden müssen (Verknüpfung mit logischem „und“), oder ob es reicht, eine der Bedingungen zu erfüllen (Verknüpfung mit logischem „oder“). Über diesen Punkt wurden zahlreiche Diskussionen geführt, unter anderem auch im Plenum des Diplomanden/Dissertanden-Seminars bei der Validierung dieser Analyseeinheit. Von Seiten der Entwicklerinnen und Entwickler des Modells wurde immer wieder das „oder“ betont, wenn es darum ging, ob ein Handlungdeskriptor, der mehrere Kompetenzen in sich vereint, erfüllt wird, wenn nur ein Teil der formulierten Bedingungen erfüllt wird.

Die Übertragung dieses Prinzip auf die Anforderungsdimension ist aus meiner Sicht nicht sinnvoll. Die Verwendung der Fachsprache würde sonst zu einer Zuordnung zu N2 und zu N3 führen, da sie in der Formulierung beider Niveaus enthalten ist. N3 erfordert die Verwendung „komplexer“ Fachsprache – die Abgrenzung zur (einfachen) Fachsprache des N2 kann aus meiner Sicht nur schwer erfolgen.

Somit erscheint mir nur eine Verknüpfung mit logischem „und“ sinnvoll, daher habe ich mich für meine Auswertung entschieden, den Deskriptor nur dann als erfüllt anzusehen, wenn die Fachsprache korrekt verwendet wurde und zumindest eine weitere Bedingungen erfüllt wurde (vgl. Kodierregeln in Tab. 2, beziehungsweise im Anhang C). Die Erfüllung aller Punkte ist in vielen Fällen nicht möglich, etwa wenn vorgegebene Anleitungen das selbstständige Handeln der Schülerinnen und Schüler nicht zulassen. Diese Uneindeutigkeit in der Formulierung („und“ vs. „oder“) der Anforderungsniveaus ist einer der Kernpunkte meiner Kritik am Kompetenzmodell (vgl. Kapitel 6).

Für die Erfüllung dieser Niveaustufe kann ich kein Ankerbeispiel aus den Arbeitsblättern angeben, da diese Stufe von niemandem erreicht wurde. Für die Erreichung wäre es notwendig gewesen, die Funktion der Ionen im Zusammenhang mit der Leitfähigkeit zu erklären (Modell der Leitfähigkeit von Ionenlösungen) und mit den durchgeführten Experimenten (entspricht den im Anforderungsniveau erwähnten naturwissenschaftlichen Erkenntnissen) unter Verwendung *komplexer* Fachsprache zu verknüpfen.

Der Deskriptor E 2.3 ist nicht erfüllt, wenn keine Vermutungen aufgestellt wurden, beziehungsweise die Aufgabe ausgelassen wurde. E 2.4 ist nicht erfüllt, wenn die aufgestellte Vermutung nicht begründet wurde, oder die Begründung in sich nicht schlüssig ist.

Für die Kodierung der Aussagen auf den Arbeitsblättern wird daher folgender Leitfaden herangezogen (Tab. 2):

Tab. 2: Kodierregeln zur zweiten Teilaufgabe (Föhn in Badewasser)

0	Wurde eine Vermutung formuliert?	Nein	Deskriptoren E 2.3 und E 2.4 wurden nicht erfüllt
		Ja	Deskriptor E 2.3 ist erfüllt , weiter bei 1
1	Wurde diese Vermutung in sich schlüssig begründet (fachliche Richtigkeit ist irrelevant)?	Nein	Deskriptor E 2.4 ist nicht erfüllt , weiter bei 2
		Ja	Deskriptor E 2.4 ist erfüllt , weiter bei 2
2	Wurden Vermutung und/oder Begründung unter Verwendung fachsprachlicher Begriffe formuliert („destilliertes Wasser“ = Alltagssprache) und wurden diese korrekt eingesetzt?	Nein	Anforderungsniveau I erreicht
		Ja	weiter bei 3
3	Wurden komplexe Fachsprache und naturwissenschaftliche Modelle verwendet und Verbindungen zu den Experimenten hergestellt?	Nein	Anforderungsniveau II erreicht
		Ja	Anforderungsniveau III erreicht

Die Zuordnung der Aussagen zum Deskriptor E 2.3 in den Anforderungsniveaus, anhand dieser Kodierregeln wurde im Zuge des Diplomanden/Dissertanden-Seminars von Frau Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens an der Universität Wien, am 15. Dezember 2011, in Kleingruppen unabhängig voneinander durchgeführt. Anschließend wurden die Gruppenergebnisse mit meiner eigenen Zuordnung verglichen. Dabei ergaben sich Übereinstimmungen in der Zuordnung von 85 - 100 %. Abweichende Zuordnungen wurden diskutiert, wobei in allen Fällen ein Konsens gefunden werden konnte, der sich mit meiner originalen Zuordnung deckte.

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der Auswertung des Aufgabenteils im Überblick, getrennt nach den drei teilnehmenden Schulen. Die genaue Zuordnung der einzelnen Aussagen zu den Niveaustufen findet sich in Anhang C. Auch bei diesem Beispiel sind erhebliche Unterschiede zwischen den Standorten erkennbar.

*Tab. 3: Die Ergebnisse der Auswertung der Diskussion (Föhn in Badewasser);
nach Deskriptoren E 2.3 und E 2.4, nach Standorten getrennt*

Deskriptor	Gesamt		HS OÖ		KMS W		BRG NÖ	
nicht erfüllt	6	16 %	6	38 %	0	0 %	0	0 %
E 2.3 N 1	24	63 %	10	62 %	9	100 %	5	38 %
E 2.3 N 2	8	21 %	0	0 %	0	0 %	8	62 %
E 2.3 N 3	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Σ	38	100 %	16	100 %	9	100 %	13	100 %
nicht erfüllt	14	37 %	8	50 %	6	11 %	0	0 %
E 2.4 N 1	16	42 %	8	50 %	3	89 %	5	38 %
E 2.4 N 2	8	21 %	0	0 %	0	0 %	8	62 %
E 2.4 N 3	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Σ	38	100 %	16	100 %	9	100 %	13	100 %

Abbildung 7 zeigt die dritte Seite der Aufgabenstellung, die sich mit der Auswirkung des Zusatzes von Salz oder Zucker zu destilliertem Wasser auf die zu messende Stromstärke beschäftigt. In diesem Teil der Aufgabenstellung sollten die Schülerinnen und Schüler also erneut Stromstärken messen. Daher wurde auch hier der Deskriptor E 1.3 („Ich kann Daten experimentell ermitteln“) von allen Schülerinnen und Schülern erfüllt, da wieder von allen Messwerte eingetragen wurden. Wie zuvor kann hier nur von stark angeleitetem Handeln ausgegangen werden, weshalb die Niveaustufe N1 zugeordnet wurde.

2. Experiment

Es gibt verschiedene Vorlieben, sich das Badewasser anzureichern.



Von Kleopatra wird berichtet, dass sie ausgiebige Bäder mit feinen Zusätzen nahm, beispielsweise Milch und Honig.
Badewasser erhält auch heute noch verschiedene Zusätze. Meersalz ist sehr beliebt.



Untersucht, welchen Einfluss verschiedene Zusätze auf die Stromstärke haben!

Lösungen mit gleicher Konzentration an Kochsalz und Zucker (als Modell für Honig) stehen zur Verfügung.

Die Stromstärke in den Lösungen soll mit der Vorrichtung wie in Experiment 1 gemessen werden.

Die Stromstärke I in der Salzlösung beträgt: $I = \dots\dots\dots \text{mA}$

Die Stromstärke I in der Zuckerlösung beträgt: $I = \dots\dots\dots \text{mA}$

Abb. 7: Das zweite Experiment der Leitfähigkeitsaufgabe (Seite 3)

Auf der folgenden Seite (Abbildung 8) waren die Schülerinnen und Schüler wieder gefordert, zu konkreten Fragen vorgegebene Antworten auszuwählen. Zunächst sollten sie angeben, ob die gemessene Stromstärke in der Salzlösung, in der Zuckerlösung oder in beiden Lösungen deutlich größer war, als im destillierten Wasser. Es zeigte sich, dass diese Formulierung offenbar Interpretationsspielraum in den Augen der Schülerinnen und Schüler ließ. Auch falsche Messwerte, zum Beispiel beim destillierten Wasser, aus der ersten Aufgabe führten zu unerwarteten Interpretationen.

Markiert die richtigen Aussagen:

- ☐ Die Stromstärke in der Salzlösung ist deutlich größer als in destilliertem Wasser
- ☐ Die Stromstärke in der Zuckerlösung ist deutlich größer als in destilliertem Wasser

Daraus lässt sich ableiten:

- ☐ Badesalz ist ein Elektrolyt
- ☐ Honig ist ein Elektrolyt
- ☐ Alle Stoffe, die in Wasser löslich sind, erhöhen die Stromstärke in Wasser

Abb. 8: Teilaufgabe zu „Auswirkung von Badezusätzen“ (Seite 4, Leitfähigkeitsbeispiel)

Die Frage nach dem Elektrolytbegriff konnte mit den bereitgestellten Zusatzinformationen gelöst werden.

Die Entwicklungsgruppe sah für diesen Teil (Abb. 7, Abb. 8) den Deskriptor H 1.2 im Niveau N2 vor.

H 1.2: Ich kann einfache Messungen durchführen

N 2 Ich kann nach einer kurzen Anleitung einfache Messungen durchführen.

Ich kann die Ergebnisse einfacher Messungen unter Verwendung der richtigen Einheiten protokollieren.

Ich kann vorgegebene Ergebnisse einfacher Messungen unter Verwendung der Fachsprache beschreiben.

Ich kann Vermutungen (oder gegebene Daten) mit Hilfe von Messungen bestätigen oder widerlegen (N2) [H 1.2 / Ex 1.2.4]

Das Anforderungsniveau II wird meines Erachtens durch die Experimente überhaupt nicht überprüft, es sei denn, man bezieht sich lediglich auf „Ich kann nach einer kurzen

Anleitung einfache Messungen durchführen” (Verknüpfung der einzelnen Teilaussagen mit logischem „oder“).

Der zweite Aspekt des N2 (*„Ich kann die Ergebnisse einfacher Messungen unter Verwendung der richtigen Einheiten protokollieren“*) wird nicht geprüft, da die Messergebnisse in Lückentexten mit vorgegebenen Einheiten einzutragen sind. Hier können Schülerinnen und Schüler, die über diese Kompetenz (die richtigen Einheiten auswählen zu können) verfügen, diese nicht unter Beweis stellen.

Auch eine Beschreibung des Experiments wird von den Schülerinnen und Schülern nicht verlangt und entzieht sich damit der Überprüfung.

Falls sich das Entwicklungsteam in diesem Zusammenhang auf den letzten Teilaspekt von H 1.2 N2 bezog (*„Ich kann Vermutungen (oder gegebene Daten) mit Hilfe von Messungen bestätigen oder widerlegen. H 1.2 Ex 1.2.4“*), so wird auch diese Kompetenz nicht überprüft. Einerseits wird nicht nach den Vermutungen der Schülerinnen und Schüler vor dem Experiment gefragt, andererseits sind auch keine Daten oder Aussagen gegeben, die überprüft werden sollen.

An diesem Punkt muss ich darauf hinweisen, dass im Originaltext der Entwicklungsgruppe die Messdaten in folgenden Lückentext einzutragen gewesen wären:

Die Stromstärke I in der Salzlösung beträgt: $I = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

Die Stromstärke I in der Zuckerlösung beträgt: $I = \underline{\hspace{2cm}}$ mA (keine Veränderung durch Lösen von Honig gegenüber dem dest. Wasser bzw. Leitungswasser)

Den Schülerinnen und Schülern wurde schließlich aber ein Arbeitsblatt ohne den Hinweis in Klammern vorgelegt (vgl. Abb. 7 oder Anhang B).

Falls sich die Entwicklungsgruppe bewusst auf diesen Zusatz bei der Auswahl des Deskriptors bezog, so wäre er an dieser Stelle unter Umständen sinnvoll anzuwenden. Schülerinnen und Schüler könnten hier die gegebene Aussage überprüfen, allerdings werden sie nirgends dazu aufgefordert.

Wenn man also anhand dieser Teilaufgabe die Kompetenz der Schülerinnen und Schüler Aussagen zu überprüfen feststellen möchte, so müsste dazu explizit eine Fragestellung formuliert werden. Eine solche Fragestellung könnte lauten: „Eine Mitschülerin hat sich in ihrem Heft notiert, dass alle Stoffe, die sich in Wasser lösen, dazu führen, dass das

Wasser besser leitet. Überprüfe ob dieser Merksatz stimmt!“, und wäre noch ausbaufähig durch den Zusatz: „Überlege dir eine passende Untersuchung, mit der du das herausfinden könntest!“.

In Bezug auf die vorliegende Aufgabe ist der Deskriptor H 1.2 N2 aber entweder trivial (alle Schülerinnen und Schüler erfüllen das Niveau automatisch, da sie Messwerte im Laufe des Experiments produzieren – Verknüpfung der Aussagen mit „oder“) oder unüberprüfbar (einzelne Teilkompetenzen können hier nicht gezeigt werden – Verknüpfung der Aussagen mit „und“).

Geeigneter erscheint mir hier für die Messung und die Auswahl der Aussage „*Die Stromstärke in der Salzlösung ist deutlich größer als im destillierten Wasser*“ der aktuelle Deskriptor E1 auf N1 und für die Interpretation der gemessenen Stromstärken, beziehungsweise für das Ziehen der richtigen Schlüsse, den Deskriptor S 1.1 auf Niveau 1, da nur die richtige Erkenntnis, beziehungsweise der richtige Schluss, auszuwählen war (= stark angeleitet) und so die Schülerinnen und Schüler kein höheres Niveau zeigen konnten.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 1: Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

S 1: Ich kann einzeln oder im Team Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.

S 1.1: Ich kann aus experimentellen Daten Schlüsse ziehen.

E1 (N1) wurde erfüllt, wenn die richtige Aussage ausgewählt wurde („*Die Stromstärke in der Salzlösung ist deutlich größer als im destillierten Wasser*“). S 1.1 (N1) wurde erfüllt, wenn „*Badesalz ist ein Elektrolyt*“ ausgewählt wurde.

Alle anderen Antworten wurden als „nicht erfüllt“ gezählt.

Tab. 4: Ergebnisse der Auswertung der Teilaufgabe aus Abb. 8

E1	Gesamt		HS OÖ		KMS W		BRG NÖ	
nicht erfüllt	5	13 %	2	13 %	3	33 %	0	0 %
N 1	33	87 %	14	88 %	6	67 %	13	100 %
Σ	38	100 %	16	100 %	9	100 %	13	100 %
S 1.1	Gesamt		HS OÖ		KMS W		BRG NÖ	
nicht erfüllt	15	39 %	8	50 %	6	67 %	1	8 %
N 1	23	61 %	8	50 %	3	33 %	12	92 %
Σ	38	100 %	16	100 %	9	100 %	13	100 %

In der nächsten Aufgabe auf dieser Seite (vgl. Abb. 6) waren die Schülerinnen und Schüler aufgefordert ihren Experimentieraufbau zu skizzieren. Außerdem sollten sie sich Gedanken darüber machen, in welche Richtung der Strom fließt.

Skizziert den Versuchsaufbau und diskutiert, in welche Richtung der Strom fließt.
Begründet eure Entscheidung!

Abb. 9: Teilaufgabe „Versuchsaufbau skizzieren“ (Seite 4, Leitfähigkeitsbeispiel)

Einerseits wird also eine Kompetenz überprüft (Dokumentieren einer Versuchsanordnung), andererseits wird Wissen geprüft (die Richtung des Stromflusses kann aus dem Experiment nicht direkt abgeleitet werden), beziehungsweise erneut die Kompetenz, Vermutungen aufstellen und begründen zu können.

Das Entwicklungsteam ordnete diesem Teilbereich den Deskriptor H 1.3 im Niveau N1 zu.

H 1.3: Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen darstellen und erläutern

N 1 Ich kann nach Anleitung oder nach einer Vorlage aus vorhandenen Daten Grafiken, Tabellen und Diagramme anfertigen.

Ich kann einen Messvorgang/ein Messgerät/ein Experiment
alltagssprachlich beschreiben/zeichnen (N1) [H 1.3 / Ex 1.3.1]

Die entsprechende Formulierung des aktuellen Kompetenzmodells lautet:

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

W 3: Ich kann einzeln oder im Team Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen, erläutern und adressatengerecht kommunizieren.

W 3.1: Ich kann einen Messvorgang/ein (Mess-)Gerät/ein Experiment/einen chemischen Vorgang darstellen.

Meine Auswertung erfolgte zunächst nach diesem Deskriptor W 3.1, im Gegensatz zum Vorschlag der Entwicklungsgruppe aber zusätzlich differenziert in die Niveaustufen 1 und 2, wobei N1 erreicht wurde, wenn eine richtige Zeichnung der Versuchsanordnung angefertigt wurde.

N2 wurde erreicht, wenn die Versuchsanordnung (zumindest teilweise) als Schaltbild abstrahiert wurde. Man kann in diesem Zusammenhang zwar nicht von Alltagssprache und Fachsprache sprechen, allerdings lassen sich diese Begriffe sinngemäß auf die Qualität der Zeichnungen anwenden. Eine Stufe N3 kann in diesem Zusammenhang nicht sinnvoll formuliert werden. Abb. 10 und Abb. 11 zeigen Beispiele für Zeichnungen, die den unterschiedlichen Niveaustufen zugeordnet wurden.

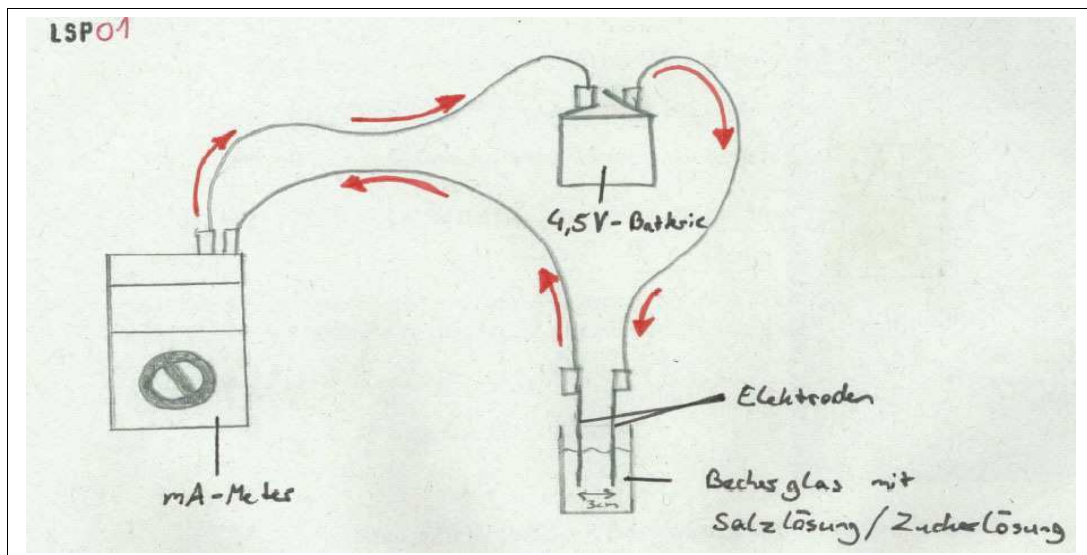


Abb. 10: Skizze der Versuchsanordnung der W 3.1 auf N1 zugeordnet wurde; Die eingesetzten Geräte wurden möglichst wirklichkeitsgetreu dargestellt.

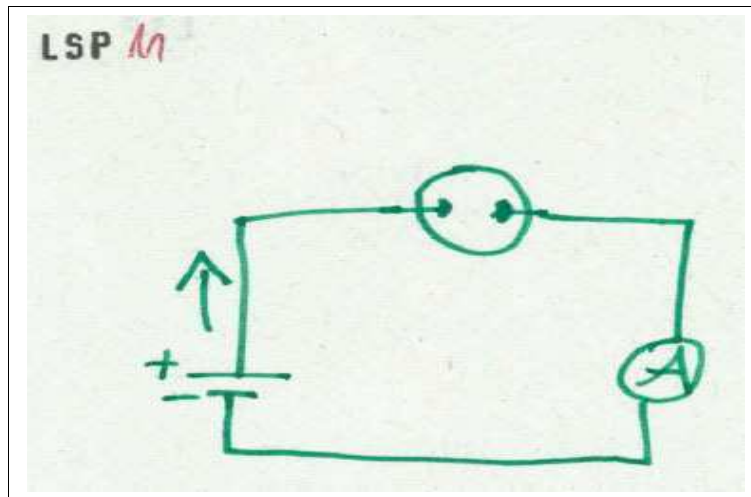


Abb. 11: Skizze der Versuchsanordnung der W3.1 auf N2 zugeordnet wurde; Die Anordnung wurde zumindest in Teilen abstrahiert und als Schaltbild dargestellt.

Tab. 4 zeigt die Ergebnisse, der nach diesen Gesichtspunkten ausgewerteten Arbeitsblätter. Hier erkennt man deutlich die Unterschiede zwischen dem Realgymnasium mit naturwissenschaftlichem Labor und den anderen beiden Schulen, an denen die Schülerinnen und Schüler offensichtlich noch nie eine einfache Schaltung skizziert hatten.

Tab. 5: Ergebnisse der Auswertung der Versuchsskizzen nach Deskriptor W 3.1

W 3.1	Gesamt		HS OÖ		KMS W		BRG NÖ	
nicht erfüllt	17	45%	16	100%	0	0%	1	8%
N 1	11	29%	0	0%	9	100%	2	15%
N 2	10	26%	0	0%	0	0%	10	77%
Σ	38	100%	16	100%	9	100%	13	100%

Der Deskriptor wurde als nicht erfüllt gewertet, wenn keine Zeichnung angefertigt wurde, oder die skizzierte Anordnung offensichtlich nicht für das Experiment geeignet war.

Der zweite Teil der Aufgabe – zu Überlegen in welche Richtung der Strom fließt und eine Begründung dafür zu formulieren – wurde vom Großteil der Schülerinnen und Schüler nicht bearbeitet. Lediglich zehn Schülerinnen und Schüler (26%) zeichnen eine Stromrichtung ein, „begründet“ wurde sie nur von einem Team (5%).

„von – zu + da ja Gleichstrom ist“ [LSP05, LSP06]

Die Auswertung der Audio-Mitschnitte ergab, dass die meisten Teams die Fragestellung

nicht als solche wahrnahmen. Der Text wurde zwar gelesen, meist wurde aber nur der Teil „skizziert den Versuchsaufbau“ wirklich wahrgenommen und der Rest der Aufgabe nach dem Zeichnen offenbar „vergessen“.

Eine Auswertung der Angaben zur Stromrichtung nach „richtig“ und „falsch“ erfolgt nicht, da aus der Angabe nicht klar hervorgeht, ob die technische Stromrichtung (von + zu –) oder die Wanderung der Elektronen und negativen Ionen (von – zu +) gemeint ist. Gerade im Hinblick auf den Kontext der Aufgabe (Beschäftigung mit der Leitfähigkeit von Ionenlösungen) könnte man meinen, die Wanderung der Ladungsträger sei gemeint, im Hinblick auf die geforderte Skizze, die von einigen Schülerinnen und Schülern als Schaltplan verstanden wurde, könnte man eher zur technischen Stromrichtung tendieren. Natürlich wäre mit Hilfe der Begründung ein solches Missverständnis seitens der Schülerinnen und Schüler aufklärbar, die Pilotierung hat aber zumindest gezeigt, dass das in der Praxis mit dieser Aufgabenstellung nicht passiert.

Eine Auswertung der Stromrichtung nach „richtig“ oder „falsch“ erscheint nicht sinnvoll, wie schon allein die in Abb. 10 und Abb. 11 gezeigten unterschiedlichen Angaben (jeweils ohne Begründung) zeigen.

Trotz dieser Problematik wären diesem Aufgabenteil zwei Experimentaldeskriptoren des Handlungsdeskriptors E2 zuzuordnen:

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 2: Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik
Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

E 2.1: Ich kann zum Ausgang (Ablauf) von Experimenten Fragen nach
(Vermutungen zu) Fakten (auf-)stellen.

E 2.4: Ich kann Vermutungen über den Ausgang (Ablauf) eines
Experiments begründen.

Wobei E 2.1 dem protokollierten Diskussionsergebnis und E 2.4 der Begründung dieses Ergebnisses (= Vermutung) zuzuordnen wäre.

Der dritte und letzte Teil der Leitfähigkeitsaufgabe (Abb. 12) beschäftigte sich erneut mit dem Elektrolytbegriff. Es wird die Behauptung aufgestellt: „Die elektrische Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen nimmt mit steigendem Elektrolytgehalt zu.“.

3. Experiment:

Den Begriff Elektrolyt kennst du sicher auch aus der Werbung.



Behauptung: „Die elektrische Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen nimmt mit steigendem Elektrolytgehalt zu.“

Apfelsaft, Apfelsaft gespritzt, Red Bull, Cola, Mineralwasser, Isostar Lemon stehen zur Verfügung.

Überprüft mit der Messvorrichtung, wie bei den vorigen Experimenten, obige Behauptung. Sammelt die Ergebnisse in folgender Tabelle.

	Stromstärke I in mA	Preis pro Liter
Apfelsaft		0,75 €
Apfelsaft gespritzt		1,78 €
Red Bull		5,56 €
Coca Cola		1,98 €
Mineralwasser		0,98 €
Isostar		2,40 €

Vergleicht die Getränke bezüglich Elektrolytgehalt und Preis und gebt eine Empfehlung ab, welches Getränk man nach dem Sport trinken sollte!

Begründet eure Entscheidung!

Empfehlung:

Begründung:

Abb. 12: Der letzte Teil der Aufgabenstellung zur Leitfähigkeit (Seite 5)

Die Schülerinnen und Schüler sollen diese Behauptung mit ihren inzwischen erprobten Experimenten überprüfen.

Einer solchen Aufgabe würde der Experimentaldeskriptor S 1.2 entsprechen:

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

S 1: Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.

S 1.2: Ich kann auf der Basis experimenteller Daten die Annahme oder Verwerfung von Hypothesen begründen.

Leider werden die Schülerinnen und Schüler im Anschluss nirgends aufgefordert eine Stellungnahme zur Richtigkeit der Aussage abzugeben. Der Deskriptor kann daher nicht überprüft werden.

Stattdessen sollten sie durch Messung der Stromstärke in ihrer Schaltung herausfinden, welche der zur Verfügung gestellten Getränke als Durstlöscher nach dem Sport geeignet seien. Dazu wurden ihnen verschiedene Getränke zur Verfügung gestellt, die sie auf die gleiche Weise wie zuvor behandeln sollten. Außerdem wurde ihnen zum Vergleich der Preis pro Liter des jeweiligen Getränks angegeben. Sie sollten nun überlegen, welches Getränk sie nach dem Sport empfehlen würden und warum.

Die Entwicklungsgruppe sah für diesen letzten Teil der Aufgabe den Deskriptor H 2.3 in allen drei Anforderungsniveaus vor:

H 2.3: Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren

N 1 Ich kann zu Fragestellungen nach einer schrittweisen Anleitung eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen.

Ich kann zu Fragestellungen nach einer schrittweisen Anleitung eine Untersuchung oder ein Experiment durchführen.

Ich kann nach einer Vorlage eine Untersuchung oder ein Experiment protokollieren.

Ich kann nach Anleitung ein Experiment durchführen (N1) [H 2.3 / Ex 2.3.1]

Ich kann ein nach Anleitung durchgeführtes Experiment für andere verständlich und nachvollziehbar auf Basis einer Vorlage dokumentieren.

(N1) [H 2.3 / Ex 2.3.2]

N 2 Ich kann zu Fragestellungen nach einer kurzen Anleitung eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen.

Ich kann zu Fragestellungen nach einer kurzen Anleitung eine Untersuchung oder ein Experiment durchführen.

Ich kann nach einer kurzen Anleitung eine Untersuchung oder ein Experiment protokollieren.

Ich kann zu vorgegebenen Fragestellungen ein geeignetes (bekanntes oder aus einer Liste auszuwählendes) Experiment auswählen, durchführen und für andere verständlich und nachvollziehbar auf Basis einer Vorlage dokumentieren. (N2) [H 2.3 / Ex 2.3.3]

Ich kann zu vorgegebenen Fragestellungen unter Anleitung (Hinweise) ein geeignetes Experiment planen, durchführen und für andere verständlich und nachvollziehbar dokumentieren (N2) [H 2.3 / Ex 2.3.4]

N 3 *Ich kann selbstständig zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen.*

Ich kann selbstständig nach Fragestellungen eine Untersuchung oder ein Experiment durchführen.

Ich kann selbstständig eine Untersuchung oder ein Experiment protokollieren.

Ich kann zu vorgegebenen oder eigenen Fragestellungen selbstständig ein geeignetes Experiment planen, durchführen und für andere verständlich und nachvollziehbar unter Verwendung der Fachsprache dokumentieren.

(N3) [H 2.3 / Ex 2.3.5]

N 1 wird, wie bereits H 1.2, durch die bloße Absolvierung der Experimente erfüllt, da alle Schülerinnen und Schüler die Kompetenz „*Ich kann nach Anleitung ein Experiment durchführen*“ mitbringen, oder sich im Laufe der Testung aneignen (müssen).

Alle weiteren Teilaspekte dieses Niveaus werden durch die Experimente nicht überprüft, da die Schülerinnen und Schüler weder ein Experiment planen, noch es in irgend einer Weise selbstständig protokollieren (es sei denn man zählt das Ausfüllen des Arbeitsblattes als protokollieren, was ich aber als trivial ansehen würde).

Die Niveaus 2 und 3 werden in dieser Experimentreihe auch nicht überprüft, da die Schülerinnen und Schüler kein Experiment selbst planen, ein geeignetes Experiment aus einer vorgegebenen Liste auswählen oder in irgendeiner Form dokumentieren.

Bezieht man sich in allen drei Niveaus jeweils nur auf die Kompetenz „*Ich kann ... ein Experiment durchführen.*“ wird diese zwar durch die Aufgaben geprüft, der Deskriptor insgesamt wird dadurch aber redundant und kann durch H 1.2 ersetzt werden.

Die eigentliche Intention hinter H 2.3 – das selbstständige Planen und Dokumentieren von Experimenten – wird durch die gewählten Aufgabenstellungen weder gefordert noch überprüft. Eine Zuordnung der einzelnen Schülerinnen- und Schülerleistungen zum Deskriptor H 2.3 und seinen Niveaus ist daher für mich nicht sinnvoll.

Die Auswertung nach dem neuen Kompetenzmodell stützt sich auf den Deskriptor S 1.1.

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

S 1: *Ich kann einzeln oder im Team Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.*

S 1.1: Ich kann aus experimentellen Daten Schlüsse ziehen.

In diesem Fall passt S 1.1 besonders gut, da der gesamte Bereich der S-Deskriptoren unter dem Aspekt des Bewertens, Entscheidens und Handelns steht. Eine Konsumententscheidung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen abhängig zu machen entspricht dabei genau dem Geist dieses Teils des Kompetenzmodells.

Die geforderte Begründung der Schlussfolgerung wird durch S 4.1 im Kompetenzmodell abgebildet.

S 4: *Ich kann fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.*

S 4.1: Ich kann die aus experimentellen Daten gezogenen Schlüsse fachlich korrekt und folgerichtig begründen.

Die Auswertung dieses letzten Abschnitts erfolgt daher auf Basis mehrerer Deskriptoren: E 1.3 („Ich kann Daten experimentell ermitteln“), der erfüllt wird, sobald die Schülerinnen und Schüler Messdaten in die Tabelle eintragen, S 1.1, wenn sie eine Empfehlung abgeben, die auf die Messergebnisse Bezug nimmt und schließlich S 4.1, wenn diese Empfehlung fachlich korrekt begründet wurde.

Prinzipiell kommen für S 1.1 und S 4.1 wieder alle drei Niveaustufen in Frage.

Niveau N1 wird erreicht, wenn nur Alltagssprache verwendet wurde oder Elemente der Fachsprache, die sprachlich nicht korrekt eingesetzt wurden.

Niveau N2 wird erreicht, wenn für die Empfehlung beziehungsweise Begründung die Fachsprache korrekt verwendet wurde.

Niveau N3 wird erreicht, wenn die Fachsprache korrekt verwendet wurde und naturwissenschaftliche Modelle für die Schlussfolgerung beziehungsweise deren Begründung herangezogen wurden.

Eine Beispielformulierung für N1 wäre:

„Apfelsaft – leitet gut, kostet wenig“ [LSP10]

Es wird dabei eine Empfehlung abgegeben, die als Schlussfolgerung aus dem Versuch und den zusätzlichen Informationen dargestellt wird. Die Begründung ist dabei klar Alltagssprachlich.

Ein Beispiel für S 1.1 N2 wäre:

„Mineralwasser – Stromstärke ist am niedrigsten“ [LAP02]

„Stromstärke“ ist dabei ein Begriff aus der Fachsprache, die Formulierung ist zwar sehr knapp, aber nicht falsch.

Die Tatsache, dass der Zusammenhang „viele Elektrolyte → gut für den Körper“ nicht erfasst wurde, ist dabei egal. S 1.1 erfordert nicht, dass ein Schluss aufgrund fachlich „richtiger“ Annahmen gezogen werden muss. S 4.1 erfordert explizit das Ziehen fachlich korrekter Schlüsse und wird in diesem Fall nicht erfüllt.

„Mineralwasser – weil Mineralwasser weniger Stromstärke hat als alle anderen.“ [LWS09]

Dieser zweiten Formulierung wird nur N1 zugeordnet. Im vorigen Beispiel kann die kurze Aussage sinnvoll auf „(die gemessene) Stromstärke ist am niedrigsten“ ergänzt werden. Das zweite Beispiel enthält wieder die Stromstärke als Fachvokabel, allerdings ist die Aussage „Mineralwasser hat Stromstärke“ nicht sinnvoll. Der fachsprachliche Begriff wurde daher sprachlich nicht korrekt angewendet, die Zuordnung erfolgt zu Niveau 1.

Eine Formulierung, der beide Deskriptoren auf N2 zugeordnet wurden, wäre:

„Apfelsaft – billig und enthält viele Ionen“ [LSP03],

wobei „Ionen“ dem Fachvokabular zuzuordnen ist und der gezogene Schluss fachlich korrekt ist, da Getränke mit hohem Elektrolytgehalt (=vielen Ionen) nach dem Sport empfohlen werden.

Niveau 3 erfordert, dass Verbindungen zwischen Sachverhalten in Natur und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen gezogen werden, naturwissenschaftliche Konzepte genutzt werden und komplexe Fachsprache inklusive Modelle zum Einsatz kommt. Es geht um weitgehend selbstständiges Arbeiten.

Der erste Punkt wird erfüllt, wenn der Zusammenhang zwischen der gemessenen Stromstärke (Sachverhalt in Natur/Technik) und der Elektrolytkonzentration (aus dem Sachverhalt abgeleitete naturwissenschaftliche Erkenntnis) hergestellt wird, d.h. wenn erkannt wird, dass ein hoher Messwert einen hohen Elektrolytgehalt bedeutet. Das naturwissenschaftliche Konzept, das zur Bewertung des Ergebnisses notwendig ist, ist dass der menschliche Körper Elektrolyte braucht. Dieser Zusammenhang ist aus dem Text nicht ersichtlich! Eine Argumentation auf dieser Basis kann daher als „weitgehend selbstständig“ aufgefasst werden. Darüber hinaus ist also nur noch die Verwendung komplexer Fachsprache inklusive Modelle nötig, um alle Punkte des dritten Anforderungsniveaus zu erfüllen.

Eine Empfehlung, die fachlich korrekt und fachsprachlich argumentiert wurde, die Messergebnisse als Mittel zum Rückschluss auf den Elektrolytgehalt nutzt und das Konzept verwendet, dass man nach dem Sport Elektrolyte zuführen sollte, führt daher zu einer Zuordnung zu N3, da in diesem Zusammenhang aus meiner Sicht keine weiteren naturwissenschaftlichen Modelle sinnvoll anwendbar sind.

Eine Formulierung die N3 zugeordnet wird lautet zum Beispiel:

„Isostar, Apfelsaft – Isostar hat auch wichtige Salze, die der Körper braucht. Apfelsaft ist billiger und hat einen fast so hohen Elektrolytwert wie Isostar“ [LSP08],

wobei „Elektrolytwert“ als Fachvokabel gezählt wird und die Begründung fachlich richtig argumentiert wurde. Die Überlegung, dass der Körper Salze braucht, ist korrekt und wird auch explizit angeführt.

Die Zuordnung zu den Ausprägungen der jeweiligen Kategorien (= Deskriptoren) erfolgte nach folgendem Leitfaden (Tabelle 6).

Tab. 6: Kodierregeln zum letzten Abschnitt des Leitfähigkeitsbeispiels;
(Zuordnung zu den Deskriptoren S 1.1 und S 4.1).

0	Wurde ein Schluss gezogen (Empfehlung abgegeben)?	Nein	Deskriptoren S 1.1 und S 4.1 werden nicht erfüllt
		Ja	<i>weiter bei 1</i>
1	Gibt es eine Begründung für diese Empfehlung, die fachlich korrekt ist?	Nein	Deskriptor S 1.1 wird erfüllt , S 4.1 wird nicht erfüllt , <i>weiter bei 2</i>
		Ja	Deskriptoren S 1.1 und S 4.1 werden erfüllt , <i>weiter bei 2</i>
2	Wurden Empfehlung und/oder Begründung unter Verwendung fachsprachlicher Begriffe formuliert und wurden diese korrekt eingesetzt?	Nein	Anforderungsniveau I
		Ja	<i>weiter bei 3</i>
3	Wurde in der Erklärung darauf eingegangen, dass man nach dem Sport Getränke mit hohem Elektrolytgehalt trinken sollte?	Nein	Anforderungsniveau II
		Ja	Anforderungsniveau III

Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse beider Auswertungen, erneut nach Standorten getrennt und gesamt. Die einzelnen Zuordnungen sind wieder in Anhang C aufgeführt.

*Tab. 7: Ergebnisse der Auswertung der letzten Teilaufgabe (Leitfähigkeitsbeispiel);
nach Deskriptor S 1.1 bzw. S 4.1*

S 1.1	Gesamt		HS OÖ		KMS W		BRG NÖ	
nicht erfüllt	5	13%	5	31%	0	0%	0	0%
N 1	25	66%	10	63%	9	100%	6	46%
N 2	7	18%	1	6%	0	0%	6	46%
N 3	1	3%	0	0%	0	0%	1	8%
Σ	38	100%	16	100%	9	100%	13	100%
S 4.1	Gesamt		HS OÖ		KMS W		BRG NÖ	
nicht erfüllt	24	63%	14	87%	8	89%	2	15%
N 1	7	18%	2	13%	1	11%	4	31%
N 2	6	16%	0	0%	0	0%	6	46%
N 3	1	3%	0	0%	0	0%	1	8%
Σ	38	100%	16	100%	9	100%	13	100%

5.2 Analyse des Redoxbeispiels

Wie im vorigen Kapitel zerteile ich auch für das zweite Beispiel die Arbeitsblätter, die den Schülerinnen und Schülern vorgelegt wurden, in mehrere Abbildungen, um direkt auf die entsprechenden Stellen Bezug nehmen zu können. Die vollständigen Arbeitsblätter, wie sie den Schülerinnen und Schülern vorgelegt wurden, sind ebenfalls im Anhang B zu finden.

In Abbildung 13 werden die für den Versuch notwendigen Geräte und Chemikalien aufgelistet. Für die Eisenlösung wird dort Eisen(III)-nitrat angeführt. Dies stellt eine Veränderung gegenüber der ersten durchgeführten Pilotierung (am RG) dar, wo noch Eisen(III)-chlorid zum Einsatz kam. Bei den späteren Pilotierungen (an der KMS und den beiden RG-Zweigen) wurde die geänderte Version (Abb. 13) eingesetzt. Die Gründe für diese Änderung werden im Kapitel 6 diskutiert.

Name: _____
Partner/in: _____

Klasse/Gruppe: _____

Unedel oder edel – 3 Metalle im Test

Experimentalbeispiel

Geräte und Chemikalien:

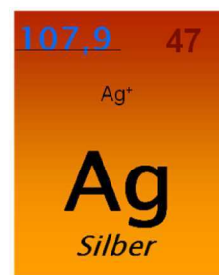
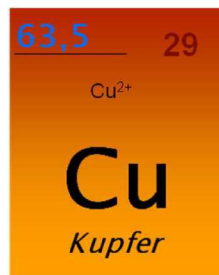
Reagenzglasgestell	Kupferionenlösung (100 mL), CuSO_4 , $c = 0,05 \text{ mol/L}$
6 Reagenzgläser (passend)	Eisenionenlösung (100 mL), $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $c = 0,05 \text{ mol/L}$
Eisennagel,	Silberionenlösung (100 mL), AgNO_3 , $c = 0,05 \text{ mol/L}$
Pinzette,	Kupferdraht (Kabel),
Stahlwolle, Küchenrolle	Silberdraht

Einleitung:

Warum tragen sehr viele Leute Schmuck aus Silber, aber niemand schmückt sich mit einer Kette aus Eisen um den Hals?

Durch Versuche mit den 3 hier angeführten Metallen könnt ihr dies feststellen.

Hier seht ihr die Daten der 3 Metalle aus dem Periodensystem der Elemente:



Versuche:

Vorbereitung:

- Füllt 3 Reagenzgläser zur Hälfte mit jeweils einer Lösung.
- Poliert den Nagel und die Stifte mit der Stahlwolle.

Abb. 13: Der erste Teil der Aufgabenstellung zum Redoxbeispiel (Seite 1)

Im ersten Teil des Versuchs (vgl. Abb. 13, Abb. 14) sollten die Schülerinnen und Schüler das jeweilige Metall – Eisen, Kupfer oder Silber – in die Lösung seines Salzes tauchen, beobachten und ihre Beobachtungen verschriftlichen.

Versuch 1:

Taucht nun die Metalle in die Lösung ihrer Salze und wartet ca. ½ Minute bis ihr sie wieder herausnehmt.

Notiert danach eure Beobachtungen:

Nehmt den Nagel/Draht wieder heraus, trocknet und reinigt sie, falls nötig.

	Farbe der Lösung	Beobachtung:
Eisennagel in der Eisenionenlösung		
Kupferdraht in der Kupferionenlösung		
Silberdraht in der Silberionenlösung		

Abb. 14: Die Anleitung zum ersten Versuch (Seite 1, Redoxbeispiel)

Als Einschätzungsdimension habe ich für diesen Aufgabenteil den Deskriptor E 1.1 des Kompetenzmodells festgelegt, da sich dieser auf Beobachtungen bezieht.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E1: Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.

E 1.1: Ich kann den Verlauf von Experimenten beobachten und beschreiben.

Da hier Platz für eine offene Beschreibung der Beobachtungen geboten wird, können die Schülerinnen und Schüler prinzipiell alle drei Ausprägungen des Deskriptors zeigen.

N 1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführttem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

N 2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln, Reaktionsgleichungen, Modelle, ...) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbständigem Handeln.

N 3 Anforderungsniveau III

Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können. Verwendung von komplexer Fachsprache (inkl. Modelle); weitgehend selbstständiges Handeln.

Die Erfüllung des dritten Anforderungsniveaus ist dabei eher unwahrscheinlich, da bei diesem ersten Versuch „nichts“ passieren sollte und keine Frage nach einer Erklärung der Beobachtung gestellt wird. Daher ist nicht anzunehmen, dass die Schülerinnen und Schüler komplexe Verbindungen zu naturwissenschaftlichen Konzepten herstellen werden, wie es das Niveau 3 erfordert.

Ein Ankerbeispiel für die Zuordnung zum Anforderungsniveau I wäre:

„Der Nagel wird matt an der Stelle mit der er in die Lösung getaucht wurde“ [RE108]

Das Beispiel ist eine klare Beschreibung der Beobachtung mit alltäglicher Sprache. Während „Lösung“ eventuell schon als fachsprachlich deklariert werden könnte, habe ich für meine Auswertung die alleinige Verwendung dieses Begriffs nicht für eine Zuordnung zu Niveau 2 gewertet, da in der Aufgabenstellung ausschließlich dieser Begriff verwendet wurde. Die Jugendlichen konnten daher an diesem Punkt nicht zeigen, ob sie den Begriff einfach nur weiter verwendeten, oder ob sie sich der Bedeutung des Begriffs bewusst waren und ihn daher in einem fachwissenschaftlichen Kontext verwendeten. Zur Klärung dieser Frage müsste man die Schülerinnen und Schüler auffordern den Begriff „Lösung“ zu definieren.

Einem anderen Beispiel wurde N2 zugeordnet:

„Dunkler Niederschlag auf Nagel“ [RSPN06]

Der Begriff „Niederschlag“ ist eindeutig der chemischen Fachsprache zuzuordnen und findet sich auch nicht auf dem Arbeitsblatt. Es stellt sich die Frage, was genau die Schülerinnen und Schüler hier beobachtet haben. Theoretisch hätte „nichts“ passieren sollen, außer dass der Nagel nass wird und dadurch vielleicht dunkler aussieht.

Was auch immer die Schülerinnen und Schüler tatsächlich beobachtet haben (oder geglaubt haben beobachtet zu haben) lässt sich aus den Arbeitsblättern nicht mehr nachvollziehen. Ein Niederschlag im chemischen Sinn war es ziemlich sicher nicht. Dennoch wurde der Fachbegriff sprachlich richtig verwendet, es handelt sich aber um eine

(Fehl-)Interpretation, keine reine Beobachtung. Die Zuordnung erfolgt daher trotzdem zu E 1.1 N2, der Interpretation wird weiter unten Rechnung getragen.

Wie vermutet, finden sich unter den Antworten keine Formulierungen, die eine Zuordnung zu N 3 rechtfertigen würden. Bis auf die Begriffe „Lösung“ und „Niederschlag“ fanden sich in den Antworten ausschließlich Begriffe der Alltagssprache, so dass die einzige Kodierregel in diesem Fall lautete: „Die Verwendung von 'Lösung' alleine führt zu keiner Zuordnung zu N2; die sprachlich richtige Verwendung von 'Niederschlag' schon“.

Tab. 8: Kodierregeln zur ersten Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Zuordnung zu Deskriptor E 1.1).

0	Wurde eine Beobachtung notiert?	Nein	Deskriptor E 1.1 wurde nicht erfüllt
		Ja	<i>weiter bei 1</i>
1	Wurde die Fachsprache richtig verwendet?	Nein	E 1.1 N1
		Ja	<i>weiter bei 2</i>
2	Wurde die Beobachtung unter Verwendung fachsprachlicher Begriffe formuliert („Lösung“ = Alltagssprache) und wurden diese sprachlich korrekt eingesetzt?	Nein	<i>weiter bei 3</i>
		Ja	E 1.1 N1
3	Wurden komplexe Fachsprache und Modelle verwendet und Verbindungen zu anderen Gebieten hergestellt?	Nein	E 1.1 N2
		Ja	E 1.1 N3

Neben der Auswertung nach E 1.1 habe ich die Angaben der Schülerinnen und Schüler auch auf E 1.2 hin untersucht.

E 1.2: Ich kann zwischen Beobachtung und Interpretation unterscheiden.

Für diese Einschätzungsdimension gibt es nur zwei Ausprägungen: „erfüllt“ oder „nicht erfüllt“.

Da die Jugendlichen bei dieser Aufgabe nicht aufgefordert waren ihre Beobachtungen zu interpretieren, erfüllt der Großteil den Deskriptor E 1.2, da sie ohnehin nur beobachten sollten. Lediglich drei Personen erfüllen den Deskriptor nicht, da sie Folgendes schrieben:

„Der Silberdraht wird am eingetauchten Ende verfärbt und von der Säure angegriffen (wird matt)“ [RE14], [RE15]

„Es bildet sich eine dünne Kupferschicht auf oder Rost“ [RSPS05]

Die Formulierung „wird von der Säure angegriffen“ ist eine Interpretation, keine Beobachtung (und zudem noch falsch). Die zweite Beobachtung ergibt sich, weil der Eisennagel fälschlich in die Kupfersulfatlösung getaucht wurde (Farbe der Lösung: „hellblau“). Sowohl die Kupferschicht, als auch der Rost, sind Interpretationen.

Die Auswertung der Arbeitsblätter hinsichtlich dieser beiden Kriterien ist in Tabelle 9 zusammengefasst. Die genaue Zuordnung der einzelnen Aussagen zu den Anforderungsniveaus findet sich in Anhang C.

*Tab. 9: Ergebnisse der Auswertung der ersten Teilaufgabe;
nach den Deskriptoren E 1.1 und E 1.2; KMS: Kooperative Mittelschule,
RG: Realgymnasium, -S: Sportzweig, -N: Zweig mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt*

E 1.1	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
N 1	40	93%	9	100%	7	100%	10	77%	14	100%
N 2	3	7%	0	0%	0	0%	3	23%	0	0%
N 3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Σ	43	100%	9	100%	7	100%	13	100%	14	100%
E 1.2	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	3	7%	2	22%	1	14%	0	0%	0	0%
erfüllt	40	93%	7	78%	6	86%	13	100%	14	100%

Im nächsten Teil des Versuchs sollten die Schülerinnen und Schüler die Metalle mit den jeweils anderen Lösungen kombinieren und erneut ihre Beobachtungen in einer Tabelle festhalten (siehe Abb. 15, Abb. 16).

Versuch 2:

Im vorherigen Versuch habt ihr die Metalle in ihre eigenen Salzlösungen getaucht. In diesem Versuch taucht ihr nun die Metalle in die 2 jeweils fremden Salzlösungen.

- ✧ Taucht die Metalle für ca. ½ Minute in die Lösung und nehmt sie dann wieder heraus.
- ✧ Trocknet und ggf. reinigt den Nagel/Draht wieder bevor ihr sie in die andere Lösung taucht.

Tragt eure Beobachtungen in das Tabellenblatt ein!

(wenn der Nagel nur nass wird, so ist das keine Veränderung,
wenn keine Veränderung auftritt, so macht einen Strich durch das Kästchen)

Wenn ihr fertig seid, so geht es hier weiter (den Versuchsaufbau bitte stehen lassen, ihr könnt ihn, wenn notwendig, nochmals verwenden.)

Abb. 15: Die Anleitung zum zweiten Versuch (Seite 2, Redoxbeispiel)

Tabellenblatt zu Versuch 2

Beschreibt eure Beobachtungen möglichst ausführlich unter Verwendung der Fachsprache! Beobachtet über einen Zeitraum von 1 bis 3 Minuten!

Wenn keine Veränderung auftritt, macht einen Strich im Kästchen.

(Wenn die Metallteile nur nass werden, zählt das nicht als Veränderung.)

	Eisennagel Fe	Kupferdraht Cu	Silberdraht Ag
Fe³⁺ - Lösung	xxxxxxxxxxxxxx		
Cu²⁺ - Lösung		xxxxxxxxxxxxxx	
Ag⁺ - Lösung			xxxxxxxxxxxxxx

Überprüft noch einmal eure Eintragungen!

Wenn ihr fertig seid, verändert bitte ab jetzt in der Tabelle nichts mehr!

Abb. 16: Das Tabellenblatt zum Notieren der Beobachtungen (Redoxbeispiel)

Wie bereits beim ersten Versuch, wurden auch hier von allen Schülerinnen und Schülern Beobachtungen eingetragen. Da die Aufgabenstellung der vorherigen gleicht, habe ich diesem Teil die gleiche Einschätzungsdimension (Deskriptor E 1.1) und die gleichen Skalenpunkte (Niveaustufen 1-3) für die Auswertung zugeordnet. Ebenso habe ich die im vorherigen Abschnitt diskutierten Kodierregeln auch auf diesen Teil angewandt.

Auch hier erachte ich die zusätzliche Auswertung nach E 1.2 für sinnvoll. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

Die meisten Jugendlichen beschrieben ihre Beobachtungen alltagssprachlich und interpretierten sie nicht. Zum Beispiel:

„Der Nagel wird matt an der Stelle mit der er in die Lösung getaucht wurde“ [REI08]

oder

„Es bildet sich eine hauchdünne weiße Schicht“ [RSPS05]

Im naturwissenschaftlichen Zweig des Realgymnasiums traf dies nur auf zwei Jugendliche zu, die anderen elf, sowie die vier aus Wien, trennten ihre Beobachtungen nicht konsequent sprachlich von Interpretationen. Beispielformulierungen sind hier auf Niveau 1:

„Der Eisennagel bekommt eine Kupferschicht“ [RSPN03]

oder als falsche Interpretation:

„Der Eisennagel hat in der Kupferlösung angefangen zu rosten“ [RWS06]

und auf Niveau 2:

„Es setzen sich Kupferionen auf dem Nagel ab“ [RSPN05]

Beim Sportzweig waren die Formulierungen alltagssprachlich und in allen Fällen nicht klar von Interpretationen unterschieden (Antworten wieder häufig:

„er rostet leicht“ [RSPS06]

oder ähnliches).

Die Zahl der Teilnehmenden sank im Sportzweig bei dieser Teilaufgabe auf fünf. Die Schülerinnen und Schüler absolvierten das Redoxbeispiel als zusätzliche Aufgabe, die in der ursprünglichen Planung nicht vorgesehen war, da sie mit ihrer eigentlichen Pilotierungsaufgabe schneller fertig waren als erwartet. In der verbliebenen Zeit konnten jedoch nicht alle Jugendlichen das zusätzliche Beispiel komplett lösen.

Die Zuordnung der einzelnen Aussagen zu den Deskriptoren findet sich in Anhang C.

Tab. 10: Ergebnisse der Auswertung der Tabellenblätter; nach den Deskriptoren E1.1 und E 1.2; KMS: Kooperative Mittelschule, RG: Realgymnasium, -S: Sportzweig, -N: Zweig mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt

E 1.1	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
N 1	36	88%	9	100%	5	100%	8	62%	14	100%
N 2	5	12%	0	0%	0	0%	5	38%	0	0%
N 3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Σ	41	100%	9	100%	5	100%	13	100%	14	100%
E 1.2	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	20	49%	0	0%	5	100%	11	85%	4	29%
erfüllt	21	51%	9	100%	0	0%	2	15%	10	71%

Aufgabe 1: Sucht euch einen Versuch aus, bei dem sich etwas geändert hat und diskutiert mögliche Erklärungen dafür. Fasst das Ergebnis eurer Diskussion kurz zusammen.

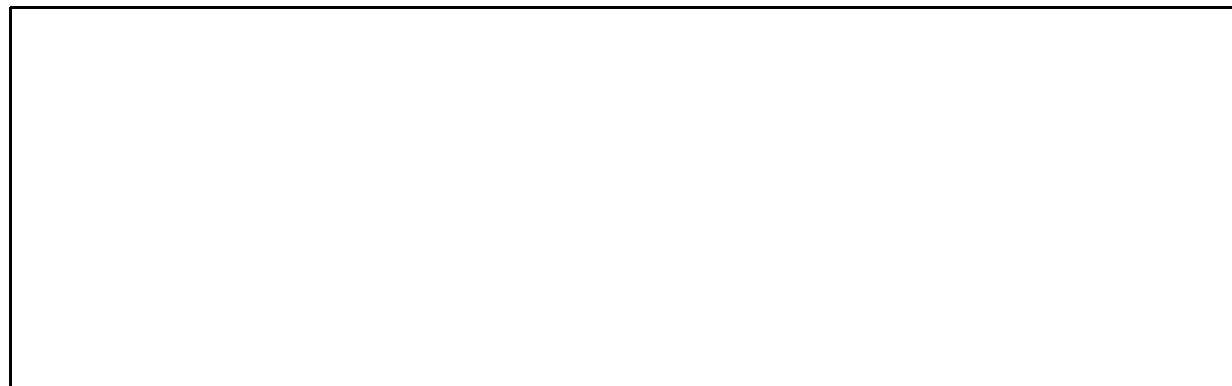


Abb. 17: Die erste Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 2)

Im nächsten Teil sollten die Schülerinnen und Schüler diskutieren und Erklärungen für die Beobachtung finden (siehe Abb. 17). Sie konnten dabei zeigen, dass sie Vermutungen aufstellen können und dass sie diese eventuell auch begründen können. Der entsprechende Handlungsdeskriptor ist E2, die passenden Experimentaldeskriptoren E 2.1 und E 2.4.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E2: *Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.*

E 2.1: Ich kann zum Ausgang (Ablauf) von Experimenten Fragen nach (Vermutungen zu) Fakten (auf-)stellen.

E 2.4: Ich kann Vermutungen über den Ausgang (Ablauf) eines Experiments begründen.

Da hier erneut Platz für eine offene Formulierung der Vermutungen geboten wird, können die Schülerinnen und Schüler prinzipiell alle drei Ausprägungen des Deskriptors zeigen.

N 1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführttem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

N 2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln, Reaktionsgleichungen, Modelle, ...) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbständigem Handeln.

N 3 Anforderungsniveau III

Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können. Verwendung von komplexer Fachsprache (inkl. Modelle); weitgehend selbstständiges Handeln.

Die Erfüllung des dritten Anforderungsniveaus ist dabei im Vergleich zum letzten Abschnitt schon viel wahrscheinlicher, da die Schülerinnen und Schüler aufgefordert sind Erklärungen zu liefern.

Eine intensive Analyse der Fragestellungen und der Antworten aus der Pilotierung hat gezeigt, dass die Formulierung nicht eindeutig ist.

„Sucht euch einen Versuch aus, bei dem sich etwas geändert hat und diskutiert mögliche Erklärungen dafür.“

Es geht nicht eindeutig hervor, worauf das „dafür“ Bezug nimmt. Die offensichtlichste Interpretation wäre: „Erkläre, was du denkst, was der Grund für die beobachtete Veränderung ist.“ Eine alternative Deutung könnte sein: „Erkläre, was du denkst, was sich bei diesem Versuch gebildet hat.“ und in weiterer Konsequenz: „Erkläre, wie sich das bilden konnte.“

Die erste Deutungsmöglichkeit zielt auf das Warum – den Grund für die Veränderung – ab, die zweite auf darauf, um welches Phänomen es sich handelt und wie es zustande kommt. Die Schülerinnen und Schüler können daher Vermutungen zur Frage „Warum?“ aufstellen, aber auch zur Frage „Was ist passiert?“

Beispiele aus dem Material wären:

„[...] wahrscheinlich war er [der Silberdraht] nicht gut poliert. [...]“ [REI04]

„[...] Der Kupferdraht wird versilbert [...]“ [RSPN03]

Zu jeder Vermutung lässt sich auch eine Begründung formulieren. Eine Begründung zur Frage „Warum?“ wäre:

„Der Draht ist nicht komplett aus Silber. Dadurch verändert er seine Farbe in schwarz“ [RWS07]

Eine Begründung zur Vermutung zum Phänomen könnte lauten: „Der Kupferdraht wurde versilbert, weil der Überzug nur aus der Silberlösung abgeschiedenes Silber sein kann.“

Eine genaue Abgrenzung zwischen Vermutung und Begründung ist im Einzelfall oft schwierig. Manchmal ist der einzige Unterschied, ob die Aussage ungewiss („wahrscheinlich“, „vielleicht“) oder überzeugt formuliert wurde („es ist ein...“, „Der Nagel hat...“).

Der Großteil der Antworten beinhaltet eine Vermutung oder eine Begründung zur Frage „Warum?“. Teilweise wurden auch Vermutungen zum Phänomen aufgestellt und mit Begründungen zum „Warum?“ untermauert.

Aufgrund dieser komplizierten Situation ergeben sich für die Auswertung eine Reihe von Problemen. Einerseits muss festgelegt werden, welche der beiden Fragen für die Erfüllung des Arbeitsauftrages gewertet wird, oder ob beide zulässig sind. Andererseits muss entschieden werden, wie mit einer Begründung umzugehen ist, die keine Vermutung beinhaltet:

„Das Silber wurde vom Draht geputzt und dadurch hat er sich verändert“ [RWS08]

Da die Experimentaldeskriptoren nur ein Hilfsmittel für die Auswertung darstellen, für die weitere Bearbeitung der Aufgaben im Zuge der Pilotierung aber ohnehin nur die Handlungsdeskriptoren verwendet werden (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12), erfolgt meine Auswertung zu dieser Aufgabe nur nach dem Hauptdeskriptor E2, wobei aufgestellte Vermutungen und Begründungen gleichermaßen zur Erfüllung von E2 führen.

E2 N1 wird daher von allen erfüllt, solange Vermutungen/Begründungen aufgestellt und verschriftlicht wurden, unabhängig davon, ob die Vermutungen/Begründungen fachlich richtig sind oder nicht. Wurden diese Vermutungen/Begründungen fachsprachlich korrekt formuliert, wird Niveau 2 erreicht.

Werden die Vermutungen/Begründungen darüber hinaus mit korrekten naturwissenschaftlichen Konzepten und Modellen gestützt, erfolgt eine Zuordnung zu Niveau 3.

Die folgende Formulierung ist ein Beispiel für eine Vermutung, die sich der Alltagssprache bedient (E 2.1 N1):

„Cu-Draht in Ag^+ -Lösung; Wegen einer chemischen Reaktion Schwarzfärbung. Vermutung: Ag^+ ist so aggressiv gegenüber dem Cu-Draht, dass er die oberste Schicht verätzt.“ [REI05]

Die Ionenschreibweise könnte zwar als fachsprachlich aufgefasst werden, allerdings geht aus dem Text nicht hervor, ob sie bewusst verwendet wurde, oder ob sie nur abgeschrieben wurde, ohne die Bedeutung zu erkennen. Darüber hinaus zeigt die Formulierung „ Ag^+ ist so aggressiv [...], dass er die oberste Schicht verätzt.“, dass Ag^+ nicht als „die Silberionen“ oder „das Silberion“ verstanden wurde. Alternativ könnte sich „er“ auf den Cu-Draht beziehen, so dass dieser „die oberste Schicht verätzt“, was ebenfalls so keinen Sinn ergibt und daher sprachlich unpassend ist.

War explizit von Ionen die Rede, so wurde für E 2.1 Niveau 2 als erreicht angesehen. Wie zuvor führte die alleinige Verwendung des Begriffs „Lösung“ zu keiner Zuordnung zu dieser Stufe.

„Der Eisennagel hat die Kupferionen an sich gebunden“ [RSPN01]

An dieser Stelle könnte man argumentieren, dass die Aussage falsch ist, beziehungsweise die Fachsprache nicht korrekt angewendet wurde, da der Eisennagel die Ionen nicht bindet, sondern die Ionen in metallisches Kupfer umgewandelt werden, das am Eisennagel haftet.

Für den Deskriptor E2 ist dies nicht relevant. Es handelt sich um eine (fachlich nicht zutreffende) Vermutung, daher wird E2 erfüllt. Die Fachsprache wird verwendet und unter der Prämisse, dass die Vermutung tatsächlich lautet, dass der Nagel die Ionen an sich bindet, wird die Fachsprache auch korrekt eingesetzt, weshalb die Zuordnung zu N2 erfolgt. Eine höhere Einstufung ist nicht passend, da keine korrekten Modelle herangezogen werden.

Eine simple Wiederholung der Beobachtung führt zu keiner Zuordnung zu E2:

„Die Eisennagel hat sich in Ag schwarz gefärbt und in Cu hat es sich in Kupferfarbe gefärbt“ [RWS14]

Der Antwort einer Gruppe wurde Niveau 3 zugeordnet, da die Antwort teilweise fachsprachlich war („Kupfer-Ionen“, „unedel“) und ein chemisches Modell in den Grundzügen verwendet wurde (relative Stellung von Eisen zu Kupfer in der Spannungsreihe: „weil Eisen unedel ist“).

„Eisennagel in Kupferlösung: Das Eisen verbindet sich mit den Kupfer-Ionen, weil Eisen unedel ist und sich sehr gerne verbindet“ [RSPN05]

Auch hier ist die Formulierung „Eisen verbindet sich mit den Kupfer-Ionen“ fachlich nicht exakt, die Vermutung daher falsch. Zur Begründung der Vermutung wird aber ein korrektes Konzept herangezogen, wodurch eine Zuordnung zu N3 erfolgt.

Tab. 11: Kodierregeln zu „Aufgabe 1“ (Redoxbeispiel); Zuordnung zu den Deskriptoren E 2.1 und E 2.4

0	Wurde eine Vermutung/Begründung (nicht nur reine Beobachtung!) notiert?	Nein	Der Deskriptor E2 wird nicht erfüllt
		Ja	<i>weiter bei 1</i>
1	Wurde die Fachsprache richtig verwendet (unabhängig davon, ob die Vermutung/Begründung fachlich korrekt ist)?	Nein	E2 N1
		Ja	<i>weiter bei 2</i>
2	Erfolgte die Zuordnung zu (1) aufgrund der alleinigen Verwendung des Begriffs „Lösung“ und/oder der Verwendung der Ionenschreibweise?	Nein	<i>weiter bei 3</i>
		Ja	E2 N1
3	Wurden zusätzlich korrekte Modelle/Konzepte verwendet?	Nein	E2 N2
		Ja	E2 N3

Die Auswertung der Arbeitsblätter zu Aufgabe 1 nach diesen Regeln führte zu folgendem Ergebnis (Tabelle 12, Vollständige Zuordnung: Anhang C):

Tab. 12: Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 1 (Redoxbeispiel);
nach dem Deskriptor E2; KMS: Kooperative Mittelschule,
RG: Realgymnasium, -S: Sportzweig, -N: Zweig mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt

E2	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	12	31%	3	33%	1	33%	2	15%	6	43%
N 1	20	51%	6	67%	2	67%	4	31%	8	57%
N 2	4	10%	0	0%	0	0%	4	31%	0	0%
N 3	3	8%	0	0%	0	0%	3	23%	0	0%
Σ	39	100%	9	100%	3 ²⁷	100%	13	100%	14	100%

Im nächsten Teil des Arbeitsblattes (Abb. 18) werden zwei Aufgaben gestellt. Aufgabe 2 ist eine Wiederholung eines Teils einer früheren Aufgabe (Beobachtungsergebnisse im Tabellenblatt notieren), die Auswertung erfolgt daher analog (E 1.1 – Beobachtungen machen; E 1.2 – Zwischen Beobachtung und Interpretation unterscheiden).

Einige Beispielformulierungen und ihre Zuordnungen:

„Der Nagel sieht aus als würde er rosten“ ^[RWS07]

Dieser Formulierung wurde E 1.1 N1 zugeordnet, E 1.2 gilt als erfüllt, da es sich um eine Beschreibung der Beobachtung handelt.

„Der Nagel wird rostig“ ^[RWS08]

²⁷ Die Zahl der Teilnehmenden hat sich aufgrund von Zeitmangel erneut reduziert.

Auch hier wurde E 1.1 N1 zugeordnet, E 1.2 gilt als nicht erfüllt, da es sich hier um eine Interpretation handelt.

Richtet eure Aufmerksamkeit nun auf den Eisennagel in der Kupferlösung:

Aufgabe 2: Was habt ihr beobachtet? Notiert dies bitte hier nochmals kurz.

Aufgabe 3: Was könnte die Ursache für diese Veränderung sein?

- ☐ Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen
- ☐ Entstandener Rost hat den Nagel überzogen
- ☐ Gelöste Eisenionen des Nagels haften noch als Schicht daran
- ☐ Etwas anderes:.....

Erkläre und begründe deine Antwort kurz:

Abb. 18: Die zweite und dritte Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 3)

„Wenn man ihn in die Cu^{2+} -Lösung taucht, wird er rot-braun“ [REI02]

Analog zur bisherigen Vorgehensweise führt weder die Ionenschreibweise, noch die Verwendung des Begriffs „Lösung“, zu einer Zuordnung zu N2. Diesem Beispiel wurde daher E 1.1 N1 zugeordnet, E 1.2 gilt als erfüllt.

„Der Eisennagel bekommt eine Kupferschicht, da er die Kupferionen anzieht“ [RSPN04]

Dieser Formulierung wurde E 1.1 N2 zugeordnet, da sie fachsprachliche Formulierungen enthält, aber nicht von einem naturwissenschaftlichen Modell, etwa der Elektronenübertragung, Gebrauch macht. Auch die Formulierung, dass der Eisennagel die Kupferionen anziehe entspricht keinem korrekten chemischen Modell, so dass eine

Zuordnung zu N3 nicht angemessen ist. E 1.2 wird nicht erfüllt, da das „Anziehen der Kupferionen“ von den Schülerinnen und Schülern nicht beobachtet werden kann (es findet nicht einmal statt) und somit eine Interpretation darstellt. Darüber hinaus wäre auch die Aussage „Der Eisennagel bekommt eine Kupferschicht“ bereits eine Interpretation.

„Der Nagel hat einen braunen Niederschlag → er hat in der Kupferlösung die Kupferionen angenommen und dadurch entsteht der Niederschlag“ [RSPN08]

Auch diesem Beispiel wurde nicht N3 sondern nur N2 (*Kupferionen*) zugeordnet, da die Formulierung „er hat [...] die Kupferionen angenommen“ nicht den gängigen Vorstellungen zum Ablauf dieses Redoxprozesses entspricht, da wesentliche Teile – etwa die Übertragung der Elektronen vom Eisen auf die Kupferionen – fehlen. E 1.2 wird ebenfalls nicht erfüllt.

„Das Eisen verbindet sich mit den Kupfer-Ionen, weil Eisen unedel ist und sich sehr gerne verbindet“ [RSPN05]

Diesem Beispiel wäre Niveau 3 zugeordnet worden, da die Fachsprache verwendet wird und ein naturwissenschaftliches Modell (die elektrochemische Spannungsreihe) herangezogen wird, allerdings handelt es sich um keine Beobachtung, daher erfolgt keine Zuordnung zu E 1.1 oder E 1.2.

Die Kodierung erfolgt analog zu den bisherigen Aufgaben, bei denen nach E 1.1 und E 1.2 ausgewertet wurde. Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse dieser Auswertung, die vollständige Zuordnungen der Aussagen zu den Deskriptoren ist in Anhang C zu finden.

*Tab. 13: Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 2 (Redoxbeispiel);
nach Deskriptor E 1.1 und E 1.2; KMS: Kooperative Mittelschule,
RG: Realgymnasium, -S: Sportzweig, -N: Zweig mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt*

E 1.1	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	3	8%	0	0%	0	0%	3	23%	0	0%
N 1	32	82%	9	100%	3	100%	6	46%	14	100%
N 2	4	10%	0	0%	0	0%	4	31%	0	0%
N 3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Σ	39	100%	9	100%	3	100%	13	100%	14	100%
E 1.2	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	21	54%	2	22%	3	100%	9	69%	7	50%
erfüllt	18	46%	7	78%	0	0%	4	31%	7	50%

Der Vergleich mit Tabelle 13 macht deutlich, dass es den Schülerinnen und Schülern schwer fällt, bewusst zwischen Beobachtung und Interpretation zu unterscheiden. Er legt nahe, dass das bessere Abschneiden im Bezug auf E 1.2 im Tabellenblatt kein tatsächliches Zeigen dieser Kompetenz war, sondern ein Minimalismus (sie mussten sich zu diesem Zeitpunkt noch nicht mit den Erklärungen der Beobachtungen beschäftigen).

Nachdem die Schülerinnen und Schüler sich aber einmal mit den Hintergründen ihrer Beobachtungen auseinander gesetzt hatten (in Aufgabe 1), brachten sie die getroffenen Überlegungen in ihre Beschreibungen der Beobachtungen ein. Dies legt den Schluss nahe, dass zumindest manchen von ihnen der wichtige Unterschied zwischen reiner Beschreibung und Interpretation nicht bewusst ist. Die vollständige Zuordnung der einzelnen Aussagen zu den Deskriptoren findet sich in Anhang C.

Bei **Aufgabe 3** (Abb. 18) waren die Ursachen für die beobachteten Veränderungen gesucht. Die Schülerinnen und Schüler mussten die richtige Antwort aus drei vorgegebenen Möglichkeiten wählen und ihre Wahl begründen.

Die Beantwortung der Frage „*Was könnte die Ursache für diese Veränderung sein?*“ führte zur Erfüllung des Deskriptors E 2.1 auf N1, da Vermutungen über Fakten aufgestellt wurden, unter starker Anleitung (Auswahl einer vorgegebenen Möglichkeit), beziehungsweise teilweise selbstständig, wenn selbst eine Möglichkeit formuliert wurde (Zuordnung zu N2, wenn die eigene Formulierung zusätzlich fachsprachliche Elemente enthält; Die Formulierung muss für die Erfüllung des Deskriptors nicht zwangsläufig richtig sein!).

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 2: Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

E 2.1: Ich kann zum Ausgang (Ablauf) von Experimenten Fragen nach (Vermutungen zu) Fakten (auf-)stellen.

N 1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführtem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

N 2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln, Reaktionsgleichungen, Modelle, ...) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbständigem Handeln.

Der zweite Teil dieser Aufgabe, das Begründen der gewählten oder verfassten Antwort, wird durch S 4.1 beschrieben:

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

S 4: *Ich kann fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.*

S 4.1: *Ich kann die aus experimentellen Daten gezogenen Schlüsse fachlich korrekt und folgerichtig begründen.*

In diesem Teil können alle drei Anforderungsniveaus erreicht werden, da es sich um eine offene Fragestellung handelt.

N 3 Anforderungsniveau III

Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können. Verwendung von komplexer Fachsprache (inkl. Modelle); weitgehend selbstständiges Handeln.

Ein Beispiel für eine alltagssprachliche Formulierung (S 4.1 N1) wäre

„Wenn man den Nagel in die Kupferlösung taucht sieht es so aus als würde er sich mit Kupfer überziehen“ [RWS03]

Es handelt sich dabei um keine besonders elaborierte Schlussfolgerung („Es sieht aus wie Kupfer, also ist es Kupfer“), aber sie ist eine schlüssige Erklärung, die aus einer Beobachtung abgeleitet wird.

Ein anderes Team hat selbst eine Möglichkeit formuliert (E 2.1 N1) und ebenfalls alltagssprachlich erklärt, allerdings ist der Sinn in der Erklärung nicht erkennbar (S 4.1 nicht erfüllt):

„Eisen hat mit dem Kupfer reagiert und ist ev. magnetisch“ – „Die Magnetkraft wurde von der Eisenlösung angezogen, da Wasser ein guter Leiter ist, können sie so übertragen werden.“ [RWS09]

Ein weiterer Grund, den Deskriptor als nicht erfüllt zu werten, war eine widersprüchliche Auswahl und Begründung. So hat z.B. ein Team die Möglichkeit „entstandener Rost hat den Nagel überzogen“ so erklärt:

„Weil die Kupferlösung (die Stoffe) die rostige Farbe an den Nagel abgegeben hat“ [RWS12]

Eine Begründung, die sich fachsprachlicher Begriffe bedient und diese sprachlich richtig verwendet, führt zur Zuordnung zu S 4.1 N2. z.B.

„Rost ist eine Reaktion mit Wasser. Eisenionen sind ausgeschlossen, da der Nagel in einer Kupferlösung war, daher denke ich, dass es mit Kupfer überzogen ist.“ [RE106]

N3 wurde in diesem Fall nicht zugeordnet, da die Begründung durch Ausschluss aller anderen Möglichkeiten erfolgt, jedoch kein passendes Modell (z.B. Elektronenübertragung von den Eisenatomen auf die Kupferionen) verwendet wurde.

Ein Ankerbeispiel für eine Zuordnung zu S 4.1 N3, aufgrund der Verwendung der Fachsprache und des richtigen chemischen Modells, wäre:

„Er wird braun, weil sich kleine Kupferteilchen auf dem Nagel absetzen und ihn bräunlich färben. Die Kupfer-Ionen aus der Lösung wandeln sich auf dem Nagel in metallisches Kupfer um.“ [RE102]

In diesem Fall ist ein zugrunde liegendes Modell erkennbar. Auch wenn die Elektronenübertragung nicht explizit angesprochen wird, so wird doch die Umwandlung der Kupferionen in metallisches Kupfer genannt.

Folgendes Beispiel verdeutlicht, dass eine Formulierung fachlich nicht korrekt sein muss, solange sie sich der Fachsprache bedient und diese richtig anwendet. Diesem Beispiel wird E 2.1 auf N2 zugeordnet, S 4.1 ist nicht erfüllt, da die Begründung nicht fachlich korrekt *und* folgerichtig ist.

„Cu-Ionen haben sich mit dem unedlen Fe^+ verbunden“ – „Fe will eine volle Außenschale (Valenzschale) haben“ [RSPN06]

Die Formulierung enthält fachsprachliche Elemente (z.B. „Valenzschale“, „Cu-Ionen“), ist fachlich jedoch nicht korrekt, da sich Kupferionen nicht mit Eisenionen verbinden.

Diese Zuordnung (sowie einige weitere zu diesem Aufgabenteil) wurde am 19. April 2012 von den Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Diplomanden/Dissertanden-Seminars von Frau Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens an der Universität Wien gemeinsam vorgenommen (argumentative Validierung).

Tab. 14: Kodierregeln zu „Aufgabe 3“ (Redoxbeispiel); Zuordnung zu den Deskriptoren E 2.1 und S 4.1

0	Wurde eine vorgegebene Möglichkeit gewählt?	Nein	weiter bei 1
		Ja	E 2.1 wurde auf N1 erfüllt, weiter bei 3
1	Wurde eine eigene Vermutung formuliert?	Nein	Der Deskriptor E 2.1 wurde nicht erfüllt , weiter bei 3
		Ja	weiter bei 2
2	Wurden fachsprachliche Begriffe für die Formulierung richtig eingesetzt?	Nein	E 2.1 wurde auf N1 erfüllt, weiter bei 3
		Ja	E 2.1 wurde auf N2 erfüllt, weiter bei 3
3	Wurde eine fachlich richtige und folgerichtige Erklärung für die Vermutung abgegeben?	Nein	S 4.1 wurde nicht erfüllt
		Ja	weiter bei 4
4	Wurde dafür die Fachsprache korrekt verwendet?	Nein	S 4.1 wurde auf N1 erfüllt
		Ja	weiter bei 5
5	Wurden Modelle für die Erklärung herangezogen?	Nein	S 4.1 wurde auf N2 erfüllt
		Ja	S 4.1 wurde auf N3 erfüllt

Tab. 15: Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 3 (Redoxbeispiel); nach den Deskriptoren E 2.1 und S 4.1
Vollständige Zuordnung zu den Niveaustufen in Anhang C²⁸

E 2.1	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
N 1	36	92%	9	100%	3	100%	10	77%	14	100%
N 2	3	8%	0	0%	0	0%	3	23%	0	0%
S 4.1	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	15	38%	0	0%	3	100%	5	38%	7	50%
N 1	20	52%	5	56%	0	0%	8	62%	7	50%
N 2	2	5%	2	22%	0	0%	0	0%	0	0%
N 3	2	5%	2	22%	0	0%	0	0%	0	0%
Σ	39	100%	9	100%	3	100%	13	100%	14	100%

Für den nächsten Abschnitt wurden den Schülerinnen und Schülern Informationskärtchen angeboten, die ihnen beim Lösen der Aufgaben helfen sollten. Die Informationen auf den Kärtchen waren:

- Metalle bilden immer Kationen
- Kationen entstehen durch Elektronenabgabe
- Die Farbe einer wässrigen Lösung wird von Metallkationen verursacht
- Aus Kationen entstehen durch Elektronenaufnahme neutrale Atome

Die Kärtchen lagen am Lehrertisch auf und konnten von den Schülerinnen und Schülern bei Bedarf eingesehen werden.

²⁸ Teile dieser Zuordnung wurden am 19. April 2012 von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern am Diplomanden/Dissertanden-Seminar von Frau Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens an der Universität Wien validiert.

Aufgabe 4: Die Kupferionen aus der Lösung wandeln sich auf dem Eisennagel in metallisches Kupfer um.

Was passiert dabei mit den Kupferionen?

- Sie ... ☐ nehmen Elektronen auf, ☐ geben Elektronen ab,
 ☐ nehmen Protonen auf, ☐ geben Protonen ab.

Als Hilfe zum Lösen dieser Aufgabe kannst du zusätzliche Information auf Kärtchen anfordern. (Ex1.1.5)

Abb. 19: Die vierte Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 4)

Ursprünglich waren diesem Aufgabenteil vom Entwicklungsteam zwei Deskriptoren zugedacht worden. Einerseits sollten die Schülerinnen und Schüler hier zeigen, dass sie Messdaten interpretieren können, andererseits sollten sie zeigen, dass sie mit unterschiedlichen Medien aus unterschiedlichen Quellen fachspezifische Informationen *beschaffen* können.

Beides lässt sich in diesem Zusammenhang nicht ergründen. Es geht nicht darum „Messdaten“ zu interpretieren. Die durch die Angabe vorgegebene Aussage stellt weder ein Messergebnis noch eine Beobachtung dar. Auch das Beschaffen von Informationen kann hier nicht gezeigt werden. Eine Recherche – auch wenn sie unter Anleitung erfolgt – ist etwas anderes, als zum Lehrertisch vor zu gehen und sich die vorbereiteten Informationen abzuholen.

Das aktuelle, verbesserte Kompetenzmodell enthält Deskriptoren, die auf diese Aufgabenstellung besser passen. E 4.2 erfordert die Ergebnisse von Experimenten zu interpretieren. Die vorgegebene Aussage und die zusätzlichen Informationen können als Ergebnisse von Experimenten aufgefasst werden, die durch die Schülerinnen und Schüler interpretiert werden.

E 4: *Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.*

E 4.2: Ich kann Beobachtungen und Ergebnisse von Experimenten/
Messungen interpretieren.

Noch besser passt der neue Deskriptor W2. Dieser heißt nun nicht mehr „Ich kann Informationen [...] beschaffen“ (H2.1), wie im Kompetenzmodell das von der Entwicklungs-

gruppe zur Erstellung der Aufgabe verwendet wurde, sondern:

W 2: *Ich kann aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.*

„Entnehmen“ kann einerseits für die Recherche verwendet werden, andererseits auch für das Aufnehmen und Verstehen der gelesenen / gefundenen Informationen. Zum Deskriptor W2 wurde zusätzlich noch der Experimentaldeskriptor W 2.2 formuliert, der in diesem Zusammenhang sehr gut passt:

W 2.2: *Ich kann Informationen für die Bearbeitung von Aufgaben nutzen.*

Meine Auswertung erfolgt daher nur nach W 2.2 und es ist auch nur die Niveaustufe 1 erreichbar, da die vorgegebenen Antworten nicht mehr als eine stark angeleitete Handlung erlauben. Folgt man der Argumentation zu E 4.2, dass die vorgegebenen Informationen Ergebnisse von Experimenten darstellen, so können die Ergebnisse der Auswertung von Aufgabe 4 auch auf E 4.2 angewendet werden.

Die richtige Antwort – sie nehmen Elektronen auf – führte daher zur Erfüllung der Deskriptoren auf N1. Die Zahl der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler sank im Sportzweig des RG auf 2, im naturwissenschaftlichen Zweig auf 11 (siehe Tabelle 16).

Tab. 16: Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 4 (Redoxbeispiel); nach Deskriptor W 2.2 und E 4.2;

W 2.2 / E 4.2	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	23	64%	2	22%	2	100%	7	64%	12	86%
N 1	13	36%	7	78%	0	0%	4	36%	2	14%
Σ	36	100%	9	100%	2	100%	11	100%	14	100%

Der nächsten Aufgabe (Abb. 20) wurde vom Entwicklungsteam Ex. 1.1.2²⁹ (Verlauf von Experimenten fachsprachlich beschreiben) zugeordnet. Diese Zuordnung ist für mich nicht nachvollziehbar, da es in diesem Abschnitt um keine Beschreibung geht. Sinnvoll ist hier aus meiner Sicht nur erneut W 2.2 (Informationen für die Bearbeitung von Aufgaben nutzen) auf Niveau 1 (stark angeleitet).

²⁹ Der vollständige Deskriptor des alten Kompetenzmodells findet sich in Anhang A.

Aufgabe 5: Würde man den Eisennagel über Nacht in der Kupferionenlösung stehen lassen, so würden alle Kupferionen der Lösung sich in metallisches Kupfer umwandeln und die Lösung wäre dann gelb.

Welche Teilchen verursachen die gelbe Farbe der Lösung?

- ☐ die Kupferatome (Cu) ☐ die Kupferionen (Cu²⁺)
☐ die Eisenatome (Fe) ☐ die Eisenionen (Fe³⁺)

Als Hilfe zum Lösen dieser Aufgabe kannst du zusätzliche Information auf Kärtchen anfordern.

Welche Hilfsinformationen hast du für Aufgabe 4 und 5 benötigt?

- ☐ Info 1 ☐ Info 2 ☐ Info 3 ☐ Info 4 ☐ keine

Abb. 20: Die fünfte Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 4)

Die Ergebnisse dieser Zuordnung sind in Tabelle 17 dargestellt, darüber hinaus wird angegeben, welche Informationen von den Schülerinnen und Schülern zur Bearbeitung von Aufgabe 4 und 5 genutzt wurden (Mehrfachnennung möglich).

Tab. 17: Auswertung der Aufgabe 5 Angabe der zur Bewältigung verwendeten Informationen;
 (Mehrfachauswahl möglich; keine Info – es wurde keine Information verwendet;
 keine Angabe – es wurde keine Möglichkeit ausgewählt; % der Gesamtzahl der Teilnehmenden);

Aufgabe 5	Gesamt		RG		RG-S		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	17	47%	5	56%	2	100%	4	36%	6	43%
N 1	19	53%	4	44%	0	0%	7	64%	8	57%
Σ	36	100%	9	100%	2	100%	11	100%	14	100%
Info 1	6	17%	4	44%	0	0%	0	0%	2	14%
Info 2	8	22%	0	0%	0	0%	0	0%	8	57%
Info 3	6	17%	0	0%	0	0%	0	0%	6	43%
Info 4	2	6%	0	0%	0	0%	0	0%	2	14%
keine Info	12	33%	4	44%	2	100%	11	100%	6	43%
keine Angabe	1	3%	1	12%	0	0%	0	0%	0	0%

Die Eisenatome des Nagels gehen bei diesem Vorgang als Eisenionen in Lösung .

Aufgabe 6: Bei diesem Vorgang werden von den Eisenatomen.....

- | | |
|--|---|
| ☐ Elektronen aufgenommen | ☐ Elektronen abgegeben, |
| ☐ Protonen aufgenommen, | ☐ Protonen abgegeben. |

Eine Elektronenabgabe bezeichnet man als Oxidation.

Eine Elektronenaufnahme bezeichnet man als Reduktion.

Aufgabe 7: Das Eisen des Nagels wird in diesem Versuch daher

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| ☐ reduziert | ☐ oxidiert |
|---------------------------------|--------------------------------|

Aufgabe 8: Die Kupferionen der Lösung werden in diesem Versuch daher

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| ☐ reduziert | ☐ oxidiert |
|---------------------------------|--------------------------------|

Aufgabe 9: Könnte die Reaktion des Eisennagels auch **allein** ablaufen?

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| ☐ Ja | ☐ Nein |
|--------------------------|----------------------------|

Begründet eure Antwort:

Abb. 21: Die Teilaufgaben sechs bis neun des Redoxbeispiels (Seite 5)

Auch die nachfolgenden Aufgaben 6, 7 und 8 (Abb. 21) sind Single-Choice Aufgaben, in denen es darum geht, die bereitgestellten Informationen anzuwenden. Auch sie wurden jeweils nach W 2.2 N1 ausgewertet und sind in Tabelle 18 dargestellt. Keine Schülerin und kein Schüler des Sportzweigs kam weiter, als bis zu Aufgabe 5, das RG-S scheint daher in Tabelle 17 das letzte Mal auf. Die Zeit reichte zur Bearbeitung dieser Zusatzaufgabe (die Schülerinnen und Schüler des RG-S bearbeiteten die Aufgabe nach Abschluss der für sie vorgesehenen Pilotierungsaufgabe) offenbar nicht mehr aus.

Tab. 18: Auswertung der Aufgaben 6-8 (Redoxbeispiel); nach Deskriptor S1; KMS: Kooperative Mittelschule, RG: Realgymnasium, -N: Zweig mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt

Aufgabe 6	Gesamt		RG		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	15	44%	3	33%	4	36%	8	57%
N 1	19	56%	6	67%	7	64%	6	43%
Aufgabe 7	Gesamt		RG		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	16	47%	5	56%	2	18%	9	64%
N 1	18	53%	4	44%	9	72%	5	36%
Aufgabe 8	Gesamt		RG		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	16	47%	5	56%	2	18%	9	64%
N 1	18	53%	4	44%	9	72%	5	36%
Σ	34	100%	9	100%	11	100%	14	100%

Aufgabe 9 enthält wieder eine offene Fragestellung (vgl. Abb. 21). Die Schülerinnen und Schüler sollen überlegen, ob die Reaktion des Eisennagels auch alleine ablaufen könnte und ihre Antwort begründen. Die dafür notwendige Kompetenz wird durch E 2.4 beschrieben.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 2: Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.

E 2.4: Ich kann Vermutungen über den Ausgang (Ablauf) eines Experiments begründen.

Es hat sich gezeigt, dass die Formulierung der Fragestellung nicht von allen Schülerinnen und Schülern gleich verstanden wurde. Manche interpretierten das „allein“ als „ohne andere beteiligte Stoffe“, andere hingegen als „ohne Kupferlösung“, was offenbar die Reaktion mit anderen Stoffen für sie nicht ausschloss. Als „begründet“ gilt daher eine Aussage, wenn sie sich auf eine der beiden Situationen bezieht und fachlich folgerichtig argumentiert wird. Für den zukünftigen Einsatz dieser Aufgabenstellung ist die Formulierung der Aufgabe 9 zu überarbeiten (vgl. Kapitel 6).

Beispiele für eine Zuordnung zu Niveau 1 wären:

(nein) „Das denken wir nicht, weil der Nagel nicht rostet sondern mit einer Kupferschicht überzogen wird.“ [RWS05]

(ja) „Weil ich schon gesehen habe wie ein Nagel einfach so rostet“ [RWS08]

Niveau 2 gilt als erreicht, wenn zur Begründung die Fachsprache richtig verwendet wird oder auf bekannte Gesetzmäßigkeiten aus dem Unterricht zurückgegriffen wird (Merksätze):

(nein) „Weil eine Reaktion braucht mindestens 2 Partner“ [RSPN06]

Im Gegensatz dazu wird einer sehr ähnlichen Formulierung nur Niveau 1 zugeordnet, da sie sprachlich nicht korrekt ist:

(nein) „Weil eine Reaktion immer 2 Partner braucht und alleine nicht reagieren kann.“ [RSPN07]

Der Teil „alleine nicht reagieren kann“ bezieht sich in der gegebenen Formulierung auf „Reaktion“ und ist daher nicht sinnvoll („eine Reaktion kann alleine nicht reagieren“).

Auch eine bloße Verwendung von Fachbegriffen im falschen Kontext oder in unpassenden Formulierungen führt zu einer Zuordnung zu Niveau 1.

(nein) „Weil eine Oxidation braucht immer mehrere Partner“ [RSPN05]

Der Begriff „Oxidation“ ist in diesem Zusammenhang unpassend. Die Aussage müsste lauten „Eine Oxidation braucht immer mindestens einen Partner“ oder „Eine Redoxreaktion braucht immer mehrere Partner“.

Weniger elaboriert, aber dennoch unter Verwendung fachsprachlicher Begriffe, wird die Entscheidung in folgendem Beispiel begründet:

(nein) „Er kann ohne Kupferionen keine Kupferionen annehmen, wenn keine da sind“ [RSPN08]

Dieser Aussage wird N2 zugeordnet.

Der Begriff „Ionen“ wird zur Fachsprache gezählt, wenn er richtig angewendet wurde. Der Begriff „Lösung“ zählt weiterhin zur Alltagssprache, da im Arbeitsblatt ausschließlich von Lösungen die Rede ist und die Schülerinnen und Schüler keinen anderen Begriff für die Flüssigkeiten, mit denen sie hantieren, bereitgestellt bekommen.

Die Verwendung einer chemischen Formel in der Begründung, wird als fachsprachliche Ausdrucksweise gewertet.

(ja) „rosten (O_2)“ [RSPN03]

Niveau 3 erfordert die Nutzung naturwissenschaftlicher Konzepte beziehungsweise Modelle und die passende Verwendung der Fachsprache für eine begründete Vermutung. In diesem Fall wäre ein passendes Modell die Elektronenübertragung von Eisen auf die Kupferionen, wie im folgenden Beispiel:

(nein) „Das Eisen des Nagels wird in diesem Versuch oxidiert, weil es Elektronen abgibt. Die Kupferionen der Lösung werden reduziert, weil sie Elektronen aufnehmen. Die Reduktion des Eisennagels kann nicht alleine ablaufen, weil Kupfer dafür notwendig ist.“ [RE102]

Tab. 19: Kodierregeln zu „Aufgabe 9“ (Redoxbeispiel); Zuordnung zu Deskriptor E 2.5

0	Wurde eine Antwort gewählt und sinnvoll begründet?	Nein	Der Deskriptor E 2.4 wurde nicht erfüllt
		Ja	weiter bei 1
1	Wurde dafür die Fachsprache richtig verwendet oder ein Merksatz aus dem Unterricht?	Nein	E 2.4 N1
		Ja	weiter bei 2
2	Wurden komplexe Fachsprache und passende Modelle verwendet?	Nein	E 2.4 N2
		Ja	E 2.4 N3

Die Zuordnung zu den Niveaustufen erfolgt durch die in Tabelle 19 aufgelisteten Kodierregeln. Die vollständige Zuordnung aller Aussagen findet sich in Anhang C. Die Zuordnung wurde am 28. April 2012 mit Frau Mag. Sandra Puddu, Dissertantin am AECC Chemie, Universität Wien, validiert. Die unabhängige Kodierung der Aussagen ergab eine Übereinstimmung von 76,5%. In der anschließenden argumentativen Validierung konnte für jede abweichende Zuordnung ein Konsens gefunden werden, wobei ich drei meiner ursprünglichen Zuordnungen (von 34) änderte. Tabelle 20 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der finalen Zuordnung, nach Schulen getrennt.

Tab. 20: Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 9 (Redoxbeispiel); nach Deskriptor E 2.4

E 2.4	Gesamt		RG		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	7	21%	3	33%	0	0%	4	29%
N 1	18	53%	1	11%	7	64%	10	71%
N 2	7	21%	3	33%	4	36%	0	0%
N 3	2	5%	2	22%	0	0%	0	0%
Σ	34	100%	9	100%	11	100%	14	100%

In den nun folgenden Abschnitten sollen die Schülerinnen und Schüler ihre bisher gewonnenen Erkenntnisse nutzen, um Reaktionsgleichungen zu vervollständigen und eigene Gleichungen aufzustellen (Abb. 22 und Abb. 24).

Aufgabe 10: Versucht nun der Reaktion des Eisennagels mit der Kupferionenlösung die richtigen Begriffe zu zuordnen.

Schreibt die Begriffe **Oxidation** und **Reduktion** zum jeweiligen Pfeil.

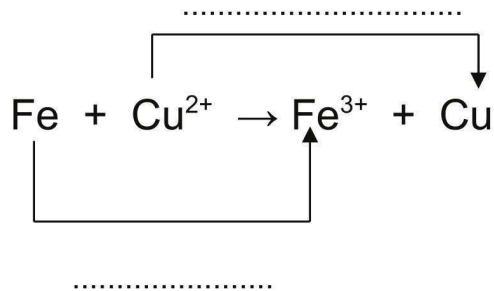


Abb. 22: Die zehnte Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 6)

Die Auswertung dieses Aufgabenteils erfolgt erneut nach W 2.2. Auch hier kann nur von starker Anleitung ausgegangen werden, daher führt eine korrekte Zuordnung der Begriffe (Reduktion oben) zu einer Zuordnung zu W 2.2 N1. Eine falsche Zuordnung der Begriffe führt zu keiner Zuordnung zum Deskriptor. Tab. 21 zeigt die Ergebnisse der Auswertung.

Tab. 21: Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 10 (Redoxbeispiel); nach Deskriptor W 2.2 N1

W 2.2	Gesamt		RG		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	20	59%	2	22%	6	55%	12	86%
N 1	14	41%	7	78%	5	45%	2	14%
Σ	34	100%	9	100%	11	100%	14	100%

Aufgabe 11: Bei welchem weiteren Versuch in dieser Stunde habt ihr ebenfalls eine chemische Reaktion beobachtet?

Notiert den Versuch des Metalls mit der passenden Salzlösung und die gemachte Beobachtung.

Versuch: Metall + Salzlösung	Beobachtung:

Abb. 23: Die elfte Teilaufgabe des Redoxbeispiels (Seite 6)

Aufgabe 11 (Abb. 23) erfordert die erneute Wiedergabe einer früher gemachten Beobachtung. Die meisten Schülerinnen und Schüler haben dabei ihre frühere Beobachtung abgeschrieben. Die Auswertung erfolgt daher völlig analog zu Versuch 1, Versuch 2 und Aufgabe 2 nach den Deskriptoren E 1.1 auf N1-N3 und E 1.2 auf N1.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E1: Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.

E 1.1: Ich kann den Verlauf von Experimenten beobachten und beschreiben.

E 1.2: Ich kann zwischen Beobachtung und Interpretation unterscheiden.

Zusätzlich erfolgt eine Zuordnung zu E 4.2 auf N1, wenn ein Experiment ausgewählt wurde, bei dem tatsächlich eine Redoxreaktion abläuft. Keine Zuordnung zu E 4.2 erfolgt, wenn eine falsche Reaktion ausgewählt wurde, nicht ersichtlich ist welche Reaktion gemeint war oder keine Reaktion ausgewählt wurde.

E4: Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.

E 4.2: Ich kann Beobachtungen des Verlaufs von Experimenten interpretieren.

Die vollständige Zuordnung der Aussagen zu den Deskriptoren ist in Anhang C zu finden. Tabelle 22 zeigt eine Zusammenfassung dieser Zuordnungen.

Tab. 22: Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 11 (Redoxbeispiel); nach Deskriptoren E 1.1, E 1.2 und E 4.2;

Deskriptor	Gesamt		RG		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	3	9%	0	0%	1	10%	2	14%
E 1.1 N 1	23	68%	7	78%	5	45%	11	79%
E 1.1 N 2	8	23%	2	22%	5	45%	1	7%
E 1.1 N 3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Σ	34	100%	9	100%	11	100%	14	100%
nicht erfüllt	14	41%	2	22%	8	73%	4	29%
E 1.2 N 1	20	59%	7	78%	3	27%	10	71%
Σ	34	100%	9	100%	11	100%	14	100%
nicht erfüllt	17	50%	6	67%	1	9%	10	71%
E 4.2 N 1	17	50%	3	33%	10	91%	4	29%
Σ	34	100%	9	100%	11	100%	14	100%

Im letzten Teil des Pilotierungsbeispiels sollen die Schülerinnen und Schüler nun selbst eine Redoxgleichung aufstellen und die drei Metalle von unedel zu edel ordnen (Abb. 24).

Aufgabe 12: Versucht nun selbständig zu diesem Versuch eine dazu passende Reaktionsgleichung samt Beschriftung (Oxidation/Reduktion), wie in Aufgabe 10 zu formulieren!

Aufgabe 13: Versucht nun abschließend die 3 Metalle, die ihr bei den Versuchen verwendet habt, in eine Reihe zu bringen, von unedel – lässt sich leicht oxidieren, bis zu sehr edel – lässt sich nicht oxidieren.

Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Silber (Ag)

Unedel Edel

Abb. 24: Die letzten beiden Teilaufgaben des Redoxbeispiels (Seite 6, Seite 7)

Aufgabe 12 erfordert Informationen, die im Laufe des Beispiels angeeignet wurden, für die Bearbeitung zu nutzen (W 2.2), sowie einen chemischen Vorgang als Reaktionsgleichung darzustellen (W 3.1).

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

W 2: Ich kann aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.

W 2.2: Ich kann Informationen für die Bearbeitung von Aufgaben nutzen.

W 3: Ich kann Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren.

W 3.1: Ich kann einen Messvorgang/ein (Mess-)Gerät/ein Experiment/einen chemischen Vorgang darstellen.

Beide Deskriptoren wurden nur dann erfüllt, wenn die Aufgabe in allen Teilen fachlich korrekt gelöst wurde. In diesem Fall kann von teilweise selbstständigem Arbeiten gesprochen werden und der Verwendung von Fachsprache – chemische Reaktionsgleichungen sind die Fachsprache der Chemie schlechthin. Eine Erfüllung der Aufgabe führte daher zu einer Zuordnung zu N2.

Tabelle 23 zeigt die Ergebnisse der Auswertung zu Aufgabe 12. Die meisten Schülerinnen und Schüler scheiterten bei dieser Aufgabe an der Zuordnung der Begriffe Oxidation und Reduktion (meist fehlende oder falsche Zuordnung), oder daran, dass sie Reaktionen auswählten, bei denen eigentlich nichts hätte passieren sollen (z.B. Silberdraht in Silberlösung, wobei tatsächlich die Abscheidung von Silber auf dem freigelegten Kupferdraht beobachtet wurde), was zwangsläufig zu Fehlern führte.

Von den vier Schülerinnen und Schülern, deren Antworten N2 zugeordnet wird, löste niemand die Aufgabe völlig richtig, d.h. inklusive Angabe der stöchiometrischen Faktoren. Allerdings wurden diese auch in Aufgabe 10 von der Entwicklungsgruppe vernachlässigt (vgl. Abb. 22), weshalb eine Zuordnung zu N2 dennoch erfolgt.

Tab. 23: Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 12 (Redoxbeispiel); nach Deskriptoren W 2.2 und W 3.1;

W 2.2 / W 3.1	Gesamt		RG		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	30	88%	9	100%	9	82%	12	86%
N2	4	12%	0	0%	2	18%	2	14%
Σ	34	100%	9	100%	11	100%	14	100%

Der letzten Aufgabe (vgl. Abb. 24) wurde E 4.1 zugeordnet.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 4: Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.

E 4.1: Ich kann Beobachtungen und Ergebnisse von Experimenten/Messungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen).

Bei diesem Beispiel konnte nur N1 erreicht werden, wobei ausschließlich die korrekte Reihung „(unedel) Eisen – Kupfer – Silber (edel)“ zu einer Zuordnung zu E 4.1 führt.

Tabelle 24 fasst die Ergebnisse dieser Aufgabe zusammen.

Tab. 24: Ergebnisse der Auswertung der Aufgabe 13 (Redoxbeispiel); nach Deskriptor E 4.1;

E 4.1	Gesamt		RG		RG-N		KMS	
nicht erfüllt	19	56%	7	78%	2	18%	10	71%
N1	15	44%	2	22%	9	82%	4	29%
Σ	34	100%	9	100%	11	100%	14	100%

5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Wie bereits zuvor erwähnt, ging es in der Pilotierung der Aufgaben nicht darum, die Schülerinnen und Schüler zu testen, sondern die Aufgaben selbst. Die Auswahl der Schulen, die geringe Zahl an Teilnehmenden, sowie die nur teilweise standardisierten Testbedingungen erlauben **keine** allgemeinen Aussagen über den Kompetenzstand der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler, Klassen, Schulstandorte oder Schulformen.

Die angeführten Anteile und Prozentwerte beziehen sich nur auf die konkreten Ergebnisse dieser Pilotierung und sind in dieser Form nicht reproduzierbar. Sehr wohl lassen sich aber Erkenntnisse für die Verbesserung der Aufgaben ableiten anhand der Stellen in den Aufgaben, bei deren Bearbeitung es besondere Schwierigkeiten gab.

Aufgrund dieser Erkenntnisse sind die Empfehlungen zur Optimierung der Aufgaben (vgl. Kapitel 6) erstellt worden. Die Wirksamkeit dieser Verbesserungsvorschläge kann erst nach Umsetzung dieser Empfehlungen in einer erneuten Pilotierung überprüft werden.

Die nun folgenden Ergebnisse sind daher in dem Bewusstsein zu lesen, dass hier keine verallgemeinernden Aussagen gemacht werden sollen, da sie sich nur auf die konkreten Schülerinnen und Schüler in den konkreten Situationen der Aufgabenpilotierung beziehen.

Im **Leitfähigkeitsbeispiel** wird geprüft, ob die Deskriptoren W2, W3, E1, E2, S1 und S4 erfüllt werden.

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

W 2: Ich kann aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.

W 3: Ich kann Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 1: *Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.*

E 2: *Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen*

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

S 1: *Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.*

S 4: *Ich kann fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.*

Die Durchführung von Messungen ist die Grundaufgabe dieses Beispiels. E1 wird daher zwangsläufig von allen Schülerinnen und Schülern erfüllt. Die Pilotierung hat aber gezeigt, dass keine der Gruppen in der Lage war, den Stromkreis in angemessener Zeit selbstständig aufzubauen. Zusätzliche Hinweise in der Anleitung erscheinen daher sinnvoll.

Ungefähr die Hälfte der Schülerinnen und Schüler konnte mit Hilfe der bereitgestellten Informationen die korrekte Ursache des Stromflusses angeben (W2). Allerdings schafften dies nur ein Drittel der Jugendlichen aus der Hauptschule, während es alle aus dem Realgymnasium schafften. Ähnliche Zahlen ergibt die Auswertung hinsichtlich der Erfüllung von W3 (Skizzierung des Versuchsaufbaus), wobei rund ein Viertel der Schülerinnen und Schüler die Skizze zumindest teilweise als Schaltbild abstrahierten (niemand aus den Hauptschulen, rund 77% aus dem RG).

Rund zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler waren in der Lage, angemessene Vermutungen im Bezug auf die Frage nach dem Föhn in der Badewanne mit destilliertem Wasser aufzustellen, wobei nur ein Fünftel sich hierzu der Fachsprache bediente. Auch hier waren es ausschließlich Schülerinnen und Schüler, die ein RG besuchten, die hier das zweite Anforderungsniveau erreichten.

Niemand begründete seine Vermutungen mit Hilfe naturwissenschaftlicher Konzepte oder Modelle, wobei man daraus nicht eindeutig schließen kann, ob die Aufgabenstellung die Schülerinnen und Schüler zu wenig dazu animiert, oder ob es an dieser Kompetenz bei

den Teilnehmenden dieser Pilotierung mangelte.

Schlüsse zu ziehen (S1) gelang bei vorgegebenen Antwortmöglichkeiten (Frage nach den Stoffen, die die Leitfähigkeit von Wasser erhöhen) rund 60% der Teilnehmenden, wobei erneut weniger als die Hälfte der Hauptschülerinnen und Hauptschüler und über 90% der Jugendlichen aus dem RG die richtige Antwort auswählten.

Bei den selbst zu formulierenden Schlüssen (Empfehlung Getränk) schafften dies 80% aus der HS, sowie alle aus dem RG, rund ein Fünftel auch unter Einbeziehung der Fachsprache. Adäquate Begründungen (S4) lieferten nur 37% der Schülerinnen und Schüler. Das höchste Anforderungsniveau (die Einbeziehung von Konzepten und Modellen) wurde nur von einem Schüler oder einer Schülerin aus dem RG erreicht.

Im **Redoxbeispiel** wird ebenfalls geprüft, ob die Deskriptoren W2, W3, E1, E2 und S4 erfüllt werden. Zusätzlich wird in zwei Teilaufgaben E4 überprüft.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 4: *Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.*

Der Schwerpunkt liegt hier nicht auf dem Durchführen von Messungen, sondern auf genauem Beobachten und Beschreiben, sowie auf dem Nutzen bereitgestellter Informationen zur Bearbeitung von Aufgaben. Dabei wird besonders deutlich, dass sehr viele Schülerinnen und Schüler nicht konsequent zwischen Beobachtung und Interpretation unterscheiden können. Nur etwa die Hälfte (kaum Unterschiede zwischen HS und RG) schafft es Beobachtungen zu beschreiben ohne in Interpretationen zu verfallen.

Alle Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Beobachtungen zu machen und diese schriftlich festzuhalten. Nur 7-23% (der Großteil davon aus den Realgymnasien) bedienen sich hierzu der Fachsprache. Die Aufgabe eignet sich nicht dazu E1 im dritten Anforderungsniveau zu überprüfen oder zu fördern, da Konzepte und Modelle bei der Beschreibung von Beobachtungen nur schwer verwendet werden können.

Das Aufstellen von Vermutungen und Erklärungen (E2) wird in diesem Beispiel ebenfalls gefordert. Alle Schülerinnen und Schüler wählten eine Erklärung, wenn mehrere zur

Auswahl standen. Selbst formulierte Erklärungen oder Begründungen wurden zu rund 70-80% aufgestellt, wobei etwa ein Fünftel bis ein Viertel der Schülerinnen und Schüler sich dabei der Fachsprache bedienten (zum überwiegenden Teil wieder aus den Realgymnasien).

Das eigenständige Aufstellen einer Redoxgleichung (W2, W3) bereitete sehr große Schwierigkeiten und wurde nur von 12% der Schülerinnen und Schüler gemeistert, wobei es je zwei Schülerinnen oder Schüler aus der Hauptschule und aus den Realgymnasien waren. Die Hälfte der Jugendlichen scheiterte hier aber schon bei der Interpretation der eigenen Untersuchungsergebnisse (E4), die für die Auswahl einer passenden Reaktion für diese Aufgabe notwendig war. Nur 29% der Hauptschülerinnen und Hauptschüler und 65% der Schülerinnen und Schüler der Realgymnasien wählten eine Reaktion, die zu einem sinnvollen Ergebnis führen konnte. Ein Grund für dieses schlechte Abschneiden ist vermutlich auch bei den fachlichen Schwächen der Aufgabe in diesem Bereich zu suchen (vgl. Kapitel 6).

Die zweite abverlangte Interpretation der eigenen Untersuchungsergebnisse (E4), das Ordnen der Metalle von unedel zu edel, schafften 44% – knapp mehr als die Hälfte der RG-Schülerinnen und -Schüler und etwas mehr als ein Viertel aus der Hauptschule.

Das Nutzen bereitgestellter Informationen zur Beantwortung von geschlossenen Fragen (W2) gelang jeweils etwa der Hälfte der Teilnehmenden, wobei es bei den unterschiedlichen Fragen 14-57% der Hauptschülerinnen und Hauptschüler und 50-65% der Jugendlichen aus dem RG schafften, die korrekten Antworten zu wählen.

Fachlich korrekt und folgerichtig Argumentieren (S4) wird bei Aufgabe 3 verlangt. Mehr als die Hälfte der Jugendlichen ist dazu in der Lage, rund 10% der Jugendlichen bedienen sich auch der Fachsprache (alle aus dem RG), 5% unter Einbeziehung des korrekten naturwissenschaftlichen Modells.

Bei der Auswertung der beiden Aufgaben wurden manche Stellen als verbesserungswürdig eingestuft. Die Vorschläge zur Optimierung der Aufgaben werden im nächsten Kapitel behandelt.

6 Optimierung der Aufgaben und des Kompetenzmodells

Im Zuge der Auswertung der beiden Experimentalaufgaben zeigte sich an manchen Stellen, dass die Aufgaben noch verbessert werden könnten und sollten. In diesem Kapitel sollen Empfehlungen zur Optimierung der Aufgaben abgegeben werden. Diese Empfehlungen wurden über das AECC Chemie auch dem Entwicklungsteam unterbreitet und teilweise wurden die gemachten Vorschläge auch bereits aufgegriffen und in die Aufgaben eingearbeitet.³⁰

6.1 Empfehlungen zum Leitfähigkeitsbeispiel

Da es sich bei der vorliegenden Aufgabe nicht um eine Testaufgabe handelt, sondern um eine Aufgabe, die für den kompetenzorientierten Unterricht vorgesehen ist, wäre eine Information, was „destilliertes Wasser“ nun eigentlich genau ist, sinnvoll. Wenn gewährleistet wird, dass alle Schülerinnen und Schüler die Bedeutung des Begriffs kennen, könnten sie sich auch die korrekte Antwort auf die erste Auswahl *„Elektrischer Strom fließt weil ... im Wasser gelöste Ionen sich bewegen können“* ableiten. Eine mögliche Information (auf dem Arbeitsblatt oder einem Info-Kärtchen) könnte lauten: „Destilliertes Wasser ist Wasser, aus dem die meisten Ionen entfernt wurden.“

Auffallend war, dass die Schülerinnen und Schüler dem Eintragen von konkreten Messwerten offenbar einen höheren Stellenwert beimaßen, als Aufgaben, für die keine Kästchen oder punktierte Lücken im Text vorgesehen waren. Gerade die Arbeitsanweisung „Skizziert den Versuchsaufbau und diskutiert, in welche Richtung der Strom fließt. Begründet eure Entscheidung.“ sollte in drei separate Anweisungen geteilt werden, mit je einem Textfeld, in das die Schülerinnen und Schüler etwas eintragen sollen. Einzelne Teile dieser Anweisung wurden hier vermutlich „vergessen“, nachdem die Skizze der Versuchsanordnung angefertigt wurde. Im Zuge dieser Überarbeitung sollte auch gleich festgelegt werden, ob die technische Stromrichtung oder die Richtung der Bewegung der negativen Ladungsträger (Elektronen und Anionen in der Lösung) mit

³⁰ In Anhang B finden sich die Originalaufgaben der Pilotierung. Die Überarbeitung der Aufgaben ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen, daher können die verbesserten Aufgaben in dieser Arbeit noch nicht präsentiert werden. Sie sollen jedoch auf der Seite des BIFIE (<http://aufgabenpool.bifie.at/nawi/>) veröffentlicht werden.

„Stromrichtung“ gemeint ist. Damit diese Frage auch ohne konkretes Vorwissen beantwortet werden kann, sollte ein Info-Kärtchen mit der nötigen Information (z.B. „In einem geschlossenen Stromkreis wandern die Elektronen vom negativen zum positiven Pol.“) zur Verfügung gestellt werden.

Beim dritten Experiment fiel die Begründung, welches Getränk nach dem Sport getrunken werden sollte, mehrfach genau entgegen der Erwartungen aus. Gleich neun der 38 Schülerinnen und Schüler gaben als Empfehlung „Mineralwasser“ ab, da dieses die geringste Stromstärke aufweise.

Die Vermutung drängt sich auf, dass sie die niedrigste Stromstärke als beste Variante ansahen, weil der Zeitungsartikel am Anfang der Experimentalaufgabe Stromstärke in Wasser negativ besetzt. Nirgends auf dem Arbeitsblatt, oder auf den dazu gehörigen Info-Kärtchen, wird erwähnt, dass Elektrolyte für den Körper essentiell sind und wir diese nach sportlichen Aktivitäten dem Körper zuführen müssen, um die verlorenen Salze (im Schweiß) zu ersetzen.

Ohne diese Information scheint zumindest ein Viertel der Schülerinnen und Schüler von falschen Voraussetzungen ausgegangen zu sein. Diese Information sollte auf dem Bogen direkt vermerkt werden, oder zumindest als Info-Kärtchen angeboten werden.

Weiters heißt es auf dem Arbeitsblatt:

„Behauptung: 'Die elektrische Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen nimmt mit steigendem Elektrolytgehalt zu.' (...) Überprüft mit der Messvorrichtung, wie bei den vorigen Experimenten, obige Behauptung.“

Das Überprüfen einer Behauptung durch ein Experiment ist eine Kompetenz, die im Kompetenzmodell formuliert ist.

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

S 1: *Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.*

S 1.2: *Ich kann auf der Basis experimenteller Daten die Annahme oder Verwerfung von Hypothesen begründen.*

Diese könnte man hier abdecken, in dem man die bereits genannte Überprüfung explizit einfordert. Dazu müsste man einerseits eine konkrete Fragestellung formulieren (z.B. am

Ende des Arbeitsblattes „Stimmt die obige Behauptung? Begründe deine Entscheidung!“), andererseits benötigen die Schülerinnen und Schüler dann noch zusätzliche Informationen über den Elektrolytgehalt der einzelnen Getränke.

Alternativ sollte der Satz: „Überprüft mit der Messvorrichtung, wie bei den vorigen Experimenten, obige Behauptung.“ ersetzt werden durch eine Anweisung, dass ein Versuch analog zu den vorherigen durchzuführen ist.

6.2 Empfehlungen zum Redoxbeispiel

Allgemein fällt beim Redoxbeispiel auf, dass für den Umfang des Beispiels relativ wenige verschiedene Deskriptoren überprüft werden können, diese dafür aber mehrfach. Viele Aufgaben sind sehr ähnlich und wiederholen sich teils (z.B. die Beobachtungen), so dass Schülerinnen und Schüler sie teilweise nur abgeschrieben haben.

Auch die große Anzahl an Fragen mit vorgegebenen Antworten ist nachteilig, da es hier sehr einfach ist, irgendetwas anzukreuzen und gerade bei Fragen mit nur zwei Antwortmöglichkeiten ist die Chance auf einen Zufallstreffer sehr hoch. Vielleicht wäre es besser, diese Fragen umzuformulieren, so dass sie als offene Fragen oder zumindest als Multiple-Choice Fragen (mit mehreren richtigen oder auch einmal keiner richtigen Antwort) zu beantworten wären.

Bereits bei der ersten Pilotierung der Aufgabe wurde festgestellt, dass Eisen(III)-chlorid-Lösung für diesen Versuch nicht geeignet ist, da sich auf dem versilberten Kupferdraht in der Eisenlösung offensichtlich Silberchlorid bildet, das im Licht nachdunkelt. Dadurch kommt es zu nicht erwarteten Beobachtungen beim Silberdraht in der Eisenlösung, die zu Verwirrungen führen können. Ebenfalls wurde festgestellt, dass man einen reinen Silberdraht verwenden sollte, da die Silberbeschichtung am Kupferdraht aus dem Bastelgeschäft durch das Polieren mit Stahlwolle abgeschabt werden kann. Dadurch wird Kupfer freigelegt, das in der Silberlösung zu Abscheidungen von Silber führt, die wieder von den Schülerinnen und Schülern beobachtet werden. Auch ohne Polieren kommt es am Anschnitt des Drahtes zu diesem Phänomen.

Für die weiteren Pilotierungen wurde das Eisen(III)-chlorid durch das entsprechende Nitrat ersetzt. Auch hier ergaben sich Probleme, da Fe^{3+} in der Lage ist Kupfer zu oxidieren. Inzwischen wurde Eisen komplett durch Zink ersetzt (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04.

12). Dadurch ändert sich bei dieser Aufgabe einiges. So wird die schwarze Abscheidung von Kupfer auf Zink vermutlich nicht mehr zu Fehlinterpretationen als „Rost“ führen. Die nachfolgenden Empfehlungen beziehen sich auf das ursprüngliche Beispiel mit Eisen, werden aber teilweise durch die Änderung der Aufgabe gegenstandslos. Ein Ersetzen der Eisen(III)-Lösung durch eine Eisen(II)-Lösung erscheint schwierig, da die Fe^{2+} -Ionen an der Luft teilweise zu Fe^{3+} oxidiert werden und so die oben genannten Probleme erst recht wieder auftauchen könnten (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12).

In der Vorbereitung zum ersten Versuch heißt es: „Poliert den Nagel und die Stifte mit der Stahlwolle“. Aus oben genannten Gründen sollte diese Formulierung ersetzt werden durch: „Poliert den Eisennagel und den Kupferdraht mit Stahlwolle“. Die Anweisung zum ersten Versuch: „Nehmt den Nagel/Draht wieder heraus, trocknet und reinigt sie, falls nötig“, sollte ergänzt werden um: „Wischt dazu den Silberdraht gründlich mit Küchenrolle ab, Eisen und Kupfer poliert mit der Stahlwolle“.

In Aufgabe 1 heißt es: „Sucht euch einen Versuch aus, bei dem sich etwas geändert hat und diskutiert mögliche Erklärungen dafür. Fasst das Ergebnis eurer Diskussion kurz zusammen“. Wie sich bei der Auswertung ergeben hat, fehlt für „dafür“ ein klarer Bezug. Es wurde teilweise interpretiert als: „Erklärt, worum es sich bei der beobachteten Veränderung handelt!“, teilweise aber auch als: „Erklärt, wie es zu der beobachteten Veränderung kam!“. Da beide Fragestellungen sehr interessant sind, schlage ich vor, die Aufgabe in zwei Teilaufgaben zu teilen und beides explizit abzufragen.

Aufgabe 9 („Könnte die Reaktion des Eisennagels auch **allein** ablaufen?“) sollte ebenfalls klarer formuliert werden. Teilweise wurde die Fragestellung verstanden als: „Kann die Reaktion auch ohne die Kupferionenlösung ablaufen?“. Im Fall einer Fehlinterpretation der Kupferabscheidung als Rost führte dies daher zu positiven Aussagen, da die Erfahrung der Schülerinnen und Schüler zeigt, dass Nägel auch rosten, wenn sie nicht in Kupferlösungen getaucht werden.

Andere interpretierten die Fragestellung als: „Kann die Reaktion auch ohne Beteiligung anderer Stoffe ablaufen?“ und verneinten daher. Es sollte eine der beiden Formulierungen gewählt werden, oder noch eindeutiger: „Könnten die Eisenatome auch ohne Beteiligung anderer Stoffe als Ionen in Lösung gehen?“.

Weiters wäre zu überlegen, ob man die Arbeitsblätter vor Ausgabe der nächsten Blätter absammeln sollte. Im Moment ist vorgesehen, dass die Schülerinnen und Schüler die Arbeitsblätter zwar nacheinander erhalten – jeweils das nächste Blatt, wenn sie mit der Bearbeitung eines Blattes fertig sind – sie sollen aber erst am Ende der Einheit eingesammelt werden.

Schülerinnen und Schüler können so ihre Antworten aufgrund neuer Informationen nachträglich korrigieren. Das Erkennen von Fehlern und deren Korrektur sind eine wichtige Kompetenz, über die die Schülerinnen und Schüler verfügen sollten, sie lässt sich aber nur sehr schwer durch die Analyse der Arbeitsblätter überprüfen.

Die nachträgliche Änderung einer Antwort, aufgrund von vorgegebenen Ergebnissen auf nachfolgenden Arbeitsblättern, führt aber zu einem Vortäuschen von nicht gezeigten Kompetenzen bei den früheren Aufgaben und kann so ein falsches Bild über den Kompetenzstand der Schülerinnen und Schüler liefern. Daher sollten – mit Ausnahme des Tabellenblattes – ausgefüllte Arbeitsblätter eingesammelt werden, oder die Schülerinnen und Schüler deutlich darauf hingewiesen werden, dass nachträgliche Änderungen aufgrund der späteren Informationen klar zu kennzeichnen sind. Da es sich um eine Erarbeitungsaufgabe, keine Testaufgabe, handelt, kann dieser Punkt eventuell entfallen.

6.3 Kritik am Kompetenzmodell NAWI-8

Im Zuge meiner Arbeit habe ich ab Herbst 2010 die Weiterentwicklung des Kompetenzmodells NAWI-8 laufend miterlebt. Auch meine Bearbeitung der beiden Beispiele lieferte Hinweise, die in die Überarbeitung des Modells miteinfließen.

Das Modell, wie es heute formuliert ist, ist aus meiner Sicht wesentlich „benutzerfreundlicher“ und klarer als seine Vorgängerversionen. Dennoch hat es nach wie vor seine Schwächen.

Einer meiner Hauptkritikpunkte ist die Formulierung der Anforderungsdimension. Die drei Niveaustufen sind von den Handlungsaspekten entkoppelt, d.h. sie sind allgemein formuliert und müssen sinnvoll auf die jeweilige beschriebene Handlungskompetenz angewendet werden. Dadurch ist es notwendig, (subjektiv) zu interpretieren. Es ist nicht klar festgelegt, ob zur Erreichung des höheren Anforderungsniveaus mindestens eine oder alle Bedingungen dieses Anforderungsniveaus erfüllt werden müssen und wie mit einer teilweisen Erfüllung umzugehen ist.

Darüber hinaus sind die höheren Niveaus für manche Kompetenzen nicht wirklich sinnvoll formulierbar. Zumindest erschließt sich mir nicht, wie ich zum Beispiel *„die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen (kann), um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden“* und dies auf Anforderungsniveau III, indem ich *„Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen“* kann und mich dabei „komplexer Fachsprache (inkl. Modelle)“ bedienen soll.

Wenn man zu jedem Handlungsdeskriptor Ausprägungen dieses Deskriptors in drei Stufen formuliert, kann man diese Unklarheiten minimieren. Allerdings wird das Modell dadurch sehr umfangreich und unübersichtlich. Dies führt dazu, dass sich Lehrkräfte, die mit dem Modell arbeiten sollen, von dem Modell „erschlagen“ fühlen könnten. Dasselbe gilt für eine deutliche Erhöhung der Zahl der einzelnen Handlungsaspekte, um einzelne Kompetenzen genauer beschreiben zu können.

Beide Punkte erscheinen mir notwendig, wenn man versuchen möchte, die Leistungen der Schülerinnen und Schüler möglichst exakt zu beschreiben und zu messen.

Mein Vorschlag ist daher zwei Modelle zu entwickeln. Einerseits ein Überblicksmodell in der Form, in der das Kompetenzmodell aktuell vorliegt, mit dem auch Laien blinde Flecken in ihrer Unterrichtsgestaltung und ihren Aufgabenbeispielen erkennen können.

Andererseits ein differenzierteres Modell, in dem die einzelnen Kompetenzen und ihre möglichen Ausprägungen möglichst exakt beschrieben sind, so dass eine Beschreibung von Leistungen möglichst objektiv und eindeutig möglich ist. Die Formulierung von Experimentaldeskriptoren zu den Handlungsaspekten ist ein erster Schritt in diese Richtung, geht jedoch aus meiner Sicht noch nicht weit genug.

Wenn man sich zu dieser Zweiteilung bekennt, sollte man für das differenzierte Modell keine Scheu haben, Grenzen zu überschreiten und für neue Aspekte auch gänzlich neue Deskriptoren schaffen, auch wenn dies eine deutliche Aufblähung des Modells bedeutet.

Bei der Überarbeitung des Kompetenzmodells im Sommer 2011 spielten die Probleme, die bei der Auswertungen der diversen Pilotierungen aufgetaucht waren, nur implizit eine Rolle bei der Neuformulierung von Deskriptoren. Bei etlichen Aufgaben waren die Zuordnungen der einzelnen Aufgabenteile zu den Deskriptoren nicht passgenau. Ein interessanter Ansatz wäre gewesen, die Deskriptoren aus den Aufgaben heraus neu zu formulieren. Das wurde aber nicht systematisch gemacht (persönliche Mitteilung, Kern, 28. 04. 12).

Dieser Schritt sollte aus meiner Sicht auf jeden Fall nachgeholt werden. Angefangen bei den ersten prototypischen Aufgaben aus 2007 bis hin zu den letzten Online-Pilotierungen aus 2011 sollten alle Beispiele systematisch durchgearbeitet werden. Zu Aufgabenteilen ohne passenden Deskriptor sollten neue formuliert werden, so lange bis alle Aufgaben treffend beschrieben werden können. Sollte sich dabei herausstellen, dass einzelne Aufgaben keine relevanten Kompetenzbereiche abdecken, sollten sie gestrichen werden. Zusätzlich sollte man für die Aufgaben sinnvolle Niveaustufen formulieren, die eine Differenzierung der Anforderungsdimension erlauben. All diese Deskriptoren und Niveaus sollten dann Ausgangspunkt für eine Überarbeitung des Kompetenzmodells in der oben geforderten differenzierten Version sein. Ausgehend davon sollten dann ähnliche Deskriptoren gruppiert und zusammengefasst werden für das „Überblicksmodell“.

Ein Punkt, dem ich in Bezug auf das Kompetenzmodell NAWI-8 kritisch gegenüber stehe, ist die Vorgabe, dass das Modell den bestehenden Kompetenzmodellen aus dem berufsbildenden Bereich und den anderen Fächern ähneln soll. Wie bereits in Kapitel 2.1 erwähnt, schreiben Klieme et al. (2003: 19), dass in die Entwicklung von Bildungsstandards gesellschaftliche und pädagogische Zielentscheidungen, wissenschaftliche, fachdidaktische und psychologische Erkenntnisse zum Kompetenzaufbau, sowie Konzepte und Verfahren der Testentwicklung eingehen müssen.

Dies ist meiner Meinung nach nicht hinreichend erfüllbar, wenn Vorgaben an die Struktur des Modells dazu führen, dass fachdidaktische Erkenntnisse, wie etwa die Inquiry-Stufen (vgl. Kapitel 3.1.1), nicht berücksichtigt werden können. Das ist natürlich nur ein Beispiel und es wird sachliche Argumente für und gegen die Nutzung dieses Konzeptes geben, doch sie sollte objektiv und sachlich diskutiert werden und nicht allein schon aufgrund äußerer Vorgaben abgelehnt werden. Das Ziel bei der Entwicklung von Bildungsstandards sollte sein, die modernsten fachwissenschaftlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Erkenntnisse für eine nachhaltige Verbesserung des Unterrichts zu nutzen, auch wenn dies bedeutet, dass die Modelle der einzelnen Disziplinen und Schultypen voneinander zunächst stärker abweichen. Man kann nicht davon ausgehen, dass das zuerst entwickelte Modell automatisch das beste Modell ist, nach dem sich alle anderen Modelle orientieren sollten. Eine spätere Einigung auf das „beste“ Modell kann noch immer erfolgen, wenn es darum geht psychometrische Testaufgaben zu konstruieren, sollte jedoch nicht bereits die Entwicklung der Einzelmodelle dominieren.

7 Diskussion und Fazit

Die Leitfragen, die ich in der Einleitung gestellt habe, konnten im Zuge der Arbeit beantwortet werden. Schülerinnen und Schüler sind bei der Bearbeitung der beiden vorliegenden Experimentalaufgaben gefordert eine Reihe von Kompetenzen zu zeigen, unter anderem, Beobachtungen und Vermutungen adäquat zu formulieren, bereitgestellte Informationen zu verstehen und für die Bearbeitung von Aufgaben zu nutzen, aus in eigenen Messungen erhobenen Daten Schlüsse zu ziehen und diese fachlich korrekt und folgerichtig zu argumentieren. Die Analyse zeigt im Detail, auf welchem Niveau die Jugendlichen diese Kompetenzen zeigten. Es wurde sichtbar, dass im Allgemeinen jene Schülerinnen und Schüler besser abschnitten, die höhere Schulen besuchten und schon öfters selbst Experimente durchführen konnten. Diese Ergebnisse können aber aus diversen Gründen nicht verallgemeinert werden und treffen nur auf die konkrete Population in den konkreten Situationen der Pilotierung zu.

Es zeigte sich, dass die Aufgaben grundsätzlich für den Einsatz im kompetenzorientierten Unterricht geeignet scheinen, dass sehr wohl aber noch ein Verbesserungsbedarf besteht. Aufgrund der Analyse der Aufgaben und der Schülerantworten konnten eine Reihe von Vorschlägen zur Optimierung unterbreitet werden (vgl. Kapitel 6).

Für mich war die Beschäftigung mit diesen Aufgaben und den Bildungsstandards allgemein sehr lehrreich. Da ich selbst seit zwei Jahren parallel zum Studium an einer AHS Chemie unterrichte, erkenne ich den Sinn dieser theoretischen Konzepte für meinen Unterricht und bin mir stärker bewusst, wo dieser noch deutliche Mängel aufweist.

Ursprünglich stand ich Bildungsstandards skeptisch bis ablehnend gegenüber, was klar an einem Mangel an Informationen lag. Anders als viele meiner Kolleginnen und Kollegen im Schuldienst, sehe ich heute in der Verordnung einheitlicher Standards keine Beschränkung meiner Methoden oder eine ungebührliche Einflussnahme auf meinen Unterricht. Ebenfalls empfinde ich die Standards nicht als generellen Misstrauensantrag an meine berufliche Kompetenz (vgl. Weiglhofer, 2009: 360).

Darüber wie die vorgeschriebenen Kompetenzen erreicht werden sollen, werden keine *Vorschriften* durch die Bildungsstandards gemacht. Eine stärkere Kontrolle im Sinne der Qualitätssicherung halte ich prinzipiell für sinnvoll, es stellt sich nur die Frage, wie diese in der Praxis aussehen wird und wie man mit den Ergebnissen umgeht. Wenn schlechte

Ergebnisse nicht dazu führen, dass Lehrkräften Vorwürfe gemacht werden, sondern dass in konstruktiven Gesprächen Hilfestellungen angeboten werden und man gemeinsame Lösungen für die Probleme sucht, kann ich das nur begrüßen.

Ich denke aber auch, dass das Konzept der Bildungsstandards bisher nicht ambitioniert genug ist.

Die Einführung von Regelstandards statt Mindeststandards habe ich in Kapitel 2.1 thematisiert. Lucyshyn (2007: 15f.) begründet dies damit, dass Mindeststandards so niedrig anzusetzen wären, damit sie für die dritten Leistungsgruppen der Hauptschulen zu erfüllen wären, dass sie für erste Leistungsgruppen und Gymnasien sinnlos wären. Dieser Argumentation kann ich mich anschließen, ich stelle jedoch die Frage, warum man nicht für unterschiedliche Schultypen (oder in den Hauptschulen auch für die Leistungsgruppen) unterschiedlich anspruchsvolle Mindeststandards entwickeln kann.

Durch die Verordnung von Regelstandards befürchte ich, dass man die Augen vor den Problemen, die teilweise bestehen, verschließt. Wenn einzelne Schülerinnen und Schüler weit hinter den Regelstandards zurück liegen, so ist dies zwar bedauerlich, hat jedoch keine Konsequenzen. Es muss per Definition immer Schülerinnen und Schüler geben, die hinter dem Durchschnitt zurück bleiben. Die Verantwortung könnte leicht an die Lehrkräfte abgeschoben werden – sie sollen durch frühzeitige informelle Kompetenzmessungen erhöhten Förderungsbedarf rechtzeitig erkennen und die Schülerinnen und Schüler individuell fördern. Wie dies bei Gruppengrößen von teilweise über 30 Personen pro Klasse funktionieren soll, bleibt unbeantwortet.

Wenn am Ende der 4. und 8. Schulstufe bundesweite Überprüfungen stattfinden, sind bei Vorliegen der Ergebnisse die einzelnen Schülerinnen und Schüler längst aus der Schule. Interventionen können dann nicht mehr greifen.

Ich glaube daher, dass es besser wäre, man würde für jede Schulstufe und jedes Fach Mindeststandards formulieren. Jede Lehrkraft könnte selbst überprüfen, ob die eigenen Schülerinnen und Schüler über die vorgesehenen Kompetenzen verfügen und könnte – vielleicht als Zusatz zu, oder als Ersatz für, die Noten – die vorhandenen Kompetenzen beurteilen. Das würde die Bildungsstandards wesentlich stärker ins Zentrum der Aufmerksamkeit rücken, als alle regelmäßigen Standardüberprüfungen das je schaffen können.

Schülerinnen und Schüler, die auch am Ende des Jahres hinter den Mindeststandards zurück bleiben, müssten im Folgejahr (weiterhin) intensiv gefördert werden, damit die Standards doch noch erfüllt werden. Können auch im Folgejahr die Mindestkompetenzen der darunter liegenden Schulstufe noch nicht erreicht werden, müsste man Alternativen – etwa die Wiederholung des Jahres, um mehr Zeit für die Erreichung der Kompetenzen einzuräumen, oder (bei Beibehaltung des aktuellen differenzierten Schulsystems in der Unterstufe) den Wechsel in einen Schultyp, für den geringere Mindeststandards festgelegt sind – ergreifen. Nur dann könnte man gewährleisten, dass unsere Schülerinnen und Schüler über die Kompetenzen auch wirklich verfügen.

Wenn die Bildungsstandards jedoch vorwiegend dazu dienen, einzelne Lehrkräfte, Schulen oder Regionen zu evaluieren, verfehlen sie meiner Meinung nach ihr Ziel. Denn dann versucht man nur auf anderem Weg den „Input“ zu steuern (diesmal direkt über die Lehrkräfte) und ignoriert dabei den „Output“ – die konkreten Leistungen der *einzelnen* Schülerinnen und Schüler. Dann würden auch weiterhin Menschen durch unser System „Schule“ geschleust, ohne dass wir garantieren können, dass sie etwas für ihr Leben Wichtiges und Sinnvolles gelernt haben.

Ich glaube, wenn man durch ein solches System der individuellen Mindeststandards je Fach, Schulstufe und gegebenenfalls Schultyp nachhaltig die Erfüllung aller Mindestkompetenzen konsequent einforderte, könnten sich weiterführende Schulen und Universitäten, aber auch die Wirtschaft, wieder darauf verlassen, dass die Beurteilungen der Schulen auch tatsächlich Auskunft darüber geben, ob deren Absolventinnen und Absolventen über diese oder jene (Grund-)Kompetenzen verfügen.

Eine so weit gehende Reform unseres Bildungssystems wird in nächster Zeit vermutlich nicht umsetzbar sein. Doch auch im Bezug auf den bisher eingeschlagenen Weg gibt es noch viel zu tun.

In nächster Zeit sollten auf jeden Fall weitere Aufgaben entwickelt werden und den Lehrkräften des Landes auch tatsächlich zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus wäre es notwendig, Handreichungen zu formulieren, die erläutern, wie mit den Kompetenzmodellen der eigene Unterricht und eigene Aufgabenbeispiele optimiert werden können, um die Entwicklung von Kompetenzen nachhaltig zu fördern.

Gerade im Hinblick auf die neue Reifeprüfung, die im Fall der standardisierten Fächer tatsächlich die Einführung eines Mindeststandards darstellt, hätten klare Vorgaben besser

schon gestern als heute entwickelt werden sollen, da die Generation, die das erste Mal mit dem neuen Format konfrontiert wird, bald in die 7. Klassen kommt.

Neben der Entwicklung von Aufgaben und Hilfestellungen für Lehrkräfte, halte ich es für unbedingt erforderlich, dass parallel zur Verordnung von Bildungsstandards für den Bereich der Naturwissenschaften auch die Lehrpläne und Stundentafeln überarbeitet werden. Im konkreten Fall der Unterstufenchemie wird es praktisch nicht möglich sein, bei nur zwei Wochenstunden (in manchen Hauptschulen schulautonom sogar nur einer Wochenstunde) zusätzlich zu all den Inhalten, die im Lehrplan vorgesehen sind, auch eine ausreichende Fokussierung auf die Kompetenzen des Modells NAWI-8 zu erreichen. Hier ist einerseits eine Erhöhung des Wochenstundenausmaßes und andererseits eine bessere Abstimmung der Lehrpläne der Teildisziplinen aufeinander und im Hinblick auf die Standards notwendig, um die intendierten Ziele erreichen zu können. Ein gemeinsames Modell der drei Naturwissenschaften bedeutet natürlich, dass nicht alle Kompetenzen des Modells NAWI-8 allein im Chemieunterricht erworben werden müssen. Dies erfordert jedoch eine intensive Koordinierung zwischen den Lehrkräften der einzelnen Teildisziplinen, damit die Schülerinnen und Schüler dennoch in allen Bereichen gefordert werden.

Neben diesen großen Projekten sollte im Kleinen auch eine erneute Pilotierung der vorliegenden Experimentalaufgaben, nach deren Überarbeitung und Optimierung aufgrund der Erkenntnisse aus den ersten Pilotierungen, durchgeführt werden. Es muss erneut getestet werden, ob die Änderungen den aufgetretenen Problemen adäquat Rechnung getragen haben und ob darüber hinaus weitere Anpassungen notwendig sind. Außerdem müssen die überarbeiteten Aufgaben der breiten Masse der Lehrkräfte nahe gebracht werden (z.B. über Fortbildungen, beziehungsweise im Bereich der Chemie auch über Informationsartikel in „*Chemie & Schule*“), damit diese auch im Unterricht eingesetzt werden.

Literaturverzeichnis

- Anlage zum Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich: BGBl. II Nr. 1/2009 vom 2.1.2009: Bildungsstandards im Schulwesen, online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2009_II_1/COO_2026_100_2_502843.pdf (18.05.12)
- BIFIE (2011). *Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe. Vorläufige Endversion Oktober 2011*. Wien. Online unter: <https://www.bifie.at/node/1472> (18.05.12)
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich: BGBl. I Nr. 20/2006 vom 16.2.2006: 2. Schulrechtspaket 2005, online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2006_I_20/BGBLA_2006_I_20.pdf (18.05.12)
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich: BGBl. I Nr. 117/2008 vom 8.8.2008: Änderung des Schulunterrichtsgesetzes, online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2008_I_117/BGBLA_2008_I_117.pdf (18.05.12)
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich: BGBl. II Nr. 1/2009 vom 2.1.2009: Bildungsstandards im Schulwesen, online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2009_II_1/BGBLA_2009_II_1.pdf (18.05.12)
- Council of Ministers of Education, Canada (1997). *Common framework of science learning outcomes, K-12*. Toronto. Online unter: <http://publications.cmec.ca/science/framework/> (18.05.12)
- Erläuterungen zum Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich: BGBl. II Nr. 1/2009 vom 2.1.2009: Bildungsstandards im Schulwesen, online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Begut/BEGUT_COO_2026_100_2_470132/COO_2026_100_2_474553.pdf (18.05.12)
- Haider, G., Eder, F., Specht, W., Spiel, C., Wimmer, M. (2005). *Das Reformkonzept der Zukunftskommission (Abschlussbericht)*. Kurzfassung. Online unter: http://www.bmukk.gv.at/medienpool/12422/zk_kurzfassung.pdf (18.05.12)
- Kern, G. (2012). *Endbericht über die Entwicklung und Erprobung von fünf Experimentalaufgaben Chemie*. Wien: Endbericht an das BIFIE.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M. Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H. E. & Vollmer, H. J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. Bundesministerium für Bildung und Forschung, online unter: http://www.bmbf.de/pub/zur_entwicklung_nationaler_

- bildungsstandards.pdf (18.05.12).
- Klime, E. (2007). *Bildungsstandards, Leistungsmessung und Unterrichtsqualität*. In: P. Labudde (Hrsg.), *Bildungsstandards am Gymnasium – Korsett oder Katalysator?* Bern: h.e.p., S. 75-84.
- Lucyshyn, J. (2006). *Implementation von Bildungsstandards in Österreich – Arbeitsbericht*. Salzburg. Online unter: http://www.gemeinsamlernen.at/siteVerwaltung/mOBibliothek/Bibliothek/Arbeitsbericht_Bildungsstandards_14_02_06.pdf (18.05.12)
- Lucyshyn, J. (2007). *Bildungsstandards in Österreich – Entwicklung und Implementierung – Pilotphase II (2004-2007)*. Salzburg. Online unter: <https://www.bifie.at/node/407> (18.05.12)
- Maag Merki, K. (2007). *Bildungsstandards – Konzept und Begrifflichkeit*. In: P. Labudde (Hrsg.), *Bildungsstandards am Gymnasium – Korsett oder Katalysator?* Bern: h.e.p., S. 17-25.
- Mayring, P. (2007). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (9. Auflage). Weinheim: Beltz. S. 42-99.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington D.C., S. 10, online unter: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962 (18.05.12)
- OECD (2007). *Kurzzusammenfassung PISA 2006: Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von Morgen – Deutsche Fassung*. Online unter: <http://www.oecd.org/de/pisa2006> (18.05.2012)
- Regierungsprogramm für die XXII. Gesetzgebungsperiode (2000). *Österreich neu regieren*. S. 53, online unter: <http://www.bka.gv.at/2004/4/7/Regprogr.pdf> (18.05.12)
- Vormayr, G. et al. (2009). *Entwicklung von prototypischen Aufgaben, Standards Naturwissenschaften, 8. Schulstufe*. Linz: Endbericht an das BIFIE.
- Weiglhofer, H. (2009). *Einführung von Bildungsstandards in Österreich – Maßnahmen und offene Fragen*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften ZfDN*, Jg. 15, 2009, S. 359-361.
- Weiglhofer, H. (2010). *Naturwissenschaftliche Bildungsstandards in Österreich*. *Chemie & Schule*, 2/2010, S. 5-7.

Weinert, F. E. (2001). *Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit*. In: F.E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim und Basel: Beltz, S. 17-31.

Ziener, G. (2006). *Bildungsstandards in der Praxis. Kompetenzorientiert unterrichten*. Seelze-Velber: Kallmeyer, S. 12-51.

ergänzende (Internet-)Quellen

BIFIE (o.J.). Übersichtsseite zu den abgeschlossenen Überprüfungen (Baseline-Testungen). Online unter: <https://www.bifie.at/node/67> (18.05.12)

BIFIE (o.J.). Interview mit den Leiterinnen des BIFIE Salzburg zum Ablauf der ersten Standardsüberprüfung in Mathematik am 23. Mai 2012. online unter: <http://www.schule.at/startseite/monatsschwerpunkt/bildungsstandards-1/detail/standardueberpruefung-und-ergebnisse.html> (18.05.12)

BIFIE (o.J.). Aufgabenpool NAWI – Sekundarstufe I. Online unter: <http://aufgabenpool.bifie.at/nawi/> (18.05.12)

BIFIE (o.J.). Übersichtsseite zur Informellen Kompetenzmessung (IKM). Online unter: <https://www.bifie.at/ikm> (18.05.12)

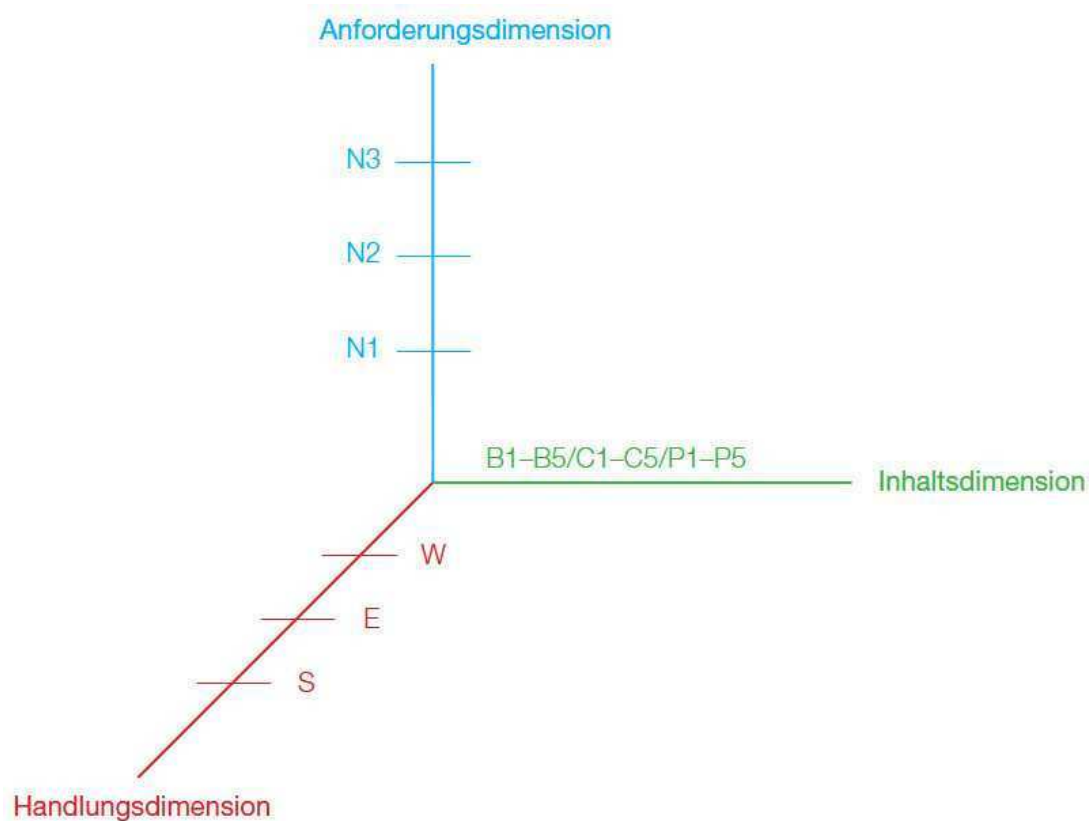
BMUKK (o.J.). Lehrpläne für die Unterstufe der AHS. Online unter: http://bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_unterstufe.xml (18.05.12)

Persönliche Mitteilungen des organisatorischen Leiters der Pilotierung der Experimentalaufgaben zu den Bildungsstandards NAWI-8 am AECC Chemie, Herrn Mag. Gerhard Kern, zum Ablauf der Entwicklung des Kompetenzmodells NAWI-8 und der prototypischen Aufgaben, AECC Chemie, Universität Wien, Wien. (Eigenes Gesprächsprotokoll, 28.04.12)

Anhang A – Kompetenzmodelle

Das Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe (BIFIE, 2011) hat, wie die bereits entwickelten Modelle für Deutsch, Mathematik und Englisch, einen dreidimensionalen Aufbau. Die zu erreichenden Kompetenzen werden durch Inhaltsdimensionen, Handlungsdimensionen und Anforderungsdimensionen beschrieben. Die Inhaltsdimensionen sind spezifisch für die drei Fächer Biologie, Chemie und Physik. Die Handlungsdimensionen und die Anforderungsdimensionen sind für alle drei Disziplinen gleich.

Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe Vorläufige Endversion Oktober 2011



1 Handlungsdimension

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

W 1 ... Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen

W 2 ... aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen

W 3 ... Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren

W 4 ... die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

E 1 ... zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben

E 2 ... zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

E 3 ... zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren

E 4 ... Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

Ich kann einzeln oder im Team ...

S 1 ... Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen

S 2 ... Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln

S 3 ... die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden

S 4 ... fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftl. Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden

2 Anforderungsdimension (N)

N1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführttem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

N2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte und einfache Verbindungen zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung einzelner Elemente der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbstständigem Handeln.

N3 Anforderungsniveau III

Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können. Verwendung von komplexer Fachsprache (inkl. Modelle); weitgehend selbstständiges Handeln.

3 Inhaltsdimension (I)

3.1 Inhaltsdimension *Biologie*

Ich kann folgende Inhalte beobachten, benennen, beschreiben, bewerten, Experimente dazu planen etc.:

Planet Erde B1	• ausgewählte Gesteinsarten • Boden • Kreislauf der Gesteine und Bewegungen der Erdkruste • Geschichte der Erde und seiner Lebewesen
Ökosysteme B2	• Stoffkreislauf, Energieumwandlung und Wechselwirkungen in Modellökosystemen • Wirkung des Menschen in Ökosystemen (Land- und Forstwirtschaft, Tourismus, Naturschutz ...) • Ökosysteme, die für Weltklima und Welternährung eine besondere Bedeutung haben • Kennzeichen für gesunde und kranke Wälder, Gewässer und Böden • Besonderheiten des Ökosystems Stadt • Wirkungen des Konsumverhaltens in Ökosystemen und auf Mitmenschen (Nahrung, Rohstoffe, Energie, Klima) und Möglichkeiten, sich umweltgerecht und nachhaltig zu verhalten

Organismen B3	• ausgewählte Tier- und Pflanzenarten, auch aus eigener Beobachtung • charakteristische Merkmale von Pflanzen- und Tiergruppen (Wirbeltiere, Wirbellose ...) • Merkmale und Lebensweisen von Mikroorganismen und Pilzen • Bedürfnisse von Tieren und Pflanzen • Arten der Verständigung zwischen Lebewesen (chemische, akustische, optische, haptische Signale) • Ernährungsweise von Tieren und Pflanzen • Fortpflanzung bei Menschen, Tieren und Pflanzen in Grundzügen • Weitergabe der Erbanlagen bei Menschen, Tieren und Pflanzen • Alltagsanwendungen von Gentechnik (Nahrungsmittel, Medizin), Möglichkeiten und Risiken • Gesundheit und Krankheit
Organe B4	• Lage und Aufgabe ausgewählter Organe und Organsysteme des menschlichen Körpers (Verdauung, Kreislauf, Atmung) • charakteristische Organe ausgewählter Vertreter des Tierreichs • Organe von Pflanzen und ihre Aufgaben • Möglichkeiten der Kommunikation zwischen Organen (Nerven, Hormone)
Zelle B5	• Aufbau von Lebewesen aus Zellen • innere Organisation von Zellen

3.2 Inhaltsdimension *Chemie*

Ich kann Auskunft geben über folgende Inhalte und sie (anhand von Beispielen) erklären:

Aufbauprinzipien der Materie C1	• Teilchenmodell der Materie • Atommodell • Periodensystem der Elemente • Elementsymbole, Summen-, Struktur- und Gerüstformeln • chemische Bindungen
Einteilung und Eigenschaften der Stoffe C2	• unterschiedliche Eigenschaften von Gemengen und Reinstoffen • Eigenschaften wichtiger Substanzen und Stoffklassen • physikalische Trennverfahren und deren Anwendung
Grundmuster chemischer Reaktionen C3	• Unterschied von Zustandsänderung (physikalischer Vorgang) und Stoffumwandlung (chemische Reaktion) • Massenerhalt bei chemischen Reaktionen • exotherme und endotherme Reaktionen • Oxidation und Reduktion • Säuren, Basen, Neutralisation, Salze, pH-Wert • Reaktionen ausgewählter organischer Stoffe
Rohstoffquellen und ihre verantwortungsbewusste Nutzung C4	• Nutzung und Schutz von Luft, Wasser, Boden • Bedeutung, Gewinnung und Verarbeitung wichtiger anorganischer und organischer Rohstoffe • Wiederverwertung und Entsorgung • chemische Grundkenntnisse in praxisrelevanten Bereichen (Kleidung, Wohnen, Energieversorgung, Verkehr, Technik)

Biochemie und Gesundheitserziehung C5	• wichtige Inhaltsstoffe der Nahrung • Funktionen und Reaktionen von Stoffen in der Nahrung • Wirkung von Genussmitteln, Medikamenten und Drogen • Stoffe für Reinigung und Hygiene • sicherheits- und verantwortungsbewusster Umgang mit Stoffen in allen Lebensbereichen und deren vorschriftsmäßige Entsorgung
---	---

3.3 Inhaltsdimension *Physik*

Ich kann folgende Inhalte beobachten, benennen, beschreiben, bewerten, Experimente dazu planen etc.:

Mechanik P1	• grundlegende physikalische Begriffe und Größen (Zeit, Länge, Masse, Dichte, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft, Schwerkraft, Leistung, Energie) • einfache Bewegungen • Kräfte als Ursache für Bewegungsänderungen • Energieformen und deren Umwandlung
Elektrizität und Magnetismus P2	• grundlegende physikalische Begriffe und Größen (elektrisch geladene Teilchen, Spannung, Stromstärke, Widerstand, Gleichstrom, Wechselstrom) • Erklärungen für elektrische Erscheinungen in Natur und Technik • einfache Stromkreise (Ohm'sche Beziehung, Serienschaltung und Parallelschaltung von Verbrauchern) • Unterschied zwischen Permanentmagnet und Elektromagnet • Weg der elektrischen Energie vom Kraftwerk zum Verbraucher • Sicherheitsaspekte beim Umgang mit elektrischer Energie
Wärmelehre P3	• grundlegende physikalische Begriffe und Größen (Temperatur, Druck, Energie, Wärmekapazität) • Umwandlung innerer Energie in andere Energieformen • Zusammenhang zwischen Energie, Temperatur und Teilchenbewegung • Zustandsformen „fest“, „flüssig“ und „gasförmig“ und deren Übergänge am Beispiel Wasser
Optik P4	• grundlegende physikalische Begriffe und Größen (Spiegelung/Reflexion, Brechung, Lichtgeschwindigkeit) • Ausbreitung von Licht und Entstehung von Schatten, Sender-Empfänger-Streu-Vorstellung • Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit sowie deren Korrektur • Zerlegung von Licht: sichtbare, infrarote und ultraviolette Strahlung
Aufbau der Materie P5	• Teilchenmodell der Materie • radioaktiver Zerfall als natürlicher Prozess (Halbwertszeit, Kernumwandlungen) • Eigenschaften und Auswirkungen ionisierender Strahlung • Unterschied Kernfusion und Kernspaltung

Zur besseren Beschreibung der speziellen Handlungskompetenzen beim Experimentieren wurden für die Auswertung praktischer Beispiele vom AECC Chemie sogenannte Experimentaldeskriptoren zu den jeweiligen Handlungsdeskriptoren formuliert.

Experimentaldeskriptoren: Handlungsdimensionen hinsichtlich Experimentierens ausdifferenziert

Allen Formulierungen ist die Ergänzung „einzeln oder im Team“ anzufügen.

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

W 1 Ich kann Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen

W 1.1 Ich kann den Verlauf und die Ergebnisse von Experimenten und praktischen Arbeiten beschreiben.

W 1.2 Ich kann Geräte und ihren Gebrauch benennen und beschreiben

W 1.3 Ich kann Ergebnisse von Experimenten und Untersuchungen in Bezug auf eine vorgegebene oder eigene Fragestellung beschreiben.

W 2 Ich kann aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.

W 2.1 Ich kann Informationen beschaffen, die für ein Experiment relevant sind.

W 2.2 Ich kann Informationen für die Bearbeitung von Aufgaben nutzen.

W 3 Ich kann Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren.

W 3.1 Ich kann einen Messvorgang/ein (Mess-)Gerät/ein Experiment/einen chemischen Vorgang darstellen.

W 3.2 Ich kann einen Messvorgang/ein (Mess-)Gerät/Messergebnisse/ein Experiment/ einen chemischen Vorgang erklären.

W 3.3 Ich kann Messergebnisse darstellen.

W 4 Ich kann die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und die Lebenswelt erfassen und beschreiben

W 4.1 Ich kann die Auswirkung veränderter Bedingungen (Temperatur, Konzentration, Druck, Reaktionspartner etc.) auf den Verlauf chemischer Vorgänge beschreiben und erklären.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 1 Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.

- E 1.1** Ich kann den Verlauf von Experimenten beobachten und beschreiben.
- E 1.2** Ich kann zwischen Beobachtung und Interpretation unterscheiden.
- E 1.3** Ich kann Daten experimentell ermitteln.
- E 1.4** Ich kann Messfehler erkennen, einschätzen und berichtigen.
- E 1.5** Ich kann Vermutungen (oder gegebene Daten) mit Hilfe von Messungen überprüfen

E 2 Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

- E 2.1** Ich kann zum Ausgang(Ablauf) von Experimenten Fragen nach (Vermutungen zu) Fakten (auf-)stellen.
- E 2.2** Ich kann zum Ausgang (Ablauf) von Experimenten Fragen nach (Vermutungen zu) Bedingungen und/oder Funktionen (auf-)stellen.
- E 2.3** Ich kann auf der Basis experimenteller Ergebnisse Vermutungen über allgemeine Zusammenhänge aufstellen.
- E 2.4** Ich kann Vermutungen über den Ausgang (Ablauf) eines Experiments begründen.

E 3 Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren

- E 3.1** Ich kann ein Experiment durchführen.
- E 3.2** Ich kann ein durchgeführtes Experiment verständlich und nachvollziehbar dokumentieren.
- E 3.3** Ich kann zu vorgegebenen oder eigenen Fragestellungen ein geeignetes Experiment auswählen.
- E 3.4** Ich kann zu vorgegebenen oder eigenen Fragestellungen ein geeignetes Experiment planen.

E 4 Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.

- E 4.1** Ich kann Beobachtungen und Ergebnisse von Experimenten/Messungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen).

- E 4.2** Ich kann Beobachtungen des Verlaufs von Experimenten interpretieren.
- E 4.3** Ich kann Messdaten interpretieren.
- E 4.4** Ich kann mit Daten und Ergebnissen von Untersuchungen Berechnungen anstellen.

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

- S 1 Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.*
- S 1.1** Ich kann aus experimentellen Daten Schlüsse ziehen.
- S 1.2** Ich kann auf der Basis experimenteller Daten die Annahme oder Verwerfung von Hypothesen begründen.
- S 2 Ich kann Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln.*
- S 3 Ich kann die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden.*
- S 4 Ich kann fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.*
- S 4.1** Ich kann die aus experimentellen Daten gezogenen Schlüsse fachlich korrekt und folgerichtig begründen.

Am Anfang meiner Beschäftigung mit den Pilotierungsbeispielen im Herbst 2010 unterschied sich das damals gültige Kompetenzmodell in seinen Handlungs- und Anforderungsdimensionen vom aktuellen Modell. Da ich in meiner Arbeit teilweise auf diese Anfänge verweise, stelle ich an dieser Stelle auch das alte Modell vor. Es hat heute keine Gültigkeit mehr.

Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe
Entwurf, Version in Verwendung von Sept. 2007 - Sept. 2010

Handlungsdimension (H)

Handlungskompetenzen

H1 Beobachten, Erfassen, Beschreiben

Umfasst die Kompetenz, Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur aus der Sicht der naturwissenschaftlichen Fächer zu beobachten, zu beschreiben und mitzuteilen. Dazu gehören das Ordnen, Darstellen und Protokollieren dieser Phänomene und die Durchführung einfacher Messungen, einzeln oder im Team.

H2 Untersuchen, Bearbeiten, Interpretieren

Umfasst die Kompetenz, Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt mit fachspezifischen Methoden einzeln oder im Team zu untersuchen, zu interpretieren und daraus Erkenntnisse zu gewinnen, zu dokumentieren und zu präsentieren. Dazu gehören das Aufstellen von Vermutungen, das Formulieren von Fragen, das Beschaffen von Informationen und die Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten und Messungen.

H3 Bewerten, Entscheiden, Handeln

Umfasst die Kompetenz Daten, Fakten und Ergebnisse einzeln oder im Team bezüglich ihrer Bedeutung und Konsequenzen zu bewerten. Dazu gehören das kritische Hinterfragen von naturwissenschaftlichen Aussagen und die Bereitschaft, das erworbene Wissen verantwortungsbewusst anzuwenden. Kenntnis der Auswirkungen des eigenen Tuns auf die Umwelt ist Teil dieser Kompetenz.

Die Einsicht in die Bedeutung von Technik und Naturwissenschaften für Alltag und Beruf erweitert die Entscheidungsfähigkeit bezüglich der Auswahl des weiteren Bildungsweges.

Die Handlungskompetenzen im Detail

Bereich H 1: Beobachten, Erfassen, Beschreiben

H 1.1 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in der Natur, Umwelt und Technik beobachten, beschreiben und benennen und den Teilbereichen der Naturwissenschaften zuordnen.

H 1.2 Ich kann einfache Messungen durchführen.

H 1.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm,) darstellen und erläutern.

H 1.4 Ich kann die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben.

Bereich H 2: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

H 2.1 Ich kann mit unterschiedlichen Medien aus unterschiedlichen Quellen fachspezifische Informationen beschaffen.

H 2.2 Ich kann zu Vorgängen und Erscheinungen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.

H 2.3 Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren.

H 2.4 Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen), interpretieren, erklären und kommunizieren.

Bereich H 3: Bewerten, Entscheiden, Handeln

H 3.1 Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.

H 3.2 Ich kann die Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen und verantwortungsbewusst handeln.

H 3.3 Ich kenne die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder und verwende diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges.

H 3.4 Ich kann naturwissenschaftliche und nicht-naturwissenschaftliche Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.

Anforderungsdimension (N)

N 1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführttem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

N 2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln, Reaktionsgleichungen, Modelle, ...) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbständigem Handeln.

N 3 Anforderungsniveau III

Verbindungen zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können; weitgehend selbständiges Handeln.

Auch zu diesem Modell gab es Experimentaldeskriptoren. Die erste Auswertung der Pilotierungsbeispiele erfolgte nach diesen Deskriptoren und wurde dann später für diese Arbeit auf die Deskriptoren des aktuellen Kompetenzmodells umgeschrieben.

Die Experimentaldeskriptoren wurden den einzelnen Handlungsdimensionen in ihren Anforderungsniveaus zugeordnet. D.h. es wurden die Niveaustufen spezifisch für die jeweilige Handlungsdimension formuliert. Dadurch bezog sich der „Schwierigkeitsgrad“ direkt auf die jeweilige Handlungskompetenz und konnte passend formuliert werden. Allerdings wurde das Modell dadurch stark aufgebläht und unübersichtlich. Im aktuell gültigen Kompetenzmodell wurde von dieser Vorgehensweise wieder Abstand genommen.

Experimentaldeskriptoren: Handlungsdimensionen hinsichtlich Experimentierens ausdifferenziert

H 1.1 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in der Natur, Umwelt und Technik beobachten, benennen und beschreiben

N 1 *Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in der Natur, Umwelt und Technik alltagssprachlich benennen und beschreiben.*

- Ich kann den Verlauf von Experimenten beobachten, alltagssprachlich benennen und beschreiben (N1) [H 1.1 / Ex 1.1.1]

N 2 *Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in der Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung von Fachbegriffen, Formeln, Größen und Modellen benennen und beschreiben.*

- Ich kann den Verlauf von Experimenten beobachten, fachsprachlich benennen und beschreiben (N2) [H 1.1 / Ex 1.1.2]
- Ich kann zwischen Beobachtung und Interpretation unterscheiden. (N2) [H 1.1 / Ex 1.1.3]

N 3 *Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in der Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache beschreiben **und** einen Bezug zu naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und Konzepten herstellen.*

- Ich kann Bezüge zwischen dem Verlauf von Experimenten und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und Konzepten herstellen (N3) [H 1.1 / Ex 1.1.4]

H 1.2 Ich kann einfache Messungen durchführen

N 1 *Ich kann nach einer schrittweisen Anleitung einfache Messungen durchführen. Ich kann die Ergebnisse einfacher Messungen protokollieren, ohne*

dass ich selbst die Einheiten bestimmen muss. Ich kann vorgegebene Ergebnisse einfacher Messungen alltagssprachlich beschreiben.

- Ich kann Messgeräte richtig bedienen (N1) [H1.2 / Ex 1.2.1]

N 2 *Ich kann nach einer kurzen Anleitung einfache Messungen durchführen. Ich kann die Ergebnisse einfacher Messungen unter Verwendung der richtigen Einheiten protokollieren. Ich kann vorgegebene Ergebnisse einfacher Messungen unter Verwendung der Fachsprache beschreiben.*

- Ich kann aus verschiedenen Messmethoden/Messgeräten ein/e geeignete/s auswählen (N2) [H 1.2 / Ex 1.2.2]
- Ich kann Messfehler erkennen (N2) [H 1.2 / Ex 1.2.3]
- Ich kann Vermutungen (oder gegebene Daten) mit Hilfe von Messungen bestätigen oder widerlegen (N2) [H 1.2 / Ex 1.2.4]

N 3 *Ich kann selbstständig Messungen durchführen und diese Ergebnisse unter Verwendung der richtigen Einheiten protokollieren. Ich kann die Ergebnisse von Messungen mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen in Beziehung setzen.*

- Ich kann Messfehler beurteilen und berichtigen (N3) [H 1.2 / Ex 1.2.5]
- Ich kann Beziehungen zwischen Messergebnissen und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen (N3) [H 1.2 / Ex 1.2.6]

H 1.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen darstellen und erläutern

N 1 *Ich kann nach Anleitung oder nach einer Vorlage aus vorhandenen Daten Grafiken, Tabellen und Diagramme anfertigen. Ich kann Grafiken, Tabellen, Bilder und Diagramme alltagssprachlich beschreiben.*

- Ich kann einen Messvorgang/ein Messgerät/ein Experiment alltagssprachlich beschreiben/zeichnen (N1) [H 1.3 / Ex 1.3.1]

N 2 *Ich kann nach einer kurzen Beschreibung vorhandene Daten in Form von Grafiken, Tabellen und Diagrammen darstellen. Ich kann Grafiken, Tabellen, Bilder und Diagramme mit Fachbegriffen, Formeln, Größen, Gleichungen oder Modellen beschreiben.*

- Ich kann einen Messvorgang/ein Messgerät/ein Experiment fachsprachlich beschreiben/zeichnen (N2) [H 1.3 / Ex 1.3.2]

N 3 *Ich kann eigenständig eine geeignete Darstellungsform für vorgegebene Daten finden und diese auch umsetzen. Ich kann die Inhalte aus Grafiken, Tabellen, Bildern und Diagrammen mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen in*

Beziehung setzen.

- Ich kann einen Messvorgang/ein Experiment/die Funktionsweise eines Messgerätes inhaltlich und fachsprachlich erklären (N3) [H 1.3 / Ex 1.3.3]

H 1.4 Ich kann die Auswirkungen von Vorkommnissen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und die Lebenswelt erfassen und beschreiben

N 1 Ich kann die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt alltagssprachlich beschreiben.

- Ich kann die Auswirkung veränderter Bedingungen (Temperatur, Konzentration, Druck, Reaktionspartner etc.) auf den Verlauf eines Experiments alltagssprachlich beschreiben. (N1) [H 1.4 / Ex 1.4.1]

N 2 Ich kann die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt unter Verwendung der Fachsprache beschreiben.

- Ich kann die Auswirkung veränderter Bedingungen (Temperatur, Konzentration, Druck, Reaktionspartner etc.) auf den Verlauf eines Experiments fachsprachlich beschreiben. (N2) [H 1.4 / Ex 1.4.2]
- Ich kann unter Anleitung Strategien für das Erreichen gewünschter Ergebnisse entwickeln (N2) [H 1.4 / Ex 1.4.3]

N 3 Ich kann die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt unter Verwendung der Fachsprache beschreiben **und** eigenständig Lösungsstrategien entwickeln.

- Ich kann die Auswirkung veränderter Bedingungen (Temperatur, Konzentration, Druck, Reaktionspartner etc.) auf den Verlauf eines Experiments mit Hilfe von naturwissenschaftlichen Konzepten und Modellen erklären. (N3) [H 1.4 / Ex 1.4.4]
- Ich kann eigenständig Strategien für das Erreichen gewünschter Ergebnisse entwickeln (N3) [H 1.4 / Ex 1.4.5]

H 2.1 Ich kann mit unterschiedlichen Medien aus unterschiedlichen Quellen fachspezifische Informationen beschaffen.

N 1 Ich kann unter Anleitung mit vorgegebenen Medien aus vorgegebenen Quellen fachspezifische Informationen beschaffen.

- Ich kann unter Anleitung mit Hilfe eines vorgegebenen Experiments Daten generieren. (N1) [H 2.1 / Ex 2.1.1]
- Ich kann unter Anleitung Experimentier-/Messanleitungen finden. (N1) [H 2.1 / Ex 2.1.2]
- Ich kann unter Anleitung Informationen beschaffen, die für ein

vorgegebenes Experiment relevant sind. (N1) [H 2.1 / Ex 2.1.3]

N 2 *Ich kann selbständig mit vorgegebenen Medien aus vorgegebenen Quellen fachspezifische Informationen beschaffen.*

- Ich kann selbständig mit Hilfe eines vorgegebenen Experiments Daten generieren. (N2) [H 2.1 / Ex 2.1.4]
- Ich kann selbständig Experimentier-/Messenleitungen finden. (N2) [H 2.1 / Ex 2.1.5]
- Ich kann selbständig Informationen beschaffen, die für ein vorgegebenes Experiment relevant sind. (N2) [H 2.1 / Ex 2.1.6]

N 3 *Ich kann selbstständig mit unterschiedlichen Medien aus unterschiedlichen Quellen fachspezifische Informationen beschaffen.*

- Ich kann selbständig zu benötigten Daten geeignete Experimentier-/Messenleitungen finden. (N3) [H 2.1 / Ex 2.1.7]
- Ich kann selbständig benötigte Daten experimentell ermitteln. (N3) [H 2.1 / Ex 2.1.8]

H 2.2 *Ich kann zu Vorgängen und Erscheinungsformen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen*

N 1 *Ich kann unter Anleitung zu Vorgängen und Erscheinungsformen in Natur, Umwelt und Technik alltagssprachlich Fragen stellen. Ich kann unter Anleitung zu Vorgängen und Erscheinungsformen in Natur, Umwelt und Technik Vermutungen aufstellen.*

- Ich kann unter Anleitung zum Ausgang/Ablauf von Experimenten alltagssprachlich Fragen nach Fakten stellen. (N1) [H 2.2 / Ex 2.2.1]
- Ich kann unter Anleitung zum Ausgang/Ablauf von Experimenten alltagssprachlich Vermutungen zu Fakten aufstellen. (N1) [H 2.2 / Ex 2.2.2]

N 2 *Ich kann unter Anleitung zu Vorgängen und Erscheinungsformen in Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache Fragen stellen. Ich kann unter Anleitung zu Vorgängen und Erscheinungsformen in Natur, Umwelt und Technik Vermutungen aufstellen.*

- Ich kann unter Anleitung zum Ausgang/Ablauf von Experimenten fachsprachlich Fragen nach Fakten stellen. (N2) [H 2.2 / Ex 2.2.3]
- Ich kann unter Anleitung zum Ausgang/Ablauf von Experimenten alltagssprachlich Fragen nach Bedingungen und/oder Funktionen stellen. (N2) [H 2.2 / Ex 2.2.4]
- Ich kann unter Anleitung zum Ausgang/Ablauf von Experimenten

fachsprachlich Vermutungen zu Bedingungen und/oder Funktionen aufstellen. (N2) [H 2.2 / Ex 2.2.5]

N 3 *Ich kann selbstständig unter Verwendung der Fachsprache zu Vorgängen und Erscheinungsformen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen. Ich kann selbstständig unter Verwendung der Fachsprache zu Vorgängen und Erscheinungsformen in Natur, Umwelt und Technik Vermutungen aufstellen.*

- Ich kann selbstständig zum Ausgang/Ablauf von Experimenten fachsprachlich Fragen nach Bedingungen und/oder Funktionen stellen.

(N3) [H 2.2 / Ex 2.2.6]

- Ich kann selbstständig zum Ausgang/Ablauf von Experimenten fachsprachlich Vermutungen aufstellen. (N3) [H 2.2 / Ex 2.2.7]

H 2.3 Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren

N 1 *Ich kann zu Fragestellungen nach einer schrittweisen Anleitung eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen. Ich kann zu Fragestellungen nach einer schrittweisen Anleitung eine Untersuchung oder ein Experiment durchführen. Ich kann nach einer Vorlage eine Untersuchung oder ein Experiment für andere verständlich und nachvollziehbar alltagssprachlich dokumentieren.*

- Ich kann nach Anleitung ein Experiment durchführen

(N1) [H 2.3 / Ex 2.3.1]

- Ich kann ein nach Anleitung durchgeführtes Experiment für andere verständlich und nachvollziehbar auf Basis einer Vorlage dokumentieren.

(N1) [H 2.3 / Ex 2.3.2]

N 2 *Ich kann zu Fragestellungen nach einer kurzen Anleitung eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen. Ich kann zu Fragestellungen nach einer kurzen Anleitung eine Untersuchung oder ein Experiment durchführen. Ich kann nach einer kurzen Anleitung eine Untersuchung oder ein Experiment für andere verständlich und nachvollziehbar fachsprachlich dokumentieren.*

- Ich kann zu vorgegebenen Fragestellungen ein geeignetes (bekanntes oder aus einer Liste auszuwählendes) Experiment auswählen, durchführen und für andere verständlich und nachvollziehbar auf Basis einer Vorlage dokumentieren (N2) [H 2.3 / Ex 2.3.3]

- Ich kann zu vorgegebenen Fragestellungen unter Anleitung (Hinweise) ein geeignetes Experiment planen, durchführen und für andere verständlich und nachvollziehbar dokumentieren (N2) [H 2.3 / Ex 2.3.4]

N 3 Ich kann selbstständig zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen. Ich kann selbstständig nach Fragestellungen eine Untersuchung oder ein Experiment durchführen. Ich kann selbstständig eine Untersuchung oder ein Experiment für andere verständlich und nachvollziehbar fachsprachlich dokumentieren.

- Ich kann zu vorgegebenen oder eigenen Fragestellungen selbstständig ein geeignetes Experiment planen, durchführen und für andere verständlich und nachvollziehbar unter Verwendung der Fachsprache dokumentieren. (N3) [H 2.3 / Ex 2.3.5]

H 2.4 Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen), interpretieren, erklären und kommunizieren

N 1 Ich kann unter Anleitung Daten und Ergebnisse von Untersuchungen alltagssprachlich analysieren, interpretieren und erklären.

N 2 Ich kann unter Anleitung und unter Verwendung der Fachsprache, Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren, interpretieren und erklären.

N 3 Ich kann selbstständig, unter Verwendung der Fachsprache, Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren, interpretieren und erklären.

- Ich kann Beobachtungen des Verlaufs von Experimenten unter Verwendung von Modellen interpretieren. (N3) [H 2.4 / Ex 2.4.1]
- Ich kann Messdaten mit Hilfe von naturwissenschaftlichen Konzepten und Modellen interpretieren. (N3) [H 2.4 / Ex 2.4.2]

H 3.1 Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.

N 1 Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen alltagssprachlich bewerten. Ich kann aus naturwissenschaftlichen Daten, Fakten und Ergebnissen alltagsweltliche Schlüsse ziehen.

N 2 Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen mit Hilfe der Fachsprache bewerten. Ich kann aus naturwissenschaftlichen Daten, Fakten und Ergebnissen, unter Verwendung der Fachsprache, Schlüsse ziehen.

N 3 Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen mit Hilfe der Fachsprache bewerten **und** Verbindungen zu anderen Sachverhalten herstellen. Ich kann aus naturwissenschaftlichen Daten, Fakten und Ergebnissen,

unter Verwendung der Fachsprache **und** unter Berücksichtigung anderer Sachverhalte, Schlüsse ziehen.

H 3.2 Ich kann die Chancen und Risiken der Anwendung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen und daraus Schlüsse für ein verantwortungsbewusstes Handeln ziehen

N 1 Ich kann die Chancen und Risiken der Anwendung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich erkennen.

N 2 Ich kann die Chancen und Risiken der Anwendung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für die Gesellschaft erkennen.

N 3 Ich kann Aufgrund der Abschätzung von Chancen und Risiken der Anwendung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen unter Berücksichtigung der relevanten Sachverhalte Schlüsse für ein verantwortungsbewusstes Handeln ziehen.

H 3.3 Ich kenne die Bedeutung von Natur und Technik für verschiedene Berufsbilder

N 1 Ich kann die Bedeutung von Natur und Technik für verschiedene Berufsfelder alltagsweltlich beschreiben.

N 2 Ich kann die Bedeutung von Natur und Technik für verschiedene Berufsfelder unter Verwendung fachlicher Bezeichnungen beschreiben.

N 3 Ich kenne die Bedeutung von Natur und Technik für verschiedene Berufsfelder und kann darauf aufbauend Schlüsse ziehen.

H 3.4 Ich kann naturwissenschaftliche und nicht-naturwissenschaftliche Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden

N 1 Ich kann unter Anleitung naturwissenschaftliche und nicht-naturwissenschaftliche Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.

N 2 Ich kann selbstständig naturwissenschaftliche und nicht-naturwissenschaftliche Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.

N 3 Ich kann je nach Anforderung naturwissenschaftliche oder nicht-naturwissenschaftliche Argumentationen und Fragestellungen formulieren.

Anhang B – Experimentalaufgaben

Leitfähigkeitsbeispiel

Name: _____

Klasse/Gruppe: _____

Partner/in: _____

Die elektrische Leitfähigkeit von Wasser – Elektrolyte

Lest den folgenden Zeitungstext!

CH

REICH

Der Unglücksort

Der Bauernhof in Rutzenham. Hermann Wohlschläger (35) starb beim Baden.



Föhn fiel in die Badewanne: Bauer tot

Leitner (2), Getty (3)

■ Haartrockner sollte wärmen

■ Partnerin entdeckte Leiche

Scurriler Unfall in Oberösterreich: Ein eingeschalteter Föhn fiel ins Badewasser, der Stromschlag tötete einen 35-jährigen Landwirt.

Oberösterreich. Eine schreckliche Entdeckung machte eine junge Oberösterreicherin im Salzkammergut: Sie fand ihren Lebensgefährten tot in der Badewanne. Hermann Wohlschläger war durch einen Stromschlag gestorben; ein Föhn war in sein Badewasser gefallen.

Riskante Heizung. Der 35-jährige Landwirt aus Rutzenham hatte sich am Mittwochabend gegen 20.45 Uhr nach einem harten Arbeitstag ein Entspannungsbad gegönnt. Den Haartrockner benutzte er wie so oft als Heizung in dem kleinen Badezimmer auf dem elterlichen „Ölihuber“-Hof. Dieses Mal aber sollte ihm die leichtsinnige Gewohnheit zum Verhängnis werden.

Wohlschläger hatte den eingeschalteten Föhn auf das Fensterbrett gelegt – und merkte offenbar nichts von der drohenden Gefahr: Durch die Motorvibration hatte sich das Gerät offenbar selbstständig gemacht, rutschte an die Kante und fiel schließlich ins Badewasser. Der Stromschlag führte sofort zu Herzkammer-Flimmern und schließlich zum Kreislaufstillstand.

Reanimation. Obwohl die Lebensgefährtin den Bewusstlosen nur wenige Minuten später in der Wanne fand, gab es keine Chance mehr für den Landwirt. Der alarmierte Notarzt versuchte noch eine halbe Stunde, den Mann wiederzubeleben – ohne Erfolg.

Ein Selbstmord wird von den Ermittlern ausgeschlossen. Der FI-Schutzschalter, der Wohlschläger



Opfer Hermann Wohlschläger.

das Leben hätte retten können, weil er die Sicherung bei einem solchen Kurzschluss abschaltet, hatte in dem 1972 erbauten Bauernhaus nicht funktioniert.

Schock. Der 230-Seelen-Ort Rutzenham steht unter Schock. Bürgermeister Anton Helmberger: „Das ist eine Katastrophe für die Familie. Hermann hatte gerade den Hof von seinen Eltern übernommen. Wir sind alle erschüttert.“ (hij)

Mit den folgenden Experimenten könnt ihr herausfinden, wie elektrischer Strom durch Wasser fließen kann.

Experiment:

Eine Flachbatterie (4,5 V), Kabel, Krokodilklemmen, Elektroden (Graphitminen), Becherglas, Messgerät (Multimeter) werden zur Verfügung gestellt.

Stellt am Messgerät den Messbereich 10 mA ein, wenn er nicht schon eingestellt ist.

Baut aus den verfügbaren Materialien einen Versuch zum Messen der Stromstärke auf.

Die Stromstärke in Leitungswasser und destilliertem Wasser soll mit der Vorrichtung gemessen werden. Der Abstand der Elektroden soll 3 cm betragen. Das Becherglas wird ca. 3,5cm hoch befüllt (40 mL).

Die Stromstärke I im Leitungswasser beträgt: $I = \dots\dots\dots\text{mA}$

Die Stromstärke I im destillierten Wasser beträgt: $I = \dots\dots\dots\text{mA}$

Was ist die Ursache dafür, dass im Wasser elektrischer Strom fließt?

Der elektrische Strom fließt, weil.....

- ☐ Elektronen von Wassermolekül zu Wassermolekül springen
- ☐ Wassermoleküle Elektronen aufnehmen und weiter transportieren
- ☐ im Wasser gelöste Ionen sich bewegen können.

Wenn ihr die Frage nicht beantworten könnt, holt euch ein Informationsblatt von eurer Lehrerin!

Was passiert, wenn man in destilliertem Wasser badet und dort einen Föhn hineinwirft?

Diskutiert das in der Gruppe und schreibt eure Überlegungen dazu auf!

Begründet eure Aussagen!

2. Experiment

Es gibt verschiedene Vorlieben, sich das Badewasser anzureichern.



Von Kleopatra wird berichtet, dass sie ausgiebige Bäder mit feinen Zusätzen nahm, beispielsweise Milch und Honig.

Badewasser erhält auch heute noch verschiedene Zusätze. Meersalz ist sehr beliebt.



Untersucht, welchen Einfluss verschiedene Zusätze auf die Stromstärke haben!

Lösungen mit gleicher Konzentration an Kochsalz und Zucker (als Modell für Honig) stehen zur Verfügung.

Die Stromstärke in den Lösungen soll mit der Vorrichtung wie in Experiment 1 gemessen werden.

Die Stromstärke I in der Salzlösung beträgt: $I = \dots\dots\dots \text{mA}$

Die Stromstärke I in der Zuckerlösung beträgt: $I = \dots\dots\dots \text{mA}$

Markiert die richtigen Aussagen:

- ☐ Die Stromstärke in der Salzlösung ist deutlich größer als in destilliertem Wasser
- ☐ Die Stromstärke in der Zuckerlösung ist deutlich größer als in destilliertem Wasser

Daraus lässt sich ableiten:

- ☐ Badesalz ist ein Elektrolyt
- ☐ Honig ist ein Elektrolyt
- ☐ Alle Stoffe, die in Wasser löslich sind, erhöhen die Stromstärke in Wasser

Skizziert den Versuchsaufbau und diskutiert, in welche Richtung der Strom fließt.
Begründet eure Entscheidung!

3. Experiment:

Den Begriff Elektrolyt kennst du sicher auch aus der Werbung.



Behauptung: „Die elektrische Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen nimmt mit steigendem Elektrolytgehalt zu.“

Apfelsaft, Apfelsaft gespritzt, Red Bull, Cola, Mineralwasser, Isostar Lemon stehen zur Verfügung.

Überprüft mit der Messvorrichtung, wie bei den vorigen Experimenten, obige Behauptung.
Sammelt die Ergebnisse in folgender Tabelle.

	Stromstärke I in mA	Preis pro Liter
Apfelsaft		0,75 €
Apfelsaft gespritzt		1,78 €
Red Bull		5,56 €
Coca Cola		1,98 €
Mineralwasser		0,98 €
Isostar		2,40 €

Vergleicht die Getränke bezüglich Elektrolytgehalt und Preis und gebt eine Empfehlung ab, welches Getränk man nach dem Sport trinken sollte!

Begründet eure Entscheidung!

Empfehlung:

Begründung:

Redoxbeispiel

Name: _____

Klasse/Gruppe: _____

Partner/in: _____

Unedel oder edel – 3 Metalle im Test

Experimentalbeispiel

Geräte und Chemikalien:

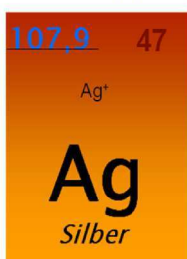
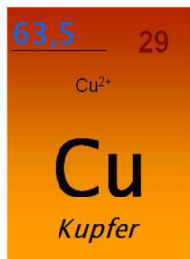
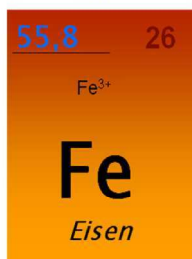
Reagenzglasgestell	Kupferionenlösung (100 mL), CuSO_4 , $c = 0,05 \text{ mol/L}$
6 Reagenzgläser (passend)	Eisenionenlösung (100 mL), $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $c = 0,05 \text{ mol/L}$
Eisennagel,	Silberionenlösung (100 mL), AgNO_3 , $c = 0,05 \text{ mol/L}$
Pinzette,	Kupferdraht (Kabel),
Stahlwolle, Küchenrolle	Silberdraht

Einleitung:

Warum tragen sehr viele Leute Schmuck aus Silber, aber niemand schmückt sich mit einer Kette aus Eisen um den Hals?

Durch Versuche mit den 3 hier angeführten Metallen könnt ihr dies feststellen.

Hier seht ihr die Daten der 3 Metalle aus dem Periodensystem der Elemente:



Versuche:

Vorbereitung:

Füllt 3 Reagenzgläser zur Hälfte mit jeweils einer Lösung.

Poliert den Nagel und die Stifte mit der Stahlwolle.

Versuch 1:

Taucht nun die Metalle in die Lösung ihrer Salze und wartet ca. ½ Minute bis ihr sie wieder herausnehmt.

Notiert danach eure Beobachtungen:

Nehmt den Nagel/Draht wieder heraus, trocknet und reinigt sie, falls nötig.

	Farbe der Lösung	Beobachtung:
Eisennagel in der Eisenionenlösung		
Kupferdraht in der Kupferionenlösung		
Silberdraht in der Silberionenlösung		

Versuch 2:

Im vorherigen Versuch habt ihr die Metalle in ihre eigenen Salzlösungen getaucht. In diesem Versuch taucht ihr nun die Metalle in die 2 jeweils fremden Salzlösungen.

- Taucht die Metalle für ca. ½ Minute in die Lösung und nehmt sie dann wieder heraus.
- Trocknet und ggf. reinigt den Nagel/Draht wieder bevor ihr sie in die andere Lösung taucht.

Tragt eure Beobachtungen in das Tabellenblatt ein!

(wenn der Nagel nur nass wird, so ist das keine Veränderung,
wenn keine Veränderung auftritt, so macht einen Strich durch das Kästchen)

Wenn ihr fertig seid, so geht es hier weiter (den Versuchsaufbau bitte stehen lassen, ihr könnt ihn, wenn notwendig, nochmals verwenden.)

Aufgabe 1: Sucht euch einen Versuch aus, bei dem sich etwas geändert hat und diskutiert mögliche Erklärungen dafür. Fasst das Ergebnis eurer Diskussion kurz zusammen.

Richtet eure Aufmerksamkeit nun auf den Eisennagel in der Kupferlösung:

Aufgabe 2: Was habt ihr beobachtet? Notiert dies bitte hier nochmals kurz.

Aufgabe 3: Was könnte die Ursache für diese Veränderung sein?

- ☐ Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen
- ☐ Entstandener Rost hat den Nagel überzogen
- ☐ Gelöste Eisenionen des Nagels haften noch als Schicht daran
- ☐ Etwas anderes:.....

Erkläre und begründe deine Antwort kurz:

Name: _____

Klasse/Gruppe: _____

Aufgabe 4: Die Kupferionen aus der Lösung wandeln sich auf dem Eisennagel in metallisches Kupfer um.

Was passiert dabei mit den Kupferionen?

Sie..... ☐ nehmen Elektronen auf, ☐ geben Elektronen ab,
☐ nehmen Protonen auf, ☐ geben Protonen ab.

Als Hilfe zum Lösen dieser Aufgabe kannst du zusätzliche Information auf Kärtchen anfordern.

Aufgabe 5: Würde man den Eisennagel über Nacht in der Kupferionenlösung stehen lassen, so würden alle Kupferionen der Lösung sich in metallisches Kupfer umwandeln und die Lösung wäre dann gelb.

Welche Teilchen verursachen die gelbe Farbe der Lösung?

☐ die Kupferatome (Cu) ☐ die Kupferionen (Cu^{2+})
☐ die Eisenatome (Fe) ☐ die Eisenionen (Fe^{3+})

Als Hilfe zum Lösen dieser Aufgabe kannst du zusätzliche Information auf Kärtchen anfordern.

Welche Hilfsinformationen hast du für Aufgabe 4 und 5 benötigt?

☐ Info 1 ☐ Info 2 ☐ Info 3 ☐ Info 4 ☐ keine

Name: _____

Klasse/Gruppe: _____

Die Eisenatome des Nagels gehen bei diesem Vorgang als Eisenionen in Lösung .

Aufgabe 6: Bei diesem Vorgang werden von den Eisenatomen.....

- | | |
|---|--|
| ☐ Elektronen aufgenommen | ☐ Elektronen abgegeben, |
| ☐ Protonen aufgenommen, | ☐ Protonen abgegeben. |

Eine Elektronenabgabe bezeichnet man als Oxidation.

Eine Elektronenaufnahme bezeichnet man als Reduktion.

Aufgabe 7: Das Eisen des Nagels wird in diesem Versuch daher

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| ☐ reduziert | ☐ oxidiert |
|------------------------------------|-----------------------------------|

Aufgabe 8: Die Kupferionen der Lösung werden in diesem Versuch daher

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| ☐ reduziert | ☐ oxidiert |
|------------------------------------|-----------------------------------|

Aufgabe 9: Könnte die Reaktion des Eisennagels auch **allein** ablaufen?

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| ☐ Ja | ☐ nein |
|-----------------------------|-------------------------------|

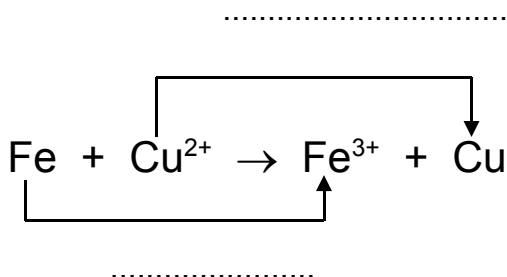
Begründet eure Antwort:

Name: _____

Klasse/Gruppe: _____

Aufgabe 10: Versucht nun der Reaktion des Eisennagels mit der Kupferionenlösung die richtigen Begriffe zu zuordnen.

Schreibt die Begriffe **Oxidation** und **Reduktion** zum jeweiligen Pfeil.



Aufgabe 11: Bei welchem weiteren Versuch in dieser Stunde habt ihr ebenfalls eine chemische Reaktion beobachtet?

Notiert den Versuch des Metalls mit der passenden Salzlösung und die gemachte Beobachtung.

Versuch: Metall + Salzlösung	Beobachtung:

Aufgabe 12: Versucht nun selbständig zu diesem Versuch eine dazu passende Reaktionsgleichung samt Beschriftung (Oxidation/Reduktion), wie in Aufgabe 10 zu formulieren!

Aufgabe 13: Versucht nun abschließend die 3 Metalle, die ihr bei den Versuchen verwendet habt, in eine Reihe zu bringen, von unedel – lässt sich leicht oxidieren, bis zu sehr edel – lässt sich nicht oxidieren.

Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Silber (Ag)

UnedelEdel

Tabellenblatt zu Versuch 2

Beschreibt eure Beobachtungen möglichst ausführlich unter Verwendung der Fachsprache! Beobachtet über einen Zeitraum von 1 bis 3 Minuten!
 Wenn keine Veränderung auftritt, macht einen Strich im Kästchen.
 (Wenn die Metallteile nur nass werden, zählt das nicht als Veränderung.)

	Eisennagel Fe	Kupferdraht Cu	Silberdraht Ag
Fe^{3+} - Lösung	xxxxxxxxxxxxxx		
Cu^{2+} - Lösung		xxxxxxxxxxxxxx	
Ag^{+} - Lösung			xxxxxxxxxxxx

Überprüft noch einmal eure Eintragungen!
 Wenn ihr fertig seid, verändert bitte ab jetzt in der Tabelle nichts mehr!

Anhang C – Zuordnungen

Anforderungsniveaus des Kompetenzmodells

N 1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführttem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

N 2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln, Reaktionsgleichungen, Modelle, ...) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbständigem Handeln.

N 3 Anforderungsniveau III

Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können. Verwendung von komplexer Fachsprache (inkl. Modelle); weitgehend selbstständiges Handeln.

Zuordnungen von offenen Antworten zu den Deskriptoren des Kompetenzmodells: Leitfähigkeitsbeispiel

Zuordnungen zum Abschnitt „Was passiert, wenn man in destilliertem Wasser badet und dort einen Föhn hineinwirft?“ – Deskriptor E 2.3 und E 2.4 auf N1, N2 oder N3

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E2: *Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.*

E 2.3: *Ich kann auf der Basis experimenteller Ergebnisse Vermutungen über allgemeine Zusammenhänge aufstellen.*

E 2.4: *Ich kann Vermutungen über den Ausgang (Ablauf) eines Experiments begründen.*

Kodierleitfaden:

0	Wurde eine Vermutung formuliert?	Nein	Deskriptoren E 2.3 und E 2.4 wurden nicht erfüllt
		Ja	Deskriptor E 2.3 ist erfüllt , <i>weiter bei 1</i>
1	Wurde diese Vermutung in sich schlüssig begründet (fachliche Richtigkeit ist irrelevant)?	Nein	Deskriptor E 2.4 ist nicht erfüllt , <i>weiter bei 2</i>
		Ja	Deskriptor E 2.4 ist erfüllt , <i>weiter bei 2</i>
2	Wurden Vermutung und/oder Begründung unter Verwendung fachsprachlicher Begriffe formuliert („destilliertes Wasser“ = Alltagssprache) und wurden diese korrekt eingesetzt?	Nein	Anforderungsniveau I erreicht
		Ja	weiter bei 3
3	Wurden komplexe Fachsprache und naturwissenschaftliche Modelle verwendet und Verbindungen zu den Experimenten hergestellt?	Nein	Anforderungsniveau II erreicht
		Ja	Anforderungsniveau III erreicht

keine Zuordnung zu E 2.3 und E 2.4 (Aufgabe ganz ausgelassen):

LAP02, LAP03, LAP13, LAP14

keine Zuordnung zu E 2.3 und E 2.4 (keine Vermutung aufgestellt, was passieren wird):

Code	Vermutung	Begründung
LAP07	Destilliertes Wasser leitet schlechter als Leitungswasser	
LAP08	Destilliertes Wasser leitet schlechter als Leitungswasser	

Zuordnungen zu Anforderungsniveau 1 (nur E 2.3):

Code	Vermutung	Begründung
LAP11	man kann sterben, man wird elektrisiert	
LAP12	man kann sterben, man wird elektrisiert	
LWS02	Wenn jemand in der Badewanne sitzt, leitet das Wasser den Strom; Wenn niemand in der Badewanne sitzt, leitet das Wasser nicht.	
LWS05	es passiert nichts	
LWS06	Man erhält schon einen Stromschlag aber nicht so einen heftigen wie bei normalem Leitungswasser	
LWS07	Man erhält einen Stromschlag, nur ist die Stromstärke möglicher Weise schwächer als beim nicht-destillierten Wasser	
LWS08	Derjenige der drinnen liegt, bekommt einen Herzanschlag Stromanfall	
LWS09	Das im Wasser viel Strom fließt durch das man einen Herzanschlag	

Zuordnungen zu Anforderungsniveau 1 (E 2.3 und E 2.4):

Code	Vermutung	Begründung
LAP01	Es kann zum Tod führen	Wasser leitet Strom
LAP04	Es passiert gar nichts	weil destilliertes Wasser nicht leiten kann
LAP05	Elektrischer Strom fließt durch das Wasser. Das führt dazu, dass Spannung auftritt und es zum Tod führt	
LAP06	Elektrischer Strom fließt durch das Wasser. Das führt dazu, dass Spannung auftritt und es zum Tod führt	

LAP09	Im destillierten Wasser wird der Strom nicht so stark weitergeleitet, also folgt auch nicht sofort der Stromschlag -> bei Leitungswasser dagegen wird es schneller geleitet	
LAP10	destilliertes Wasser leitet nicht so viel Strom, deshalb folgt auch nicht sofort der Stromschlag -> bei Leitungswasser dagegen wird es schneller gehen	
LAP15	es kann zum Tod führen	Wasser leitet Strom, deshalb befindet sich im Wasser Strom
LAP16	es kann zum Tod führen	Wasser leitet Strom, deshalb befindet sich im Wasser Strom
LWS01	Man bekommt einen Stromschlag weil auf der Haut Schweiß ist und der Schweiß besitzt auch Salze, die den Strom leiten	
LWS03	wenn man drinnen sitzt, leitet es schon, wenn man nicht drinnen sitzt, leitet das Wasser den Strom nicht, daher passiert nichts	
LWS04	Das destillierte Wasser hat weniger Stromstärke als das normale Leitungswasser. Deshalb passiert schon was aber nicht so stark, dass man sterben würde	
LSP05	Es passiert nichts, da man bei diesem Versuch genau das erkennt -> dass nichts passiert	
LSP06	Es passiert nichts, da man bei diesem Besuch genau das erkennt -> dass nichts passiert	
LSP07	man bekommt keinen Stromschlag	weil es nicht leitet
LSP08	Es passiert nichts, das Wasser leitet nicht, außer man vorher sehr viel geschwitzt	
LSP09	Es passiert nichts, da destilliertes Wasser nicht leitet. Schwitzt man allerdings sehr viel, kann es gefährlich werden.	

Zuordnungen zu Anforderungsniveau 2 (E 2.3 und E 2.4):

Code	Vermutung	Begründung
LSP01	es passiert gar nichts, weil im destillierten Wasser keine Ionen gelöst sind	
LSP02	es passiert gar nichts, weil im destillierten Wasser keine Ionen gelöst sind	
LSP03	es fließt kein Strom	weil destilliertes Wasser keine Salze (gelöste Ionen) enthält
LSP04	der Föhn wird kaputt, es fließt kein Strom	weil im destillierten Wasser keine gelösten Ionen drinnen sind
LSP10	man wird nur sehr leicht elektrisiert, weil fast keine Ionen darin sind	
LSP11	man wird nur sehr leicht elektrisiert, weil fast keine Ionen darin sind	
LSP12	Es besteht eine höhere Überlebensquote, da weniger Ionen enthalten sind (Strom wird nicht so gut geleitet)	
LSP13	Es besteht eine höhere Überlebensquote, da weniger Ionen enthalten sind (Strom wird nicht so gut geleitet)	weniger Ionen

Zuordnungen zu Anforderungsniveau 3:

Code	Vermutung	Begründung
– keine –		

Zuordnungen zum Abschnitt „Gebt eine Empfehlung ab, welches Getränk man nach dem Sport trinken sollte!“ – Deskriptoren S 1.1 und S 4.1 auf N1, N2 und N3

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

S 1: Ich kann einzeln oder im Team Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.

S 1.1: Ich kann aus experimentellen Daten Schlüsse ziehen.

S 4: Ich kann fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.

S 4.1: Ich kann die aus experimentellen Daten gezogenen Schlüsse fachlich korrekt und folgerichtig begründen.

Kodierleitfaden:

0	Wurde ein Schluss gezogen (Empfehlung abgegeben)?	Nein	Deskriptoren S 1.1 und S 4.1 werden nicht erfüllt
		Ja	<i>weiter bei 1</i>
1	Gibt es eine Begründung für diese Empfehlung, die fachlich korrekt ist?	Nein	Deskriptor S 1.1 wird erfüllt , S 4.1 wird nicht erfüllt , <i>weiter bei 2</i>
		Ja	Deskriptoren S 1.1 und S 4.1 werden erfüllt , <i>weiter bei 2</i>
2	Wurden Empfehlung und/oder Begründung unter Verwendung fachsprachlicher Begriffe formuliert und wurden diese korrekt eingesetzt?	Nein	Anforderungsniveau I
		Ja	<i>weiter bei 3</i>
3	Wurde in der Erklärung darauf eingegangen, dass man nach dem Sport Getränke mit hohem Elektrolytgehalt trinken sollte?	Nein	Anforderungsniveau II
		Ja	Anforderungsniveau III

keine Zuordnung zu S 1.1 oder S 4.1 (Aufgabe ganz ausgelassen):

LAP03, LAP04, LAP06, LAP13, LAP14

Zuordnungen zu S 1.1 N1, keine Zuordnung zu S 4.1 (alltagssprachlich, oder Fachsprache nicht korrekt angewendet; keine richtige Begründung):

Code	Empfehlung	Begründung
LAP01	Mineralwasser	das zweitbilligste Getränk, der wenigste Elektrolytgehalt
LAP05	Mineralwasser	---
LAP09	Mineralwasser	weil es nicht so viel Strom leitet
LAP10	Mineralwasser	leitet wenig Strom
LAP11	Mineralwasser	weil am wenigsten Strom fließt
LAP12	Mineralwasser	weil am wenigsten Strom fließt
LAP15	Mineralwasser	weil am wenigsten Strom darin fließt
LAP16	Mineralwasser	weil am wenigsten Strom darin fließt
LWS01	Isostar	---
LWS02	Isostar	schmeckt gut
LWS03	Isostar	einfach gut
LWS05	Mineralwasser	es hat weniger Elektrolytlösung
LWS06	Mineralwasser	Enthält nicht so viel Zucker und entzieht dem Körper nicht so viel Energie. Und ist billiger.
LWS07	Mineralwasser	Enthält nicht so viel Zucker und entzieht dem Körper nicht so viel Energie. Und ist billiger.

LWS08	Mineralwasser	hat 1,9 Strom und 98cent, ist billig und hat am wenigsten Stromstärke
LWS09	Mineralwasser	weil Mineralwasser weniger Stromstärke hat als alle anderen.
LSP05	Mineralwasser	Nach dem Sport hat man mehr Durst und Mineralwasser stillt den Durst. Die anderen Getränke eignen sich vor bzw während des Sports
LSP06	Mineralwasser	weil nach dem Sport Wasser am besten den Durst stillt und die anderen Getränke eignen sich eher davor bzw dazwischen

Zuordnungen zu S 1.1 N1 und S 4.1 N1 (alltagssprachlich, oder Fachsprache nicht korrekt angewendet; richtige Begründung):

Code	Empfehlung	Begründung
LAP07	Isostar	hat die größte Stromstärke
LAP08	Isostar	hat die größte Stromstärke
LWS04	Apfelsaft	hat am meisten Elektrolytgehalt, ist auch sehr billig
LSP10	Apfelsaft	leitet gut, kostet wenig
LSP11	Apfelsaft	leitet gut, kostet wenig
LSP12	Apfelsaft ist am besten	hat eine hohe Stromstärke
LSP13	Apfelsaft	hat die größte Stromstärke

Zuordnungen zu S 1.1 N2, keine Zuordnung zu S 4.1 (fachsprachlich, aber keine richtige Begründung):

Code	Empfehlung	Begründung
LAP02	Mineralwasser	Stromstärke ist am niedrigsten

Zuordnungen zu S 1.1 N2 und S 4.1 N2 (fachsprachlich; richtige Begründung):

Code	Empfehlung	Begründung
LSP01	Apfelsaft	Apfelsaft hat einen hohen Elektrolytgehalt und ist vergleichsweise billig
LSP02	Apfelsaft	Apfelsaft hat einen hohen Elektrolytgehalt und ist vergleichsweise billig
LSP03	Apfelsaft	billig und enthält viele Ionen
LSP04	Apfelsaft	billig und enthält viele Ionen
LSP07	Apfelsaft	Apfelsaft hat viele Elektrolyte (weniger als Isostar) ist aber billiger
LSP09	Apfelsaft ist billiger, aber Isostar hat einen höheren Elektrolytgehalt	

Zuordnungen zu S 1.1 N3 und S 4.1 N3 (fachsprachlich; richtige Begründung; Verwendung von NAWI Konzepten):

Code	Empfehlung	Begründung
LSP08	Isostar, Apfelsaft	Isostar hat auch wichtige Salze, die der Körper braucht. Apfelsaft ist billiger und hat einen fast so hohen Elektrolytwert wie Isostar

Zuordnungen von offenen Antworten zu den Deskriptoren des Kompetenzmodells: Redoxbeispiel

Zuordnungen zum Abschnitt „Metalle in eigener Lösung (Versuch 1)“ – Deskriptor E 1.1 auf den Niveaus 1, 2 oder 3 und E 1.2

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E1: Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.

E 1.1: Ich kann den Verlauf von Experimenten beobachten und beschreiben.

E 1.2: Ich kann zwischen Beobachtung und Interpretation unterscheiden.

Kodierleitfaden:

0	Wurde eine Beobachtung notiert?	Nein	Deskriptor E 1.1 wird nicht erfüllt
		Ja	<i>weiter bei 1</i>
1	Wurde die Fachsprache richtig verwendet?	Nein	E 1.1 N1
		Ja	<i>weiter bei 2</i>
2	Wurde die Beobachtung unter Verwendung fachsprachlicher Begriffe formuliert („Lösung“ = Alltagssprache) und wurden diese korrekt eingesetzt?	Nein	<i>weiter bei 3</i>
		Ja	E 1.1 N1
3	Wurden komplexe Fachsprache und Modelle verwendet und Verbindungen zu anderen Gebieten hergestellt?	Nein	E 1.1 N2
		Ja	E 1.1 N3

0	Wurden nur Beobachtungen, keine Interpretationen, notiert?	Nein	Deskriptor E 1.2 wird nicht erfüllt
		Ja	Deskriptor E 1.2 wird erfüllt

Zuordnungen E 1.1 N1, keine Zuordnung zu E 1.2 (alltagssprachlich; auch Interpretation):

Code	Eisen / Eisenlösung		Kupfer / Kupferlösung		Silber / Silberlösung	
	Farbe d. Lsg.	Beobachtung	Farbe d. Lsg.	Beobachtung	Farbe d. Lsg.	Beobachtung
REI04	gelb	Der Eisennagel wird am eingetauchten Punkt matt bzw dunkler	blau	keine Veränderung beim Kupferdraht	durchsichtig	Der Silberdraht wird am eingetauchten Ende verfärbt und von der Säure angegriffen (wird matt)
REI05	gelb	Der Eisennagel wird am eingetauchten Punkt matt bzw dunkler	blau	keine Veränderung	durchsichtig	Der Silberdraht wird am eingetauchten Ende verfärbt und von der Säure angegriffen (wird matt)
RSPS05	hellblau	Es bildet sich eine dünne Kupferschicht auf oder Rost	weiß	Eine schwarze dünne Schicht bildet sich	gelb	Es bildet sich eine hauchdünne weiße Schicht

Zuordnungen E 1.1 N1 und E 1.2 N1 (alltagssprachlich; nur Beobachtungen):

Code	Eisen / Eisenlösung		Kupfer / Kupferlösung		Silber / Silberlösung	
	Farbe d. Lsg.	Beobachtung	Farbe d. Lsg.	Beobachtung	Farbe d. Lsg.	Beobachtung
REI01	gelb	eingetauchter Teil wird matt	blau	eingetauchter Teil verändert sich nicht od nur ganz leicht	durchsichtig	Silberdraht wird matt
REI02	gelb	Der Eisennagel wird dunkler	blau	Kupferdraht wird heller und sauberer	durchsichtig, weiß	Der Silberdraht wird schwarz
REI03	gelb	Der Eisennagel wird dunkler	blau	Kupferdraht wird heller und sauberer	durchsichtig	Der Silberdraht wird schwarz
REI04	gelb	Der Eisennagel wird am eingetauchten Punkt matt bzw dunkler	blau	keine Veränderung beim Kupferdraht	durchsichtig	Der Silberdraht wird am eingetauchten Ende verfärbt und von der Säure angegriffen (wird matt)
REI05	gelb	Der Eisennagel wird am eingetauchten Punkt matt bzw dunkler	blau	keine Veränderung	durchsichtig	Der Silberdraht wird am eingetauchten Ende verfärbt und von der Säure angegriffen (wird matt)
REI06	gelb	Nagel wird matt	blau	keine Veränderung	durchsichtig	Draht wird weißlich
REI07	gelb	matt, gräulich	blau	bei 30sec keine Veränderung, bei weiteren 30sec ebenfalls...	durchsichtig	weiß, silber schimmernd, matt
REI08	gelb	Der Nagel wird matt an der Stelle mit der er in die Lösung getaucht wurde	hellblau	Draht wird wieder matt	durchsichtig	das Silber verschwindet
REI09	gelb	Der Nagel wird matt an der Stelle mit der er in die Lösung getaucht wurde	hellblau	das Kupfer wird wieder matt	durchsichtig	das Silber verschwindet
RWS01	gleich geblieben	hat sich nicht verändert	gleich geblieben	hat sich nicht verändert	ist schwarz geworden	Ist schwarz geworden wie Asche. Und wenn man es abtrocknet, fällt die äußere Hülle weg und drinnen bleibt es silber
RWS02	gleich geblieben	hat sich nicht verändert	Der Kupferdraht ist gleich geblieben	Es hat sich kaum was verändert	Es hat sich verändert	Die Farbe ist grau-schwarz wie Asche geworden
RWS03	gelb	---	blau	---	durchsichtig	--
RWS04	gelb	keine Veränderung	blau	keine Veränderung	durchsichtig	keine Veränderung
RWS05	gelb	er ist statt glänzend wieder matt geworden	blau	gleich geblieben	durchsichtig	es ist schwarz geworden
RWS06	gelb	er ist statt glänzend wieder matt geworden	blau	gleich geblieben	durchsichtig	Der Teil, der in der Lösung war, ist schwarz geworden
RWS07	gelb	hat sich farblich verändert	blau	keine	durchsichtig	Der polierte Teil ändert seine Farbe
RWS08	gelb	der eingetauchte Teil ist dunkler geworden	blau	keine	durchsichtig	Der polierte Teil, der in der Lösung war wird schwarz
RWS09	gelb	wird gelb gefärbt	blau	bleibt gleich	weiß	Draht wird schwarz
RWS10	gelb	Nagel wird gelb gefärbt	blau	geschieht nichts	weiß	Draht wird schwarz mit einer Schicht überzogen
RWS11	gelb gleich	Der Teil des Nagels in der Lösung ist matt geworden	blau gleich	Der Kupferdraht ist gleich geblieben	weiß gleich	Der Teil, der in der Lösung war, ist schwarz geworden
RWS12	gelb gleich geblieben	Nagel ist matt bzw dunkler geworden (Teil der in der Lösung war)	blau gleich geblieben	Es ist alles gleich geblieben	weiß ist gleich geblieben	Der Teil, der in der Lösung war, ist schwarz geworden

RWS13	gelb	Der Eisennagel färbt sich gelb	blau	Kupferdraht bleibt gleich	weiß	Der Eisendraht ist in den Stück wo es in Silberionenlösung war, grau geworden
RWS14	gelb	Die Farbe hat sich bisschen verändert	blau	es ist gleich geblieben	durchsichtig	Die Silberdraht ist in Stück graue Farbe bekommen
RSPN01	hellgelb	es verändert sich nichts	hellblau	es verändert sich nichts	durchsichtig	es verändert sich nichts
RSPN02	hellgelb	es verändert sich nichts	hellblau	es verändert sich nichts	durchsichtig	es verändert sich nichts
RSPN03	gelb	---	blau	---	weiß	Silberdraht wird beschichtet
RSPN04	gelb	---	blau	---	durchsichtig	Silberdraht wird beschichtet
RSPN08	gleich	Der Nagel ist dunkler geworden	gleich	leicht verdunkelt	gleich	matter
RSPN09	gleich	Der Nagel ist dunkler geworden	gleich	leicht verdunkelt	gleich	matter (nicht mehr so glänzend)
RSPN10	blau	Eisennagel wird leicht rötlich	gelblich	Kupferdraht wird heller	farblos	Silber wird weiß und verliert den Glanz
RSPN11	blau	Eisennagel wird leicht rötlich	gelb	Kupferdraht wird heller	weiß	Silberdraht verliert den Glanz
RSPN12	gelb	Farbveränderung des Nagels	blau	Farbveränderung des Nagels	durchsichtig	Farbveränderung des Nagels
RSPN13	gelb	Farbveränderung des Nagels	blau	Farbveränderung des Kupferdrahtes	durchsichtig	Farbveränderung des Silberdrahtes
RSPS01	orange	es lagerte sich eine dunkle Schicht über den Nagel	hellblau	fast keine Veränderung	durchsichtig	das glänzende Silber wird dunkel
RSPS02	orange	es lagerte sich eine dunkle Schicht über das Ende des Nagels	hellblau	fast keine Veränderung	durchsichtig	Das Ende des Drahtes wird dunkel
RSPS03	gelblich	Nagel wird kräftiger Silber	türkisch	---	durchsichtig	leicht abgetragenes Silber
RSPS04	hellblau	färbt so ab und wird schwarz (Nagel muss am Papier abgeputzt worden sein)	weiß	Es legt sich ein grauer Dreck am Kupfer ab	gelb	es bildet sich ein hauchdünner weißer Belag
RSPS06	goldbraun → es ist dunkler		türkisch	---	weiß	---
RSPS07	goldbraun	---	türkisch	---	weiß	---

Zuordnungen E 1.1 N2, keine Zuordnung zu E 1.2 (fachsprachlich; auch Interpretation):

Code	Eisen / Eisenlösung		Kupfer / Kupferlösung		Silber / Silberlösung	
	Farbe d. Lsg.	Beobachtung	Farbe d. Lsg.	Beobachtung	Farbe d. Lsg.	Beobachtung
RSPN05	gelb	Dunkler Niederschlag auf Nagel	blau	---	durchsichtig farblos	weißer Niederschlag auf Draht
RSPN06	gelb	Dunkler Niederschlag auf Nagel	blau	---	farblos	weißer Niederschlag auf Ag-Draht
RSPN07	gelb	schwarzer Niederschlag	blau	---	farblos	weißer Niederschlag auf Ag-Draht

Zuordnungen zu E 1.1 N3 (fachsprachlich; Verwendung von Konzepten und Modellen):

keine

Zuordnungen zum Abschnitt „Metalle in fremder Lösung (Tabellenblatt)“ – Deskriptor E 1.1 auf den Niveaus 1, 2 oder 3 und E 1.2

Deskriptoren und Kodierleitfaden wie oben;

Zuordnungen zu Anforderungsniveau 1 (E 1.1) – E 1.2 erfüllt:

Code	Fe / Cu ²⁺	Fe / Ag ⁺	Cu / Fe ³⁺	Cu / Ag ⁺	Ag / Fe ³⁺	Ag / Cu ²⁺
REI01	Rotfärbung	Schwarzfärbung	Glanz ist verschwunden	Schwarzfärbung	nichts	nichts
REI02	Es wird rotbraun	Es wird schwarz	Es wird bräunlich	Es wird schwarz	Es wird bräunlich	nichts
REI03	Es wird rotbraun	Es wird schwarz	Es wird bräunlich	Es wird schwarz	Es wird bräunlich	nichts
REI04	Der Eisennagel wird verfärbt und sieht aus als würde er rosten	Der Eisennagel wird schwarz. Es sieht aus wie Ruß vom Feuer	Der Kupferdraht wird matt	Der Cu-Draht wird schwarz-grün	nichts	wird etwas dunkler
REI05	Der Eisennagel wird verfärbt und sieht aus als würde er rosten	Der Eisennagel wird schwarz. Es sieht aus wie Ruß vom Feuer	Der Kupferdraht wird matt	Der Cu-Draht wird schwarz-grün	nichts	wird etwas dunkler
REI06	matt	rot	leicht kupferfarben	schwarze Beschichtung	matt, hellgrau	grau unten weiß, oben kupferfarben
REI07	matt, schichtüberzogen, kupferfarben	untere Hälfte weißsilber, obere Hälfte kupferfarben-matt (leichte Verunsicherung)	kupferfarben, leicht dunkel angelaufen	leicht kupferfarben glänzend	matt und grau, hellgrau, als wäre eine Schicht überzogen	schwarz angelaufen, grau-schwarz
REI08	Nagel nimmt eine kupferfarbene Färbung an	ausgeblichen	er wird matt	Grau-Grün-Schwarz-Färbung	Dunkelgrau-Färbung	roter Schimmer
REI09	er nimmt eine kupferfarbene Färbung an	ausgeblichen bzw. heller geworden	es wird matt	Grau-Grün-Schwarz-Färbung	dunkelgrau geworden	roter Schimmer
RWS01	Wird rot und wenn man es abwischt wird es wieder ursprünglich wie es war	---	---	ist wenig schwarz geworden	---	hat sich wenig silber verändert
RWS02	wird kupferrot - hat sich verändert, beim Abwischen der Farbe löst sich die Farbe allmählich	---	---	ist stark verändert und hat die Farbe in schwarz gewechselt	---	hat sich silber verändert und ist heller geworden
RWS03	verfärbt sich kupferrötlich	verfärbt sich schwarz	---	Nagel verfärbt sich schwarz	---	---
RWS04	verfärbt sich kupferrötlich	verfärbt sich schwarz	---	Nagel verfärbt sich schwarz	---	---
RWS07	Hat seine Farbe in rotbraun verändert	nichts passiert	nichts	ist in kurzer Zeit schwarz geworden	---	keine Veränderung
RWS08	Kupferlösung lässt den Eisennagel farblich ändern	nichts	nichts	Die eingetauchte Stelle wird schwarz	nichts	nichts
RWS09	färbt sich Kupfer	---	---	rasch schwarz verfärbt	---	---

RWS10	färbt sich Kupfer	---	---	wird mit einer schwarzen Schicht überzogen	---	---
RWS13	hat sich rosa gefärbt	hat sich schwarz gefärbt	ist dunkler geworden	ist schwarz geworden	---	ist grauer geworden
RWS14	es hat sich in Kupferfarbe verändert	Es hat sich schwarz gefärbt	Es ist dunkler geworden, aber die Farbe bleibt gleich	Es ist schwarz geworden	Es hat sich in schwarze Farbe gefärbt	---
RSPN10	wird dunkler	wird dunkel	wird dunkler	wird schwarz	wird braun-rötlich	wird heller
RSPN11	wird dunkler	wird dunkel	wird dunkler	wird schwarz	wird braun-rötlich	wird heller

Zuordnungen zu Anforderungsniveau 1 (E 1.1) – E 1.2 nicht erfüllt:

Code	Fe / Cu ²⁺	Fe / Ag ⁺	Cu / Fe ³⁺	Cu / Ag ⁺	Ag / Fe ³⁺	Ag / Cu ²⁺
RWS05	Der Eisennagel hat in der Kupferlösung angefangen zu rosten	Der Eisennagel ist matt geworden	---	Der Kupferdraht hat in der Ag ⁺ -Lösung die Farbe schwarz angenommen	---	Der Silberdraht ist leicht Kupfrig geworden
RWS06	Der Eisennagel hat in der Kupferlösung angefangen zu rosten	Der Eisennagel ist wieder matt geworden	---	Der Kupferdraht wurde schwarz	---	Der Silberdraht hat ein bisschen die Farbe von Kupfer angenommen
RWS11	ist leicht verrostet	---	---	Der Teil ist urschwarz geworden	---	hat sich leicht nach Kupfer verfärbt
RWS12	ist leicht verrostet	---	---	schwarz geworden	---	hat sich leicht nach Kupfer verfärbt
RSPN01	gerostet	versilbert	---	schwarz gefärbt	---	---
RSPN02	gerostet	versilbert	---	schwarz gefärbt	---	---
RSPN03	Der Eisennagel bekommt eine Kupferschicht	Der Eisennagel wird versilbert	---	Der Kupferdraht wird versilbert	---	---
RSPN04	Der Eisennagel bekommt eine Kupferschicht	Der Eisennagel wird versilbert	---	Der Kupferdraht wird versilbert	---	---
RSPN12	Nagel rostet	Nagel löst sich auf	Draht wird dunkler	Draht wird schwarz	---	---
RSPN13	Nagel rostet	Nagel löst sich auf	Draht wird dunkler	Draht wird schwarz	---	---
RSPS01	beginnt zu rosten	färbt sich dunkelgrau	---	färbt sich schwarz	kein Eintrag	kein Eintrag
RSPS02	beginnt zu rosten	färbt sich dunkelgrau	---	färbt sich schwarz	kein Eintrag	kein Eintrag
RSPS03	rostet	leicht ...	leicht dunkler	wird schwarz	heller	nichts
RSPS06	es wird braun	er rostet leicht	nichts	er wird schwarz	es passiert nichts	nichts
RSPS07	braun	rostet leicht	nichts	schwarz	nichts	weiß & trocken

Zuordnungen zu Anforderungsniveau 2 (E 1.1) – E 1.2 erfüllt:

Code	Fe / Cu ²⁺	Fe / Ag ⁺	Cu / Fe ³⁺	Cu / Ag ⁺	Ag / Fe ³⁺	Ag / Cu ²⁺
– keine –						

Zuordnungen zu Anforderungsniveau 2 (E 1.1) – E 1.2 nicht erfüllt:

Code	Fe / Cu ²⁺	Fe / Ag ⁺	Cu / Fe ³⁺	Cu / Ag ⁺	Ag / Fe ³⁺	Ag / Cu ²⁺
RSPN05	Es setzen sich Kupferionen auf dem Nagel ab	Silberfarbener Niederschlag	---	Es setzt sich ein schwarzer Niederschlag auf dem Cu-Draht ab	---	---
RSPN06	Es setzen sich Kupferionen auf dem Nagel ab	Silberfarbener Niederschlag auf Eisennagel	---	Es setzt sich ein schwarzer Niederschlag auf dem Cu-Draht ab	---	---
RSPN07	Es setzen sich Kupferionen auf dem Eisennagel ab	silberfarbener Niederschlag. Es setzen sich Ag-Ionen ab	---	Es setzt sich ein schwarzer Niederschlag auf dem Cu-Draht ab	---	---
RSPN08	gerostet	---	leicht gerostet	schwarz geworden => schwarzer Niederschlag	---	---
RSPN09	gerostet	---	leicht gerostet	Der Teil der in der Lösung war, wurde schwarz (schwarzer NS)	---	---

Zuordnungen zu Anforderungsniveau 3 (E 1.1):

Code	Fe / Cu ²⁺	Fe / Ag ⁺	Cu / Fe ³⁺	Cu / Ag ⁺	Ag / Fe ³⁺	Ag / Cu ²⁺
– keine –						

Zuordnungen zum Abschnitt „Vermutungen über den Grund der Veränderung aufstellen (Aufgabe 1)“ – Deskriptoren E 2.1 und E 2.4 auf den Niveaus 1, 2 oder 3

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 2: Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik

Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

Kodierleitfaden:

0	Wurde eine Vermutung/Begründung (nicht nur reine Beobachtung!) notiert?	Nein	Der Deskriptor E2 wird nicht erfüllt
		Ja	<i>weiter bei 1</i>
1	Wurde die Fachsprache richtig verwendet (unabhängig davon, ob die Vermutung/Begründung fachlich korrekt ist)?	Nein	E2 N1
		Ja	<i>weiter bei 2</i>
2	Erfolgte die Zuordnung zu (1) aufgrund der alleinigen Verwendung des Begriffs „Lösung“ und/oder der Verwendung der Ionenschreibweise?	Nein	<i>weiter bei 3</i>
		Ja	E2 N1
3	Wurden zusätzlich korrekte Modelle/Konzepte verwendet?	Nein	E2 N2
		Ja	E2 N3

keine Zuordnung zu E2 (keine Vermutung/Begründung, nur Beobachtung wiederholt):

Code	Beobachtung
REI01	Kupferdraht in Ag+-Lsg / Der Draht wurde am eingetauchten Ende schwarz
REI02	Wenn man den Eisennagel in die Ag+-Lösung taucht, dann färbt er sich langsam schwarz
REI03	Wenn man den Eisennagel in die Ag+-Lösung taucht, färbt er sich schwarz
RWS01	Der Silberdraht hat sich in der Silberlösung verändert. Er ist sehr wenig schwarz geworden. Wenn man es abtrocknet wird es ursprünglich wie es war. Auf dem Tuch bleibt nur noch schwarze Asche
RWS02	Der Silberdraht in der Silberlösung hat sich schwarz-grau verändert. Nach 30sec ca. ist der Draht dick geworden und es haben sich schwarze Asche gebildet
RWS09	Eisennagel verfärbt sich und bleibt auch so. Man kann das Kupfer nicht wegwischen
RWS10	Der Silberdraht wurde in der Silberlösung mit einer schwarzen Schicht überzogen. Der Eisennagel wurde beim eintauchen in die Eisenlösung leicht gelb
RWS13	Eisennagel hat sich in Silberlösung hat es sich schwarz geändert und in Kupferlösung hat es sich rosa gefärbt.
RWS14	Die Eisennagel hat sich in Ag schwarz gefärbt und in Cu hat es sich in Kupferfarbe gefärbt
RSPN12	---
RSPN13	---
RSPS03	Kupferdraht in Silberlösung: Er wird langsam silber bis er komplett silber ist

Zuordnung zu Anforderungsniveau 1 (E2):

Code	Beobachtung
REI04	Cu-Draht in Ag+-Lösung; Wegen einer chemischen Reaktion Schwarzfärbung. Vermutung: Ag+ ist so aggressiv gegenüber dem Cu-Draht, dass er die oberste Schicht verätzt.
REI05	Cu-Draht in Ag+-Lösung; Wegen einer chemischen Reaktion Schwarzfärbung. Vermutung: Ag+ ist so aggressiv gegenüber dem Cu-Draht, dass er die oberste Schicht verätzt.
REI06	Versuch 2 : Unsicherheiten beim Silberdraht in Fe3+-Lösung, wahrscheinlich war er nicht gut poliert
REI07	Bei Versuch 2 sind Unsicherheiten beim Silberdraht aufgetreten. Da wie bei der Beschreibung der Tabelle angegeben Fehler aufgetreten sein können. Der Draht wurde wahrscheinlich nicht richtig mit Stahlwolle poliert. Überreste der Kupferlösung sind am Stab zurückgeblieben. Wiederholung des Versuchs, Ergebnisse auf Rückseite der Tabelle da Platzmangel.
REI08	wir sind zu dem Schluss gekommen, dass der Eisennagel in der Kupferlösung rot geworden ist, weil Eisen rot ist
REI09	wir sind zu dem Schluss gekommen, dass der Eisennagel in der Kupferlösung rot geworden ist, weil Cu rot ist
RWS03	Der Eisennagel in der Silberlösung färbt sich schwarz bzw dunkel. Weil sich der Eisennagel und die andere Lösung nicht vertragen
RWS04	Der Eisennagel in der Silberlösung färbt sich schwarz bzw dunkel. Weil sich der Eisennagel und die andere Lösung nicht vertragen
RWS05	Wir denken, dass der pH-Wert zu niedrig ist und deswegen nicht bewirkt hat.
RWS06	Wir denken, dass der pH-Wert zu niedrig ist und deswegen nicht bewirkt hat.
RWS07	Der Draht ist nicht komplett aus Silber. Dadurch verändert er seine Farbe in schwarz
RWS08	Das Silber wurde vom Draht geputzt und dadurch hat er sich verändert
RWS11	Es ist höchstwahrscheinlich so, dass sich die Stoffe nicht vertragen. (Kupfer in Silberlösung) und vielleicht stimmen die pH-Werte nicht überein
RWS12	Es ist höchstwahrscheinlich so, dass sich die Stoffe nicht vertragen. (Kupfer in Silberlösung) und vielleicht stimmen die pH-Werte nicht überein
RSPN08	Eisennagel in Kupfer-Lösung: Eisen rostet allgemein sehr schnell. Siehe Aufgabe 2
RSPN09	Eisennagel in Kupfer-Lösung: Eisen rostet allgemein sehr schnell. Siehe Aufgabe 2

RSPN10	Versuch 2: Die Metalle haben sich gegenseitig angezogen
RSPN11	Versuch 2: Die Metalle haben sich gegenseitig angezogen
RSPS06	Kupfer wird in AG-Lösung schwarz, weil die Silberlösung schwarzen Belag erzeugt hat
RSPS07	Kupfer wird in Lösung schwarz, weil die Salzlösung schwarzen Belag erzeugt hat.

Zuordnung zu Anforderungsniveau 2 (E2):

Code	Beobachtung
RSPN01	Der Eisennagel hat die Kupferionen an sich gebunden
RSPN02	Der Eisennagel hat die Kupferionen an sich gebunden
RSPN03	Der Kupferdraht wird versilbert, weil der die Silberionen anzieht
RSPN04	Der Kupferdraht wird versilbert, weil der die Silberionen anzieht

Zuordnung zu Anforderungsniveau 3 (E2):

Code	Beobachtung
RSPN05	Eisennagel in Kupferlösung Das Eisen verbindet sich mit den Kupfer-Ionen, weil Eisen unedel ist und sich sehr gerne verbindet
RSPN06	Eisennagel in Kupferlösung Fe verbindet sich mit Cu, weil Fe unedel ist und sich sehr gerne verbindet
RSPN07	Eisennagel in Cu-Lösung: Fe verbindet sich mit Cu weil Fe unedel ist und sich gerne verbindet

Zuordnungen zum Abschnitt „Eisennagel in Kupferlösung (Aufgabe 2)“ – Deskriptor E 1.1 auf den Niveaus 1, 2 oder 3 und E 1.2

Deskriptor und Kodierleitfaden: siehe Abschnitt „Metalle in eigener Lösung (Versuch 1)“

keine Zuordnung zu E 1.1 oder E 1.2 (keine Beobachtung notiert):

Code	Beobachtung
RSPN05	siehe Aufgabe 1 (Das Eisen verbindet sich mit den Kupfer-Ionen, weil Eisen unedel ist und sich sehr gerne verbindet)
RSPN06	siehe Aufgabe 1 (Fe verbindet sich mit Cu, weil Fe unedel ist und sich sehr gerne verbindet)
RSPN07	siehe Aufgabe 1 (Fe verbindet sich mit Cu, weil Fe unedel ist und sich sehr gerne verbindet)

Zuordnung zu Anforderungsniveau 1 (E 1.1), E 1.2 erfüllt:

Code	Beobachtung
REI01	Der Eisennagel wurde am eingetauchten Ende rot.
REI02	Wenn man ihn in die Cu ²⁺ -Lösung taucht, wird er rot-braun
REI03	Wenn man ihn in die Cu ²⁺ -Lösung taucht, wird er rot-braun
REI04	Ich habe den Nagel in die Cu ²⁺ -Lösung getaucht, nach ca 2sec wurde dieser von oben herab bis zur Spitze, die unten in der Lösung war, rot.

REI05	Er hat den Nagel in die Cu ²⁺ -Lösung getaucht, nach ca 2sec wurde dieser von oben herab bis zur Spitze, die unten in der Lösung war, rot.
REI08	Er ist rot geworden.
REI09	Er ist rot geworden.
RWS03	Der Eisennagel verfärbt sich kupferfarbig / rötlich in kurzer Zeit
RWS04	Der Eisennagel verfärbt sich kupferfarbig / rötlich in kurzer Zeit
RWS07	Der Nagel sieht aus als würde er rosten
RWS09	Eisennagel färbt sich kupfer. Man kann es nicht abwaschen
RWS10	Eisennagel färbt sich kupfer und bleibt auch so. Man kann es nicht abwaschen
RWS13	Dass es sich in Kupferfarbe (rosa) gefärbt hat.
RWS14	Wir haben gesehen, dass es sich sehr schnell in Kupferfarbe verändert hat, aber nur das kleine Stück, die in Lösung drin war.
RSPN01	der Eisennagel hat sich rostbraun verfärbt
RSPN02	der Eisennagel hat sich rostbraun verfärbt
RSPN10	Er verändert seine Farbe leicht indem er dunkler wird
RSPN11	der Nagel verändert sie Farbe nur leicht

Zuordnung zu Anforderungsniveau 1 (E 1.1), E 1.2 nicht erfüllt:

Code	Beobachtung
REI06	Der Eisennagel ist stark rotbraun angelaufen. Die Schicht aus Kupfer kann man mit dem Finger nicht runterkratzen und es bleiben keine Rückstände
REI07	Der Eisennagel ist rotrostbraun angelaufen. Es ist eine Kupferschicht entstanden, die mit dem Finger nicht abgerieben werden kann. Es bleiben auf dem Finger keine Rückstände
RWS01	Die Farbe hat sich wenig rot verändert (Kupferrost). Wenn man es abtrocknet, bleibt es so wie es raus gekommen ist.
RWS02	Bei der Beobachtung hat sich der Eisennagel verfärbt und ist zu Kupferfarbe (Kupferrost) geworden.
RWS05	Der Eisennagel ist rostig geworden bzw die Farbe von Kupfer angenommen
RWS06	Der Eisennagel ist rostig geworden bzw die Farbe von Kupfer angenommen
RWS08	Der Nagel wird rostig
RWS11	Der Eisennagel hat die gold-rötliche Farbe des Kupfers angenommen bzw es ist verrostet.
RWS12	Es hat die gold-rötliche Farbe des Kupfers angenommen bzw es ist leicht verrostet.
RSPN12	Der Nagel rostet
RSPN13	Der Nagel rostet
RSPS03	Nagel rostet
RSPS06	Der Eisennagel wird braun und rostet
RSPS07	er wird braun und rostet

Zuordnung zu Anforderungsniveau 2 (E 1.1), E 1.2 erfüllt:

Code	Beobachtung
– keine –	

Zuordnung zu Anforderungsniveau 2 (E 1.1), E 1.2 nicht erfüllt:

Code	Beobachtung
RSPN03	Der Eisennagel bekommt eine Kupferschicht, da er die Kupferionen anzieht
RSPN04	Der Eisennagel bekommt eine Kupferschicht, da er die Kupferionen anzieht
RSPN08	Der Nagel hat einen braunen Niederschlag --> er hat in der Kupferlösung die Kupferionen angenommen und dadurch entsteht der Niederschlag
RSPN09	Der Nagel hat einen bronzenen NS --> er hat in der Kupferlösung die Kupferionen angenommen und --> NS

Zuordnung zu Anforderungsniveau 3 (E 1.1):

Code	Beobachtung
	– keine –

Zuordnungen zum Abschnitt „Begründung: Ursache der Veränderung (Aufgabe 3)“ – Deskriptoren E 2.1 auf den Niveaus 1 oder 2, bzw. S 4.1 auf N1, N2 oder N3

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 2: Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

E 2.1: Ich kann zum Ausgang(Ablauf) von Experimenten Fragen nach (Vermutungen zu) Fakten (auf-)stellen.

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

S 4: Ich kann fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.

S 4.1: Ich kann die aus experimentellen Daten gezogenen Schlüsse fachlich korrekt und folgerichtig begründen.

Kodierleitfaden:

0	Wurde eine vorgegebene Möglichkeit gewählt?	Nein	weiter bei 1
		Ja	E 2.1 wurde auf N1 erfüllt, weiter bei 3
1	Wurde eine eigene Vermutung formuliert?	Nein	Der Deskriptor E 2.1 wurde nicht erfüllt , weiter bei 3
		Ja	weiter bei 2
2	Wurden fachsprachliche Begriffe für die Formulierung richtig eingesetzt?	Nein	E 2.1 wurde auf N1 erfüllt, weiter bei 3
		Ja	E 2.1 wurde auf N2 erfüllt, weiter bei 3
3	Wurde eine fachlich richtige und folgerichtige Erklärung für die Vermutung abgegeben?	Nein	S 4.1 wurde nicht erfüllt
		Ja	weiter bei 4
4	Wurde dafür die Fachsprache korrekt verwendet?	Nein	S 4.1 wurde auf N1 erfüllt
		Ja	weiter bei 5
5	Wurden Modelle für die Erklärung herangezogen?	Nein	S 4.1 wurde auf N2 erfüllt
		Ja	S 4.1 wurde auf N3 erfüllt

Zuordnung zu E 2.1 N1 (Vermutung ausgewählt), **keine Zuordnung zu S 4.1** (Begründung und Ursache passen nicht zusammen, keine Ursache angegeben oder Begründung nicht fachlich korrekt *und* folgerichtig):

Code	Gewählte Ursache	Begründung
RWS02	Gelöste Eisenionen des Nagels haften noch als Schicht daran	Wegen dem polieren des Nagels ist die Eisenanionschicht abgelöst
RWS09	Eisen hat mit dem Kupfer reagiert und ist ev. magnetisch	Die Magnetkraft wurde von der Eisenlösung angezogen, da Wasser ein guter Leiter ist, können sie so übertragen werden.
RWS10	Eisen hat mit dem Kupfer reagiert und ist ev. magnetisch	<i>kein Eintrag</i>
RWS11	Entstandener Rost hat den Nagel überzogen	Weil die Kupferlösung (die Stoffe) die rostliche Farbe an den Nagel abgegeben hat
RWS12	Entstandener Rost hat den Nagel überzogen	Weil die Kupferlösung (die Stoffe) die rostliche Farbe an den Nagel abgegeben hat
RWS13	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	<i>kein Eintrag</i>
RWS14	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	<i>kein Eintrag</i>
RSPN12	Entstandener Rost hat den Nagel überzogen	---
RSPN13	Entstandener Rost hat den Nagel überzogen	---
RSPS03	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen Entstandener Rost hat den Nagel überzogen	Er wird rostfarben, daher muss es die Farbe von Kupfer bzw des Rostes sein
RSPS06	Gelöste Eisenionen des Nagels haften noch als Schicht daran	Weil Kupfer negativ und Eisen positiv ist haftet es auf dem Eisennagel
RSPS07	Gelöste Eisenionen des Nagels haften noch als Schicht daran	wegen der Kupferlösung

Zuordnung zu E 2.1 N1 und S 4.1 N1 (alltagssprachliche Formulierungen, oder falsch angewandte Fachbegriffe):

Code	Gewählte Ursache	Begründung
REI01	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Kupfer ist auch rot und deswegen denke ich, dass diese Antwort richtig ist
REI04	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Da die Reaktion wie eine "Beschichtung" ausgesehen hat.
REI05	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Da die Reaktion wie eine "Beschichtung" ausgesehen hat.
REI08	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Kupfer ist auch rötlich
REI09	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Kupfer ist auch rötlich
RWS01	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Der Kupfer hat einen Stärken stich. Wegen dem pulieren wird es krätzlicher, und weicher
RWS03	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Wenn man den Nagel in die Kupferlösung taucht sieht es so aus als würde er sich mit Kupfer überziehen
RWS04	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Wenn man den Nagel in die Kupferlösung taucht sieht es so aus als würde er sich mit Kupfer überziehen
RWS05	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Weil wenn es rostig wäre könnte man den Nagel nicht so leicht reinigen und die anderen Sachen schließen wir aus
RWS06	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Wenn es rostig wäre, würde man es nicht so leicht weg bekommen u die anderen sachen schließen wir aus.
RWS07	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Weil der Nagel poliert wurde und dadurch das Überziehen durch Kupfer ermöglicht wurde

RWS08	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Weil er in Kupfer war und sich dann die Farbe verändert hat
RSPN01	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	siehe Aufgabe 1 (der Eisennagel hat die Kupferionen an sich gebunden)
RSPN02	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	siehe Aufgabe 1 (der Eisennagel hat die Kupferionen an sich gebunden)
RSPN03	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	siehe oben (Der Eisennagel bekommt eine Kupferschicht, da er die Kupferionen anzieht)
RSPN04	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	siehe oben (Der Eisennagel bekommt eine Kupferschicht, da er die Kupferionen anzieht)
RSPN08	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	siehe Aufgabe 2 (Der Nagel hat einen braunen Niederschlag --> er hat in der Kupferlösung die Kupferionen angenommen und dadurch entsteht der Niederschlag)
RSPN09	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	siehe Aufgabe 2 (Der Nagel hat einen bronzenen NS --> er hat in der Kupferlösung die Kupferionen angenommen und --> NS)
RSPN10	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Kupferionen werden eisdioden angezogen
RSPN11	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Kupferionen werden von Eisenionen angezogen

Zuordnung zu E 2.1 N1 (vorgegebene Antwort ausgewählt) und **S 4.1 N2** (fachsprachliche Formulierung, keine passenden Modelle – nur Ausschluss anderer Möglichkeiten):

Code	Gewählte Ursache	Begründung
REI06	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Rost ist eine Reaktion mit Wasser. Eisenionen sind ausgeschlossen, da der Nagel in einer Kupferlösung war, daher denke ich, dass es mit Kupfer überzogen ist.
REI07	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Rost entsteht durch Oxidation. Wasser, Luft und Witterung beeinflussen diese. Eisenionen wäre verständlich, aber der Nagel war in einer Kupferlösung, dadurch ist die erste Begründung plausibel. Eine andere Erklärung kommt nicht auf.

Zuordnung zu E 2.1 N1 (vorgegebene Antwort ausgewählt) und **S 4.1 N3** (fachsprachliche Formulierung, passende Modelle):

Code	Gewählte Ursache	Begründung
REI02	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Er wird braun, weil sich kleine Kupferteilchen auf dem Nagel absetzen und ihn bräunlich färben. Die Kupfer-Ionen aus der Lösung wandeln sich auf dem Nagel in metallisches Kupfer um.
REI03	Der Nagel hat sich mit metallischem Kupfer überzogen	Er wird braun, weil sich kleine Kupferteilchen auf dem Nagel absetzen und ihn bräunlich färben. Die Kupfer-Ionen aus der Lösung wandeln sich auf dem Nagel in metallisches Kupfer um.

Zuordnung zu E 2.1 N2 (Vermutung fachsprachlich aufgestellt), **keine Zuordnung zu S 4.1** (Begründung nicht fachlich korrekt *und* folgerichtig):

Code	Gewählte Ursache	Begründung
RSPN05	Cu-Ionen haben sich mit dem unedlen Fe ⁺ verbunden	Fe will eine volle Außenschale (Valenzschale) haben
RSPN06	Cu-Ionen haben sich mit dem unedlen Fe ⁺ verbunden	Fe will eine volle Außenschale (Valenzschale) haben
RSPN07	Cu-Ionen haben sich mit dem unedlen Fe ⁺ verbunden	Fe will eine volle Außenschale haben

Zuordnungen zum Abschnitt „Könnte die Reaktion des Eisennagels allein ablaufen (Aufgabe 9)“ – Deskriptor E 2.4 auf den Niveaus 1, 2 oder 3

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E 2: Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.

E 2.4: Ich kann Vermutungen über den Ausgang (Ablauf) eines Experiments begründen.

Kodierleitfaden:

0	Wurde eine Antwort gewählt und sinnvoll begründet?	Nein	Der Deskriptor E 2.4 wurde nicht erfüllt
		Ja	<i>weiter bei 1</i>
1	Wurde dafür die Fachsprache richtig verwendet oder ein Merksatz aus dem Unterricht?	Nein	E 2.4 N1
		Ja	<i>weiter bei 2</i>
2	Wurden komplexe Fachsprache und passende Modelle verwendet?	Nein	E 2.4 N2
		Ja	E 2.4 N3

keine Zuordnung zu E 2.4 (keine sinnvolle Begründung):

Code	Antwort	Begründung
REI01	Nein	Der Nagel kann von alleine nicht rot werden
REI08	Nein	Wie soll er von alleine rot werden????
REI09	Nein	Wie soll er ohne die Lösung rot werden?
RWS01	Ja	Weil sich bei der Beobachtung einiges verändert hat. Und aus eigener Erfahrung und auch von der Schule aus.
RWS02	Ja	Weil sich der Eisennagel in der Elektronenaufnahme verändert. Bei der Beobachtung es sich verändert hat und aus der Schule auch.
RWS11	Nein	Es sind immer andere Stoffe dabei, die das Produkt dauern verändern
RWS12	Nein	Es sind immer andere Stoffe dabei, die das Produkt laufend verändern

Zuordnung zu E 2.4 N1 (alltagssprachliche Begründung):

Code	Antwort	Begründung
REI07	Nein	Es ist eine Reduktion, weil keine Verbrennung (Oxidation) stattfindet, sondern eine Aufnahme eines Metalls. Und diese Reaktion könnte ohne Kupfer oder Eisen nicht ablaufen, weil sich ja Kupfer auf Eisen ablegt. Beim Kupfer bildet sich andauernd eine kupferfarbene matte Schicht. es liegt der Verdacht nahe, dass es eine Reaktion mit Kupfer sein muss. Denn beim Eisen ist es ja auch kupferfarben aber dunkel, weil ja auch das Eisen dunkelfarben ist.
RWS03	Nein	Weil sie beide zusammen vermischt werden müssen
RWS04	Nein	Weil sie beide zusammen vermischt werden müssen
RWS05	Nein	Das denken wir nicht, weil der Nagel nicht rostet sondern mit einer Kupferschicht überzogen wird
RWS06	Nein	Das denken wir nicht, weil der Nagel nicht rostet sondern mit einer Kupferschicht überzogen wird
RWS07	Ja	Weil oxidieren dasselbe wie rosten. Daher kann der Nagel im Regen selbst rosten.
RWS08	Ja	Weil ich schon gesehn habe wie ein Nagel einfach so rostet
RWS09	Nein	Nein, denn in der eigenen Lösung ging es nicht. Es braucht immer eine andere Lösung dazu!
RWS10	Nein	Man braucht immer eine ander Lösung dazu

RWS13	Nein	Es kann sich nicht ohne Lösung von sich selbst verändern
RWS14	Nein	Es kann sich nicht ohne Lösung von sich selbst verändern
RSPN04	Ja	rosten
RSPN05	Nein	Weil eine Oxidation braucht immer mehrere Partner
RSPN07	Nein	Weil eine Reaktion immer 2 Partner braucht und alleine nicht reagieren kann.
RSPN10	Ja	durch Rost
RSPN11	Ja	durch Rost
RSPN12	Nein	wenn es trocken bleibt nicht
RSPN13	Nein	wenn es trocken bleibt nicht

Zuordnung zu E 2.4 N2 (fachsprachliche Begründung):

Code	Antwort	Begründung
REI04	Nein	Die Kupferionen fehlen
REI05	Nein	Die Kupferionen fehlen
REI06	Nein	Es findet keine Verbrennung (Oxidation) statt
RSPN03	Ja	rosten (O ₂)
RSPN06	Nein	Weil eine Reaktion braucht mindestens 2 Partner
RSPN08	Nein	Er kann ohne Kupferionen keine Kupferionen annehmen, wenn keine da sind
RSPN09	Nein	er kann keine Cu ²⁺ -Ionen aufnehmen, wenn keine da sind

Zuordnung zu E 2.4 N3 (fachsprachliche Begründung + passende Modelle):

Code	Antwort	Begründung
REI02	Nein	Das Eisen des Nagels wird in diesem Versuch oxidiert, weil es Elektronen abgibt. Die Kupferionen der Lösung werden reduziert, weil sie Elektronen aufnehmen. Die Reduktion des Eisennagels kann nicht alleine ablaufen, weil Kupfer dafür notwendig ist.
REI03	Nein	Das Eisen des Nagels wird in diesem Versuch oxidiert, weil es Elektronen abgibt. Die Kupferionen der Lösung werden reduziert, weil sie Elektronen aufnehmen. Die Reduktion des Eisennagels kann nicht alleine ablaufen, weil Kupfer dafür notwendig ist.

Zuordnungen zum Abschnitt „Bei welchem Versuch habt ihr noch eine chem. Reaktion beobachtet (Aufgabe 11)“ – Deskriptor E 1.1 auf den Niveaus 1, 2 oder 3, sowie E 1.2 und E 4.2

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

E1: Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.

E 1.1: Ich kann den Verlauf von Experimenten beobachten und beschreiben.

E 1.2: Ich kann zwischen Beobachtung und Interpretation unterscheiden.

E4: Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.

E 4.2: Ich kann Beobachtungen und Ergebnisse von Experimenten/ Messungen interpretieren.

Kodierleitfaden:

0	Wurde eine Beobachtung notiert?	Nein	Deskriptor E 1.1 wird nicht erfüllt
		Ja	<i>weiter bei 1</i>
1	Wurde die Fachsprache richtig verwendet?	Nein	E 1.1 N1
		Ja	<i>weiter bei 2</i>
2	Wurde die Beobachtung unter Verwendung fachsprachlicher Begriffe formuliert („Lösung“ = Alltagssprache) und wurden diese korrekt eingesetzt?	Nein	<i>weiter bei 3</i>
		Ja	E 1.1 N1
3	Wurden komplexe Fachsprache und Modelle verwendet und Verbindungen zu anderen Gebieten hergestellt?	Nein	E 1.1 N2
		Ja	E 1.1 N3

0	Wurden nur Beobachtungen, keine Interpretationen, notiert?	Nein	Deskriptor E 1.2 wird nicht erfüllt , <i>weiter bei 1</i>
		Ja	Deskriptor E 1.2 wird erfüllt , <i>weiter bei 1</i>
1	Wurde als Reaktion Eisen in Kupfer- oder Silberlösung oder Kupfer in Silberlösung ausgewählt?	Nein	Deskriptor E 4.2 wird nicht erfüllt
		Ja	Deskriptor E 4.2 wird erfüllt

keine Zuordnung zu E 1.1, E 1.2 oder E 4.2 (Beobachtung fehlt, kein/falscher Versuch):

Code	Gewählte Reaktion	Beobachtung
RWS09	Eisen + Kupfer	<i>kein Eintrag</i>
RWS10	Eisen + Kupfer	Eisen lässt sich leicht oxidieren
RSPN11	Kupfer + Eisen	wird sehr stark schwarz

Zuordnungen E 1.1 N1, keine Zuordnung zu E 1.2, keine Zuordnung zu E 4.2 (alltagssprachlich; auch Interpretationen; falsche/unklare/fehlende Reaktion):

Code	Gewählte Reaktion	Beobachtung
RWS01	<i>kein Eintrag</i>	Die Kupfer löst sich auf, Asche bleibt. Farbe bleibt gleich bei der Abtrocknung
RWS02	<i>kein Eintrag</i>	Die Kupferlösung löst sich und färbt ab. Asche entsteht.

Zuordnungen E 1.1 N1 und E 1.2 N1, keine Zuordnung zu E 4.2 (alltagssprachlich; nur Beobachtungen; falsche/unklare/fehlende Reaktion):

Code	Gewählte Reaktion	Beobachtung
REI01	Kupferdraht in Fe ³⁺ -Lösung	Glanz ist verschwunden
REI07	Ag ⁺ + Cu ²⁺ Cu ²⁺ + Ag ⁺	leicht kupferfarben, schwarz angelauten
REI08	Silber + Cu-Lösung	roter Schimmer entsteht

REI09	Silberdraht in Cu^{2+} -Lösung	roter Schimmer entsteht
RWS03	Silber + Silberlösung	verfärbt sich dunkelartig
RWS04	Silber + Silberlösung	verfärbt sich dunkelartig
RWS08	Silberdraht + Silberlösung	Es sieht an der eingetauchten Stelle aus, als würde es schimmeln
RWS11	Silber in die Kupferlösung	Es hat die leichte Farbe von Kupfer angenommen
RWS12	Silber in die Kupferlösung	Es hat die leichte Farbe von Kupfer angenommen

Zuordnungen E 1.1 N1 und E 4.2 N1, keine Zuordnung zu E 1.2 (alltagssprachlich; richtige Reaktion; auch Interpretationen):

Code	Gewählte Reaktion	Beobachtung
RSPN03	Metall + Ag^+ -Lösung	Eisennagel wird versilbert
RSPN04	$\text{Fe} + \text{Ag}^+$	Eisennagel wird versilbert

Zuordnungen E 1.1 N1, E 1.2 N1 und E 4.2 N1 (alltagssprachlich; nur Beobachtungen; richtige Reaktion):

Code	Gewählte Reaktion	Beobachtung
REI04	$\text{Cu} + \text{Ag}^+$ -Lösung	Der Draht verfärbt sich nach dem Eintauchen schwarz
REI05	$\text{Cu} + \text{Ag}^+$ -Lösung	es wird schwarz-grünlich. Der Draht verfärbt sich schwarz grün
REI06	Kupferdraht in Ag -Lösung	leicht kupferfarben, schwarz angelaufen
RWS05	Kupferdraht in Silberlösung	Der Kupferdraht hat die Farbe schwarz angenommen
RWS06	Kupferdraht in Silberlösung	Der Kupferdraht wurde schwarz
RWS13	Kupfer in Silberlösung	Der Kupferdraht wird schwarz
RWS14	Kupfer in Silberlösung	Kupferdraht wird ganz dunkel schwarz
RSPN10	Eisen + Kupferlösung	es ist schwarz geworden
RSPN12	Nagel + Ag^+ -Lösung	Nagel löst sich auf
RSPN13	Nagel in Silberlösung	Nagel löst sich auf

Zuordnungen E 1.1 N2, keine Zuordnung zu E 1.2, keine Zuordnung zu E 4.2 (fachsprachlich; auch Interpretationen; falsche/unklare/fehlende Reaktion):

Code	Gewählte Reaktion	Beobachtung
REI02	$\text{Fe} + \text{Fe}^{3+}$	Der Nagel wird dunkler, weil sich Eisenionen auf ihm absetzen und er zu rosten beginnt
REI03	$\text{Fe} + \text{Fe}^{3+}$	Der Nagel wird dunkler, weil sich Eisenionen auf ihm absetzen und er zu rosten beginnt

Zuordnungen E 1.1 N2 und E 1.2 N1, keine Zuordnung zu E 4.2 (fachsprachlich; falsche Reaktion; nur Beobachtung):

Code	Gewählte Reaktion	Beobachtung
RWS07	Silber + Silberionenlösung	sieht nach langer Zeit schimmig aus

Zuordnungen E 1.1 N2 und E 4.2 N1, keine Zuordnung zu E 1.2 (fachsprachlich; richtige Reaktion; auch Interpretationen):

Code	Gewählte Reaktion	Beobachtung
RSPN05	Kupfer + Ag-Lösung	schwarzer Niederschlag
RSPN06	Kupfer + Ag-Lösung	schwarzer Niederschlag auf Cu-Draht
RSPN07	Kupfer + Ag-Lösung	schwarzer Niederschlag entsteht auf Cu-Draht
RSPN08	Kupferdraht + Ag ⁺ -Lösung	schwarzer Niederschlag
RSPN08	Kupferdraht + Ag ⁺ -Lösung	schwarzer NS

Anhang D – Abkürzungsverzeichnis

AECC	Austrian Educational Competence Centre, <i>Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik</i> (aecc.univie.ac.at)
AHS	Allgemeinbildende höhere Schule
BHS	Berufsbildende höhere Schule
BGBI	Bundesgesetzblatt
BIFIE	Bundesinstitutes für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des österreichischen Schulwesens
BMUKK	Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur
HS	Hauptschule
IKM	Informelle Kompetenzmessung
KMK	Kultusminister Konferenz (Deutschland)
KMS	Kooperative Mittelschule; Schulversuch einer Neuen Mittelschule; vor allem an Wiener Hauptschulen durchgeführt
LSI	Landesschulinspektor(in)
NAWI	Naturwissenschaften
NMS	Neue Mittelschule; Schulform der 10- bis 14-Jährigen, die schrittweise die Hauptschulen ablösen soll
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PISA	Programme for International Student Assessment (Internationale Schulleistungsuntersuchungen der OECD)
RG	Realgymnasium (AHS)
SchUG	Schulunterrichtsgesetz

Anhang E – Zusammenfassung / Abstract

Zusammenfassung

In dieser Diplomarbeit werden zwei Experimentalaufgaben analysiert, die vom Entwicklungsteam der österreichischen Bildungsstandards für die naturwissenschaftlichen Fächer für die 8. Schulstufe konzipiert wurden, um die Anwendung dieser Standards im Chemieunterricht zu verdeutlichen.

Die beiden Aufgaben sind als Erarbeitungsaufgaben für den Unterricht gedacht und sollen die Entwicklung der Kompetenzen (die im Kompetenzmodell „NAWI-8“ festgelegt sind) bei Schülerinnen und Schülern fördern. Es sind Beispiele, die Lehrkräfte ohne größere Änderungen direkt für ihren kompetenzorientierten Unterricht verwenden können. Sie sind nicht als Testaufgaben für Standardtestungen konzipiert.

In der Arbeit wird kurz die Entwicklung der Bildungsstandards in Österreich im letzten Jahrzehnt nachgezeichnet und im Speziellen auf die diesbezügliche Entwicklung in den Naturwissenschaften eingegangen. Ebenso wird der Entstehungsprozess des Kompetenzmodells für die Naturwissenschaften in der 8. Schulstufe („NAWI-8“) beleuchtet.

Die beiden Experimentalaufgaben wurden in einer ersten Pilotstudie an mehreren Schulen in Österreich durch die Entwicklungsgruppe getestet. Die Aufgaben wurden von den Schülerinnen und Schülern in Zweierteams bearbeitet. Auf Arbeitsblättern hielten sie die Lösungen und Diskussionen über die durchgeführten Versuche fest. Darüber hinaus wurden während der Bearbeitung der Aufgaben Ton- und Videoaufzeichnungen gemacht.

Die schriftlichen Antworten der Schülerinnen und Schüler bilden die Grundlage dieser Arbeit, in der sie mit Hilfe der *Skalierenden Strukturierung der Qualitativen Inhaltsanalyse* nach Mayring ausgewertet werden. Dabei wird ermittelt, welche Kompetenzen die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler bei der Bearbeitung der Aufgaben zeigten und wo es besondere Schwierigkeiten bei der Bearbeitung gab.

Aufgrund dieser Auswertung konnten jene schwierigen Stellen identifiziert werden und Vorschläge zur Verbesserung der Aufgaben am Ende der Arbeit unterbreitet werden. Zusätzlich werden Probleme bei der Analyse der schriftlichen Antworten, die aufgrund von einzelnen Formulierungen des Kompetenzmodells auftreten, thematisiert.

Abstract

This diploma thesis analyses two laboratory tasks, which were designed by the development team of the new education standards for science classes in Austrian middle schools (age: 14) as an exemplification of the use of these standards in chemistry classes.

Both tasks are meant to help students develop competences (which are named in the competences model “NAWI-8”) during chemistry classes and should offer examples for teachers that can be used with little or no alteration in lessons that focus on building competences. They are not designed to assess students' skills in a standardised testing.

This paper shortly outlines the development and implementation of education standards in Austria throughout the last decade, focusing particularly on the science education standards. Furthermore, it sheds light on the development of the competences model for science classes, called “NAWI-8”.

The standards development team tested the tasks during a pilot study, taking place at multiple schools throughout Austria. In this study students working in pairs were required to fill in worksheets and sum up discussions about the given tasks. Furthermore, they were audio- and videotaped during their work.

This paper is based upon the students' written answers. Those answers are analysed using Mayring's Qualitative Content Analysis of Structured Scaling, measuring the competences the participating students showed during the tasks and highlighting any difficulties they encountered.

Using this data, the tasks' areas of deficiency are recognised and the paper concludes by suggesting possible refinements. Additionally, problems during the analysis of the written answers, which are due to the wording of some parts of the competence model, are discussed.

Anhang F – Lebenslauf

Persönliche Daten



Erich Gabler

Kienmayergasse 31/20

1140 Wien

erich.gabler@borg-neulengbach.at

geboren am 17. 07. 1986

in Amstetten, Niederösterreich

Ausbildung und Berufserfahrung

seit September 2010	Chemielehrer und -kustos am BORG Neulengbach
Sommer 2008, 2009 und 2010	Kinder- und Jugendbetreuer beim Institut für Erlebnispädagogik (Parkbetreuung Margareten)
Oktober 2005 - Juni 2012	Lehramtsstudium in den Unterrichtsfächern Chemie und Biologie & Umweltkunde an der Universität Wien
Oktober 2004 - September 2005	Wehrdienst als Einjährig Freiwilliger in der Waffengattung ABC-Abwehr in Korneuburg
September 2000 - Juni 2004	Besuch der Oberstufe des BRG Waidhofen/Ybbs
September 1992 - Juni 2000	Besuch der Volks- und Hauptschule Euratsfeld

Sonstiges

Sprachen:	Deutsch (Muttersprache) Englisch (fließend in Wort und Schrift) Französisch (Grundkenntnisse)
Zusatzausbildungen:	Lehrgang für Administratoren an der PH NÖ (2012) diverse Erste-Hilfe-Kurse, Rettungsschwimmer diverse Ausbildungen im Feuerwehrdienst (Grundlehrgang, Atemschutz, Strahlenschutz, ...) diverse militärische Ausbildungen (z.B. Gruppen- und Zugskommandantenausbildung, Führungsseminare) ECDL (Juli 2002)