



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

**Wissenstests und Evaluationsentwicklung von Lernpfaden -
Medienvielfalt im Mathematikunterricht
Längsschnitt „funktionale Abhängigkeiten“ (Sekundarstufe I)**

Verfasser

Michael Leitgeb

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Matrikelnummer: 0207490
Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 406 884
Studienrichtung lt. Studienblatt: Unterrichtsfach Mathematik
Betreuer: Dr. Anita Dorfmayr

Wien, 2009

Danksagung

Während des Studiums und dem Verfassen der vorliegenden Arbeit haben mich viele Personen begleitet und unterstützt. Dafür möchte ich mich herzlich bedanken.

Besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mir jederzeit volle Unterstützung entgegengebracht haben und mir immer zur Seite gestanden sind.

Besonderen Dank möchte ich auch meiner Diplomarbeitbetreuerin Dr. Anita Dorfmayr aussprechen, die mich während dem Verfassen dieser Diplomarbeit durch ihr Wissen und ihre Ratschläge toll unterstützt hat.

1) EINLEITUNG.....	5
1.1) Problemstellung	6
2) THEORETISCHE GRUNDLAGEN.....	7
2.1) Evaluationsstandards und deren Berücksichtigung bei der Entwicklung und Durchführung des SchülerInnenfeedbacks	7
2.1.1) Nützlichkeit.....	9
2.1.2) Durchführbarkeit	14
2.1.3) Fairness	16
2.1.4) Genauigkeit.....	19
2.2) Analyse des Lehrplans	24
2.2.1) Lehrstoff der Funktionalen Abhängigkeiten	24
2.2.2) Einsatz von Lernpfade	32
2.3) Grundvorstellungen zu mathematischen Inhalten	34
2.3.1) Grundvorstellungen zu funktionalen Abhängigkeiten	35
2.4) Lerntheorien und deren Berücksichtigung bei der Entwicklung der Wissenstests	41
2.4.1) Die behavioristische Lerntheorie	41
2.4.2) Die kognitivistische Lerntheorie	42
2.4.3) Die konstruktivistische Lerntheorie	43
2.4.4) Ansatz und Orientierung der Wissenstests unter Berücksichtigung der Lerntheorien	45
3) EVALUATION UND EVALUATIONSgegenSTAND.....	46
3.1) Entwicklung des SchülerInnenfeedbacks	46
3.2) Evaluationsgegenstand	57
3.3) SchülerInnenfeedback – Verhalten, Design	67
4) FACHLICHER WISSENSTEST – VERHALTEN UND DESIGN	70
4.1) Richtlinien Online – Wissenstest.....	71
4.1.1) Visuelle Wahrnehmung.....	71
4.1.2) Auditive Wahrnehmung.....	72
4.1.3) Haptische Wahrnehmung	73

4.2) Ausführung und Beschreibung der Wissenstests	74
4.2.1) Wissenstest: Schnittstellen - Lernpfad Volksschule – SEK I	75
4.2.2) Wissenstest: Mikro – Lernpfad Wetter – Temperaturkurven	84
4.2.3) Wissenstest: Mikro – Lernpfad Direkte und indirekte Proportionalität	95
4.2.4) Wissenstest: Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen	101
4.3) Bezug zu den Bildungsstandards	110
4.4) Feedback der Wissenstests	112
4.4.1) Vorbereitung und Umsetzung der Feedbacks	112
5) RESÜMEE UND AUSBLICK	119
Literaturverzeichnis	121
Abstract	124
Lebenslauf.....	125

1) Einleitung

Der Einsatz neuer Medien im Mathematikunterricht nimmt nicht nur durch den gesellschaftlichen Druck sondern auch durch die Möglichkeit Lerninhalte durch den Einsatz von Computern zu vermitteln zu. Der Vermittlung von Wissen durch Lernpfade und der Festigung dieser widmet sich diese Diplomarbeit. Die Lernpfade, auf die sich diese Diplomarbeit stützt, stammen von der Projektgruppe „Medienvielfalt im Unterricht“. Im Gegensatz zu dem Vorgängerprojekt aus dem Jahre 2006 [16] widmen sich alle Lernpfade einem Thema und bilden einen Längsschnitt zum Bereich der funktionalen Abhängigkeiten.

Lernpfade zeichnen sich durch eine lineare Struktur aus. Diese Struktur wird online realisiert, wo sie meist frei zugänglich ist. Neben dem Selbststudium wird der Einsatz von Lernpfaden auch im Mathematikunterricht verwendet. Das Vorwissen, auf dem die Lernpfade aufbauen, werden meist von den LehrerInnen im Regelunterricht gelehrt. Die Entscheidung einen Lernpfad einzusetzen ist auch eine Entscheidung SchülerInnen selbstständig sich mit Lerninhalten zu befassen. Diese Selbstständigkeit kann entweder durch eigenständiges Lernen oder durch Lernen in einer Gruppe ausgeprägt sein. Der/Die LehrerIn nimmt eine passive Rolle ein und bringt sich nur durch technische oder fachliche Unterstützung ein. Eine weitere Rolle des Lehrers besteht darin von den Lernpfaden vorgesehene Arbeits- oder Kontrollblätter bereitzustellen. Es gibt 3 Arten von Lernpfaden, wobei eine davon der Schnittstellen – Lernpfad darstellt. Ein Schnittstellen – Lernpfad wird schulstufenübergreifend oder schulformübergreifend eingesetzt. Der Einsatz eines Schnittstellen – Lernpfads dient dazu einen Übergang zu erleichtern. Dieser Übergang kann durch einen Schulwechsel von der Volksschule in die Sekundarstufe I, den Wechsel von der Sekundarstufe I zur Sekundarstufe II oder den Wechsel von der Sekundarstufe II zur Hochschule beschrieben werden.

Eine 2. Art eines Lernpfades ist der Mikro – Lernpfad. Dieser Lernpfad zeichnet sich durch die Dauer der Bearbeitung aus. Für einen Mikro – Lernpfad werden 4-5 Schulstunden für die Bearbeitung vorgesehen. Wird für die Bearbeitung länger als 5 Stunden gebraucht, spricht man von einem Lernpfad. Für den Einsatz im Unterricht

sind für einen Lernpfad ca. 8 Stunden vorgesehen. Der Umfang im Gegensatz zu einem Mikro – Lernpfad kann dabei auch ein ganzes Schulbuch – Kapitel beinhalten.

1.1) Problemstellung

Die Qualitätssicherung eines Produktes muss an erster Stelle einer professionellen Entwicklung stehen. Um diese zu sichern, bedarf es einer Evaluation des Produktes. Die Entwicklung der Lernpfade und dessen Qualitätssicherung baut auf der Evaluation des Vorgängerprojektes aus dem Jahre 2006 [16] auf. Für die Evaluation des aktuellen Projektes wurde ich von Dr. Anita Dorfmayr im Rahmen meiner Diplomarbeit eingesetzt. Neben der Durchführung eines SchülerInnenfeedbacks wurde auch die Idee einer Überprüfung der SchülerInnen durch Wissenstests geboren. Die Umsetzung wurde neben den SchülerInnenfeedbacks ebenfalls im Zuge dieser Diplomarbeit umgesetzt. Durch den Einsatz von Wissenstests soll auch die Möglichkeit gegeben sein, die Festigung der Lerninhalte zu überprüfen.

Auf <http://mvevaltest08.ph-noe.ac.at> wurden Anfang Juni die Ergebnisse der Entwicklung der Wissenstests und der SchülerInnenfeedbacks präsentiert und stehen ab diesem Zeitpunkt den LehrerInnen zu Verfügung.

2) Theoretische Grundlagen

Im folgenden Kapitel werden die theoretischen Grundlagen beschrieben, die für die Ausarbeitung der Wissenstests und der SchülerInnenfeedbacks benötigt werden. Im ersten Unterkapitel werden die Grundlagen für eine Evaluation näher gebracht. Die SchülerInnenfeedbacks wurden auf Basis der Standards von der Gesellschaft für Evaluation (DeGEval) [12] erstellt.

Kapitel 2.2 beschäftigt sich mit der Berechtigung des Einsatzes der Lernpfade im Mathematikunterricht. Dies umfasst eine Untersuchung des Allgemeinen Lehrplans der AHS [9] und des Lehrplans für Mathematik Sekundarstufe I [8] nach Selbstständigkeit, Einsatz neuer Medien im Mathematikunterricht und dem Vorkommen von funktionalen Abhängigkeiten bezüglich der Sekundarstufe I.

Der Begriff „Funktion“ ist laut Lehrplan für die 8. Schulstufe vorgesehen. Die Begriffsbildung beginnt jedoch schon in der 5. Schulstufe und erstreckt sich bis zur 12. Schulstufe.

Im Kapitel 2.3 werden didaktische Hintergründe von Grundvorstellungen und Fehlvorstellungen näher beleuchtet.

2.1) Evaluationsstandards und deren Berücksichtigung bei der Entwicklung und Durchführung des SchülerInnenfeedbacks

„Evaluation ist die systematische Untersuchung des Nutzens oder Wertes eines Gegenstandes. (...) Die erzielten Ergebnisse, Schlussfolgerungen oder Empfehlungen müssen nachvollziehbar auf empirisch gewonnenen qualitativen bzw. quantitativen Daten beruhen.“

(aus [15], S. 12)

Diese systematische Untersuchung des Nutzens oder Wertes eines Gegenstandes kann durch die Einhaltung der Standards der DeGEval [12] gewährleistet werden.

Um dies durchzuführen sehen diese Standards 4 Eigenschaften vor die eine Evaluation aufweisen soll:

- Nützlichkeit
- Durchführbarkeit
- Fairness
- Genauigkeit

Eine Evaluation muss zu Beginn einen Auslöser haben. Im Falle des erstellten SchülerInnenfeedbacks für die Lernpfade war die Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung der Auslöser. Um eine Durchführung eines Projektes zu rechtfertigen, bedarf es einen Erkenntnisgewinn zu erreichen, Annahmen und Meinungen mit Daten zu untermauern, die Kontrolle, ob die verwendete Methode Erfolg hat und eine Dokumentation, um die Daten zu belegen (vgl. [15], S. 12-28).

Die Berücksichtigung der Standards der DeGEval wird in diesem Kapitel für das SchülerInnenfeedback beschrieben, um konkrete Ansätze aufzuzeigen.

2.1.1) Nützlichkeit

Identifizierung der Beteiligten und Betroffenen

Es gilt vor jeder Evaluation die Betroffenen und Beteiligten einer Evaluation zu eruieren. Die verschiedenen Interessen und Vorstellungen, die bei den Ergebnissen erreicht werden sollen, müssen vor der Planung der Evaluation geklärt werden. Dazu gibt es folgende Fragen zu beantworten.

- Wer führt das Vorhaben durch?
- Wer wird befragt?
- Wer erhält die Ergebnisse?

(Vgl. [15], S. 31-32)

Die Identifizierung der Beteiligten und Betroffenen im Zuge der praktischen Ausarbeitung dieser Diplomarbeit sieht wie folgt aus: Das Vorhaben wird von Michael Leitgeb durchgeführt. Der Auftrag kam von der Projektgruppe „Medienvielfalt im Mathematikunterricht“. Die Befragung richtet sich an SchülerInnen der Sekundarstufe I. Die Ergebnisse des SchülerInnenfeedbacks werden in weiterer Folge in einem Rechenschaftsbericht jedem Interessenten zur Verfügung stehen.

Klärung der Evaluationszwecke

„Es soll deutlich bestimmt sein, welche Zwecke mit der Evaluation verfolgt werden, so dass die Beteiligten und Betroffenen Position dazu beziehen können und das Evaluationsteam einen klaren Arbeitsauftrag verfolgen kann“ (aus [12], S. 24).

Diese deutliche Bestimmung des Zwecks beruht auf den Gegebenheiten des Evaluationsgegenstandes. Nachdem die Zwecke für eine Evaluation fixiert wurden, beginnt der Prozess der Akzeptanz, da ab diesem Zeitpunkt die Ziele, die erreicht werden sollen, feststehen. Diese feststehenden Ziele dienen dem/der

Durchführenden eine Vorstellung davon zu bekommen, was von ihm/ihr erwartet wird. Im Gegenzug dazu gibt es die Möglichkeit der Personen, die evaluiert werden, Kritik zu äußern und etwaige Verbesserungen vorzuschlagen (vgl. [15], S. 32).

Die Zwecke des SchülerInnenfeedbacks sind, um eine Vergleichbarkeit zu erzielen, denen der Evaluation von 2006 angepasst. Diese Evaluation wurde im Zuge des Vorgängerprojektes der Gruppe „Medienvielfalt im Mathematikunterricht“ durchgeführt [16]. Neben der Qualitätsprüfung der Lernpfade soll auch die Akzeptanz dieser bei SchülerInnen eruiert werden. Das Design, Verhalten und der gesamte Eindruck der SchülerInnen von den Lernpfaden soll dazu dienen diese zu verbessern und gegebenenfalls zu erweitern.

Glaubwürdigkeit und Kompetenz des Evaluators/ der Evaluatorin

„Wer Evaluation durchführt, soll persönlich glaubwürdig sowie methodisch und fachlich kompetent sein, damit bei den Evaluationsergebnissen ein Höchstmaß an Glaubwürdigkeit und Akzeptanz erreicht wird“ (aus [12], S. 24).

Der Evaluator muss nach den oben angeführten Kompetenzen ausgewählt werden. Die Ausführung der Evaluation wird von Michael Leitgeb gestaltet und umgesetzt dessen fachliche Kompetenz im Zuge des Studiums der einschlägigen Fachliteratur erworben wurde.

Auswahl und Umfang der Informationen

„Auswahl und Umfang der erfassten Informationen sollen die Behandlung der zu untersuchenden Fragestellung zum Evaluationsgegenstand ermöglichen und gleichzeitig den Informationsbedarf des Auftraggebers und anderer Adressaten und Adressatinnen berücksichtigen“ (aus [12], S. 25).

Die obige Definition der Auswahl und des Umfangs der Informationen fordert nach der Klärung des Zwecks eine exakte Formulierung der nötigen Informationen. Diese

müssen durch einen geeigneten Umfang gewährleisten den Zweck zu beleuchten. Besonders im Hinblick auf die Ressourcen muss der Informationsbedarf geklärt werden.

Das SchülerInnenfeedback orientiert sich an der Evaluation von 2006 des Vorgängerprojekts der Gruppe „Medienvielfalt im Unterricht“ [16]. Diese Orientierung wurde aufgrund der Vergleichbarkeit eingeschlagen.

Transparenz von Werten

„Die Perspektiven und Annahmen der Beteiligten und Betroffenen, auf denen die Evaluation und die Interpretation der Ergebnisse beruhen, soll so beschrieben werden, dass die Grundlagen der Bewertungen klar ersichtlich sind“ (aus [12], S. 25).

Die Perspektiven und Annahmen können unter anderem auch als Zahlen formuliert werden – falls eine Intervallskala vorhanden ist – und deren Durchschnittswert errechnet werden kann. Die Festlegung auf Werte, die erreicht werden sollen, stellt sicher, ob der Zielwert erreicht worden ist oder nicht. Diese Werte dienen zur Interpretation der Auswertung. Man muss sich vorher im Klaren sein, welche Werte zufriedenstellend wären. Die Ergebnisse müssen jedoch streng von der Interpretation getrennt werden, die im Dialog mit anderen Personen des Teams zu geschehen hat, um nicht in den Verruf zu geraten die Statistik selbst verfälscht zu haben (vgl. [15], S. 34).

Vollständigkeit und Klarheit der Berichterstattung

„Evaluationsberichte sollen alle wesentlichen Informationen zu Verfügung stellen, leicht zu verstehen und nachvollziehbar sein“ (aus [12], S. 26).

Um dieser Vorgabe der DeGEval [12] nachzukommen bedarf es eines aussagekräftigen, verständlichen und nachvollziehbaren schriftlichen Berichts, um eine Evaluation erfolgreich zu kommunizieren. Die Vollständigkeit ist nur dann

gegeben, wenn alle Daten, die aufgenommen wurden, auch verwertet werden. Bei der Präsentation der Ergebnisse soll besonders auf die zielgruppengerechte Aufarbeitung Rücksicht genommen werden.

Die Auswertung und Gestaltung des Berichts wird nicht mehr im Zuge dieser Diplomarbeit stattfinden. Geplant und fixiert ist eine Auswertung der Daten des SchülerInnenfeedbacks im Oktober 2009. Die Präsentation der Auswertung erfolgt im Rahmen des Rechenschaftsberichtes.

Rechtzeitigkeit der Evaluation

„Evaluationsvorhaben sollen so rechtzeitig begonnen und abgeschlossen werden, dass ihre Ergebnisse in anstehenden Entscheidungsprozessen bzw. Verbesserungsprozessen einfließen können“ (aus [12], S. 26).

Diese Rechtzeitigkeit der Planung und Durchführung eines Evaluationsvorhabens kann durch Festlegung eines Start- und Endzeitpunkts gewährleistet werden. Eine vorausschauende Planung ist dem Gesamtprozess der Arbeit unterzuordnen. Die empirischen Daten ermöglichen eine stärkere Argumentation für ein Vorhaben.

Die Planung des SchülerInnenfeedbacks hat im Dezember 2008 begonnen. Nach intensiver Beschäftigung mit der Theorie der Evaluation wurde bei einem Treffen der Gruppe „Medienvielfalt im Unterricht“ vom 27.03.2009 bis 29.03.2009 in Amstetten der Startzeitpunkt festgelegt. Dieser Starttermin stand in Abhängigkeit mit der Fertigstellung der Wissenstests. Diese wurden Ende Mai fertig gestellt. Im Anschluss daran wurde in einem Rundschreiben an die TestlehrerInnen der 15.06.2009 als Startzeitpunkt der Evaluierung publiziert. Der Endzeitpunkt wurde mit Oktober fixiert. Dieser Endzeitpunkt wurde gesetzt, um möglichst allen betroffenen Personen die Möglichkeit zu geben an der Evaluation teilzunehmen und orientiert sich an der Publizierung des Rechenschaftsbericht im Dezember 2009.

Nutzung und Nutzen der Evaluation

„Planung, Durchführung und Berichterstattung einer Evaluation sollen die Beteiligten und Betroffenen dazu ermuntern, die Evaluation aufmerksam zur Kenntnis zu nehmen und ihre Ergebnisse zu nutzen“ (aus [12], S. 27).

Diese von der DeGEval [12] geforderte Rücksicht bei der Planung, Durchführung und Berichterstattung bedarf eines effektiven Ablaufs der Evaluation. Diese Effektivität einer Evaluation repräsentiert sich neben einer klar strukturierten und transparenten Gestaltung auch durch den maximalen Nutzen. Die empirischen Daten

sind im Hinblick auf die Zukunft eines Vorhabens heranzuziehen. Eine Nichtbeachtung der gewonnenen Daten macht eine Evaluation nutzlos und führt zu einer geringen Akzeptanz bei den Betroffenen.

Der Nutzen des SchülerInnenfeedbacks liegt darin, mögliche Verbesserungen für die Lernpfade umzusetzen. Die Akzeptanz von Lernpfaden kann geprüft werden und entscheidet in weiterer Folge deren Einsatz. Auf konstruktives Feedback, das schon seinen Ursprung in der Gestaltung der Evaluation hat, kann in nachfolgenden Projekten Rücksicht genommen werden.

2.1.2) Durchführbarkeit

Angemessene Verfahren

„Evaluationsverfahren, einschließlich der Verfahren zur Beschaffung notwendiger Informationen, sollen so gewählt werden, dass Belastungen des Evaluationsgegenstandes bzw. der Beteiligten und Betroffenen in einem angemessenen Verhältnis zum erwarteten Nutzen der Evaluation stehen“ (aus [12], S. 28).

Wie von der DeGEval [12] oben gefordert, gilt es Rücksicht auf die beteiligten und betroffenen Personen zu nehmen und es soll bei der Gestaltung der Evaluation auf folgendes geachtet werden. Neben der Gegebenheit eines Nutzens für den Evaluationsgegenstand soll auch der Nutzen für beteiligte und betroffene Personen ersichtlich sein.

Die Verfahren des SchülerInnenfeedbacks wurden dem Evaluationsgegenstand angepasst. Es wurde darauf geachtet den Fragenkatalog angemessen zu gestalten. Dies bedeutet die Anzahl der Fragen dem Zweck der Evaluation anzupassen. Weiters gilt es für ein angemessenes Verfahren eine rasche und lückenlose Kommunikation zwischen den Beteiligten und Betroffenen aufzubauen.

Diplomatisches Vorgehen

„Evaluationen sollen so geplant und durchgeführt werden, dass möglichst hohe Akzeptanz der verschiedenen Beteiligten und Betroffenen in Bezug auf Vorgehen und Ergebnisse der Evaluation erreicht werden kann“ (aus [12], S. 28).

Um diese hohe Akzeptanz bei allen beteiligten und betroffenen Personen zu erzielen, ist es nötig, die Evaluation nicht zu verzerren oder zu missbrauchen.

Bei der Entwicklung des SchülerInnenfeedbacks musste auf die Personengruppe besondere Rücksicht genommen werden. Die Entscheidung, ob eine freiwillige Teilnahme oder eine verpflichtende Teilnahme stattfinden soll, fiel durch die Wahl des Verfahrens der Evaluation. Die Möglichkeit online ein Feedback zu geben, mit Anonymität aller Betroffenen, würde durch eine verpflichtende Teilnahme zu qualitativ schlechten Daten führen. Beruhend auf der freiwilligen Nutzung eines Lernpfades und anschließende freiwillige Benutzung der Wissenstests, war der Schluss, die Teilnahme der SchülerInnen am Feedback freiwillig zu halten, ein logischer.

Effizienz von Evaluation

„Der Aufwand für Evaluation soll in einem angemessenen Verhältnis zum Nutzen der Evaluation stehen“ (aus [12], S. 29).

Um dieses angemessene Verhältnis herzustellen, bedarf es einer klaren Struktur für die Evaluation, um das Wichtige und Wesentliche zu evaluieren. Die Möglichkeit vielleicht noch zusätzliche Fragen zu stellen, die nicht in Zusammenhang mit dem Evaluationsgegenstand stehen, scheint zwar verführerisch, könnte aber den Umfang sprengen. Durch die klare Formulierung des Zwecks und des möglichen Ziels der Evaluation kann die Effizienz gesteigert werden.

Im SchülerInnenfeedback wurden die zu evaluierenden Bereiche der Evaluation von dem Rechenschaftsbericht 2006 [16] übernommen, da der Evaluationsgegenstand

vergleichbar ist und auch die Vergleichbarkeit der empirischen Daten gewährleistet werden musste.

2.1.3) Fairness

Formale Vereinbarungen

„Die Pflichten der Vertragsparteien einer Evaluation (was, wie, von wem, wann getan werden soll) sollen schriftlich festgehalten werden, damit die Parteien verpflichtet sind, alle Bedingungen dieser Vereinbarung zu erfüllen oder aber diese neu auszuhandeln“ (aus [12], S. 30).

Diese Pflichten wurden wie folgt schriftlich festgehalten. Das SchülerInnenfeedback soll im Rahmen dieser Diplomarbeit durch Michael Leitgeb geschehen. Die Vereinbarung der Durchführung erfolgte im Dezember 2008. Das Verfahren und der Zeitrahmen der Evaluation wurden bei einem Treffen der Projektgruppe „Medienvielfalt im Mathematikunterricht“ Ende März 2009 vereinbart. Die Umsetzung erfolgte ausschließlich durch Michael Leitgeb. Die Kommunikation mit dem Projektteam bezüglich Status und den Aktivitäten der Entwicklung wurde per E-Mail-Verkehr geführt und dokumentiert.

Schutz individueller Rechte

„Evaluationen sollen so geplant und durchgeführt werden, dass Sicherheit, Würde und Rechte der in eine Evaluation einbezogenen Personen geschützt sind“ (aus [12], S. 30).

Die Planung und Durchführung muss unter Berücksichtigung des Datenschutzes erfolgen. Die Privatsphäre der beteiligten und betroffenen Personen muss gewahrt werden. Die Formulierung von Fragen, die Recht und Gesetz verletzen würden, muss im Vorfeld unterbunden werden.

Das SchülerInnenfeedback informiert vor dem Ausfüllen, dass die Befragung anonym abläuft. Die Formulierung der Fragen betreffen ausschließlich lernpfadbezogene Bereiche und fordern keine Angaben, die gegen Recht und Gesetz verstoßen.

Vollständige und faire Überprüfung

„Evaluationen sollen die Stärken und die Schwächen des Evaluationsgegenstandes möglichst vollständig und fair überprüfen und darstellen, so dass die Stärken weiter ausgebaut und die Schwachpunkte behandelt werden können und die Rechte der in eine Evaluation einbezogenen Personen geschützt sind“ (aus [12], S. 31).

Nach dieser Forderung der DeGEval [12] soll die Auswahl der Kriterien unter der Berücksichtigung erfolgen, dass die Aussage sowohl Schwächen als auch Stärken des Evaluationsgegenstandes reflektieren. Eine einseitige Beleuchtung der Stärken oder Schwächen würde weder dem Kriterium der Vollständigkeit noch einer fairen Überprüfung gerecht werden. Durch den möglichen Zusammenhang von den Stärken und Schwächen eines Evaluationsgegenstandes muss nach erfolgter Berücksichtigung der Evaluation darauf geachtet werden, durch Verbesserung von Schwächen nicht eine Verschlechterung der Stärken zu verursachen.

Die Vollständigkeit und faire Überprüfung einer Evaluation lässt sich im Fall des SchülerInnenfeedbacks abschätzen, aber nicht genau planen. Dieser Anspruch kann, wie bei anderen Evaluationen auch, erst nach der Auswertung aller Daten und einer Analyse der Daten gestellt werden.

Unparteiische Durchführung und Berichterstattung

„Die Evaluation soll unterschiedliche Sichtweisen von Beteiligten und Betroffenen auf Gegenstand und Ergebnisse der Evaluation in Rechnung stellen. Berichte sollen ebenso wie der gesamte Evaluationsprozess die unparteiische Position des Evaluationsteams erkennen lassen. Bewertungen sollen fair und möglichst frei von persönlichen Gefühlen getroffen werden“ (aus [12], S. 31).

Somit ist bei der Erstellung des Berichtes darauf zu achten die rein empirisch gewonnen Daten zu verwenden. Die Unabhängigkeit kann nur dann gewährleistet werden, wenn die Erstellung und Auswertung durch ein unabhängiges Evaluationsteam durchgeführt wird. Besonders im Bereich Schule ist diese Unabhängigkeit schwer zu verfolgen, da eine Evaluation in der Schule meist durch einen/eine LehrerIn durchgeführt wird. Evaluation kann auch im kleinen Rahmen einer Klasse stattfinden und aus Zeit- und Kostengründen wird der/die betreffende LehrerIn diese Evaluation selbst gestalten und durchführen.

Die Einhaltung der Standards der DeGEval kann hier hilfreich sein, um eine objektive Berichterstattung abzuliefern.

Die Einbindung von Michael Leitgeb nach Beendigung der Erstellung des Evaluationsgegenstandes für die Evaluation war die Basis für die Unabhängigkeit der Berichterstattung. Da die Auswertung nicht mehr im Rahmen der Diplomarbeit durchgeführt wird, verweise ich hier auf den Rechenschaftsbericht, der voraussichtlich Anfang 2010 auf <http://rfdz.ph-noe.ac.at> erscheinen wird.

Offenlegung der Ergebnisse

„Die Evaluationsergebnisse sollen allen Beteiligten und Betroffenen soweit wie möglich zugänglich gemacht werden“ (aus [12], S. 32).

Diese Offenlegung der Ergebnisse wird, wie bereits erwähnt, im Rahmen des Rechenschaftsberichtes, der online auf <http://rfdz.ph-noe.ac.at> voraussichtlich 2010 publiziert wird, geschehen.

2.1.4) Genauigkeit

Beschreibung des Evaluationsgegenstands

„Der Evaluationsgegenstand soll klar und genau beschrieben und dokumentiert werden, so dass er eindeutig identifiziert und so genau wie möglich zugänglich gemacht werden kann“ (aus [12], S. 33).

Jene geforderte exakte Beschreibung und Dokumentation des Evaluationsgegenstandes finden Sie in Kapitel 3 der vorliegenden Diplomarbeit.

Kontextanalyse

„Der Kontext des Evaluationsgegenstandes soll ausreichend und detailliert untersucht und analysiert werden“ (aus [12], S. 33).

Diese Rahmenbedingungen einer Evaluation lassen auch Auskunft darüber geben, inwiefern ein Vergleich mit einer anderen Evaluation eines ähnlichen Evaluationsgegenstandes möglich ist. Das soziale und politische Klima, sowie die verschiedenen Interessen müssen näher analysiert und untersucht werden. Diese „äußeren“ Bedingungen müssen bereinigt werden, um einen Vergleich zu ziehen (vgl. [15], S. 42).

Die Rahmenbedingungen der aktuellen Evaluation sind ident mit jenen des Vorgängerprojekts von 2006 [16]. Dies war Voraussetzung bei der Entwicklung des SchülerInnenfeedbacks auf die Fragen der letzten Evaluation zurückzugreifen. Da die „äußeren“ Rahmenbedingungen und die Fragestellungen ident sind, ist es nach der Auswertung möglich, Verbesserungen oder Verschlechterungen des Evaluationsgegenstandes zu analysieren.

Beschreibung von Zweck und Vorgehen

„Gegenstand, Zwecke, Fragestellungen und Vorgehen der Evaluation, einschließlich der angewandten Methoden, sollen genau dokumentiert und beschrieben werden, so dass sie identifiziert und eingeschätzt werden können“ (aus [12], S. 34).

Die Dokumentation oben genannten Aspekte hilft den Evaluationsprozess transparent zu gestalten. Neben der schriftlichen Festhaltung der Zwecke, des Gegenstandes, der Fragestellungen und des Vorgehens sind auch Daten über die Stichprobe, die Aufbereitung der Daten und die Verarbeitung der Daten für die Transparenz nötig. Die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse wird durch die Transparenz gesteigert und lässt die aus empirischen Daten gewonnenen Schlussfolgerungen und deren Folgen nachvollziehbar erscheinen.

Die Beschreibung von Zweck und Vorgehen der Evaluation wird in Kapitel 3.1 näher erläutert.

Angabe von Informationsquellen

„Die im Rahmen einer Evaluation genutzten Informationsquellen sollen hinreichend genau dokumentiert werden, damit die Verlässlichkeit und Angemessenheit der Informationen eingeschätzt werden können“ (aus [12], S. 34).

Für die von der DeGEval [12] geforderte Dokumentation der Informationsquellen kann der Fragebogen oder ein anderes Verfahren und die bei der Auswertung erstellten Grafiken herangezogen werden. Die exakte Angabe dieser Quellen und die Transparenz bewirkt eine höhere Akzeptanz eines Berichtes, da die Gewinnung der Erkenntnisse nachvollziehbar ist.

Für das SchülerInnenfeedback stellt die vorliegende Diplomarbeit alle Informationsquellen offen. Diese sind in Kapitel 3.1 detailliert beschrieben. Die

Offenlegung der Daten und Veröffentlichung der Ergebnisse werden im Rahmen des Rechenschaftsberichts, online auf <http://rfdz.ph-noe.ac.at>, publiziert.

Valide und reliable Informationen

„Die Verfahren zur Gewinnung von Daten sollen so gewählt oder entwickelt und dann eingesetzt werden, dass die Zuverlässigkeit der gewonnenen Daten und ihre Gültigkeit bezogen auf die Beantwortung der Evaluationsfragestellungen nach fachlichen Maßstäben sichergestellt sind. Die fachlichen Maßstäbe sollen sich an den Gütekriterien quantitativer und qualitativer Sozialforschung orientieren“ (aus [12], S. 35).

Um die Einhaltung der genannten fachlichen Maßstäbe zu gewährleisten, gilt es im ersten Schritt eine Kernfrage zu formulieren. Diese Kernfrage kann in verschiedene Kriterien getrennt werden. Diese helfen, diese Frage festzumachen. Im nächsten Schritt müssen Indikatoren gefunden werden, welche das jeweilige Kriterium durch gezielte Fragestellungen offen legen (vgl. [15], S. 49).

In Kapitel 3.1 werden die Kriterien formuliert. Die Indikatoren werden durch die gestellten Fragen repräsentiert, die ebenfalls in Kapitel 3.1 zu finden sind.

Systematische Fehlerprüfung

„Die in einer Evaluation gesammelten, aufbereiteten, analysierten und präsentierten Informationen sollen systematisch auf Fehler geprüft werden“ (aus [12], S. 36).

Um einer Verfälschung, wie oben gefordert, vorzubeugen, muss eine systematische Fehlerprüfung durchgeführt werden. Diese beginnt bei der Überprüfung der Fragen auf deren Stil, Rechtschreibung und richtige Zuordnung. Weiters muss eine Plausibilitätsprüfung der eingegebenen Daten vollzogen werden, um die Ergebnisse nachvollziehbar zu machen. Bei der Verwendung eines Fragebogens muss besondere Rücksicht auf die richtige Codierung der Kästchen, die angekreuzt werden können, genommen werden. Parallelerfassungen können ebenfalls zur

Fehlerprüfung herangezogen werden. Diese stellen fest, ob „zufällige“ oder valide Ergebnisse zu erzielen sind. Fehler können die gesamte Evaluation diskreditieren (vgl. [15], S. 43).

Bei der Vorbereitung des SchülerInnenfeedbacks wurde das Projektteam gebeten, die Evaluation zu kontrollieren. Durch diese Kontrolle konnten im Vorfeld Fehler erkannt und beseitigt werden. Die Rechtzeitigkeit einer solchen Kontrolle gewährleistet den Zeitrahmen der Evaluation einzuhalten.

Analyse qualitativer und quantitativer Informationen

„Qualitative und quantitative Informationen einer Evaluation sollen nach fachlichen Maßstäben angemessen und systematisch analysiert werden, damit die Fragestellungen der Evaluation effektiv beantwortet werden können“ (aus [12], S. 36).

Die Verfahren, die zur Auswertung und Analyse verwendet werden, müssen dem Verfahren der Datenerhebung angepasst werden, um die oben genannte angemessene systematische Analyse zu gewährleisten. Besonders auf die bevorzugten Tools der auswertenden Person kann keine Rücksicht genommen werden, falls sich diese als nicht effektiv oder aussagekräftig verwenden lassen. Besonders bei der Anwendung von Regeln und Methoden ist die exakte Vorgehensweise verständlich für jeden Interessenten zu formulieren.

Bei der Erstellung des SchülerInnenfeedbacks wurde auf eine logische Codierung der Antworten Rücksicht genommen. Die aufgrund der großen TeilnehmerInnenanzahl hauptsächlich verwendete Intervallskala lässt sich mit Hilfe eines Tabellenkalkulations- oder eines Statistikprogramms auswerten und dokumentieren. Bei der Skalierung wurde darauf geachtet keine ungerade Auswahl zu verwenden. Dies bedeutet, dass bei einer Skalierung mit trifft ganz zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu und trifft gar nicht zu eine Tendenz zu einer positiven oder negativen Beurteilung Auskunft gegeben wird. Die Möglichkeit eine Frage nicht zu

beantworten ist ebenfalls möglich und fließt aufgrund der Vollständigkeit ebenfalls in die Auswertung und Analyse ein.

Begründete Schlussfolgerungen

„Die in einer Evaluation gezogenen Folgerungen sollen ausdrücklich begründet werden, damit die Adressatinnen und Adressaten diese einschätzen können“ (aus [12], S. 37).

Diese in einer Evaluation gezogenen Folgerungen stellen die letzte Hürde für die Glaubwürdigkeit einer Evaluation dar. Wenn die Auswertung und Analyse nach allen Standards erstellt worden ist, jedoch die Schlussfolgerungen nicht auf den erhaltenen Daten und Fakten beruhen, wird die Evaluation keiner Prüfung bestehen. Es ist daher wichtig bei der Schlussfolgerung explizit auf die Daten und Fakten zu verweisen, um jeglichen Zweifel zu untergraben.

Schlussfolgerungen des SchülerInnenfeedbacks werden im Zuge des Rechenschaftsberichts, online auf <http://rfdz.ph-noe.ac.at>, dargelegt.

Meta – Evaluation

„Um Meta – Evaluationen zu ermöglichen, sollen Evaluationen in geeigneter Form dokumentiert werden“ (DeGEval 2008, S. 37).

Diese zu erstellende Evaluation der Evaluation (Meta-Evaluation) kann einerseits die Gründe für ein Misslingen aufzeigen, aber sie können auch die Berechtigung einer Evaluation, die zu Unrecht verurteilt wurde, sicherstellen.

2.2) Analyse des Lehrplans

In den Kapiteln 2.2.1 und 2.2.2 werde ich, durch die Analyse des allgemeinen Lehrplans der AHS [9] und des Lehrplans für die Sekundarstufe I für Mathematik [8], die Berechtigung des Einsatzes von Lernpfaden im Mathematikunterricht untersuchen. Folgende 2 Fragen werden für diese Berechtigung beantwortet:

- Befassen sich die Lernpfade mit dem Lehrstoff des Lehrplans für die Sekundarstufe I [8], der im Zusammenhang mit den funktionalen Abhängigkeiten steht?
- Gibt es Hinweise im allgemeinen Lehrplan der AHS [9] und im Lehrplan für Mathematik der Sekundarstufe I [8] auf eigenständiges Lernen und den Einsatz neuer Medien im Mathematikunterricht?

2.2.1) Lehrstoff der Funktionalen Abhängigkeiten

5. Schulstufe

„1.1 Arbeiten mit Zahlen und Maßen [...]“

- anhand von Teilern und vielfachen Einblicke in Zusammenhänge zwischen natürlichen Zahlen gewinnen“ (aus [8], S. 4-5)

Mathetti



Eine 250g Packung Mathetti enthält meist 300 einzelne Salzstangerln. Die Salzstangen sollen gerecht aufgeteilt werden.

Überlege:

- Wie viele einzelne Salzstangerln bekommen 2 Personen?
Kontrolle:

Partner/innenarbeit: Vervollständigt gemeinsam die Tabelle!

- Zum Eintragen eines Wertes, klicke mit einem Doppelklick in die gewünschte Zelle B2, B3, B4, ...
- Trage den Wert z. B.: mit = 7117 dort ein!

	A	B	C
1	Anzahl der Personen	Salzstangerl pro Person	
2	1	0	Nochmals!
3	2	0	Nochmals!
4	3	0	Nochmals!
5	4	0	Nochmals!
6	5	0	Nochmals!
7	6	0	Nochmals!
8			
9			

Erstellt mit [GeoGebra](#)

Überlege:

- Wovon hängt die Anzahl der erhaltenen Salzstangen ab?
Kontrolle:

Abbildung 1: Aufgabe vom Schnittstellen - Lernpfad Volksschule- SEK I (aus [5])

In dieser Aufgabe (siehe Abbildung 1) sollen die SchülerInnen mit Hilfe des Teilens einer Salzstangenpackung die Aufteilung dieser auf eine bestimmte Anzahl von Personen bestimmen. Die SchülerInnen sollen die Auswirkung auf die Anzahl der Salzstangen, die eine Person bekommt, durch die steigende Anzahl der Personen in der Tabelle ausfüllen.

„1.2 Arbeiten mit Variablen [...]

- Mit Variablen allgemeine Sachverhalte beschreiben können, zB gleichartige Rechenabläufe, die sich nur durch unterschiedliche Zahlen unterscheiden, oder allgemeine Beziehungen zwischen Größen, [...]" (aus [8], S. 5)

Wiese 1

Du befindest dich auf einer rechteckigen Wiese. Von dieser Wiese kennst du nur einige Größen und andere fehlen. In der angeführten Tabelle siehst du die gegebenen und die fehlenden Teile.

**a ... Länge der Wiese, b ... Breite der Wiese,
A ... Fläche des Rechtecks, u ... Umfang des Rechtecks**

Alle Längen sind in Meter (m) angegeben.

Beachte beim Arbeiten mit dem dynamischen Arbeitsblatt folgende Informationen:

- Du kannst den **Punkt C** an eine beliebige Stelle ziehen.
- Die Seitenlängen der rechteckigen Wiese können aus der Zeichnung abgelesen werden - Angabe in Meter (m)!
- Du kannst immer den Umfang u und den Flächeninhalt A ablesen.

Stelle durch Ziehen des **Punktes C** deine Wiese so ein, dass du die fehlenden Größen in der jeweiligen Zeile in der Tabelle richtig ausfüllen kannst.

Arbeitsblatt

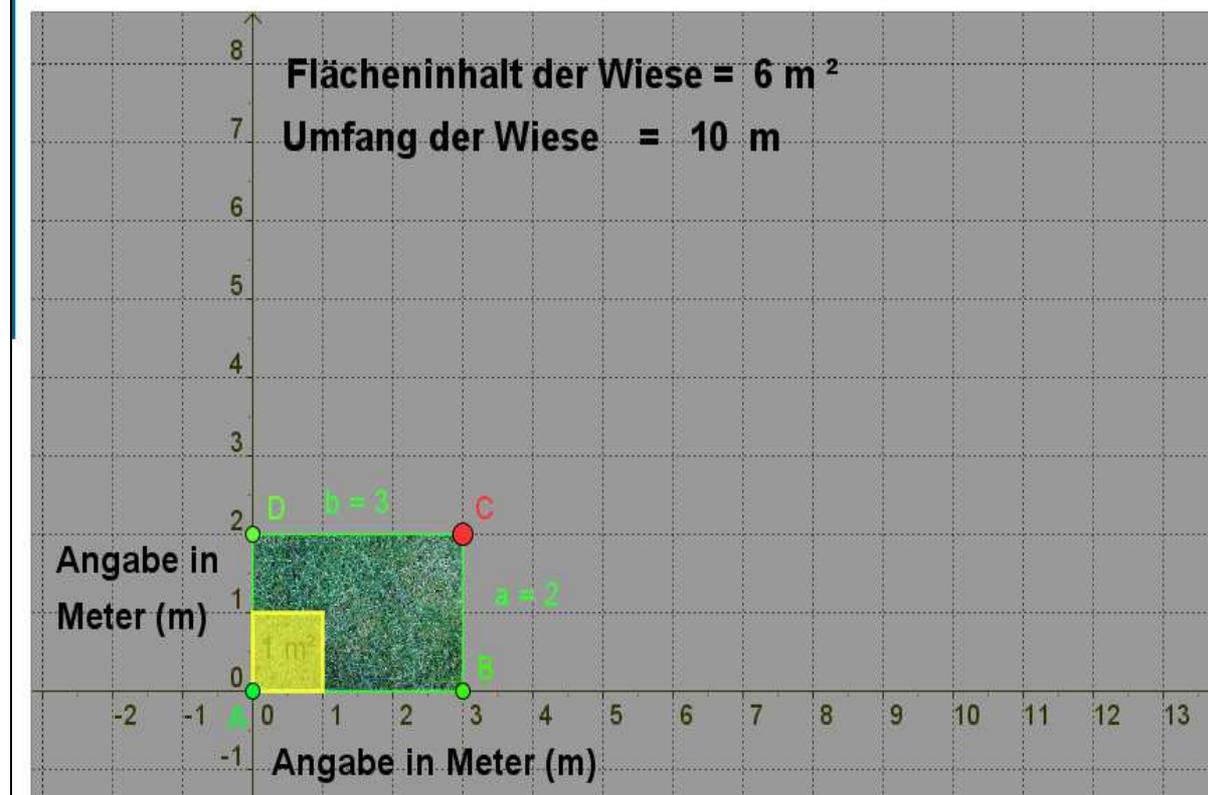


Abbildung 2: Aufgabe vom Schnittstellen – Lernpfad Volksschule – SEK I (aus [5])

Die Beziehung zwischen Größen wird in folgender Aufgabe (siehe Abbildung 2) durch die Abhängigkeit des Umfangs und des Flächeninhaltes von den Seiten a und b gezeigt.

„1.4 Arbeiten mit Modellen, Statistik [...]

- direkte Proportionalitäten erkennen (zB Warenmenge-Geld, Zeit-Weg)“ (aus [8], S. 5)

Wie viele Wasserbälle passen in ein Schwimmbecken?

Ein Schwimmbecken mit einer Länge von 70 dm und einer Breite von 30 dm hat eine Wasseroberfläche von 2100 dm^2 .



Überlege:

- Wovon hängt die Anzahl der Bälle im Schwimmbecken ab?
Kontrolle:
Die Anzahl Wasserbälle im Schwimmbecken hängt von der Größe der Wasserbälle ab!
- Formuliert mit Worten, wie sich die Anzahl der Bälle im Schwimmbecken zur Größe der durch einen Wasserball bedeckten Oberfläche verhält.
Kontrolle:
Je größer der Wasserball, desto weniger Wasserbälle werden gebraucht! Je kleiner der Wasserball, desto mehr Wasserbälle werden gebraucht!

Abbildung 3: Aufgabe vom Schnittstellen – Lernpfad Volksschule – SEK I (aus [5])

Durch die Frage, wie sich die Anzahl der Bälle im Schwimmbecken zur Größe der durch einen Wasserball bedeckten Oberfläche verhält, aus der obigen Aufgabe (siehe Abbildung 3), folgt der Einstieg Proportionalitäten zu erkennen. Die „Je mehr desto weniger“ – Formulierung kann schon als Ausblick zu den indirekten Proportionalitäten gesehen werden, die aber im obigen Kontext durchaus ihre Berechtigung hat.

6. Schulstufe

„2.4 Arbeiten mit Modellen, Statistik [...]“

- charakteristische Kennzeichen von indirekten und direkten Proportionalitäten an Beispielen angeben können, [...]“ (aus [8], S. 6)

Durch obige Aufgabe (siehe Abbildung 3) werden den SchülerInnen durch „Je mehr desto weniger“ und „Je weniger desto mehr“ Formulierungen, die charakteristischen Kennzeichen von Proportionalitäten näher gebracht.

„- entsprechende graphische Darstellungen lesen, anfertigen und kritisch betrachten können, [...]“ (aus [8], S. 5)

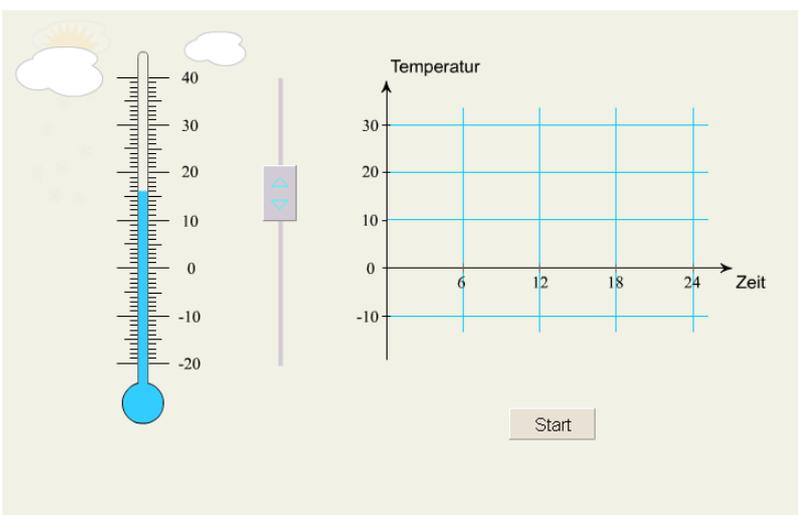
Wettervorhersage

Homer Simpson liest die Wettervorhersage für Springfield:

Am Morgen kann es leicht regnen und die Frühtemperaturen betragen zwischen 8 und 10 Grad. Am Vormittag lässt der Regen nach und die Temperaturen bewegen sich am Nachmittag zwischen 18 und 20 Grad. Die Nacht beginnt mit einigen Wolken, es sollte aber weitgehend trocken bleiben. Die Temperaturen gehen auf 10 bis 12 Grad zurück.

Wie könnte sich die Temperatur laut dieser Wettervorhersage entwickeln?

1. Erstelle am Computer ein Diagramm und drucke es aus!
2. Zeichne das Diagramm handisch auf [dieses Arbeitsblatt!](#)
3. Vergleiche in der Gruppe eure Temperaturkurven und diskutiere:
 - Wo sind die Unterschiede? Was habt ihr gleich gemacht? Warum unterscheiden sich eure Kurven?



© Franz Embacher, 2008

Abbildung 4: Aufgabe vom Mikro - Lernpfad Temperaturkurven (aus [3])

Das Lesen und Anfertigen von graphischen Darstellungen wird durch die obige Aufgabe (siehe Abbildung 4) geübt. In dieser Aufgabe gilt es eine Temperaturkurve mit Hilfe des Schiebereglers zu erstellen. Durch den Vergleich mit anderen Gruppen wird die Lesbarkeit eines Diagramms geübt.

7. Schulstufe

„3.4 Arbeiten mit Modellen, Statistik[...]

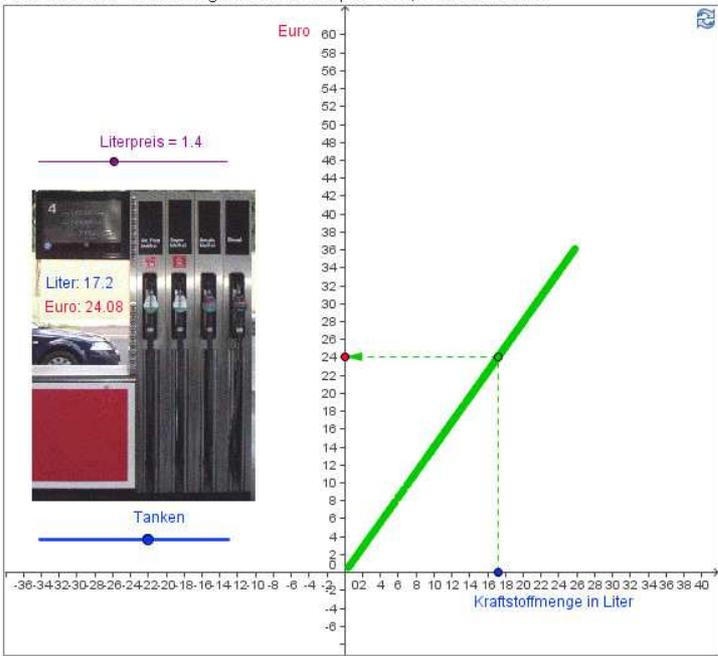
- funktionale Abhängigkeiten erkennen, formelmäßig und graphisch darstellen“ (aus [8], S. 7).

Tanken 4

Du hast beim Zeichnen von Diagrammen die Abhängigkeit der Preises (y) von der Anzahl der getankten Liter (x) grafisch dargestellt.

a) Wie kannst du den jeweiligen Preis (y) in Abhängigkeit von der Anzahl der getankten Liter berechnen? Findest du dafür eine Formel? Verwende dazu das Applet. Blende die Spur ein.

Stelle mit dem Schieberegler für den Literpreis € 1,2 ein und tanke.



Nach einer Idee von Jürgen Roth. Erstellt mit [GeoGebra](#)

Kontrolle:
 Preis = 1,2 · Anzahl der getankten Liter.
 $y = 1,2 \cdot x$

Abbildung 5: Aufgabe vom Mikro - Lernpfad Direkte und indirekte Proportionalität (aus [18])

Die in Abbildung 5 gezeigte Aufgabe beginnt durch die Abstraktion des Preises mit y eine formelmäßige Darstellung einer funktionalen Abhängigkeit herzustellen. Durch die Festsetzung eines Literpreises wird eine Abhängigkeit des Preises durch die Anzahl der getankten Liter gezeigt.

8. Schulstufe

„4.2 Arbeiten mit Variablen [...]

- *durch das Arbeiten mit funktionaler Abhängigkeiten einen intuitiven Funktionsbegriff erarbeiten*“ (aus [8], S. 7).

Die in Abbildung 5 gezeigte Aufgabe hilft einen intuitiven Funktionsbegriff zu erarbeiten.

„4.4 Arbeiten mit Modellen, Statistik [...]

- *funktionale Abhängigkeiten untersuchen und darstellen;*“ (aus [8], S. 7).

Ordne zu: Gleichung - Graph
Zuordnungsübung

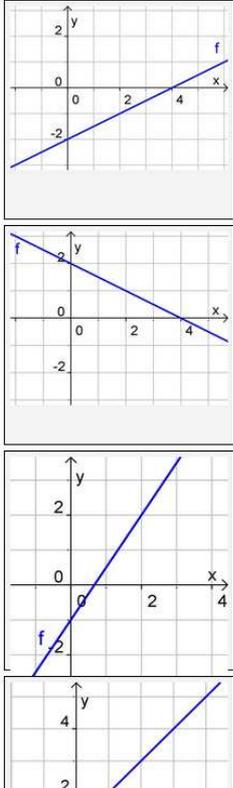
Ordne der Funktion den passenden Graphen zu! Kontrolliere zum Schluss!
Wiederhole die Übung mehrmals!

Kontrolle

f. $y = -0,5 \cdot x + 2$

f. $y = x + 1$

f. $y = 0,5 \cdot x - 2$



The four graphs are as follows:

- Graph 1: A coordinate system with x-axis from 0 to 4 and y-axis from -2 to 2. A blue line labeled 'f' passes through (0, 2) and (4, 0).
- Graph 2: A coordinate system with x-axis from 0 to 4 and y-axis from -2 to 2. A blue line labeled 'f' passes through (0, 2) and (4, 0).
- Graph 3: A coordinate system with x-axis from 0 to 4 and y-axis from -2 to 2. A blue line labeled 'f' passes through (0, -2) and (4, 0).
- Graph 4: A coordinate system with x-axis from 0 to 4 and y-axis from -2 to 2. A blue line labeled 'f' passes through (0, -2) and (4, 0).

Abbildung 6: Übung vom Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen (aus [7])

Die Lernpfade ermöglichen es auch sich selbst zu testen. Für diesen Zweck wird Hot Potatoes (<http://www.hotpotatoes.de/>) eingesetzt. In der obigen Übung (siehe Abbildung 6) sollen durch Zuordnung von Graphen zu den Funktionsgleichungen die Kenntnisse der graphischen Darstellung einer Funktion getestet werden.

2.2.2) Einsatz von Lernpfade

Der Einsatz von Lernpfaden im Unterricht fördert in erster Linie die selbstständige Bearbeitung von vorgegebenen Themen. Durch Gruppenarbeit und Einzelarbeit ist es möglich Themen zu erarbeiten. Ein weiterer Aspekt von Lernpfaden besteht im Einsatz von neuen Medien.

Der Aspekt des selbstständigen Lernens ist wie folgt im allgemeinen Lehrplan der AHS zu finden:

- *„Zur Vermittlung fundierten Wissens als zentraler Aufgabe der Schule sollen die Schülerinnen und Schüler im Sinne eines lebensbegleitenden Lernens zur selbstständigen, aktiven Aneignung, aber auch zu einer kritisch – prüfenden Auseinandersetzung mit dem verfügbaren Wissen befähigt und ermutigt werden“ (aus [9], S. 2).*
- *„Den Schülerinnen und Schülern ist Gelegenheit zu geben, selbst Gestaltungserfahrungen zu machen und über Sinne führende Zugänge mit kognitiven Erkenntnissen zu verbinden“ (aus [9], S. 4).*
- *„Auch durch bloße Übernahme von Erfahrungen anderer können das Wissen, Können und Erleben erweitert werden. Im Unterricht ist durch das Schaffen einer entsprechenden Lernatmosphäre – nicht zuletzt auf Grund der wachsenden Bedeutung dynamischer Fähigkeiten – die selbsttätige und selbstständige Form des Lernens besonders zu fördern. Dafür bieten sich auch projektartige und offene Lernformen an“ (aus [9], S. 6).*

Der Aspekt des Einsatzes neuer Medien ist wie folgt im allgemeinen Lehrplan der AHS zu finden:

- *„Die Vorbereitung auf das private und öffentliche Leben (insbesondere die Arbeits- und Berufswelt) hat sich an wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit, sozialem Zusammenhalt, einer für beide Geschlechter gleichen Partizipation*

und ökologischer Nachhaltigkeit zu orientieren. Dabei sind auch Risiken und Chancen der neuen Technologien zu berücksichtigen“ (aus [9], S. 4).

- *„Die Natur als Grundlage des menschlichen Lebens tritt in vielfältiger, auch technisch veränderter Gestalt in Erscheinung. Die Kenntnisse über die Wirkungszusammenhänge der Natur sind als Voraussetzung für einen bewussten Umgang und die Nutzung mit Hilfe der modernen Technik darzustellen.
Verständnis für Phänomene, Fragen und Problemstellungen aus den Bereichen der Mathematik, Naturwissenschaften und Technik bilden die Grundlage für die Orientierung in der modernen, von Technologie geprägten Gesellschaft“ (aus [9], S. 4).*

Auf die Verwendung neuer Medien geht die Bildungs- und Lehraufgabe der Mathematik wie folgt ein:

- *„Grundsätzlich sind schon ab der 1. Klasse Einsatzmöglichkeiten zur planmäßigen Nutzung von elektronischen Hilfen beim Bearbeiten von Fragestellungen der Mathematik und als informationstechnische Hilfe (in Form von elektronischen Lexika, Statistiken, Fahrpläne, Datenbanken,...) gegeben. Die Möglichkeiten elektronischer Systeme bei der Unterstützung schülerzentrierter, experimenteller Lernformen sind zu Nutzen. Das kritische Vergleichen von Eingaben und Ausgaben bei verschiedenen Programmen und Geräten bezüglich der Problemstellung kann zum Entwickeln eines problem- und softwareadäquaten Analysierens, Formulierens und Auswertens beitragen“
(aus [9], S. 4).*

Die Berechtigung des Einsatzes von Lernpfaden im Mathematikunterricht wurde durch obige Analyse gewährleistet, da eindeutige Hinweise zu beiden Aspekten in den Lehrplänen [8] [9] zu finden sind. Ein Einsatz ist aufgrund der Zeiteinteilung jedoch nur begleitend zum „normalen“ Unterricht möglich. Die selbstständige Arbeit

und das Beschäftigen mit neuen Medien gilt es jedoch, aufgrund der gesellschaftlichen Veränderung zu Selbstständigkeit und zum vermehrten Einsatz neuer Technologien, zu forcieren. Der Zugang von Lernpfaden durch interaktive Aufgaben hat jedoch den Vorteil mit dem Lehrstoff zu experimentieren, um somit eine neues Bewusstsein der SchülerInnen gegenüber der Mathematik zu erreichen.

2.3) Grundvorstellungen zu mathematischen Inhalten

„Zentrale Probleme des alltäglichen Mathematikunterrichts liegen in der gegenseitigen Verständigung: Inhalte und Methoden, die der Lehrer glaubt erklärt zu haben, werden vom Schüler oft als „unverständlich“ oder „sinnlos“ empfunden“ (aus [22], S. 10).

Dies führt dazu, dass Symbole und Begriffe für SchülerInnen oft eine falsche Deutung bekommen *„als sie im Sinne der Sache adäquat wären“* (aus [22], S. 10). Daraus entsteht eine Fehlvorstellung und kann dazu führen, dass die SchülerInnen aufgeben die mathematischen Symbole und Begriffe mit Bedeutung zu füllen. *„Ein Weg, dennoch „erfolgreich durch den schulischen Mathematikunterricht zu kommen, steht dann in der Regel trotzdem bereit“* (aus [22], 10). Das Auswendiglernen von Formeln und Rechenwegen ermöglicht es Aufgaben, wie sie häufig in Schulbüchern zu finden sind, zu lösen. Diese „Kochrezepte“ haben allerdings den Nachteil die notwendigen Antworten auf Verständnisfragen zu liefern.

„Wichtig für die Vermittlung zwischen Mathematik und Realität ist daher die Ausbildung tragfähiger 'mentaler Modelle für mathematische Begriffe' (wie sie Freudenthal 1983 nennt) oder kurz: die Ausbildung von Grundvorstellungen mathematischer Begriffe und Verfahren“ (aus [21], S. 5).

Die Entwicklung von Grundvorstellungen und die Vorstellung des Konzepts von Grundvorstellungen in Bezug zur funktionalen Abhängigkeit werden im folgenden Kapitel 2.3.1 näher ausgeführt.

2.3.1) Grundvorstellungen zu funktionalen Abhängigkeiten

„Der vielleicht wichtigste Kritikpunkt an unserem heutigen Mathematikunterricht besteht darin, dass er sich zu sehr an der Vermittlung von Standardverfahren orientiert, während der Erwerb von flexibel anwendbaren mathematischen Fähigkeiten eher zu kurz kommt“ (aus [21], S. 4).

Besonders bei Funktionen denken viele an „Kurvendiskussion“ und die technischen Schritte, wie diese abzuarbeiten sind. Der Aufbau des Funktionsbegriffs zieht sich jedoch wie ein roter Faden von der Unterstufe bis hin zur Oberstufe. Und erst ab dem 8. Schuljahr wird der Funktionsbegriff eingeführt (vgl. [13], S. 4).

Um Grundvorstellung bzw. Fehlvorstellung näher zu erläutern, werden an dieser Stelle die Begriffe „Mathematische Grundbildung“ und „Modellbildung“ näher beschrieben.

„Mathematische Grundbildung [wird] nicht über Formelanwendungen oder technische Rechenverfahren definiert, sondern über die Rolle, die der Mathematik als Werkzeug zur Modellierung und geistigen Gestaltung der Umwelt zukommt“ (aus [21], S. 4).

SchülerInnen müssen erkennen und verstehen, welche Rolle die Mathematik in der Welt spielt. Also die Möglichkeit reale Situationen zu mathematisieren und die daraus gewonnen Konsequenzen für die reale Welt zu validieren. Weiters sollen auch SchülerInnen *„begründete mathematische Urteile“* (aus [21], S. 5) abgeben können und somit die Sprache der Mathematik gezielt einsetzen (vgl. [21], S. 5).

Die Grundbildung vom funktionalen Denken beginnt schon in der 5. Schulstufe und begleitet die SchülerInnen bis hin zur Reifeprüfung und für manche hat sie noch große Bedeutung in deren Studium.

Das Ziel ist es den SchülerInnen die Mathematik als wichtigen Teil ihres Lebens zu erkennen und auch zu verstehen zu geben. Besonders die Mathematik der Unterstufe wird im täglichen realen Leben der SchülerInnen eine wichtige Rolle einnehmen. Prozentrechnen oder auch Funktionen seien hier als wichtige Beispiele genannt.

Funktionen und ihre Darstellungsformen, wie z.B. der Graph, finden sich im täglichen Leben der SchülerInnen. Das Verstehen und die richtige Interpretation eines Graphen ermöglichen in vielen Fällen u.a. Artikeln in Zeitungen kritisch zu begegnen.

Um aber Grundvorstellungen ausprägen zu können, bedarf es des Einsatzes der Modellbildung aufgrund ihres zyklischen Verarbeitens des Lernstoffs. Das Mathematisieren von der realen Situation und ihre Konsequenzen werden in folgender Grafik (siehe Abbildung 7) dargestellt:

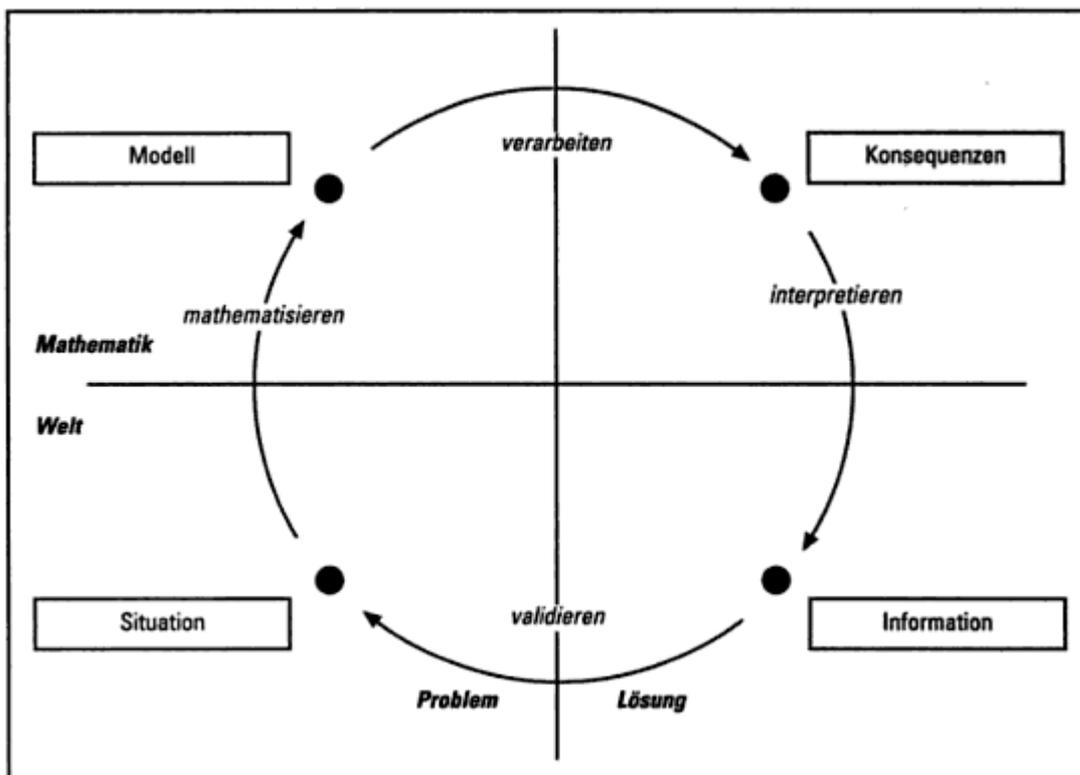


Abbildung 7: Modellierungsprozess nach Schupp 1988, (aus [21])

Dieser zyklische Prozess beschreibt die Modellbildung bei mathematischen Aufgaben. Der/Die SchülerIn wird mit einer realen Situation (Sachsituation) konfrontiert. Diese wird mathematisiert, „das heißt es werden mathematische Begriffe oder Verfahren gesucht, durch die sich die Sachsituation auf der mathematischen Ebene darstellen lässt“ (aus [21], S.5). Diese werden nun innerhalb der Mathematik verarbeitet und daraus Ergebnisse gewonnen. Diese Ergebnisse (Konsequenzen) müssen dann unter Berücksichtigung der Situation der realen Welt (Sachsituation) interpretiert werden. Die daraus resultierende Information muss nun validiert werden,

ob diese auch der tatsächlichen Lösung entspricht. Ist dies nicht der Fall, wird dieser Zyklus neu begonnen, um ein anderes Modell, das sich besser eignet, zu versuchen (vgl. [21], S.5).

Die ersten Schritte zur intuitiven Erarbeitung des Funktionsbegriffs in der 8. Schulstufe bestehen darin einen Graphen richtig zu interpretieren und gewünschte Ergebnisse aus ihnen zu erfahren. Der Modellbildungsprozess beginnt also mit der Interpretation eines Graphen. Die Mathematisierung erfolgt durch die Erkennung einer Abhängigkeit des y -Wertes vom x -Wert. Das Modell kann sich hier jedoch unterscheiden. Entweder man greift diese Abhängigkeit als Kovariation oder als Zuordnung auf. Bei dem Zuordnungsaspekt wird jedem x genau ein $f(x)$ zugeordnet. Anders beim Kovariationsaspekt. In diesem Fall betrachtet man die Veränderung in bestimmter Weise des $f(x)$ ausgelöst durch eine Veränderung des x -Wertes.

Es ist nun notwendig beide Aspekte von Funktionen zu kennen, um die nötigen Informationen zu bekommen.

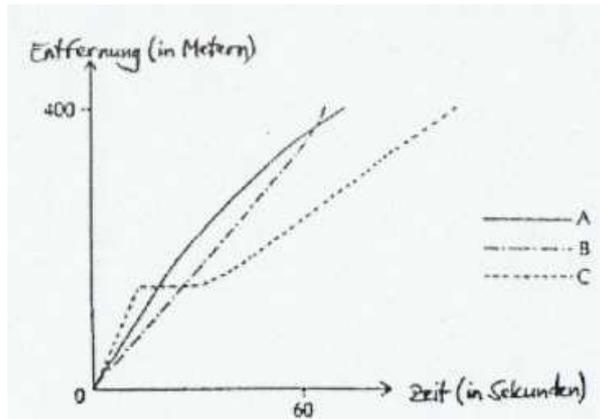
Wurde ein Ergebnis erarbeitet, gilt es dieses zu validieren. Im Falle von Sachsituationen bedarf es hier schon eines gewissen Grundverständnisses der Welt. Wurde nämlich die Sachsituation, z.B. Wetterkurve [3], nicht richtig verstanden, kann auch das erzielte Ergebnis nicht ausreichend validiert werden (vgl. [14], S. 8).

Eine mögliche Fehlvorstellung möchte ich durch eine Aufgabe illustrieren, die im Zuge der Palma Studie (Palma: <http://www.mathematik.uni-dortmund.de/ieem/BzMU/BzMU2007/vom%20Hofe%20et%20al.pdf>) durchgeführt wurde:

„Fragestellung:

400m Lauf (von H. Burghard)

Die drei abgebildeten Graphen beschreiben für 3 Läufer (A, B und C) den Verlauf eines 400-m-Rennens auf dieser Laufbahn.



Stell dir vor du bist Sportreporter: Schreibe einen kurzen Bericht, in dem alle entscheidenden Phasen des Rennens vorkommen. Du brauchst dabei keine genauen Werte abzulesen.

Antwort von Person A:

Der Läufer C braucht am längsten. Er rennt kurz in die falsche Richtung, dann kommt er wieder auf die richtige Bahn. Läufer A und Läufer B kreuzen sich, sie rennen voreinander. Beide müssen ins Krankenhaus. Läufer C gewinnt.

Antwort von Person B:

Läufer C setzt sich klar vom Feld ab. Wird er dieses Tempo durchhalten. Da kommt A, er zieht an dem völlig erschöpften C, der jetzt wahnsinnig nach gibt. OOh er fällt ab. Er bleibt fast stehen. A läuft und läuft. Er wird das Rennen gewinnen, doch hier setzt B am Endspurt an. Er zieht an ihm (A) vorbei. Das ist ein Kopf an Kopf Rennen. Weltrekord!!! B hat gewonnen und einen neuen Weltrekord aufgestellt.“

(aus Palma-Studie, persönliche Kommunikation von Rudolf vom Hofe)

Diese beiden unterschiedlichen Vorstellungen eines Graphen und deren Interpretation lassen bei Person A auf Defizite des Grundverständnisses funktionaler Abhängigkeiten in Form eines Graphen schließen. Der Graph wurde anstatt symbolisch als ikonisch erkannt und interpretiert. Verknüpft mit der gegebenen Sachsituation sah Person A den Graphen als eine von links nach rechts diagonal

verlaufende Laufbahn. Die Modellbildung von Person A ließ keine richtige Mathematisierung zu, da die Vorstellung der Sachsituation falsch eingeschätzt wurde.

Person B erfasste die Sachsituation und vollzog die Mathematisierung, in dem sie die Abhängigkeit der zurückgelegten Laufstrecke von der Zeit erkannte. Die Konsequenzen und Information, die Person B durch die Mathematisierung erhielt, ergab die vollständige Erfassung der gegebenen Situation.

Der Prozess des Mathematisierens bedarf nun einer Vorstellung, welche Verfahren und Begriffe zu einer gegebenen Sachsituation passen könnten. Natürlich bedarf es dann auch der umgekehrten Vorstellung, welche Sachsituationen sich aus einem mathematischen Modell ergeben können.

Dies bedarf daher einer *„Ausbildung von Grundvorstellungen mathematischer Begriffe und Verfahren“* (aus [21], S. 5).

Für den Unterricht ist es nun unverzichtbar die Ausbildung der Grundvorstellungen im Unterrichtskonzept umzusetzen.

Die Kernpunkte des Grundvorstellungskonzepts lassen sich wie folgt verdeutlichen:

- Der Begriff der Funktion *„lässt sich in der Regel nicht mit einer Grundvorstellung, sondern eher mit mehreren Grundvorstellungen erfassen“* (vom Hofe 2003, S. 6). Der Kovariationsaspekt und der Zuordnungsaspekt sind in diesem Fall zwei Grundvorstellungen, die helfen den Begriff der Funktion zu erfassen. *„Die Ausbildung dieser Grundvorstellungen und ihre gegenseitige Vernetzung wird auch Grundverständnis des Begriffes genannt“* (aus [21], S.6).
- Primäre Grundvorstellungen aus der Vorschulzeit werden durch sekundäre Grundvorstellungen ergänzt. Primäre Grundvorstellungen haben den Charakter von konkreten Handlungsvorstellungen. In der sekundären Grundvorstellung erfolgt eine zu Hilfenahme von mathematischen

Darstellungsmitteln. Diese sind z.B.: Graphen, Tabellen und Terme (vgl. [21], S. 6).

- Grundvorstellungen sind keine Ansammlung von funktionierenden und immer gültigen Werkzeugen. Die Vernetzung von Begriffen und Verfahren soll alte und neue Vorstellungen verbinden. Ziel ist es, dass *„immer leistungsfähigere Systeme mentaler mathematischer Modelle entwickelt“* werden (aus [21], S.6).

Das Ausbilden von Grundvorstellungen führt in weiterer Folge zu einer Kompetenzentwicklung mit folgenden 3 zentralen Aspekten:

- *„Erfassung der Bedeutung eines neuen mathematischen Begriffs durch Anknüpfung an bekannte Sach- oder Handlungszusammenhänge.*
- *Aufbau entsprechender mentaler Modelle, die den Begriff der Vorstellungsebene repräsentieren.*
- *Anwendung des Begriffs auf neue Sachsituationen“* (aus [21], S. 7).

Diese Entwicklung führt weg von dem ursprünglichen Vorwurf, Mathematik sei zu sehr an der Vermittlung von Standardverfahren orientiert. Dieser Aufbau von tragfähigen Vorstellungen ermöglicht dem/der SchülerIn Definitionen, Begriffe und Verfahren auch zu hinterfragen und plausibel zu machen. Speziell in den Schulbüchern verwendete Zusammenfassungen aller Formeln eines Kapitels können somit nicht nur zu einem auswendig Lernen dieser verführen, sondern zu einer Überprüfung der Vorstellungen an sich dienlich sein. Die Möglichkeit, Formeln und Begriffe mit einer Vorstellung zu verknüpfen, wird sich als Lernerfolg und der damit verbundenen Lust aufs Lernen einstellen.

Somit könnte die Aufgabenstellung, ansonsten mit einem Standardverfahren lösbar, auch als problemorientierte Aufgabe formuliert werden, die durch einen Modellierungsprozess gelöst werden kann (vgl. [21], S. 5).

2.4) Lerntheorien und deren Berücksichtigung bei der Entwicklung der Wissenstests

In diesem Kapitel werden die klassischen Lerntheorien vorgestellt. Besonders in Hinblick auf die Entwicklung der Wissenstests der Lernpfade werde ich Möglichkeiten, die Lerntheorien bereitstellen, aber auch deren Grenzen aufzeigen. Die Entwicklung von Wissenstests bedarf einer grundlegenden Überlegung und Entscheidung, welche der Lerntheorien am sinnvollsten für den Einsatz dieser erscheint.

2.4.1) Die behavioristische Lerntheorie

„Die behavioristische Lerntheorie kann grob auch als „Lernen am Erfolg“ bezeichnet werden“ (aus [19], S.8). Der/Die Lernende wird nur durch äußere Reize dazu gebracht, etwas zu lernen. Durch positive Bestätigung, die unmittelbar danach zu erfolgen hat, wird das positive Verhalten bekräftigt. Die unmittelbare Bestätigung hat die Folge, das Verhalten mit der positiven Bestärkung zu verknüpfen. Eine fehlende oder verspätete Zuordnung dieser kann mit dem Verhalten anschließend nicht mehr verknüpft werden. *„Man kann sagen, dass in der Theorie das Lernen als Reiz-Reaktions-Prozess gesehen wird“* (aus [19], S.8). Der Behaviorismus geht davon aus, dass das Verhalten bei einer negativen oder keiner Bestätigung gelöscht werden kann (vgl. [19], S.8-10).

Die Lehrziele sind durch den Lehrer vorgegeben und werden als objektiv richtiges Wissen den SchülerInnen nähergebracht. Der Lernprozess entspricht einem Auswendiglernen von Inhalten. Das fehlerlose Einüben und Vertiefen von Lerninhalten verwehrt dem/der SchülerIn die Ergebnisse zu validieren. Die Kontrolle des Wissens erfolgt durch den gegebenen Output und somit kann nur die Quantität von Wissen, jedoch nicht die Qualität des Wissens, kontrolliert werden.

Die Entwicklung eines Wissenstests auf der Theorie des Behaviorismus zu entwickeln, bedarf einer linearen Struktur des Lernpfades. Ist diese gegeben, muss man sich überlegen, wie die positive Bestärkung richtigen Verhaltens bei einem

Wissenstest erreicht werden kann. Die Bewertung einer Aufgabe muss sofort nach deren Beantwortung erfolgen. Durch eine positive Farbgestaltung oder das Ertönen einer fröhlichen Melodie kann eine richtige Antwort quittiert werden.

Neben der unmittelbaren Bestätigung muss auch überlegt werden, wie die gestellten Fragen zu gestalten sind. Da eine Auswertung der Wissenstests für eine große Teilnehmergruppe nicht auf offenen Fragen basieren kann, ist es sinnvoll, Richtig/Falsch Fragen zu formulieren. Die Formulierung muss auch einen zentralen Aspekt des Vermittelten als Mittelpunkt haben, um diese zu festigen. Bei der Auswahl der Aufgaben muss auch auf die eindeutige Reproduktion der Übungsaufgaben des Lernpfades Rücksicht genommen werden. Diese Reproduktion würde dem Aspekt des Einübens und Vertiefens gerecht werden.

Das unmittelbare Preisgeben der richtigen oder falschen Antwort birgt jedoch die Gefahr der Verfälschung der Auswertung, da die Lösungen weitergegeben werden können. Um dies zu unterbinden, könnte man die Aufgaben zufällig aus einem Pool generieren. Dies birgt jedoch wiederum die Gefahr eine Vergleichbarkeit der Leistungen unmöglich zu machen, da einige Aufgaben als schwieriger empfunden werden könnten.

2.4.2) Die kognitivistische Lerntheorie

„Der Kognitivismus sieht den Lernprozess nicht mehr als passive Informationsaufnahme. In dieser Lerntheorie ist der Mensch mit seiner internen Informationsverarbeitung erfasst. Es wird davon ausgegangen, dass die Informationen mit eigenen Erfahrungen und bereits bestehendem Wissen abgeglichen werden“ (aus [19], S.11). Die lernende Person wird in der kognitivistischen Lerntheorie nicht mehr als Input-Output Maschinen betrachtet, sondern als Mensch, der aktiv Informationen verarbeitet. Die Rolle des/der Lernenden entwickelt sich von einer passiven im Behaviorismus zu einer aktiven im Lernprozess. Die offene Vermittlung von Lerninhalten führt zu einer Konstruktion von Wissen.

„Kern dieser Theorie ist, dass der Lernprozess durch den/[die] Lernenden selbst gesteuert wird. Das bedeutet, dass der/[die] Lernende durch eigenständiges Beobachten und Entdecken sich so selbstständiges neues Wissen aneignet“ (aus

[19], S 12). Die aktive Rolle des/der Lernenden führt somit zu einem selbstständigen Lernen. Der Lernprozess wird vom Lernenden selbst gesteuert und ist somit eigenverantwortlich. Die Motivation in der kognitivistischen Theorie geht im Gegensatz zum Behaviorismus nicht mehr von dem/der Lehrenden, sondern von der lernenden Person aus. Somit kann von einer Autonomie des Lernenden gesprochen werden, ohne jedoch über die Autonomie der Lernziele zu verfügen (vgl. [19], S. 11-13).

Die Entwicklung eines Wissenstests, beruhend auf der Theorie des Kognitivismus, muss die Autonomie des/der Lernenden berücksichtigen. Ausgehend von einem Lernpfad, der einer nicht linearen Struktur folgt, muss der Wissenstest ebenso offen gestaltet werden. Dies bedarf offener Fragen, die eine schriftliche Beantwortung zur Folge haben. Der Vorteil liegt darin, die möglichen Fehlvorstellungen zu erkennen. Durch eine offene Gestaltung kann die Qualität des Wissens gemessen werden. Die Auswertung offener Fragen ist für eine große Teilnehmergruppe automatisiert schwer bis nicht möglich. Da der Output als einziges Maß für die Richtigkeit der Beantwortung nicht herangezogen werden darf, müsste man sich einen Algorithmus überlegen, der die Modellbildung der jeweiligen Person erkennt und bewerten kann. Diese Erkennung könnte durch Überprüfung der Grundvorstellungen erfolgen.

Ein Feedback an den/die SchülerIn wäre durch eine individuelle Auswertung möglich, die auf die eingegebenen Rechenwege alternative Lösungswege anbietet und eine genaue Analyse generiert. Da hier von einer großen Teilnehmergruppe ausgegangen wird, wäre eine solche Automatisierung nicht möglich. Die Entwicklung in elektronischer Form wäre eine große Herausforderung aber die Erkennung von Formulierungen und Gedankengängen kann ohne anschließendes Interview nicht umgesetzt werden.

2.4.3) Die konstruktivistische Lerntheorie

„Eine weitere Steigerung der Autonomie des Lernenden findet sich in der Theorie des Konstruktivismus. In der konstruktivistischen Lerntheorie wird Lernen als aktive

Konstruktion von Wissen und nicht als passive Wissensaufnahme verstanden“ (aus [19], S.13).

Bei dieser Steigerung der Autonomie steht alleine der/die Lernende im Mittelpunkt des Lernprozesses. Im Gegensatz zum Kognitivismus werden keine Lernziele formuliert. Somit steht es der lernenden Person vollkommen offen, welches Wissen sie sich angeeignet. Die Problemstellungen ergeben sich individuell und werden als solche eigenständig entdeckt. Die lehrende Person steht dem/der Lernenden beratend und unterstützend bei. Diese passive Rolle wird durch die Anschauung, *„dass jedes Individuum unterschiedlich mit neuem Wissen umgeht und damit unterschiedlich lernt“* (aus [19], S.13) eingenommen (vgl. [19], S.13-14).

Eine Entwicklung des Wissenstests gestaltet sich aufgrund der individuellen Entscheidung, einen Lernpfad durchzuführen, als schwierig.

Der Bedarf eines Wissenstests ist durch eine verpflichtende Erarbeitung von Wissen mit Hilfe des Lernpfades gegeben. Im Falle des Konstruktivismus, bei dem der/die Lernende freiwillig entscheiden kann, welches Wissen er/sie sich aneignet, ist dieser Bedarf nicht mehr gegeben.

Da die Problemstellung von jedem Individuum selber entdeckt wird, würde eine vorgegebene Problemstellung die Theorie nicht widerspiegeln. Der Wissenstest könnte jedoch als Anregung für eine Problemstellung dienen. Jedoch würde jedes Individuum eine vorgegebene Problemstellung für sich neu entdecken und dementsprechend zu einer Antwort kommen. Da diese aber von der vorgegebenen Problemstellung abweichen könnten, würde es zu keiner aussagekräftigen Auswertung kommen. Sie werden bei vorheriger Formulierung bemerken, dass eine Fülle von Eventualitäten zu berücksichtigen sind. Diese machen einen Wissenstest auf Basis der konstruktivistischen Theorie unmöglich.

2.4.4) Ansatz und Orientierung der Wissenstests unter Berücksichtigung der Lerntheorien

Die Entwicklung der Wissenstests bedarf somit einer genauen Überlegung, welche der vorgestellten Theorien als sinnvoll erscheint, aber auch in weiterer Folge umsetzbar ist.

Die Entscheidung fiel auf eine Mischung der behavioristischen und kognitivistischen Theorien für die Gestaltung. Da, wie schon erwähnt, eine große TeilnehmerInnengruppe vorhanden ist und die Auswertung automatisiert werden muss, entschied ich mich für ein Angebot von mindestens 3 Antwortmöglichkeiten. Die Lösung der Aufgaben ist eindeutig. Für eine spätere Auswertung werden alle Antworten codiert abgespeichert, um die verschiedenen Antworten nicht nur als Richtig/Falsch auswertbar zu machen, sondern es wird auch die tatsächliche Wahl der Antwort abgespeichert. Die erfasste Wahl der Antwort lässt bei falschen Antworten auf eine mögliche Fehlvorstellung schließen.

Ein Teil der Fragestellungen, diese sind abhängig vom Lernpfad, stellen eine Reproduktion des Gelernten dar. Diese gewährleisten eine Übungsphase. Der andere Teil versucht durch kreative Fragestellungen, den lernenden Personen die Möglichkeiten zu geben, das Gelernte mit bereits Erfahrenem zu verknüpfen.

Die Generierung einer Aufgabe aus einem Aufgabenpool würde eine Vergleichbarkeit unmöglich machen. Jedoch sieht das Feedback nicht vor die Lösungen der einzelnen Aufgaben nicht preiszugeben.

Das Feedback gestaltet sich in Form einer Gruppierung der Aufgaben. Diese Gruppierung erfolgt unter Berücksichtigung des Lernpfades und deren Kategorien. Das Feedback gibt eine Prozentanzahl und absolute Anzahl der gelösten Aufgabe einer gewissen Gruppe an. Die Gruppen werden mit einem Bezug auf die im Lernpfad gelernten Inhalte formuliert und geben somit einerseits ein quantitatives, aber auch qualitatives Feedback, ohne jedoch auf die einzelnen Aufgaben näher einzugehen.

3) Evaluation und Evaluationsgegenstand

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit einer detaillierten Beschreibung der Planung, Entwicklung und Durchführung des SchülerInnenfeedbacks.

3.1) Entwicklung des SchülerInnenfeedbacks

Im diesem Kapitel wird die Entwicklung des SchülerInnenfeedbacks mit Rücksicht auf die Evaluationsstandards der DeGEval [12] wie in Kapitel 2.1 beschrieben. Der Ablauf einer Evaluation folgt einem Leitfaden, der von der DeGEval [12] empfohlen wird. Mit Hilfe dieser Aufgabentabelle ist es möglich, alle Standards zu berücksichtigen. Folgende 10 Aufgaben sieht die DeGEval [12] für eine erfolgreiche Evaluation vor:

1. Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation
2. Definition des Evaluationsproblems
3. Planung der Evaluation
4. Informationsgewinnung
5. Informationsauswertung
6. Berichterstattung der Evaluation
7. Budgetierung der Evaluation
8. Evaluationsvertrag
9. Steuerung der Evaluation
10. Personelle Ausstattung der Evaluation

„Die Aufgaben 1 bis 6 sind chronologisch - im Ablauf einer Evaluation - zu bearbeiten und bezeichnen somit auch Phasen der Evaluation. Die Aufgaben 7 bis 10 sind Querschnittsaufgaben des Evaluationsmanagements“ (aus [12], S. 39).

Zur näheren Erläuterung der Begriffe und Unterpunkte ist hier auf Kapitel 2.1 zu verweisen, in dem diese näher ausgeführt sind. Im Zuge dieser Diplomarbeit wurde aufgrund der Problemstellung vorrangig auf die Aufgaben 1 – 4 Rücksicht

genommen. Die folgende Beschreibung dient zur Nachvollziehbarkeit des SchülerInnenfeedbacks. Um Redundanzen zu vermeiden, habe ich die folgenden Punkte den jeweiligen Aufgaben zugeordnet, da diese in den verschiedenen Aufgaben mehrmals vorkommen.

Identifizierung der Beteiligten und Betroffenen

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

- 1) *Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation*
- 2) *Definition des Evaluationsproblems*
- 3) *Planung der Evaluation*
- 8) *Evaluationsvertrag*
- 9) *Steuerung der Evaluation*

In der Regel sind vier verschiedene Personengruppen an einer Evaluation beteiligt.

Auftraggeber: Projektgruppe „Medienvielfalt im Mathematikunterricht“

Durchführende: Michael Leitgeb

Betroffene: SchülerInnen der HS, BHS, AHS der Schulstufen 4-13. Die Teilnehmergruppe umfasst ca. 4000 SchülerInnen. Diese Anzahl basierte auf einer Teilnahme von 200 Klassen (110 Lehrer haben sich zur Verfügung gestellt) mit einem Durchschnitt von 20 SchülerInnen pro Klasse.

Zielgruppe: LehrerInnen; Personen mit besonderem Interesse an neuen Medien in den Schulen; Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur

Klärung der Evaluationszwecke

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

- 1) *Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation*
- 2) *Definition des Evaluationsproblems*
- 3) *Planung der Evaluation*
- 8) *Evaluationsvertrag*
- 9) *Steuerung der Evaluation*

Der Zweck dieser Evaluation ist es, die Erkenntnis zu gewinnen, wie SchülerInnen die Lernpfade als „*Medien-Methoden Kombination unter Integration der zur Verfügung stehenden Technologien*“ (aus [16], S. 1) auf deren Qualität und Einsatzfähigkeit einschätzen.

Rechtzeitigkeit der Evaluation

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

- 1) *Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation*
- 2) *Definition des Evaluationsproblems*
- 3) *Planung der Evaluation*
- 8) *Evaluationsvertrag*
- 9) *Steuerung der Evaluation*

Die Evaluation wurde am 10.06.2009 gestartet. Der Termin wurde zu diesem Zeitpunkt festgesetzt, da die TestlehrerInnen dazu bereit waren ab Ende des Schuljahres die Lernpfade mit ihren SchülerInnen auszuführen.

Die Evaluation wird voraussichtlich Ende Oktober beendet, um genügend Zeit für die Auswertung bereitzustellen und um die Präsentation im Rechenschaftsbericht zu gewährleisten.

Nutzung und Nutzen der Evaluation

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

- 1) *Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation*
- 3) *Planung der Evaluation*
- 9) *Steuerung der Evaluation*

Der Nutzen der Evaluation besteht eindeutig in der Qualitätssteigerung und Qualitätssicherung der Lernpfade. Ebenfalls werden die Antworten der SchülerInnen auf die weiteren Entwicklungen miteinbezogen.

Diplomatisches Vorgehen

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

- 1) Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation*
- 3) Planung der Evaluation*
- 4) Informationsgewinnung*
- 8) Evaluationsvertrag*
- 9) Steuerung der Evaluation*
- 10) Personelle Ausstattung der Evaluation*

Bei der Entwicklung wurde einerseits auf eine angemessene Dauer der Evaluation Rücksicht genommen andererseits der Hinweis auf die Nutzung der Antworten gegeben. Die betroffenen Personen werden vor dem SchülerInnenfeedback auf deren Anonymität und auf die Freiwilligkeit der Teilnahme hingewiesen.

Effizienz von Evaluation

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

- 1) Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation*
- 3) Planung der Evaluation*
- 7) Budgetierung der Evaluation*
- 8) Evaluationsvertrag*
- 9) Steuerung der Evaluation*

Die Ausführung der Evaluation wurde Michael Leitgeb übertragen, um den Aufwand für die Projektgruppe „Medienvielfalt im Mathematikunterricht“ zu optimieren, wie auch die Unabhängigkeit zu gewährleisten. Es galt die Zwecke der Evaluation zu erfassen und auch nur diese im SchülerInnenfeedback zu berücksichtigen.

Formale Vereinbarungen

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

- 1) Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation*
- 4) Informationsgewinnung*
- 7) Budgetierung der Evaluation*

8) *Evaluationsvertrag*

9) *Steuerung der Evaluation*

Die Vereinbarungen wurden bei einem Treffen in Amstetten von 27.03.2009 bis 29.03.2009 ausgehandelt und schriftlich per Mail fixiert.

Beschreibung des Evaluationsgegenstandes

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

1) *Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation*

2) *Definition des Evaluationsproblems*

3) *Planung der Evaluation*

4) *Informationsgewinnung*

7) *Budgetierung der Evaluation*

8) *Evaluationsvertrag*

10) *Personelle Ausstattung der Evaluation*

Die detaillierte Beschreibung des Evaluationsgegenstandes ist in Kapitel 3.2 zu finden.

Kontextanalyse

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

1) *Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation*

2) *Definition des Evaluationsproblems*

3) *Planung der Evaluation*

4) *Informationsgewinnung*

Die Evaluation findet im Rahmen einer Unterrichtseinheit in der Schule statt. Diese spezielle Begebenheit hat den Vorteil, dass die SchülerInnen alle die gleichen Voraussetzungen für die Beantwortung des SchülerInnenfeedbacks vorfinden. Einen möglichen Störfaktor außerhalb der Schule würde zum Beispiel ein nicht vorhandener Internetanschluss darstellen. Aufgrund der identen

Rahmenbedingungen des Vorgängerprojektes im Jahre 2006 [16] ist ein Vergleich mit den Ergebnissen dieser Evaluation möglich.

Beschreiben von Zwecken und Vorgehen

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

- 1) *Entscheidung über die Durchführung einer Evaluation*
- 2) *Definition des Evaluationsproblems*
- 3) *Planung der Evaluation*
- 4) *Informationsgewinnung*
- 7) *Budgetierung der Evaluation*
- 8) *Evaluationsvertrag*
- 10) *Personelle Ausstattung der Evaluation*

Wie oben beschrieben ist Zweck dieser Evaluation Erkenntnis zu gewinnen, wie SchülerInnen die Lernpfade *als „Medien-Methoden Kombination unter Integration der zur Verfügung stehenden Technologien“* (aus [16], S. 1) auf deren Qualität und Einsatzfähigkeit einschätzen. Um diesen Zweck zu eruieren, wurde von Michael Leitgeb ein Online-Fragebogen erstellt (siehe Kapitel 3.3). Die Vorgehensweise wurde unter Absprache mit der Projektgruppenleitung festgelegt und sieht wie folgt aus:

- Entwicklung eines Fragebogens
- Einbindung in die Webanwendung
- Prüfung auf inhaltliche und stilistische Fehler von Mitgliedern der Projektgruppe
- Verbesserungen und Änderungen implementieren
- Freigabe des Fragebogens durch die Projektgruppenleitung
- Schreiben an die teilnehmenden LehrerInnen mit Verweis auf die sofortige Nutzungsmöglichkeit der Evaluation durch die Projektgruppenleitung
- Verwenden der Evaluation durch die SchülerInnen

Glaubwürdigkeit und Kompetenz des Evaluators / der Evaluatorin

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

- 3) *Planung der Evaluation*
- 4) *Informationsgewinnung*
- 7) *Budgetierung der Evaluation*
- 8) *Evaluationsvertrag*
- 9) *Steuerung der Evaluation*
- 10) *Personelle Ausstattung der Evaluation*

Die Ausführung und Entwicklung der Evaluation wird von Michael Leitgeb gestaltet. Die fachliche Kompetenz wurde im Zuge des Studiums der einschlägigen Fachliteratur erworben. Speziell im Hinblick auf Evaluation von Schule und Unterrichtsmethoden wurden Schwerpunkte gesetzt. Die Kompetenz der Datenauswertung ist aufgrund des Studiums der Mathematik an der Universität Wien gegeben. Erfahrungen bei Auswertungen konnten durch verschiedene Projekte gewonnen werden.

- Leitung der Erfassung und Auswertung der TeilnehmerInnen des Heilpädagogischen Kongresses in Güssing 2006 und Wien 2008
- Auswertung der Pisatests 2006 im Zuge einer Lehrveranstaltung bei Dr. Erich Neuwirth
- Projektleitung und Programmierung eines CRM – Systems für die Dematic GmbH mit Schwerpunkt der Auswertung für die wöchentlichen Sales Jourfixes

Auswahl und Umfang der Informationen

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

- 3) *Planung der Evaluation*
- 4) *Informationsgewinnung*
- 7) *Budgetierung der Evaluation*
- 8) *Evaluationsvertrag*
- 10) *Personelle Ausstattung der Evaluation*

Die Auswahl und der Umfang der Informationen wurden durch die Möglichkeit des Vergleiches der Evaluation des Vorgängerprojektes der Projektgruppe „Medienvielfalt im Unterricht“ [16] aufgegriffen. Folgend werden die Kriterien formuliert, die zur Beantwortung des Zwecks benötigt werden:

Kriterium 1: Bestehender Einsatz neuer Medien im Unterricht und
Selbsteinschätzung

Kriterium 2: Qualität der Lernpfade

Kriterium 3: Qualität der Lernform

Kriterium 4: Persönliche Erfahrung und Interaktion mit MitschülerInnen

Um diese Kriterien näher zu beleuchten, benötigt man Indikatoren. Die Indikatoren werden als Fragestellungen formuliert.

Kriterium 1: Bestehender Einsatz neuer Medien im Unterricht und Selbsteinschätzung

1. In unserem Unterricht verwenden wir folgende Lernformen:

Gruppenarbeit

Partnerarbeit

Einzelarbeit

(regelmäßig, selten, nie)

2. In unserem Unterricht verwenden wir folgende technologische Hilfen:

Computer

programmierbarer Taschenrechner

Lernplattformen

(regelmäßig, selten, nie)

3. Ich kenne mich mit dem Computer gut aus

(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)

4. Ich mag Mathematik

(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)

Kriterium 2: Qualität der Lernpfade

1. Die Gestaltung des Lernpfades hat mir gut gefallen.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
2. Die in dem Lernpfad verwendete Sprache war für mich verständlich.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
3. Ich habe die Texte im Lernpfad immer vollständig gelesen.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
4. Die interaktiven Übungen haben mir beim Verständnis des Stoffes geholfen.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
5. Ich setze die Lernpfade außerhalb des Unterrichts ein:
zum Üben für die Schularbeit
zur Unterstützung bei Hausübungen
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
6. Ich habe alle wichtigen mathematischen Inhalte des Lernpfades verstanden.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
7. Das Verstehen der mathematischen Inhalte war beim Bearbeiten dieses Lernpfades sehr wichtig.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
8. Der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben hat mich nie überfordert.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)

Kriterium 3: Qualität der Lernform

1. Ich fand den Unterricht mit Lernpfaden interessanter als den "normalen" Unterricht.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
2. Ich fand den Unterricht mit dem Lernpfad abwechslungsreicher.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
3. Ich würde gerne weiterhin im Mathematikunterricht mit Lernpfaden arbeiten.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
4. Ich habe den Stoff durch den Lernpfad leichter verstanden.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
5. Ich würde meinen Freunden das Lernen mit Lernpfaden empfehlen.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)

6. Ich würde gerne häufiger mit Lernpfaden arbeiten.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)

Kriterium 4: persönliche Erfahrung und Interaktion mit MitschülerInnen

1. Beim Durcharbeiten des Lernpfads war es möglich mit anderen SchülerInnen über die mathematischen Inhalte zu sprechen.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
2. Beim Erlernen der mathematischen Inhalte mit diesem Lernpfad konnte ich allein oder mit anderen gemeinsam Ideen und Argumente austauschen.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
3. Beim Bearbeiten des Lernpfads gab es Gelegenheiten über das mathematische Tun nachzudenken.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
4. Meine eigenen Gedanken wurden beim Erarbeiten der Inhalte des Lernpfads berücksichtigt.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
5. Der Sinn und die Bedeutung der neu erlernten Begriffe sind mir durch den Lernpfad klar geworden.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)
6. Bei der Arbeit mit diesem Lernpfad war es selbstverständlich, MitschülerInnen beim Verstehen zu helfen und selbst, wenn nötig, Hilfe zu bekommen.
(trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu)

Transparenz von Werten

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

3) Planung der Evaluation

Die Ausgangswerte sind dem Rechenschaftsbericht 2006 des Vorgängerprojektes [16] zu entnehmen. Auf Basis dieser Werte und der Tatsache, dass dies der erstmalige Versuch war Lernpfade zu evaluieren, sind diese empirisch gewonnen Werte eine erste Richtlinie. Ziel der Projektgruppe ist es in allen Kriterien eine Steigerung zu erhalten. Dies bedeutet, dass neben den Designbewertungen auch die

Erwartung einer besseren Bewertung der Methode und allgemeinen Umsetzung Ziel dieses Projektes ist. Besonders in Hinblick auf die Methode, den Einsatz von Lernpfaden und den Einsatz von neuen Medien soll eine Verbesserung der Akzeptanz erzielt werden. Die Verschiebung dieser Werte kann auch den zunehmenden Einsatz von neuen Medien im Unterricht als Ursache haben. Um dies in der Interpretation auch zu berücksichtigen, wurden spezielle Indikatoren für die Untersuchung, ob der Einsatz neuer Medien seit der letzten Evaluation an Bedeutung gewonnen hat, formuliert.

Angemessene Verfahren

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

3) Planung der Evaluation

4) Informationsgewinnung

Für das SchülerInnenfeedback wurde das Verfahren der Onlinebefragung gewählt. Der Grund dafür ist die große Anzahl der TeilnehmerInnen. Interviews oder andere Verfahren würden im Hinblick auf die Rechtzeitigkeit der Evaluation den Zeitrahmen sprengen. Die Vorteile einer Online-Evaluation sind unter anderem Zeitersparnis und Kostenersparnis. Statt die Evaluation auf Papier durchzuführen kann jeder/jede TeilnehmerIn online ein Feedback abgeben. Die Nachteile liegen in der Qualität der Daten. Die Eingabe der Daten kann nicht näher verifiziert werden. Durch spezielle Software ist es zwar mittlerweile möglich systematische Eintragungen zu erkennen, jedoch würde eine Nichtberücksichtigung möglicher Fehleinträge die Glaubwürdigkeit untergraben. Wie schon angesprochen muss die Auswertung auf der Eigenschaft der Vollständigkeit beruhen.

Für die Kommunikation war folgender Informationskanal gegeben:

Evaluator \leftrightarrow Projektgruppenleitung \leftrightarrow LehrerInnen \leftrightarrow SchülerInnen

Vollständige und faire Überprüfung

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

3) Planung der Evaluation

4) Informationsgewinnung

Durch die vollständige und faire Überprüfung eines Evaluationsgegenstandes muss gewährleistet werden Schwächen und Stärken Beachtung zu schenken. Diese Gegebenheit kann nur abgeschätzt werden, da dieser Anspruch erst nach der Analyse aller Daten gestellt werden kann.

Die größtmögliche Einhaltung dieses Standards wurde durch die Verwendung der Intervallskala (trifft völlig zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft gar nicht zu) sichergestellt.

Schutz individueller Rechte

In folgenden der oben erwähnten Aufgaben ist dieser Punkt zu finden:

4) Informationsgewinnung

8) Evaluationsvertrag

9) Steuerung der Evaluation

Auf den Persönlichkeitsschutz der SchülerInnen wird Rücksicht genommen, in dem Anonymität versichert und eingehalten wird. Weiters wurde bei der Auswahl der Fragen darauf geachtet, keine Fragen zu stellen, die in irgendeiner Form die Rechte und Würde der SchülerInnen verletzen könnten.

3.2) Evaluationsgegenstand

Der Evaluationsgegenstand besteht aus 13 Lernpfaden der Projektgruppe „Medienvielfalt im Mathematikunterricht“ [16]. Diese 13 Lernpfade wurden als Längsschnitt von funktionalen Abhängigkeiten entwickelt.

Ein Lernpfad zeichnet sich durch eine lineare Strukturierung des Lerninhaltes aus. Eine weitere Eigenschaft ist die selbstständige Behandlung des Lernpfades der

SchülerInnen, die entweder durch Einzelarbeit oder Gruppenarbeit online den Lernpfad und dessen Inhalt bearbeiten. Die zu evaluierenden Lernpfade sind wie folgt aufgebaut:

- Motivation
- handlungsorientierte Aufgaben
- Abstraktion

Für jeden Lernpfad steht ein didaktischer Kommentar zur Verfügung. Dieser enthält:

- Beschreibung des Lernpfades
- Voraussetzungen (z.B. technische Voraussetzungen, technische Voraussetzungen der SchülerInnen, Vorwissen der SchülerInnen)
- Lerninhalte und Lernziele
- didaktischer Hintergrund
- Einsatz im Unterricht
- Kombination der Medien
- Lernmedien der Schüler
- Leistungsfeststellung / Leistungsbeurteilung
- Anleitung für LehrerInnen

formuliert wurden.

Die Lernpfade und der jeweilige didaktische Kommentar sind online unter <http://rfdz.ph-noe.ac.at/index.php?id=70> zu finden.

Folgende Lernpfade, die Gegenstand der entwickelten Wissenstests waren, werde ich näher beschreiben:

- Schnittstellen – Lernpfad: Volksschule – SEK 1
- Mikro – Lernpfad: Wetter – Temperaturkurven
- Mikro – Lernpfad: Direkte und indirekte Proportionalität
- Mikro – Lernpfad: Lineare Funktionen

Die Lernpfade werden bezüglich der Zielgruppe und Informationen des bestehenden Vorwissens kurz beschrieben. Der Einsatz einer dynamischen Visualisierung wird durch eine ausgewählte Aufgabe präsentiert.

Schnittstellen – Lernpfad: Volksschule – SEK 1 [5]

x	A	B
1	1	3
2	2	6
3	3	9
4	4	12
5	5	15

Einleitung

Du hast in der Volksschule vieles gelernt.
Aus Mathematik kennst Du alle Grundrechenarten und kannst gut rechnen.
Du weißt, wie man den Flächeninhalt und den Umfang von Rechtecken und Quadraten berechnet. Du beherrscht die Längen- und Flächenmaße und kannst gut verwandeln.

Bei dem folgenden Lernpfad sind Aufgaben gegeben, bei denen Du selbst Veränderungen durchführst und Eintragungen in Tabellen machst - lass sich überraschen! Du bekommst einen Arbeitsplan, der Dir sagt, wie Du vorgehen sollst.

Du bekommst auch Arbeitsblätter - bitte beachte die Anleitungen!
Manchmal besprichst Du mit jemanden deine Meinungen und Antworten, oft kannst Du dir Antworten und Lösungen am Computer ansehen und mit Deinen Ergebnissen vergleichen, bei einigen Teilen gibt es Lösungsblätter, die du zum Vergleichen verwenden kannst.

Wir wünschen Dir viel Freude und Spaß beim Bearbeiten des Lernpfades!

Arbeitsplan

Abbildung 8: Startseite Schnittstellen - Lernpfad Volksschule - Sekundarstufe I (aus [5])

Der Lernpfad (siehe Abbildung 8) orientiert sich an SchülerInnen der 4. und 5. Schulstufe. Die AutorInnen (Anita Dorfmayr, Irma Bierbaumer, Walter Klinger, Evelyn Stepancik) haben 4 Stunden für die selbstständige Bearbeitung des Lernpfads vorgesehen. Der Umgang mit und die Kenntnisse über Grundrechnungsarten, Flächeninhalt und Umfang von Rechtecken und Quadraten werden von den AutorInnen vorausgesetzt.

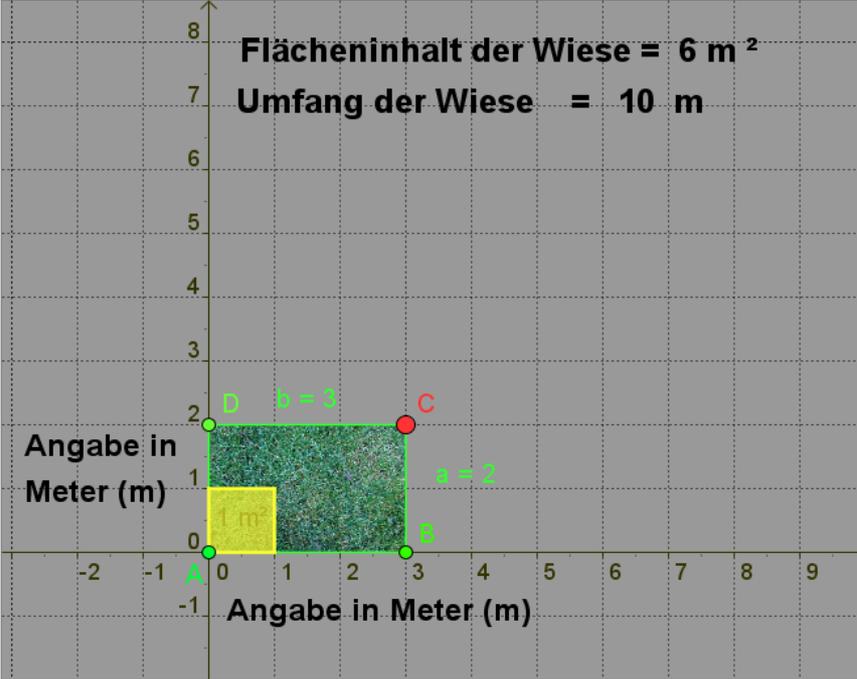
Für die dynamische Visualisierung der handlungsorientierten Aufgaben wurden Java – Applets verwendet. Bei folgender Aufgabe (siehe Abbildung 9) gilt es den Umfang und Flächeninhalt durch Änderung der Seiten zu verändern.

Wiese 2

Du befindest dich auf einer rechteckigen Wiese.
Gegeben ist eine rechteckige Wiese mit Seite $a = 2$ m, Seite $b = 3$ m und Fläche 6 m^2 .

- **Verändere** diese rechteckige Wiese so, dass die **Seite $a = 2$ m bleibt** und **$b = 1$ m wird**.
- Danach **verdoppelt, verdreifacht, dann vervierfacht** usw. **die Seite b** , die Seite a bleibt immer gleich.

Stelle durch Ziehen des **Punktes C** deine Wiese so ein, dass du die jeweiligen Zeilen in der Tabelle richtig ausfüllen kannst.

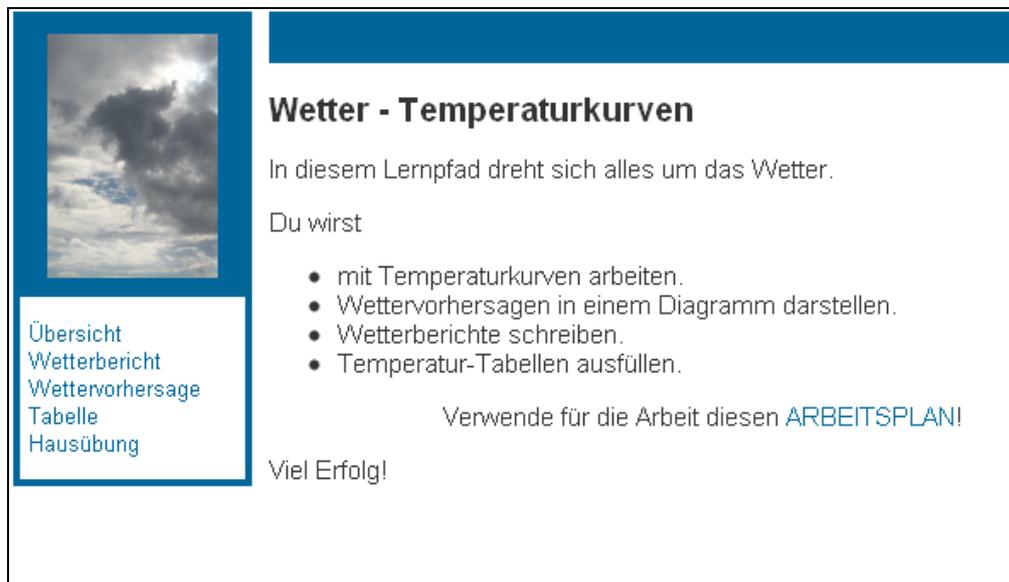


Erstellt mit [GeoGebra](#)

Abbildung 9: Aufgabe vom Schnittstellen – Lernpfad Volksschule – SEK I (aus [5])

Dieses Applet (siehe Abbildung 9) ermöglicht den SchülerInnen durch Veränderung der Längen der Seiten a und b des Rechtecks die Veränderungen des Umfangs und des Flächeninhaltes zu entdecken. Durch Manipulation des Punktes C sollen die SchülerInnen durch experimentieren eine funktionale Abhängigkeit feststellen.

Mikro – Lernpfad: Wetter – Temperaturkurven [3]



Wetter - Temperaturkurven

In diesem Lernpfad dreht sich alles um das Wetter.

Du wirst

- mit Temperaturkurven arbeiten.
- Wettervorhersagen in einem Diagramm darstellen.
- Wetterberichte schreiben.
- Temperatur-Tabellen ausfüllen.

Verwende für die Arbeit diesen [ARBEITSPLAN!](#)

Viel Erfolg!

Übersicht
Wetterbericht
Wettervorhersage
Tabelle
Hausübung

Abbildung 10: Startseite Mikro - Lernpfad Temperaturkurven (aus [3])

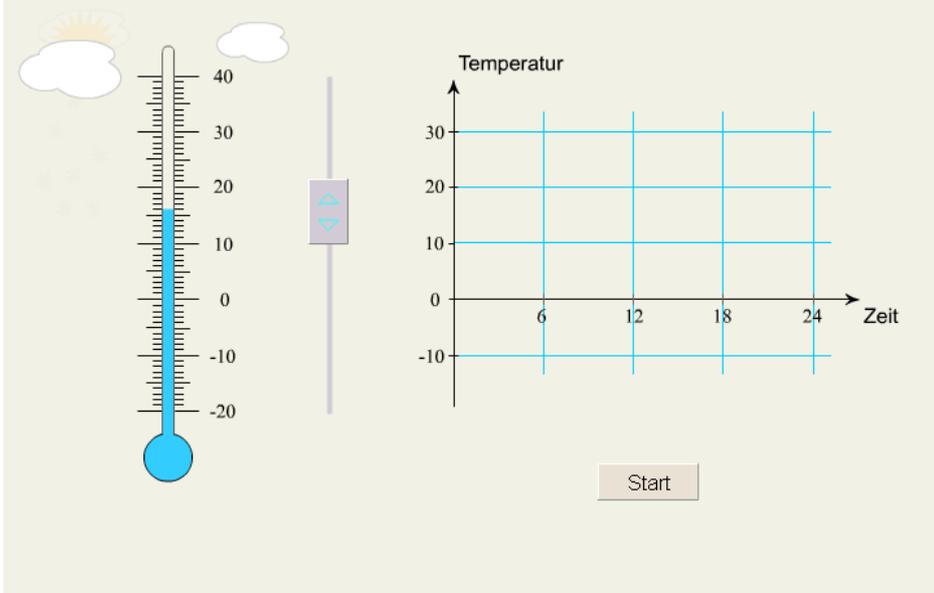
Der Einsatz des Lernpfads (siehe Abbildung 10) ist für SchülerInnen der 5. und 6. Schulstufe vorgesehen. Die AutorInnen (Anita Dorfmayr, Irma Bierbaumer) haben 2 Stunden für die selbstständige Bearbeitung des Lernpfads vorgesehen. Elementare Kenntnisse im Umgang mit Diagrammen werden von den AutorInnen vorausgesetzt.

Für die dynamische Visualisierung der handlungsorientierten Aufgaben wurden Java – Applets und Flash-Applets verwendet. Die Aufgabe (siehe Abbildung 11) hat als Ziel: Anstellen und Begründen von Vermutungen.

Geburtstagswetter

Wie könnte der Temperaturverlauf an deinem Geburtstag aussehen?

1. Erstelle ein Diagramm und drucke es aus!
2. Tausche deine Kurve mit einem / einer Partner/in!
In welchem Monat könnte er / sie Geburtstag haben? Begründe deine Entscheidung schriftlich!
3. Schreibt gemeinsam je einen Wetterbericht zu beiden Temperaturkurven!

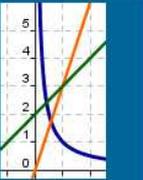


© Franz Embacher, 2008

Abbildung 11: Aufgabe vom Mikro - Lernpfad Temperaturkurven (aus [3])

Dieses Applet (siehe Abbildung 11) ermöglicht durch Bewegung des Schiebereglers neben dem Graphen, einen Temperaturverlauf zu zeichnen.

Mikro – Lernpfad: Direkte und indirekte Proportionalitäten [18]



Einleitung

Dieser Lernpfad beginnt mit der Wiederholung der Eigenschaften von direkten und indirekten Verhältnissen (Proportionalitäten). Nach dieser Wiederholung lernst du, wie direkte und indirekte Proportionalitäten mit Formeln und grafischen Darstellungen beschrieben werden können.

Alle diese Eigenschaften erarbeitest du mithilfe interaktiver Arbeitsblätter, die sich mit

- dem Betanken eines Autos und
- dem Befüllen eines Pools

beschäftigen.

Die Aufgabenstellungen zur Taxifahrt zeigen dir ein Beispiel auf, das weder einer direkten noch einer indirekten Proportionalität entspricht.

Zum Abschluss des Lernpfads kannst du mit einem Legespiel dein neu erworbenes Wissen testen.

Arbeitsplan

Einleitung
Direkt oder indirekt?
Plötzlich Formeln!
Zeichne Diagramme!
Nochmals Formeln!
Teste dich selbst!

Arbeitsplan
Kontrollblätter
Direkt/Indirekt
Kontrollblätter Formeln
Kontrollblätter
Diagramme
Kontrollblätter Nochmals
Formeln

Abbildung 12: Startseite Mikro - Lernpfad Direkte und indirekte Proportionalität (aus [18])

Der Lernpfad (siehe Abbildung 12) orientiert sich an SchülerInnen der 6. und 7. Schulstufe. Die AutorInnen (Irma Bierbaumer, Anita Dorfmayr, Walter Klinger) haben 4 Stunden für die selbstständige Bearbeitung des Lernpfads vorgesehen. Das Vorwissen der SchülerInnen wurde durch die AutorInnen wie folgt verlangt.

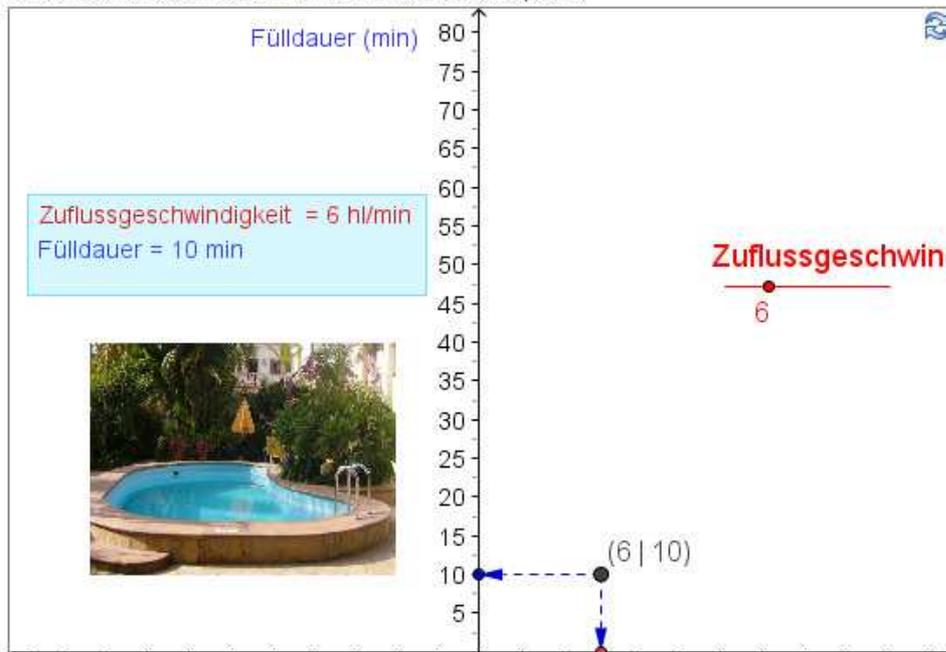
- Arbeiten mit Texten und Tabellen
- Geometrische Grundbegriffe aus der 5. Schulstufe
- Einfacher Umgang mit Variablen und Formeln.

Für die dynamische Visualisierung der handlungsorientierten Aufgaben wurden Java – Applets verwendet. Die Aufgabe (siehe Abbildung 13) hat als Ziel: Eigenschaften einer indirekten Proportionalität mit Worten, Tabellen und Graphen beschreiben können.

Pool 1a

Bei den nächsten Aufgaben geht es um das Befüllen eines Swimmingpools mit Wasser. Du wirst den Zusammenhang zwischen der Zuflussgeschwindigkeit (in hl pro min) und der Fülldauer (in min) genauer untersuchen.

Stelle beim Schieberegler für die Zuflussgeschwindigkeit den Wert in der Tabelle ein. Lies nun den Wert für die Fülldauer im hellblauen Rechteck oberhalb des Swimmingpools ab! Beobachte dabei auch die Koordinaten des schwarzen Punktes im Koordinatensystem!



Erstellt mit GeoGebra

a) In der angeführten Tabelle ist jeweils die Zuflussgeschwindigkeit gegeben. Ermittle die Fülldauer mit Hilfe des obigen Applets und übertrage die gesuchten Werte in die Tabelle!

	A	B	C
1	Zuflussgeschwindigkeit	Fülldauer	Ko
2	1	0	Versuchs noch e
3	2	0	Versuchs noch e
4	3	0	Versuchs noch e
5	4	0	Versuchs noch e
6	5	0	Versuchs noch e
7	6	0	Versuchs noch e
8	8	0	Versuchs noch e
9	10	0	Versuchs noch e
10	12	0	Versuchs noch e
11	15	0	Versuchs noch e

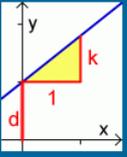
b) Im Koordinatensystem bewegt sich beim Verändern der Zuflussgeschwindigkeit ein schwarzer Punkt. Was beschreiben seine Koordinaten?

Abbildung 13: Aufgabe vom Mikro - Lernpfad Direkte und indirekte Proportionalität (aus [18])

Im ersten Teil der Aufgabe (siehe Abbildung 13) ist mit Hilfe des Applets eine Tabelle auszufüllen. Durch die Veränderung der Zuflussgeschwindigkeit, durch

Ziehen des roten Punktes nach links oder rechts, kann die Tabelle ausgefüllt werden. Der zweite Teil der Aufgabe beschäftigt sich mit der Veränderung des schwarzen Punktes und dessen Bedeutung.

Mikro – Lernpfad: Lineare Funktionen [7]



- Übersicht
- Gleichung - Graph
- Konstruktion
- Graph - Gleichung
- Teste dich selbst!
- Beweis
- Präsentation

Lineare Funktionen

In diesem Lernpfad lernst du die **lineare Funktion** $f: y=k \cdot x+d$ kennen.

Du wirst

- selbst herausfinden, was k und d bedeuten.
- das Steigungsdreieck kennen lernen.
- verschiedene Methoden zur Konstruktion des Funktionsgraphen kennen lernen.
- lernen Funktionsgleichungen direkt aus einem Graphen abzulesen.

Für Interessierte gibt es noch BONUS-Aufgaben. Hier wirst du

- lernen, was Spurpunkte sind.
- lernen Eigenschaften zu beweisen.

Um zu überprüfen, ob du alles verstanden hast, stehen dir verschiedene Tests zur Verfügung.

Verwende für die Arbeit diesen [ARBEITSPLAN!](#)

Viel Erfolg!

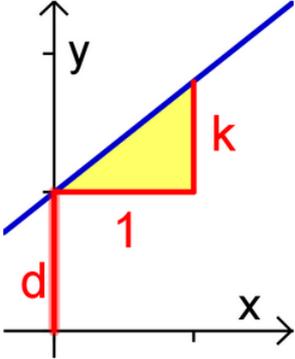


Abbildung 14: Starseite Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen (aus [7])

Der Lernpfad (siehe Abbildung 14) wendet sich an SchülerInnen der 8. Schulstufe. Die AutorInnen (Irma Bierbaumer, Anita Dorfmayr, Walter Klinger) haben 3 – 4 Stunden für die selbstständige Bearbeitung des Lernpfads vorgesehen. Das Vorwissen der SchülerInnen wurde durch die AutorInnen wie folgt verlangt:

- grundlegende Kenntnisse über Darstellungsformen von Funktionen (Graph, Formel, Tabelle)

Für die dynamische Visualisierung der handlungsorientierten Aufgaben wurden Java – Applets verwendet. Die Übung (siehe Abbildung 15) hat folgendes Ziel: aus dem Graphen einer linearen Funktion die Parameter k und d ablesen und damit die entsprechende Funktionsgleichung angeben, als Übungsaufgabe vorgesehen.

[Noch einmal](#)

Ordne zu: Gleichung - Graph
Zuordnungsübung

Ordne der Funktion den passenden Graphen zu! Kontrolliere zum Schluss!
Wiederhole die Übung mehrmals!

[Kontrolle](#)

f. $y=x+1$

f. $y=2$

f. $y=x-2$

The image shows three separate coordinate systems, each with a grid. The top graph shows a blue line with a positive slope, passing through the y-axis at 1. The middle graph shows a horizontal blue line at y=2. The bottom graph shows a blue line with a positive slope, passing through the y-axis at 1 and the x-axis at 2. The x-axis is labeled with 0, 2, and 4. The y-axis is labeled with 0, 2, 4, and 2. The label 'f' is placed near the origin of each graph.

Abbildung 15: Übung vom Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen (aus [7])

Um die Möglichkeiten den gelernten Stoff zu üben verwendet der Mikro – Lernpfad Lineare Funktionen [7] Hot – Potatoes. In dieser Übung (siehe Abbildung 15) soll der/die SchülerIn einer Funktionsgleichung den entsprechenden Graphen zuordnen.

3.3) SchülerInnenfeedback – Verhalten, Design

Regionales Fachdidaktikzentrum
Mathematik und Informatik

SchülerInnenfeedback und lernfadbezogene Wissenstests

Hauptmenü

- ▶ SchülerInnenfeedback
- ▶ Wissenstest
- ▶ Administration

Schnittstelle - Volksschule - SEK1

Liebe Schülerin, lieber Schüler,
nun bist du gefragt um uns zu helfen.

Wir fragen Dich nach deiner Meinung zu den elektronischen
Lehr- und Lernhilfen im Mathematikunterricht.

Es gibt keine falschen und richtigen Antworten!

Alle Angaben im Fragebogen werden anonym ausgewertet, d.h. keiner erfährt,
was Du geantwortet hast.

Die Teilnahme an dieser Befragung ist freiwillig!

Jedoch helfen uns deine Antworten die Mathematik - Lernpfade zu verbessern.

Vielen Dank!

Um dein Feedback zu starten klicke

[<---hier--->](#)

© Leitgeb Michael 2009 | [web](#) | [mail](#)

Abbildung 16: Startseite SchülerInnenfeedback

Zu Beginn des SchülerInnenfeedbacks wird der Hinweis auf Anonymität und Zweck den SchülerInnen in schriftlicher Form dargeboten. Der in Abbildung 16 gezeigte Einleitungsteil wird ohne Berücksichtigung des Lernpfades angezeigt. Die Entscheidung den Einleitungsteil für alle SchülerInnen gleich zu gestalten, bedarf einer Formulierung, die von allen Altersstufen verstanden wird.

MOVE CLOSE

Fragebogen zum SchülerInnenfeedback vom Lernpfad (Schnittstelle - Volksschule - SEK1)

Zum SchülerInnenfeedback von Lernpfaden ist uns Deine Meinung sehr wichtig. Bitte nimm Dir einen Moment Zeit und beantworte die folgende Fragen bzw. kreuze Zutreffendes an.

Allgemeine Angaben

1.1) **Geschlecht:**

1.2) **Schulform:**

1.3) **Schulstufe:**

1.4) **In unserem Unterricht verwenden wir folgende Lernformen:**

	regelmäßig	selten	nie
Gruppenarbeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Partnerarbeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einzelarbeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.5) **In unserem Unterricht verwenden wir folgende technologische Hilfen:**

	regelmäßig	selten	nie
Computer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
programmierbarer Taschenrechner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lernplattformen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.6) Ich kenne mich mit dem Computer gut aus.

	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
1.6) Ich kenne mich mit dem Computer gut aus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.7) Ich mag Mathematik.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragen zur Qualität des Lernpfades

	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
2.1) Die Gestaltung des Lernpfades hat mir gut gefallen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.2) Die in dem Lernpfad verwendete Sprache war für mich verständlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.3) Ich habe die Texte im Lernpfad immer vollständig gelesen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.4) Die interaktive Übungen haben mir beim Verständnis des Stoffes geholfen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 17: SchülerInnenfeedback Teil 1

Dem Einleitungsteil folgt das auszufüllende SchülerInnenfeedback (siehe Abbildung 17). Zu Beginn des SchülerInnenfeedbacks wird eine Anleitung zum Ausfüllen gegeben. Die Fragen des SchülerInnenfeedbacks sind für alle Lernpfade gleich und müssen ebenso wie der Einleitungsteil für alle Altersstufen verständlich gestellt werden.

		trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
2.4)	Die interaktive Übungen haben mir beim Verständnis des Stoffes geholfen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.5)	Ich setze die Lernpfade außerhalb des Unterrichts ein:				
	zum Üben für die Schularbeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	zur Unterstützung bei Hausübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.6)	Ich habe alle wichtigen mathematischen Inhalte des Lernpfades verstanden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.7)	Das Verstehen der mathematischen Inhalte war beim Bearbeiten dieses Lernpfades sehr wichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.8)	Der Schwierigkeitsgrade der Aufgaben hat mich nie überfordert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fragen zur Lernform					
		trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
3.1)	Ich fand den Unterricht mit Lernpfaden interessanter als den "normalen" Unterricht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2)	Ich fand den Unterricht mit dem Lernpfad abwechslungsreicher.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.3)	Ich würde gerne weiterhin im Mathematikunterricht mit Lernpfaden arbeiten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.4)	Ich habe den Stoff durch den Lernpfad leichter verstanden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.5)	Ich würde meinen Freunden das Lernen mit Lernpfaden empfehlen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.6)	Ich würde gerne häufiger mit Lernpfaden arbeiten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fragen zu persönlichen Erfahrungen und zur Interaktion mit anderen MitschülerInnen					
		trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
4.1)	Beim Durcharbeiten des Lernpfades war es möglich, mit anderen SchülerInnen über die mathematischen Inhalte zu sprechen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.2)	Beim Erlernen der mathematischen Inhalte mit diesem Lernpfad konnte ich allein oder mit anderen gemeinsam Ideen und Argumente austauschen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.3)	Beim Bearbeiten des Lernpfades gab es Gelegenheiten, über das mathematische Tun nachzudenken.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.4)	Meine eigenen Gedanken wurden beim Erarbeiten der Inhalte des Lernpfades berücksichtigt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.5)	Der Sinn und die Bedeutung der neu erlernten Begriffe sind mir durch den Lernpfad klar geworden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.6)	Bei der Arbeit mit diesem Lernpfad war es selbstverständlich, MitschülerInnen beim Verstehen zu helfen und selbst, wenn nötig, Hilfe zu bekommen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="button" value="Feedback senden"/>					

Abbildung 18: SchülerInnenfeedback Teil 2

Nach erfolgreicher Eingabe aller Daten muss, um das SchülerInnenfeedback abzusenden, der Button „Feedback senden“ am Ende des SchülerInnenfeedbacks (siehe Abbildung 18) gedrückt werden.



Abbildung 19: SchülerInnenfeedback Teil 3

Das erfolgreiche Versenden der Daten wird mittels Feedback „Vielen Dank für die Teilnahme am SchülerInnenfeedback“ (siehe Abbildung 19) angezeigt.

4) Fachlicher Wissenstest – Verhalten und Design

Um eine ganzheitliche Beurteilung von Lernmaterialien und Lernmethoden zu gewinnen, gehört neben der Qualitätskontrolle, auch die Verifizierung des Lernzuwachses.

Die exakte Verifizierung des tatsächlichen Lernzuwachses lässt sich aufgrund breit gestreuter Testklassen unterschiedlicher Schulen, Regionen und Länder nur schwer messen.

Die Entwicklung der Wissenstests beruht darauf dem/die SchülerIn in Form verschiedener Fragestellungen zu prüfen. Die Fragestellungen verfolgen dem Grundsatz „**Ungewöhnliche Methoden verlangen ungewöhnliche Wissenstests**“ Dabei wurden Rücksicht auf die formulierten Ziele in den didaktischen Kommentaren der Lernpfade genommen und auch die Bildungsstandards [wurden persönlich von Dr. Maria Koth in einer Lehrveranstaltung kommuniziert] als Leitfaden für zu erwerbende Kenntnisse herangezogen.

Das Kapitel 4.1 wird einen Richtlinienkatalog für die Entwicklung von Wissenstests für Lernpfade beinhalten.

Eine genaue Auflistung der entwickelten Aufgaben und eine nähere Beschreibung dieser sind im Kapitel 4.2 vertreten.

Das Ergebnis der Entwicklung eines Feedbacks an die SchülerInnen wird im Kapitel 4.4 präsentiert. Die Feedbacks orientieren sich an in Kapitel 2.4 aufgeführten Ansätzen.

4.1) Richtlinien Online – Wissenstest

Um eine Vergleichbarkeit und einheitliches Design der Fragestellungen für ähnliche Projekte zu gewährleisten, habe ich unter Berücksichtigung der Möglichkeiten mit dem Computer zu kommunizieren und unter Berücksichtigung der technischen Ausstattung von Schulen, Richtlinien erstellt. Diese Richtlinien betreffen die Gestaltung eines Online – Wissenstests.

4.1.1) Visuelle Wahrnehmung

Die Ausgabe am Bildschirm schafft die Möglichkeit Fragen zu stellen die auf den ersten Blick kaum ein Unterschied zu herkömmlichen Tests haben, jedoch kann durch Animation der Lernstoff dynamisch dargestellt werden.

Bilder, Videos und Flashanimationen eignen sich, um die Augen als Sinn einzusetzen. Assoziationen zur realen Welt erfolgen zu einem großen Teil durch die Visualisierung einer solchen.

Verfahren

Bei dem Einsatz von Videos muss die Einbindung aus Youtube oder MyVideo erfolgen. Der Player der zuvor genannten Plattformen lässt sich problemlos als Flashfile einbetten. Die Kompatibilität zu allen gängigen Browsern ist somit gegeben. Bei der Einbettung eines selbst erstellten Flashfiles ist dieses auf allen Plattformen zu testen. Ganz besonders muss auf Urheberrechte geachtet werden, um nicht geschütztes Material illegal zu missbrauchen. Die Länge eines Videos muss zur verfügbaren Zeit des Tests addiert werden, um die endgültige Zeitspanne für den Test zu bestimmen.

Zusammenfassung der wichtigsten Punkte:

- Youtube, MyVideo Einbettung bevorzugt
- Alternative Einbettung auf folgenden Browsern testen: Konqueror, Google Chrome, Firefox, Internet Explorer > V. 6, Opera, Safari
- Urheberrechte berücksichtigen

4.1.2) Auditive Wahrnehmung

Der Einsatz von Audio Dateien wird als moderner Ansatz im Mathematikunterricht angewendet. Eine funktionale Abhängigkeit zu hören, dient als einmalige Möglichkeit auch den Hörsinn für einen Lernprozess zu verwenden. Ein weiterer wichtiger Aspekt in Zeiten des MP3 Players und eines wahren Musiküberangebots ist es, Tonfolgen oder Geräusche in einen mathematischen Zusammenhang zu bringen und somit die Mathematik ein Stück weiter in die Welt der SchülerInnen zu bringen. Jeder Ton muss sich eindeutig vom vorherigen Ton unterscheiden. Ein exakter Abstand (z.B. Terz: 3 Töne) ist bei einer Frage nicht einzusetzen.

Verfahren

Eine Einbettung in einer Flashapplikation soll die gängige Methode sein, da so der Test nicht durch Aufrufen eines Musikprogramms verlassen werden muss. Auf die Ausstattung einer Schule muss Rücksicht genommen werden. Sind z.B. keine Kopfhörer vorhanden muss es zu Beginn des Tests eine Möglichkeit geben, auditive Wahrnehmungsfragen zu vermeiden. Für einen alternativen musikalischen Zugang kann eine Tonfolge auf einem Notenblatt notiert werden und dieses als Bilddatei angezeigt werden.

Zusammenfassung der wichtigsten Punkte:

- Audiodatei in Flashanimation einbetten
- Auswahl, ob Kopfhörer vorhanden sind oder nicht
- Kompatibilität (Browser: Konqueror, Google Chrome, Firefox, Internet Explorer > V. 6, Opera, Safari)
- Alternativ ein Notenblatt als Aufgabengrundlage verwenden

4.1.3) Haptische Wahrnehmung

Einen Großteil der Zeit verbringen die SchülerInnen vor analogen Materialien, wie Papier und Stift. Dieser Aspekt darf natürlich nicht in einem Test fehlen, da er der „normalen“ Situation im Unterricht am nächsten kommt. Somit sind auch Fragestellungen zu formulieren, die ohne Computer gelöst werden müssen. Besonders geeignet sind dabei Aufgaben, bei denen die Steigung eines Graphen oder der Abstand von einem bestimmten Punkt gefragt sind. Die Fragestellung kann eine ungefähre Skizze enthalten. Für die Lösung muss die geforderte Zeichnung jedoch auf einem Blatt gezeichnet werden. Für Abweichungen, die durch unexaktes Zeichnen auftreten können, muss bei den Antworten ein gewisser Spielraum berücksichtigt werden.

Verfahren

Bei dem Einsatz einer Aufgabe, dessen Lösung sich nicht mit dem Computer konstruieren lässt, müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Die Eindeutigkeit der Lösung muss gegeben sein.
- Eine Automatisierung von Lösungen auf Papier sind nicht möglich
- Falls es zur Verwendung von gerundeten Werten kommen könnte oder falls eine Zeichnung anzufertigen ist, muss bei den Lösungen ein gewisser Spielraum gegeben sein. Dafür muss vom Ersteller des Wissenstests auf jede Art von Rundungsfehlern Rücksicht genommen werden und diese

entsprechend in der oberen Toleranzgrenze und unteren Toleranzgrenze eingebunden werden. Im Falle einer Zeichnung muss der Ersteller des Wissenstests Toleranzgrenzen erstellen. Diese kann je nach Schulstufe variieren, muss jedoch so gewählt werden, dass diese eindeutig als Lösung verifiziert werden kann.

4.2) Ausführung und Beschreibung der Wissenstests

Die Ergebnisse der Entwicklung der Wissenstests werden in den Kapiteln 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 und 4.2.4 präsentiert. Die Aufgaben werden mit Hilfe von Screenshots aus der von mir programmierten Anwendung und einer Beschreibung näher erläutert. Die Berücksichtigung der Ziele des didaktischen Kommentars werden nach jeder Aufgabe beschrieben.

Die Lerninhalte und Lernziele der jeweiligen Lernpfade finden Sie in Kapitel 3.2.

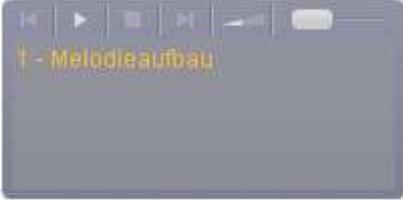
Der Bezug zu den Bildungsstandards wird mittels „Ich kann...“ Statements in Kapitel 4.3 hergestellt.

4.2.1) Wissenstest: Schnittstellen - Lernpfad Volksschule – SEK I

Aufgabe 1:

Aufgabe 1)

Wenn du auf den Play Button drückst, hörst du einen Melodieaufbau. Die Melodie startet mit einem Ton. Danach wird bei jedem Takt ein gewisse Anzahl von Tönen hinzugefügt.



Bedienung des Players:
Wenn Du die Musik nochmal abspielen willst, musst Du zuerst den "Stop" - Button drücken und danach wieder auf "Play".

1.1) Frage: Um wieviele Töne wird die Melodie erweitert ?

Antwort: Die Melodie erweitert sich nach jeder Wiederholung um Töne.

1.2) Frage: Wie viele Töne würden bei einer erneuten Wiederholung ertönen?

Antwort: Es würden Töne zu hören sein.

Abbildung 20: Aufgabe 1 aus Wissenstest: Schnittstellen - Lernpfad Volksschule - Sekundarstufe I

Diese Aufgabe (siehe Abbildung 20) befasst sich mit der Erkennung eines Melodieaufbaus. Der Hintergrund dieser ist es durch auditive Wahrnehmung (Alternativ: visuell) einen Zuwachs zu erkennen. Bei der ersten Frage soll erkannt werden, um wie viele Töne sich die Melodie nach der Wiederholung erweitert. Dieser Wert wird auch für die zweite Aufgabe Verwendung finden, da der/die SchülerIn die Anzahl der Töne bei einer erneuten Wiederholung angeben muss.

Falls keine Kopfhörer vorhanden sind, wird statt der Audiowiedergabe ein Notenblatt (siehe Abbildung 21) verwendet, um aufgrund dieses Notenblattes den Zuwachs zu ermitteln.

Aufgabe 1)

Du siehst ein Notenblatt vor dir. Nach jedem Takt kommt eine gewisse Anzahl von Tönen hinzu.

1. Takt 2. Takt 3. Takt 4. Takt

1.1) Frage: Um wieviele Töne wird die Melodie erweitert ?

Antwort: Die Melodie erweitert sich nach jeder Wiederholung um Töne.

1.2) Frage: Wie viele Töne würden im nächsten 5. Takt sein?

Antwort: Es würden Töne im 5. Takt sein.

Abbildung 21: Aufgabe 1 (Alternativ) aus Wissenstest für Schnittstellen - Lernpfad Volksschule - Sekundarstufe I

Durch den Aufbau einer Melodie kann eine zahlenmäßige Veränderung erkannt und verbal beschrieben werden. Die Aufgabe führt zu einem Erkennen und Beschreiben funktionaler Abhängigkeiten. Durch die bildliche Darstellung der Alternativaufgabe gilt es eine Grundrechnungsart zu erkennen (vgl. [6], S. 1).

Durch eine bildliche Darstellung gilt es eine Grundrechnungsart zu erkennen. Die durch die Veränderung der Anzahl der Objekte zahlenmäßige Veränderung kann erkannt und verbal beschrieben werden (vgl. [6], S. 1).

Aufgabe 3:

Aufgabe 3)
<p>Maria geht mit ihrem Vater zum Kinder-Friseur Haare schneiden. Beim Empfang sagt ein Angestellter zu ihnen: <i>„Leider müsst ihr noch eine Stunde warten. Wir haben heute nur einen Mitarbeiter hier, der die Haare schneidet. Dieser braucht 20 Minuten, um einem Kind die Haare zu schneiden. Ein Kind hat gerade Platz genommen.“</i></p>
<p>3.1) Frage: <u>Wie viele Kinder, inklusive dem Kind das gerade Platz genommen hat, kommen noch vor Maria dran?</u></p>
<p><input type="radio"/> 2 Kinder</p> <p><input type="radio"/> 3 Kinder</p> <p><input type="radio"/> 4 Kinder</p> <p><input type="radio"/> 5 Kinder</p>
<p>3.2) Frage: <u>Welche der folgenden Aussagen ist richtig ?</u></p>
<p><input type="radio"/> Wären mehr Kinder vor Maria, würde Maria schneller drankommen.</p> <p><input type="radio"/> Wären mehr Mitarbeiter anwesend würde Maria noch länger warten.</p> <p><input type="radio"/> Wären mehr Mitarbeiter anwesend würde Maria früher drankommen</p>

Abbildung 23: Aufgabe 3 aus Wissenstest für Schnittstellen - Lernpfad Volksschule - Sekundarstufe I

Aufgabe 3 (siehe Abbildung 23) liegt eine Sachsituation zu Grunde. Aus dieser gilt es die wichtigsten Kennzahlen zu eruieren. Die Idee dieser Aufgabe ist es, eine Aussage für sich zu formulieren und diese richtig einzusetzen. „Je mehr, desto weniger“ (im Falle der Mitarbeiter) „Je weniger, desto weniger“ (im Falle der Kinder). Bei der 1. Frage wird nach der Anzahl der Kinder gefragt, die aufgrund einer Zeitangabe noch vor Maria an der Reihe sind. Die Auswirkung einer Änderung der Bedingungen ist bei der 2. Frage zu erkennen und einzusetzen.

Diese Aufgabe ermöglicht es, funktionale Abhängigkeiten zu erkennen und zu beschreiben. Durch die Formulierungen „Je mehr, desto weniger“ und „Je weniger, desto weniger“ gibt dieses Beispiel einen ersten Einblick in direkte und indirekte Proportionalitäten (vgl. [6], S.1).

Aufgabe 4:

Aufgabe 4)

Gegeben ist folgende Tabelle

Größe A	Größe B
1	5
2	10
3	20
4	40

4.1) Frage: Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Zu Beginn sind von Größe B 5 Stück vorhanden, bei jedem weiteren Schritt erhöht sich die Anzahl um 5 Stück.
- Zu Beginn sind von Größe B 10 Stück vorhanden, bei jedem Schritt verdoppelt sich die Stückanzahl.
- Zu Beginn sind von Größe B 5 Stück vorhanden, bei jedem Schritt verdoppelt sich die Stückanzahl.
- Zu Beginn sind von Größe B 5 Stück vorhanden, bei jedem Schritt verdreifacht sich die Stückanzahl.

Abbildung 24: Aufgabe 4 aus Wissenstest für Schnittstellen - Lernpfad Volksschule - Sekundarstufe I

Beschreibung

Diese Aufgabe (siehe Abbildung 24) ist aufgrund des freien Kontextes durch die gegebene Tabelle, ohne Beschriftung der Spalten, abstrakt gehalten. Es soll durch eine gegebene Tabelle eine schrittweise Veränderung erkannt werden. Bei der Frage gilt es durch aufmerksames Lesen diese Veränderung verbal zu formulieren.

Durch den abstrakten Kontext kann eine zahlenmäßige Veränderung erkannt und verbal beschrieben werden. Durch die Formulierung der Antworten (siehe Abbildung 24) können funktionale Abhängigkeiten erkannt und verbal beschrieben werden (vgl. [6], S.1).

Aufgabe 5:

Aufgabe 5)

Kevin hat zu seinem Geburtstag einen Hasen bekommen.

Damit der Hase glücklich ist, benötigt er einen Käfig mit 25m^2 Fläche. Kevin überlegt einen quadratischen Käfig zu bauen. Kevin braucht deine Hilfe, um den Käfig zu bauen. Bestimme für Kevin die Seitenlänge des Käfigs.



5.1) Frage: Wie groß muss eine Seite des Käfigs sein, um eine Fläche von 25 m^2 zu erreichen ?

Antwort: Eine Seite des Geheges muss m lang sein.

5.2) Frage: Wie groß ist der Umfang des Käfigs?

Antwort: Der Umfang des Käfigs beträgt m.

5.3) Frage: Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Wenn man die Seiten eines Quadrats verdoppelt, verdoppelt sich der Umfang.
- Wenn man die Seiten eines Quadrats verdoppelt, vervierfacht sich der Umfang.
- Wenn man die Seiten eines Quadrats verdoppelt, verachtfachst sich der Umfang.

Abbildung 25: Aufgabe 5 aus Wissenstest für Schnittstellen - Lernpfad Volksschule - Sekundarstufe I

In dieser Aufgabe (siehe Abbildung 25) soll durch eine Geschichte eine Sachsituation geschaffen werden. Die Anforderungen werden insofern erhöht, da Begriffe wie Umfang und Flächeninhalt eines Quadrats vorausgesetzt werden. Bei der 1. Frage muss man durch die Wahl der richtigen Grundrechnungsart eine Seite des Geheges ausrechnen. Bei der 2. Frage soll der Umfang mit der zuvor ausgerechneten Seite bestimmt werden.

Die möglichen Antworten der 3. Frage stellen die Beziehung der Seite zu dem Umfang her. Die richtige Antwort kann mittels Überlegung oder Nachrechnen gelöst werden.

Eine Vergrößerung des Käfigs hat eine Vergrößerung der Seite zu Folge. Daher kann in Rechtecken eine funktionale Abhängigkeit zwischen den Seitenlängen, Umfang und Flächeninhalt erkannt und beschrieben werden (vgl. [6], S. 1).

Aufgabe 6:

Aufgabe 6)

Jessica fühlt sich nicht mehr wohl in ihrem kleinen Zimmer. Ihr Zimmer ist 9 m^2 groß. Jessica hat ein Zimmer in Form eines Quadrats. Nun fragt sie ihre Mutter, ob sie ein 4 mal so großes Zimmer bekommen kann. Um die Mutter zu überzeugen, musst du eine Seite vom neuen Zimmer, das ebenfalls ein Quadrat sein soll, ausrechnen.



6.1) Frage: Wie groß soll das neue Zimmer von Jessica sein?

Antwort: Das neue Zimmer soll m^2 groß sein.

6.2) Frage: Wie groß ist eine Seite des neuen Zimmers?

Antwort: Eine Seite des neuen Zimmers beträgt m.

6.3) Frage: Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Wenn man die Seiten eines Quadrats verdoppelt, verdoppelt sich die Fläche.
- Wenn man die Seiten eines Quadrats verdoppelt, vervierfacht sich die Fläche
- Wenn man die Seiten eines Quadrats verdoppelt, verachtfach sich die Fläche

Abbildung 26: Aufgabe 6 aus Wissenstest für Schnittstellen - Lernpfad Volksschule - Sekundarstufe I

Dieser Aufgabe (siehe Abbildung 26) liegt, wie in Aufgabe 5 (siehe Abbildung 25), eine Sachsituation zu Grunde. Ebenfalls sind die Begriffe wie Umfang und Flächeninhalt eines Quadrats Voraussetzung zur Lösung der Fragen. Bei der 1. Frage muss man durch die Wahl der richtigen Grundrechnungsart den Flächeninhalt des neuen Zimmers ausrechnen. Bei der 2. Frage soll eine Seite mit dem zuvor ausgerechneten Flächeninhalt bestimmt werden.

Die möglichen Antworten der 3. Frage stellen die Beziehung der Seite zu der gegebenen Fläche in Verbindung. Die richtige Antwort kann mittels Überlegung oder Nachrechnen gelöst werden.

Eine Vergrößerung des Zimmers hat eine Vergrößerung der Seite zu Folge. Daher kann in Rechtecken eine funktionale Abhängigkeit zwischen den Seitenlängen, Umfang und Flächeninhalt erkannt und beschrieben werden (vgl. [6], S. 1).

4.2.2) Wissenstest: Mikro – Lernpfad Wetter – Temperaturkurven

Aufgabe 1:

Aufgabe 1)

Wolfgang Amadeus Wetterzart hat ein neues Werk veröffentlicht. In dem Werk beschreibt er die Temperaturentwicklung an seinem 12. Geburtstag. Der erste Ton beschreibt die Temperatur um 6 Uhr morgens. Der letzte Ton beschreibt die Temperatur um 22 Uhr.

Eine Erhöhung der Töne bedeutet einen Temperaturanstieg und eine immer tiefer werdende Melodie einen Temperaturabfall. Höre dir die Melodie genau an und beantworte die unten stehenden Fragen.



Bedienung des Players:
Wenn Du die Musik nochmal abspielen willst, musst Du zuerst den "Stop" - Button drücken und danach wieder auf "Play".

1.1) Frage: Wie oft steigt die Temperatur an Wolfgangs Geburtstag?

Antwort: Die Temperatur steigt an seinem Geburtstag mal.

1.2) Frage: Wann war die Temperatur am höchsten?

- am Anfang des Tages
- am Vormittag
- am Nachmittag
- am Ende des Tages

Abbildung 27: Aufgabe 1 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Temperaturkurven

In dieser Aufgabe (siehe Abbildung 27) soll eine Sachlage melodisch interpretiert werden. Aufgrund des entweder höheren oder tieferen Tons gilt es hier die richtige Interpretation im Hinblick einer Wetterkurve zu finden. Nachdem der „Play“ – Button gedrückt wurde, hört man eine Melodie. Durch die Erhöhung der Töne wird eine Temperaturerhöhung simuliert. Durch immer tiefer werdende Töne wird ein Temperaturabfall simuliert. Durch die Erkennung dieser Phasen können die SchülerInnen die gestellten Fragen lösen.

Sind keine Kopfhörer vorhanden, wird eine Melodie auf einem Notenblatt (siehe Abbildung 28) angezeigt um die höher und tiefer werdenden Töne zu zeigen.

Aufgabe 1)

Wolfgang Amadeus Wetterzart hat ein neues Werk veröffentlicht. In dem Werk beschreibt er die Temperaturentwicklung an seinem 12. Geburtstag. Der erste Ton beschreibt die Temperatur um 6 Uhr morgens. Der letzte Ton beschreibt die Temperatur um 22 Uhr.

Eine Erhöhung der Töne bedeutet einen Temperaturanstieg und eine immer tiefer werdende Melodie einen Temperaturabfall. Sieh dir die Melodie genau an und beantworte die unten stehenden Fragen.



1.1) Frage: Wie oft steigt die Temperatur an Wolfgangs Geburtstag?

Antwort: Die Temperatur steigt an seinem Geburtstag mal.

1.2) Frage: Wann war die Temperatur am höchsten?

- am Anfang des Tages
- am Vormittag
- am Nachmittag
- am Ende des Tages

Abbildung 28: Aufgabe 1 (Alternativ) aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Temperaturkurven

Die erste Frage beschäftigt sich mit der Erkennung der Temperatur anhand der Tonhöhe. Der/Die SchülerIn muss zur Beantwortung den Verlauf der Temperaturen richtig interpretieren.

Die 2. Frage stellt einen großen Anspruch an SchülerInnen, die eine Beantwortung aufgrund der „Audio“ Darstellung wählen. Der/Die SchülerIn muss angeben an welcher Tageszeit die Temperatur am höchsten ist.

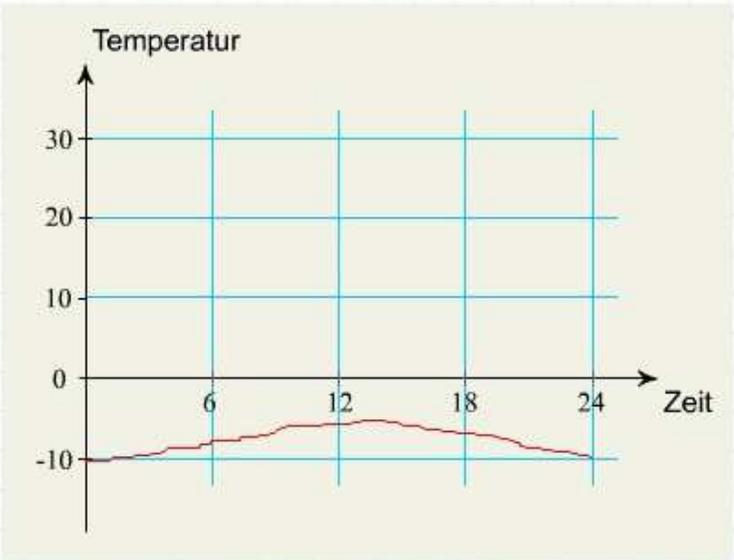
Wenn Kopfhörer vorhanden sind, gilt es den Text richtig zu verstehen und die Informationen für die Beantwortung der Fragen herauszuhören. In der alternativen

Darstellung durch das Notenblatt gilt es die Informationen aus dem Notenblatt abzulesen und durch Verstehen des Textes diese für die Beantwortung der Fragestellungen zu verwenden (vgl. [2], S. 2).

Aufgabe 2:

Aufgabe 2)

Gegeben ist folgende Wetterkurve.



Zeit (Uhr)	Temperatur (°C)
0	-10
6	-5
12	-2
18	-5
24	-10

2.1) Frage: An welchem besonderen Tag könnte diese Wetterkurve aufgezeichnet worden sein?

- Ostern
- Ende des Schuljahres
- Beginn des Schuljahres
- Weihnachten

2.2) Frage: Marie behauptet, dass es um 12 Uhr kälter war, als um 24 Uhr. Kann diese Aussage stimmen?

- Ja
- Nein
- Um 12 Uhr und um 24 Uhr hatte es die gleiche Temperatur.

Abbildung 29: Aufgabe 2 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Temperaturkurven
Für die 2. Aufgabe (siehe Abbildung 29) dient als Grundlage eine grafische Darstellung einer Temperaturkurve. Die 1. Frage setzt zur erfolgreichen Beantwortung eine richtige Interpretation des Diagramms voraus.

Das richtige Ablesen von Informationen aus dem Diagramm muss für die Lösung der 2. Frage erfolgen.

Für die Beantwortung der Fragen ist es nötig Informationen aus einem Diagramm ablesen zu können. Um diese nötigen Informationen zu erhalten und für die Beantwortung der Fragestellungen verwenden zu können, gilt es auch das Diagramm und den Text zu verstehen (vgl. [2], S. 2).

Aufgabe 3:

Aufgabe 3)

Maja liest die Wettervorhersage für den nächsten Tag.

"Am Morgen ist mit einem wolkenfreien Himmel zu rechnen und die Temperaturen betragen 15 - 18 Grad. Zu Mittag kann es so richtig heiß werden mit Temperaturen zwischen 25 - 28 Grad. Am Nachmittag ziehen Wolken auf und bringen Regen. Die Temperaturen am Nachmittag betragen 18 - 20 Grad. In der Nacht kühlt es so richtig ab und die Temperaturen betragen 10 - 12 Grad."

3.1) Frage: Welcher der Diagramme stimmt mit der Vorhersage von Maja überein?

The image contains two line graphs on a grid. Both graphs have 'Temperatur' on the y-axis (ranging from -10 to 30) and 'Zeit' on the x-axis (ranging from 0 to 24). The first graph, labeled '1. Diagramm', shows a smooth curve that starts at 15 at 0:00, rises to a peak of 20 at 12:00, and then gradually declines to 10 at 24:00. The second graph, labeled '2. Diagramm', shows a curve that starts at 10 at 0:00, rises to 10 at 6:00, then sharply to 25 at 12:00, and finally drops to 10 at 24:00.

Abbildung 30: Aufgabe 3 aus Wissenstest für Mirko - Lernfad Temperaturkurven (Teil 1)

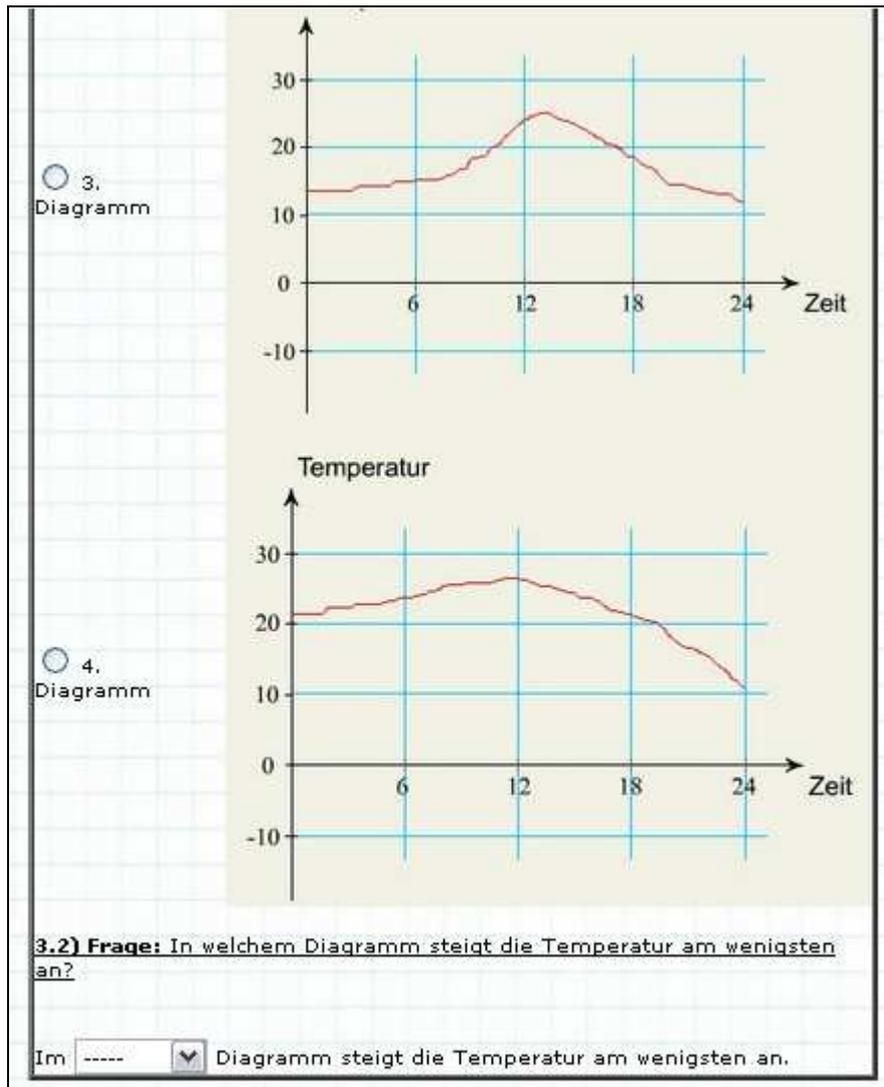


Abbildung 31: Aufgabe 3 aus Wissenstest für Mirko - Lernpfad Temperaturkurven (Teil 2)

Als Grundlage für diese Aufgabe dient eine Wettervorhersage (siehe Abbildung 31). Bei der ersten Frage soll das richtige Diagramm zu der gegebenen Wettervorhersage gefunden werden. Besonderer Wert wird auf das Verständnis des Textes gelegt. Werden nicht alle Informationen vollständig erfasst, kann es zu einer falschen Beantwortung kommen.

Die 2. Frage erfordert das richtige Ablesen von Informationen aus einem Diagramm.

Durch die Angabe einer Wettervorhersage gilt es die richtige Darstellung des Inhaltes in Form eines Diagramms darzustellen. Da die Diagramme vorgegeben sind, hat der/die SchülerIn durch den Vergleich und Interpretation das richtige Diagramm zu

finden. Neben dem Verständnis eines Diagramms ist es auch notwendig Informationen aus den Diagrammen abzulesen (vgl. [2], S.2).

Aufgabe 4:

Aufgabe 4)	
Gegeben ist folgende Tabelle	
Zeit	Temperatur
0	8
3	10
6	12
9	18
12	25
15	24
18	20
21	18
24	14

4.1) Frage: Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Der Temperaturanstieg zwischen 0 Uhr und 6 Uhr war größer, als der zwischen 6 Uhr und 12 Uhr.
- Der Temperaturanstieg zwischen 0 Uhr und 6 Uhr war kleiner, als der zwischen 6 Uhr und 12 Uhr.
- Der Temperaturanstieg zwischen 0 Uhr und 6 Uhr war gleich, als der zwischen 6 Uhr und 12 Uhr.

4.2) Frage: Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Die Temperatur um 5 Uhr war höher, als um 22 Uhr.
- Die Temperatur um 5 Uhr war kleiner, als um 22 Uhr.
- Die Temperatur um 5 Uhr und 22 Uhr waren gleich.

Abbildung 32: Aufgabe 4 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Temperaturkurven

Aufgabe 4 (siehe Abbildung 32) umfasst das richtige Interpretieren einer Tabelle. Das Auslesen der Daten ohne grafische oder deskriptive Darstellung soll die Vorstellungskraft fördern. Eine Temperaturkurve soll als kontinuierlicher Prozess erkannt werden, der gewisse physikalische Grenzen hat.

Die richtige Interpretation und Vorstellung von dem Verlauf der Temperatur stellen die Grundlage für die Lösung der beiden Fragen dar.

Durch die Angabe einer Tabelle ohne Beschriftung der Spalten gilt es in dieser Aufgabe durch Begründen und Vermutungen die Fragen zu beantworten.

(vgl. [2], S. 2)

Aufgabe 5:

Aufgabe 5)



5.1) Frage: Welche der folgenden Wettervorhersagen vom Vortag trifft auf dieses Foto zu?

- Am Morgen kann es leicht regnen und die Temperaturen betragen zwischen 12 und 15 Grad. Im Laufe des Vormittags lockert es auf, aber Wolken verdecken die Sonne. Die Temperaturen betragen zwischen 15 und 17 Grad. Am Nachmittag bis hin zum Abend regnet es mit großer Wahrscheinlichkeit mit Temperaturen um die 20 Grad.
- Am Morgen ist mit Sonnenschein zu rechnen und die Temperaturen betragen zwischen 18 und 25 Grad. Im Laufe des Vormittags bis zum Mittag erreichen wir aufgrund des wolkenlosen Himmels 30 Grad. Am Nachmittag bis hin zum Abend ziehen leichte Wolken auf, die jedoch keinen Regen bringen werden.
- Den ganzen Vormittag bis zum Mittag ist mit Regen zu rechnen. Die Temperaturen betragen zwischen 12 und 15 Grad. Im Laufe des Nachmittags wird es aber die Sonne doch schaffen durchzukommen und auch die Temperaturen betragen zwischen 15 und 18 Grad.

Abbildung 33: Aufgabe 5 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Temperaturkurven

Aufgabe 5 (siehe Abbildung 33) hat ein Bild als Ausgangssituation. Es gilt dieses Bild als eine Sachlage zu verstehen. Das wichtigste ist es, alle Details des Bildes zu erkennen und in einer Wettervorhersage richtig zu interpretieren. Die Schwierigkeit der Frage besteht darin die eigenen Vorstellungen des Bildes gegebenenfalls abzuändern, um eine Antwortmöglichkeit in Betracht zu ziehen. Bestimmte Tatsachen im Bild lassen aber eine Eindeutigkeit der Antwort zu.

Durch das Verstehen des Textes kann der/die SchülerIn durch Anstellen und Begründen die Lösung der Fragen finden (vgl. [2], S.2).

Aufgabe 6:

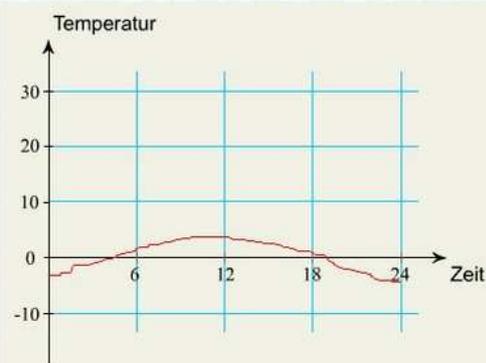
Aufgabe 6)

Gegeben ist folgende Tabelle

Zeit	Temperatur
0	-12
3	-8
6	-6
9	-1
12	2
15	1
18	0
21	-2
24	-4

6.1) Frage: Welcher der Diagramme stimmt mit der Tabelle überein?

1. Diagramm



2. Diagramm

**Abbildung 34:** Aufgabe 6 aus Wissenstest für Mikro - Lernfad Temperaturkurven (Teil 1)

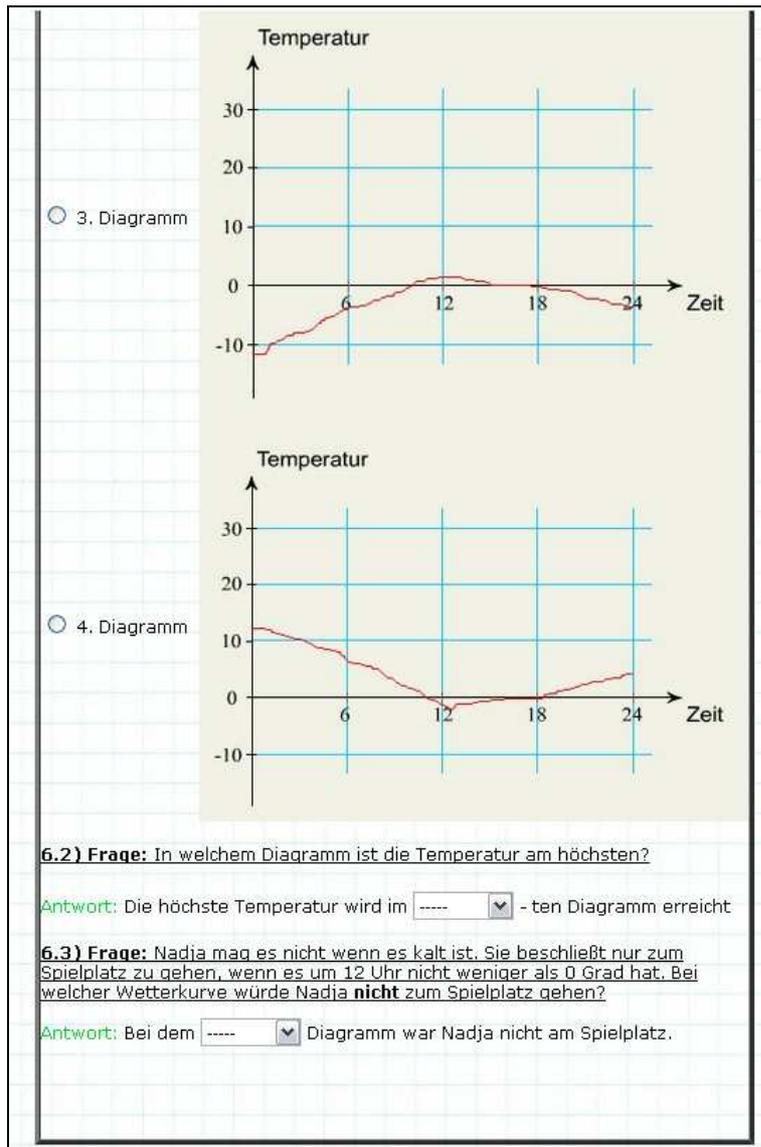


Abbildung 35: Aufgabe 6 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Temperaturkurven (Teil 2)

In dieser Aufgabe (siehe Abbildung 34 u. 35) ist eine Tabelle gegeben. Hier steht nicht nur die Zuordnung des Diagramms einer Tabelle im Vordergrund (Frage 1), sondern auch die richtige Interpretation der Diagramme für Frage 2. Die mögliche Verbindung der Fragen 2 und 3 durch die SchülerInnen, soll das richtige und aufmerksame Lesen des Textes fördern. Obwohl negative Zahlen laut Lehrplan [8] erst für die 7. Schulstufe vorgesehen sind, entschloss ich mich aufgrund des Kontexts für eine Verwendung negativer Zahlen.

Für die SchülerInnen gilt es durch das Ablesen der Informationen des Diagramms diese mit der Tabelle zu vergleichen. Weiters müssen sie zur Beantwortung der Frage 3 die Diagramme richtig interpretieren (vgl. [2], S. 2).

4.2.3) Wissenstest: Mikro – Lernpfad Direkte und indirekte Proportionalität

Aufgabe 1:

Aufgabe 1)

Telefonkosten mit und ohne Grundgebühr:

1.1) **Frage:** Christina hat einen Handyvertrag ohne Grundgebühr. Sie zahlt pro Minute 0,15 €, in der sie telefoniert. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Wenn Christina doppelt soviel telefoniert, zahlt sie doppelt soviel und wenn sie halb soviel telefoniert, bezahlt sie das Doppelte.
- Wenn Christina doppelt soviel telefoniert, zahlt sie viermal so viel und wenn sie halb soviel telefoniert, bezahlt sie halb so viel.
- Wenn Christina doppelt soviel telefoniert, zahlt sie doppelt so viel und wenn sie halb soviel telefoniert, bezahlt sie halb so viel.
- Wenn Christina dreimal soviel telefoniert, zahlt sie dreimal so viel und wenn sie halb soviel telefoniert, bezahlt sie doppelt so viel.

1.2) Bei Beispiel 1.1 handelt es sich um -----.

1.3) **Frage:** Nina hat einen Handyvertrag mit fünf Euro Grundgebühr. Sie zahlt pro Minute 0,10 € in der sie telefoniert. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Wenn Nina doppelt soviel telefoniert, zahlt sie doppelt so viel und wenn sie halb soviel telefoniert, bezahlt sie halb so viel.
- Wenn Nina nichts telefoniert, zahlt sie auch nichts.
- Wenn Nina 20 Minuten telefoniert, zahlt sie 7 €.
- Wenn Nina dreimal soviel telefoniert, zahlt sie dreimal so viel und wenn sie halb soviel telefoniert, bezahlt sie halb so viel.

1.4) Bei Beispiel 1.3 handelt es sich um -----.

Abbildung 36: Aufgabe 1 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Direktes und indirekte Proportionalität

Für Aufgabe 1 (siehe Abbildung 36) wird ein Java – Applet verwendet. Dieses kann durch Schieben der 3 Balken verändert werden. Anders als im Lernpfad müssen hier Einstellungen gesucht werden, die zur Lösung der Frage führen.

Für die Fragen 1 und 3 werden Tarifmodelle verwendet, wie es heimische Mobiltelefonanbieter verwenden. Ein direkter Zusammenhang zur Realität soll hergestellt und auch als solcher erkannt werden.

In den Frage 1 und 2 wird eine direkte Proportionalität in Form einer Sachlage beschrieben.

In den Fragen 3 und 4 liegt keine Proportionalität vor. Die Schwierigkeit dieser Aufgabe liegt darin, die Grundgebühr zu berücksichtigen und gegebenenfalls die richtige Antwort mittels Proportionalitätsfaktorenüberlegungen zu lösen.

Für die Beantwortung der Fragen müssen die SchülerInnen die Eigenschaften einer direkten Proportionalität kennen und anwenden. Diese geschieht durch die Beschreibung in Form von Worten und durch einen Graphen (vgl. [18], S. 2).

Aufgabe 2:

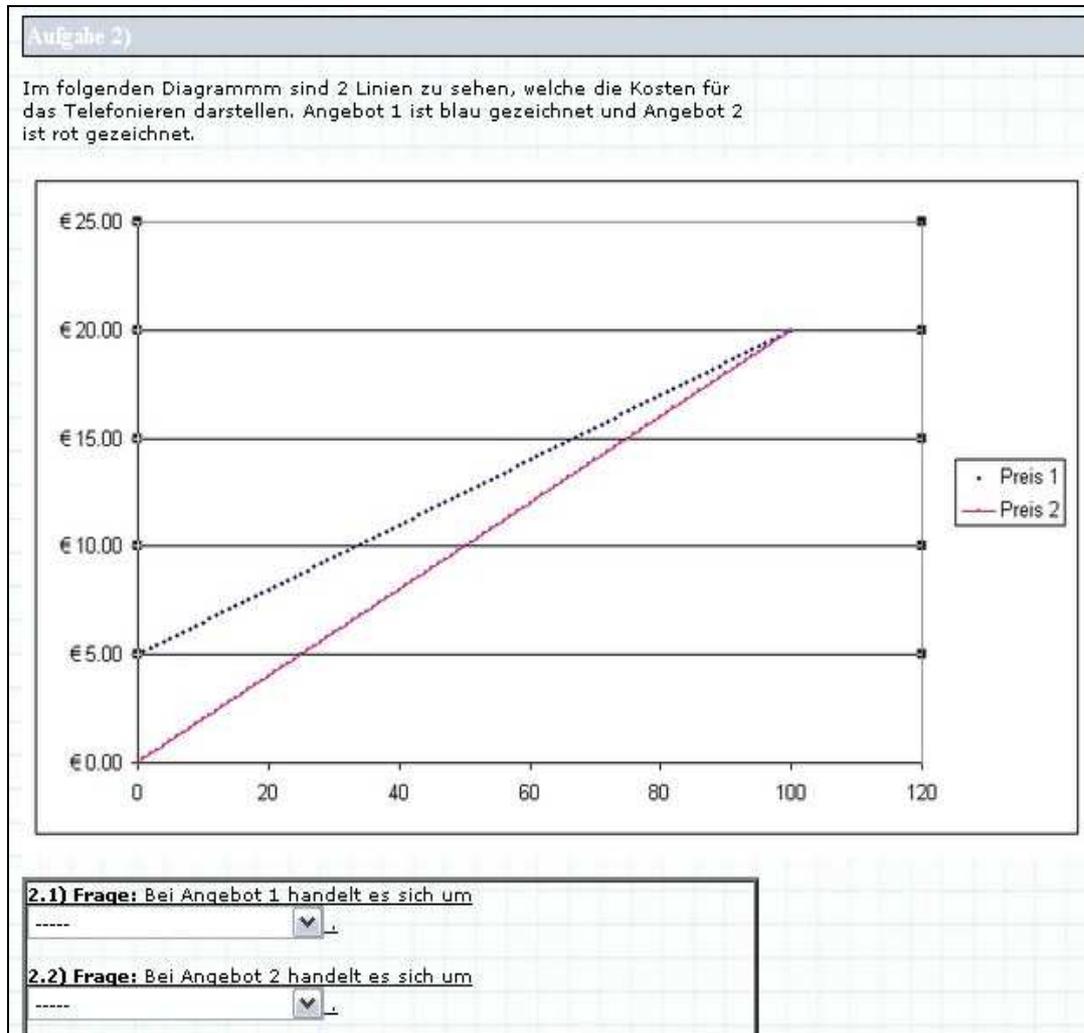


Abbildung 37: Aufgabe 2 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Direkte und Indirekte Proportionalität (Teil 1)

2.3) Frage: Bei welchem Werbespruch handelt es sich um Angebot 1?

- Unschlagbar! Keine Grundgebühr. Und nur unglaubliche 15 Cent pro Minute zahlen.
- 5 Euro Grundgebühr! Dafür aber auch um nur 5 Cent pro Minute telefonieren.
- Sparen Sie sich Grundgebühr und zahlen Sie nur 25 Cent pro Minute.
- Sie zahlen pro Minute 15 Cent. Für eine Grundgebühr von 5 € freuen wir uns Sie als neuen Kunden zu begrüßen.

2.4) Frage: Bei welchem Werbespruch handelt es sich um Angebot 2?

- 1 € Grundgebühr! Und obendrauf kommen nur 30 Cent pro Minute.
- Keine Grundgebühr und um nur unglaubliche 15 Cent pro Minute telefonieren.
- Sie zahlen bei uns nur 5 € Grundgebühr. Und ansonsten fallen keine weiteren Kosten an.
- Jetzt kommt es ganz klein! Keine Grundgebühr und nur 20 Cent pro Minute zahlen.

Abbildung 38: Aufgabe 2 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Direkte und Indirekte Proportionalität (Teil 2)

Aufgabe 2 (siehe Abbildung 37 u. 38) beschäftigt sich mit der richtigen Interpretation eines Graphen. Der Graph verwendet die Sachlage von der 3. Frage aus Aufgabe 1. Die Fragen 1 und 2 können Interpretationsfehler aufzeigen, da diese Fragen einen Bezug zu den Fragen 2 und 4 der Aufgabe 1 herstellen. Für die Fragen 3 und 4 wurden Formulierungen aus dem Alltag gewählt. Werbesprüche dieser Art sollen für die SchülerInnen den Bezug der Mathematik zum Alltag aufzeigen.

Für die Beantwortung der Fragen müssen die SchülerInnen die Eigenschaften einer direkten Proportionalität kennen und anwenden. Diese geschieht durch die Beschreibung in Form von Worten und durch einen Graphen (vgl. [18], S. 2).

Aufgabe 3:

Aufgabe 3)

Es liegt ein direktes Verhältnis vor mit $y = 1,1 \cdot x$

3.1) Frage: Was kann dieses direkte Verhältnis bedeuten?

Für einen Liter Benzin bezahlt man 1,1 €.

Die Grundgebühr für eine Taxifahrt beträgt 1,1 €.

Wenn ich y - Liter Benzin tanke bezahle ich insgesamt 1,1 €.

Es liegt ein direktes Verhältnis vor mit $y = 2 \cdot x$

3.2) Frage: Welche der folgenden Tabellen ist richtig?

x	y
0	0
1	2
2	4
3	6
4	10

x	y
0	0
1	-2
2	-4
3	-6
4	-8

x	y
0	0
1	2
2	4
3	6
4	8

Abbildung 39: Aufgabe 3 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Direkte und indirekte Proportionalität

In Aufgabe 3 (siehe Abbildung 39) gilt es einen Term in einem Kontext zu interpretieren. Diese Interpretation hat bei der 1. Frage durch eine Sachlage und in Frage 2 durch die Zuordnung einer Tabelle zu erfolgen. Die Verwendung eines Terms zur Beschreibung einer funktionalen Abhängigkeit bietet sich aufgrund der

Aufgaben in dem Lernpfad an und legt das Fundament für die Termdarstellung der im 8. Schuljahr vorgesehenen linearen Funktion.

Für die Beantwortung der Fragen müssen die SchülerInnen die Eigenschaften einer direkten Proportionalität kennen und anwenden. Einen Term gilt es durch eine Tabelle oder einen Text zu beschreiben (vgl. [18], S. 2).

Aufgabe 4:

Aufgabe 4)

Es liegt ein indirektes Verhältnis vor mit $y = 60 : x$

4.1) Frage: Was kann dieses indirekte Verhältnis bedeuten?

Mit 3 Liter pro Minute kann man das Becken in 60 Minuten auffüllen.

Für eine Grundgebühr von 60 € kann man gratis telefonieren.

Ein Wasserbecken fasst 60 Liter Wasser. Je mehr Liter pro Minute in das Becken gepumpt werden, umso schneller wird das Becken voll

Es liegt ein indirektes Verhältnis vor mit $y = 40 : x$

4.2) Frage: Welche der folgenden Tabellen ist richtig?

x	y
1	40
2	80
10	400
20	800
40	1600

x	y
1	40
2	20
10	4
20	2
40	1

x	y
1	40
2	20
10	2
20	1
40	1

Abbildung 40: Aufgabe 4 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Direktes und indirektes Verhältnis

In Aufgabe 3 (siehe Abbildung 40) gilt es einen Term in einem Kontext zu interpretieren. Diese Interpretation hat bei der 1. Frage durch eine Sachlage und in Frage 2 durch die Zuordnung einer Tabelle zu erfolgen.

Für die Beantwortung der Fragen müssen die SchülerInnen die Eigenschaften einer indirekten Proportionalität kennen und anwenden. Einen Term gilt es durch eine Tabelle oder einen Text zu beschreiben (vgl. [18], S. 2).

4.2.4) Wissenstest: Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen

Aufgabe 1:

Aufgabe 1)

Eine lineare Funktion hat als Graphen eine Gerade. Im folgenden Beispiel wird der Graph durch eine Melodie ersetzt. Höre dir die zwei Melodien "Funktion 1" und "Funktion 2" an und beantworte folgende Fragen.

1 - Funktion 1
2 - Funktion 2

Bedienung des Players:
Wenn Du die Musik nochmal abspielen willst, musst Du zuerst den "Stop" - Button drücken und danach wieder auf "Play".

1.1) Frage: Welcher der beiden Funktionen besitzt ein größeres k von der Gleichung, linearer Funktionen, $y = k \cdot x + d$?

Antwort: Das größere k besitzt die Melodie .

1.2) Frage: Welche der folgenden Graphen würde sich ergeben wenn man die Melodien in einem Graphen zeichnen würde?

1. Diagramm

2. Diagramm

Abbildung 41: Aufgabe 1 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen (Teil 1)

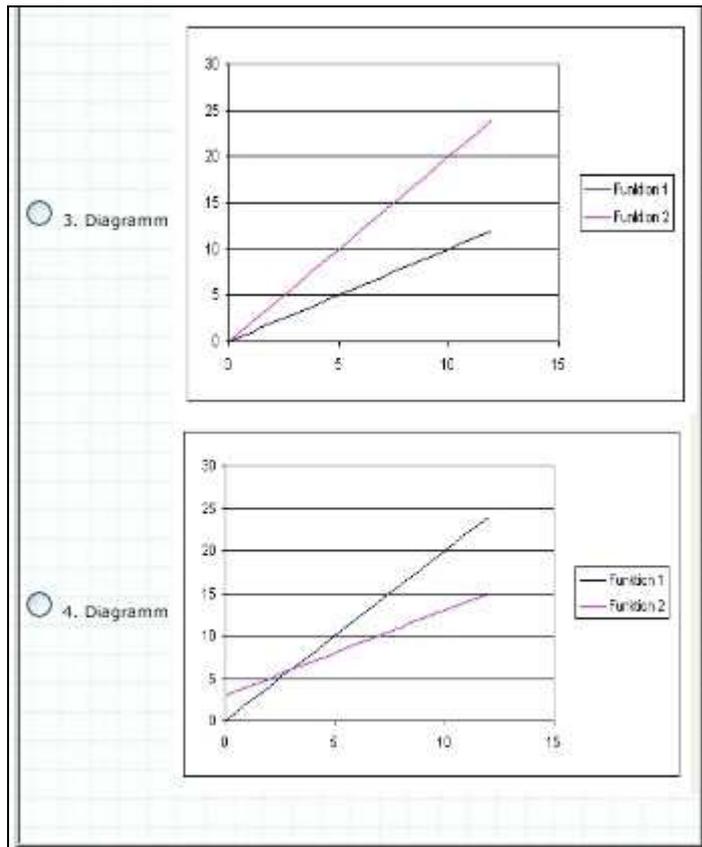


Abbildung 42: Aufgabe 1 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen (Teil 2)

In der Aufgabe 1 (siehe Abbildung 41 u. 42) werden zwei Melodien abgespielt. Für die Lösung dieses Beispiels muss der/die SchülerIn erkennen bei welcher der beiden Melodien die Tonfolge höher steigt. Ähnlich einer graphischen Darstellung hat eine Melodie eine größere und die andere Melodie eine kleinere Steigung. Bei der ersten Frage soll ein Vergleich der beiden Steigungen gemacht werden. Aufgrund dieses Vergleichs muss entschieden werden, welche der beiden Melodien das größere k der Termdarstellung $y = k \cdot x + d$ besitzt. Als Ersatz, falls keine Kopfhörer vorhanden sind, gilt es zwei Melodien anhand von einem Notenblatt zu vergleichen.

Alternativ zur Audiodarstellung (siehe Abbildung 43 u. 44):

Funktion 1

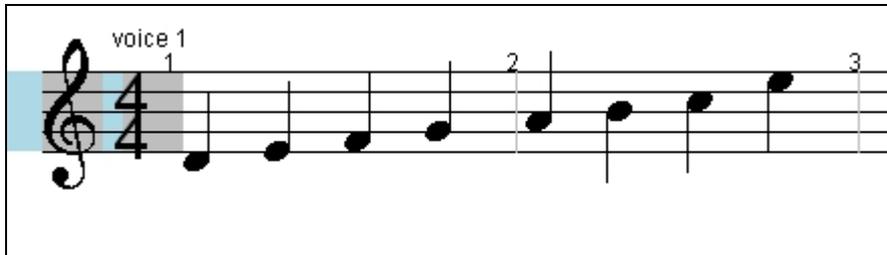


Abbildung 43: Funktion 1 aus Aufgabe 1 (Alternative)

Funktion 2

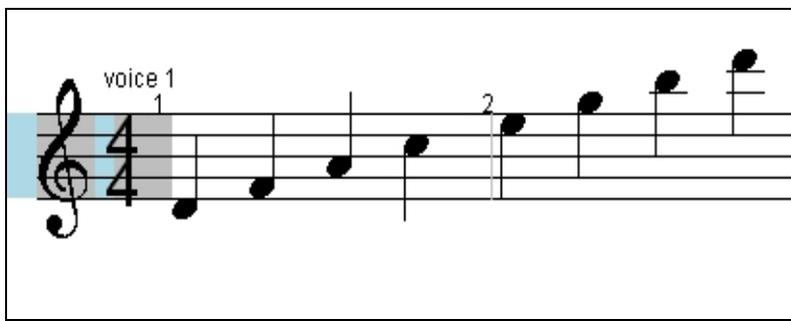


Abbildung 44: Funktion 2 aus Aufgabe 1 (Alternative)

Für die Lösung dieser Aufgabe gilt es lineare Funktionen zu vergleichen. Für den Vergleich werden Tonfolgen verwendet die sich aufgrund der Steigung unterscheiden (vgl. [4], S.2).

Aufgabe 2:

Aufgabe 2)

Ordne der Tabelle den richtigen Term zu!

x	y
0	2
1	5
2	8
3	11
4	14

500 (508) ▾

2.1) Frage: Welche der folgende Terme beschreibt die Tabelle ?

1. Term $y = 2 \cdot x + 2$

2. Term $y = 4 \cdot x + 2$

3. Term $y = 1 \cdot x + 2$

4. Term $y = 3 \cdot x + 2$

2.2) Frage: Welcher Term aus Beispiel 2.1 besitzt das größere k ?

Antwort: Die besitzt das größere k

Abbildung 45: Aufgabe 2 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen

In Aufgabe 2 (siehe Abbildung 45) gilt es einen Darstellungswechsel von der Tabelle hin zur Termdarstellung zu erkennen. Für die Beantwortung der 1. Frage ist es wichtig die symbolische Darstellung richtig zu interpretieren. Die 2. Frage bezieht sich auf die möglichen Antworten der 1. Frage. Es muss erkannt werden, welches der Symbole der Termdarstellung für die Steigung verantwortlich ist und daraus ist zu erkennen, welche der Gleichungen das größere k besitzt.

Für die Lösung der Fragestellungen in Aufgabe 2 gilt es für die SchülerInnen einen Term zu finden. Durch Einsetzen in die jeweiligen Terme kann die Lösung gefunden werden (vgl. [4], S.2).

Aufgabe 3:

Aufgabe 3)

3.1) Frage: Welche der folgenden Terme beschreibt der Graph ?

<input type="radio"/> 1. Term	$y = x + 2$
<input type="radio"/> 2. Term	$y = x - 2$
<input type="radio"/> 3. Term	$y = 3 \cdot x - 2$
<input type="radio"/> 4. Term	$y = 3 \cdot x$

3.2) Frage: Welcher Term aus Beispiel 3.1 geht durch den Ursprung ?

Antwort: Die geht durch den Ursprung.

Abbildung 46: Aufgabe 3 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen

In Aufgabe 3 (siehe Abbildung 46) ist einem gegebenen Graphen der richtige Term zu zuordnen. Das Erkennen und Anwenden der im Lernpfad gelernten Methoden, z.B. Steigungsdreieck, steht im Mittelpunkt dieser Aufgabe. Bei der 1. Frage sollen

aus dem Graphen die Parameter k und d eruiert werden. Frage 2 beschäftigt sich mit der Rolle von d bei der Konstruktion einer Ursprungsgeraden.

Für die Lösung dieser Aufgabe wird folgendes Verständnis benötigt: „*Verstehen, wie sich eine Veränderung der Parameter k und d auf den Graphen der Funktion $y = k \cdot x + d$ auswirkt*“ (aus [4], S. 2).

Weiters müssen die SchülerInnen die Parameter k und d aus einem Graphen auslesen können und eine entsprechende Funktionsgleichung angeben (vgl. [4], S.2).

Aufgabe 4)

Aufgabe 4)

Gegeben ist folgende lineare Funktion

$$y = 3 \cdot x - 5$$

4.1) Frage: Welche der folgenden Aussagen ist richtig ?

$k = 3, d = 5$

$k = -3, d = -5$

$k = -3, d = 5$

$k = 3, d = -5$

4.2) Frage: Welche der folgenden Tabellen ist richtig für die lineare Funktion $y = 3 \cdot x - 5$?

x	y
0	5
1	-2
2	1
3	4
4	7

x	y
0	-5
1	-2
2	1
3	4
4	7

x	y
0	5
1	2
2	-1
3	-4
4	-7

Abbildung 47: Aufgabe 4 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen

Aufgabe 4 (siehe Abbildung 47) hat die Erkennung von k und d aus einem Term als Ziel. Vor allem das Erkennen eines negativen d steht in der ersten Frage im Vordergrund. Bei Frage 2 muss aus einer Auswahl von tabellarischen Darstellungen die Richtige zugeordnet werden.

Der/Die SchülerIn muss für die richtige Lösung das k und d aus dem Term erkennen.
Für die 2. Frage gilt es für die SchülerInnen die Auswirkung von k und d auf die Darstellung des Terms in einer Tabelle zu verstehen (vgl. [4], S.2).

Aufgabe 5:

Aufgabe 5)

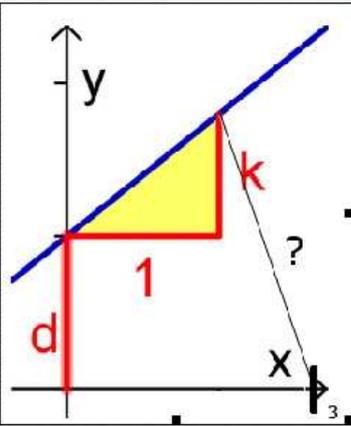
500 (508) v
500 v

Gegeben sind folgende Größen!

$k = 4$
 $d = -1$

Konstruiere nun den Graphen zu der linearen Funktion!

5.1) Frage: Gesucht ist die auf folgendem Bild eingezeichnete Strecke!
Achtung!!! Das Steigungsdreieck kann bei dem Beispiel anders aussehen.



Antwort: Die Länge der gesuchten Strecke beträgt cm.

Abbildung 48: Aufgabe 5 aus Wissenstest für Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen (Teil 1)

5.2) Frage: Welche der folgenden Gleichungen, zu dem oben genannten $k = 4$ und $d = -1$, ist richtig ?

$y = 4 \cdot x + 1$

$y = -1 \cdot x - 4$

$y = 4 \cdot x - 1$

$y = 1 \cdot x - 4$

Abbildung 49: Aufgabe 5 aus Wissenstest für Mikro - Lernfad Lineare Funktionen (Teil 2)

In dieser Aufgabe (siehe Abbildung 48 u. 49) ist eine Zeichnung anzufertigen. Damit die Aufgabe nicht ohne Stift und Papier zu lösen ist, wird nach der Länge einer Strecke gefragt, die ohne Zeichnung nur schwierig zu eruiieren wäre. Somit wird auch das Anfertigen einer Zeichnung gefördert. Als Grundlage soll das Steigungsdreieck eingesetzt werden, das im Lernfad vorgestellt wurde.

Die Lösung dieser Aufgabe bedarf Kenntnis über die Konstruktion eines Graphen einer linearen Funktion. Weiters muss der Schüler die Parameter k und d dem richtigen Term zuordnen (vgl. [4], S.2).

4.3) Bezug zu den Bildungsstandards

Der Bezug zu den Bildungsstandards wird folgend durch „Ich kann“ – Statements hergestellt. Eine Kennzahl vor diesem Statement verweist auf die jeweilige Dimension der Bildungsstandards [wurden persönlich von Dr. Maria Koth in einer Lehrveranstaltung kommuniziert]. Diese Abkürzungen sind wie folgt zu verstehen:

„A. Handlungsdimension (Allgemeine mathematische Kompetenzen)

- A1: *Darstellen, Modellbilden*
- A2: *Operieren, Rechnen*
- A3: *Interpretieren und Dokumentieren*
- A4: *Argumentieren und Begründen*

B. Inhaltliche Dimension (Inhaltliche mathematische Kompetenzen)

- B1: *Arbeiten mit Zahlen und Maßen*
- B2: *Arbeiten mit Variablen und funktionalen Abhängigkeiten*
- B3: *Arbeiten mit Figuren und Körpern*
- B4: *Arbeiten mit statistischen Kenngrößen und Darstellungen*

C. Überfachliche Kompetenzen und Standards

- C1: *Autonomes Lernen*
- C2: *Arbeitstechniken, Methodenkompetenzen*
- C3: *Kooperatives Handeln*
- C4: *Kritisches Denken und Reflektieren“*

[wurden persönlich von Dr. Maria Koth in einer Lehrveranstaltung kommuniziert].

Im Wissenstest des Schnittstellen – Lernpfads Volksschule – Sekundarstufe I ist folgender Bezug zu den Bildungsstandards herzustellen:

A1.1 Ich kann einen gegebenen Sachverhalt erfassen und mathematische Beziehungen darin erkennen.

A1.4 Ich kann für ein Problem verschiedene mathematische Modelle bzw. Lösungswege finden.

A2.1 Ich kann einfache Rechnungen im Kopf durchführen.

A2.4 Ich kann Lösungen auch durch systematisches Probieren wie auch mit Hilfe von Tabellen oder grafischen Darstellungen finden.

A3.1 Ich kann mathematische Begriffe und mathematische Darstellungen eines Sachverhaltes im jeweiligen Kontext interpretieren.

A3.2 Ich kann (Rechen-)Ergebnisse im jeweiligen inner- oder außermathematischen Kontext interpretieren.

C1.2 Ich versuche, den Lernstoff zu verstehen und nicht nur auswendig zu lernen.

Der Lerninhalt des Mikro – Lernpfad Temperaturkurven und Mikro – Lernpfad Direktes und indirektes Verhältnis erweitern die oben genannten Punkte um folgende „Ich kann“ – Statements:

A3.1 Ich kann mathematische Begriffe und mathematische Darstellungen eines Sachverhaltes im jeweiligen Kontext interpretieren.

A3.2 Ich kann (Rechen-)Ergebnisse im jeweiligen inner- oder außermathematischen Kontext interpretieren

A3.4 Ich kann die Korrektheit mathematischer Darstellungen und Lösungswege einschätzen bzw. Fehler erkennen

C1.2 Ich versuche, den Lernstoff zu verstehen und nicht nur auswendig zu lernen

Bei dem Lerninhalt des Mikro – Lernpfads Lineare Funktionen wird erstmals der Begriff der Funktion eingeführt. Dessen Definition und Einsatz erweitert die Kompetenz der SchülerInnen um folgende Punkte:

B2.1 Ich kann Variable, Terme, Gleichungen und Systeme linearer Gleichungen mit 2 Variablen sinnvoll einsetzen und mit ihnen arbeiten.

B2.2 Ich kenne den Begriff der Funktion und kann diesen angemessen verwenden.

B2.3 Ich kenne verschiedene Darstellungen von Funktionen, kann diese angemessen einsetzen und mit ihnen arbeiten.

4.4) Feedback der Wissenstests

Nachdem die Umsetzung der Wissenstests mit „ungewöhnlichen“ Aufgaben umgesetzt wurde, sollte sich diese unkonventionelle Art der Lernzielkontrolle auch im Feedback für die SchülerInnen fortsetzen.

Die ersten Ansätze zur Entwicklung der Feedbacks wurden unter Berücksichtigung der Lerntheorien bereits in Kapitel 2.4.4 erläutert. Aufgrund dieser Überlegungen mussten in der Phase der Umsetzung folgende Punkte berücksichtigt werden:

- sofortiges Feedback
- Gruppierung der Ergebnisse
- keine Einzelergebnisse der Aufgaben
- einheitliches Design für alle Lernpfade

4.4.1) Vorbereitung und Umsetzung der Feedbacks

Die ersten Versuche einer Umsetzung sahen ein Netzdiagramm vor, das die Stärken und Schwächen aufgrund einer Gruppierung der Aufgaben aufzeigen sollten. Nachdem die Umsetzung mittels Netzdiagramms erfolgt war, wurde nach Rücksprache und Beratung mit der Projektteamleitung diese Umsetzung jedoch verworfen. Die Entscheidung gegen diese Form der Darstellung wurde wegen der Schwierigkeit einer Interpretation durch die SchülerInnen der Sekundarstufe I getroffen.

Das Design und die Umsetzung mussten aufgrund dieser Entscheidung verändert werden. Die endgültige Umsetzung wurde wie folgt entwickelt und implementiert.

Vorbereitung

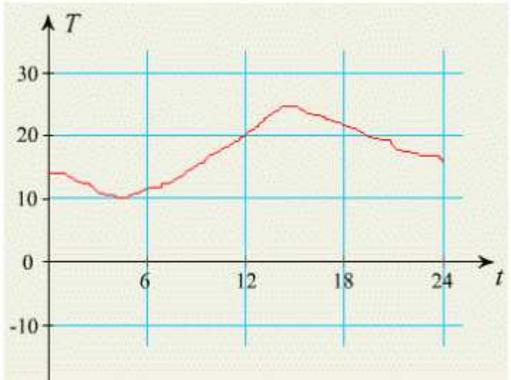
Für eine erfolgreiche Auswertung mussten zu Beginn alle Aufgaben der Lernpfade codiert werden. Diese Codierung erfolgte nach Art und Umsetzung dieser und deren Bezug zu den Aufgaben, die in den Lernpfaden verwendet werden. Dieser Bezug wurde schon zu Beginn der Entwicklung berücksichtigt. Die Codierung der Aufgaben erfolgt nach dem erfolgreichen Abschicken eines Wissenstests und wird in der Datenbank gespeichert.

Folgendes Beispiel soll diese Zuordnung näher erläutern:

Tabelle

Du siehst eine Temperaturkurve für einen Tag.

1. In welchem Monat könnte dieser Tag liegen? Begründe deine Entscheidung schriftlich!
2. Schreibe einen passenden Wetterbericht zu dieser Temperaturkurve!
3. Trage in folgender Tabelle die richtigen Temperaturen ein und beende die Eingabe jeweils mit Enter. Lies dazu die Werte aus dem Diagramm ab und ändere die roten Zahlen!
4. Übertrage die richtigen Werte für die Temperatur auf dieses [Arbeitsblatt](#).



	A	B	C
1	Zeit	Temperatur	Kontrolle
2	0	15	Richtig!
3	6	12	Richtig!
4	12	20	Richtig!
5	15	25	Richtig!
6	18	22	Richtig!
7	24	17	Richtig!

Abbildung 50: Aufgabe aus Mikro - Lernpfad Temperaturkurven (aus [3])

Bei dieser Aufgabe (siehe Abbildung 50) aus dem Mikro – Lernpfad Temperaturkurven sollen die SchülerInnen eine Tabelle ausfüllen. Die Lösung dieser Aufgabe basiert auf den Informationen des Graphen. Um die Tabellendarstellungen und dessen Anwendung im Wissenstest zu prüfen, wurden 2 Fragestellungen entwickelt (siehe Abbildung 32 u. 34) und anschließend per Codevergabe zu einer Gruppe zusammengefasst.

Umsetzung

Die Gruppierung der Aufgaben erlaubte eine Auswertung dieser, ohne jedoch die richtigen Antworten der einzelnen Aufgaben preiszugeben. Diese Anforderung wurde aufgrund der Vergleichbarkeit getroffen. Eine Auswertung der einzelnen Aufgaben hätte eine Verzerrung der Ergebnisse aufgrund einer möglichen Veröffentlichung der richtigen Antworten zur Folge. Um dies zu umgehen wurde überlegt einen Fragenpool zu erstellen, um bei jedem Wissenstest durch Zufall Aufgaben anzuzeigen. Diese Überlegung wurde jedoch ebenfalls durch eine mögliche Verfälschung der Ergebnisse verworfen, da manche schwieriger als andere empfunden hätten werden können.

Die Lösung einer Gruppierung der Aufgaben löste nicht nur diese Probleme, sondern ermöglichte gleichzeitig eine Formulierung der Auswertung, die sich auf den Lernpfad beziehen konnte.

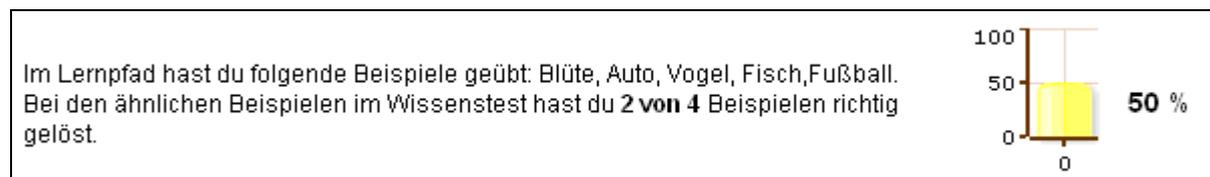


Abbildung 51: Umsetzung einer Gruppierung im Feedback

In Abbildung 51 sieht man ein Beispiel einer Gruppierung und dessen Bezug zum Lernpfad. Um die Ergebnisse (siehe Abbildung 51) auch graphisch darzustellen, wurde ein Balkendiagramm verwendet. Um die Balkendiagramme in ihrer Aussage noch zu verstärken, wurde eine Einfärbung der Balken realisiert. Bei der Wahl der Farben wurde die aussagekräftige Ampeldarstellung verwendet. Diese sieht vor „Gefahr“ durch rot, „Vorsicht“ durch gelb und „OK“ durch die Farbe grün darzustellen.

- 0% - 40% richtige Antworten rot
- 40% - 70% richtige Antworten gelb
- 70% - 100% richtige Antworten grün

Die Darstellungen der Feedbacks der jeweiligen Lernpfade werden in den folgenden Abbildungen 52, 53, 54 und 55 mittels Screenshots dargestellt.

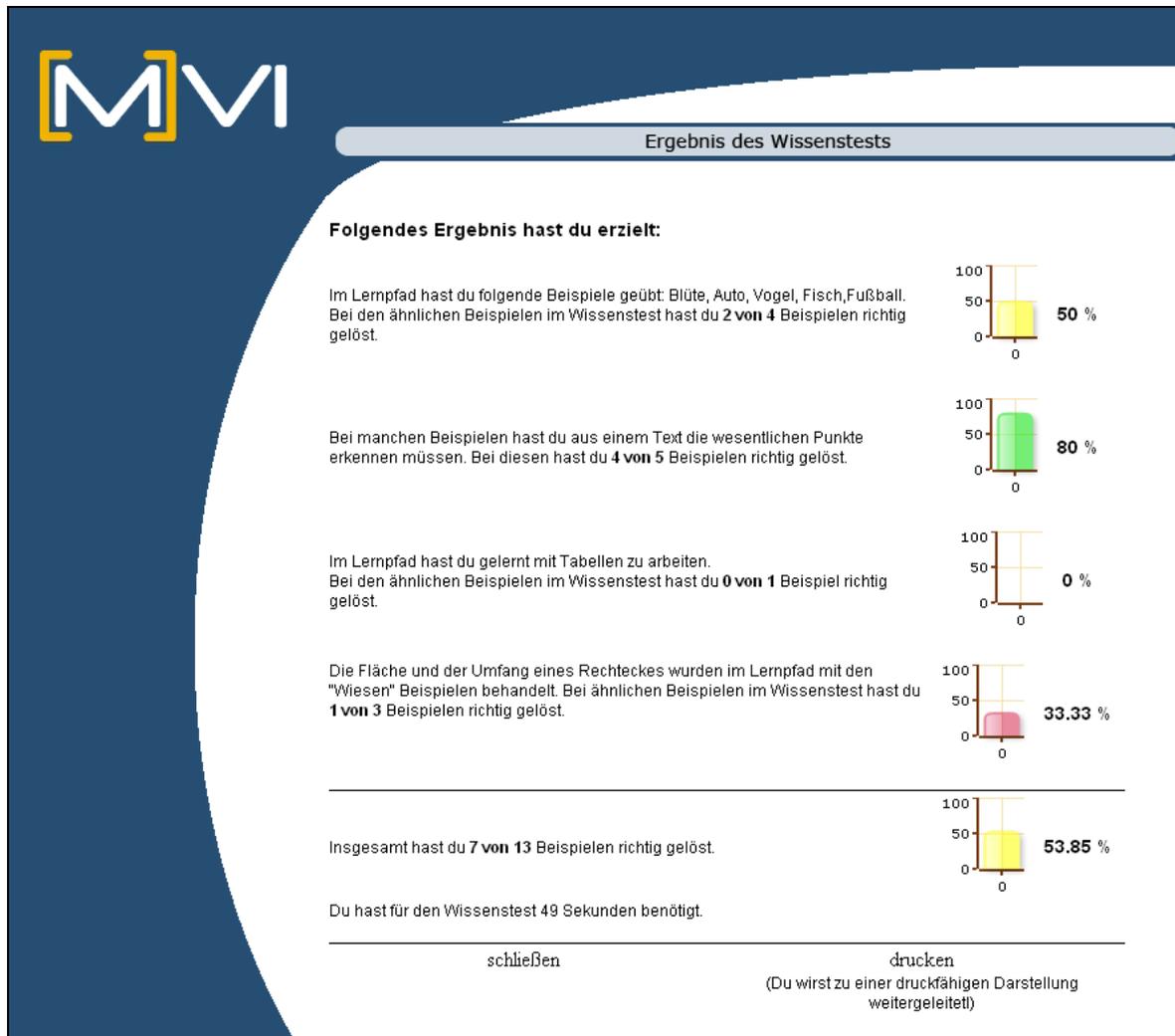


Abbildung 52: Feedback vom Wissenstest für Schnittstellen - Lernpfad Volksschule - Sekundarstufe I

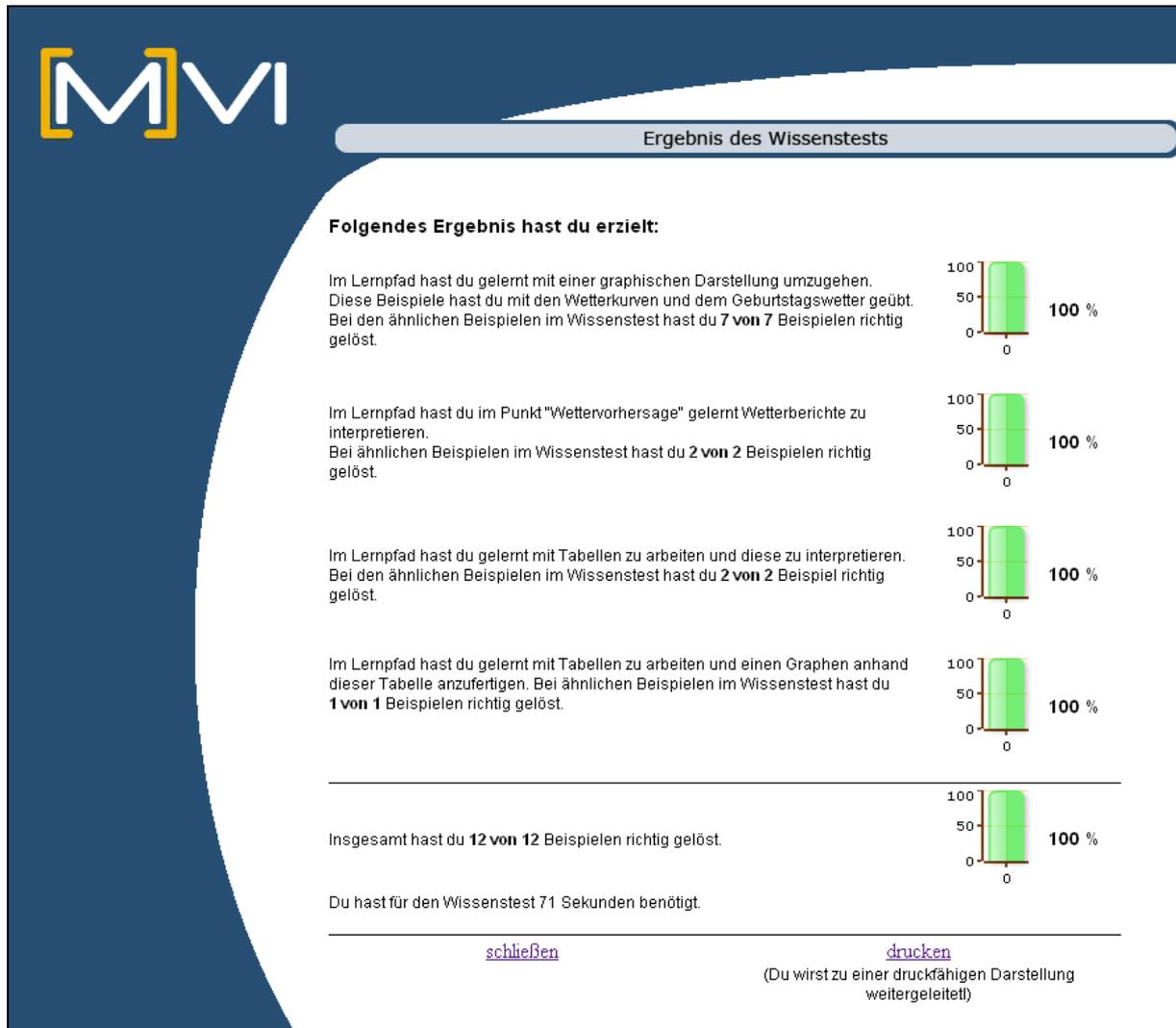


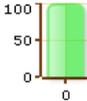
Abbildung 53: Feedback vom Wissenstest für Mikro - Lernpfad Temperaturkurven



Ergebnis des Wissenstests

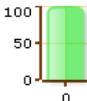
Folgendes Ergebnis hast du erzielt:

Im Lernpfad hast du gelernt mit einer graphischen Darstellung umzugehen. Diese Beispiele hast du mit dem Tanken 3, Pool 3 und Taxi 3 geübt. Bei den ähnlichen Beispielen im Wissenstest hast du **4 von 4** Beispielen richtig gelöst.



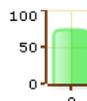
100 %

Bei den Beispielen Tanken 1, Pool 1a, Pool 1b, Taxi 1 hast du gelernt eine Proportionalität zu bestimmen. Bei ähnlichen Beispielen im Wissenstest hast du **4 von 4** Beispielen richtig gelöst.



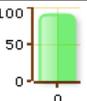
100 %

Im Lernpfad hast du gelernt mit Termen (Formeln) umzugehen. Bei den ähnlichen Beispielen im Wissenstest hast du **3 von 4** Beispiel richtig gelöst.



75 %

Insgesamt hast du **11 von 12** Beispielen richtig gelöst.



91.67 %

Du hast für den Wissenstest 52 Sekunden benötigt.

schließen
drucken
(Du wirst zu einer druckfähigen Darstellung weitergeleitet)

Abbildung 54: Feedback vom Wissenstest für Mikro - Lernpfad Direkte und indirekte Proportionalität

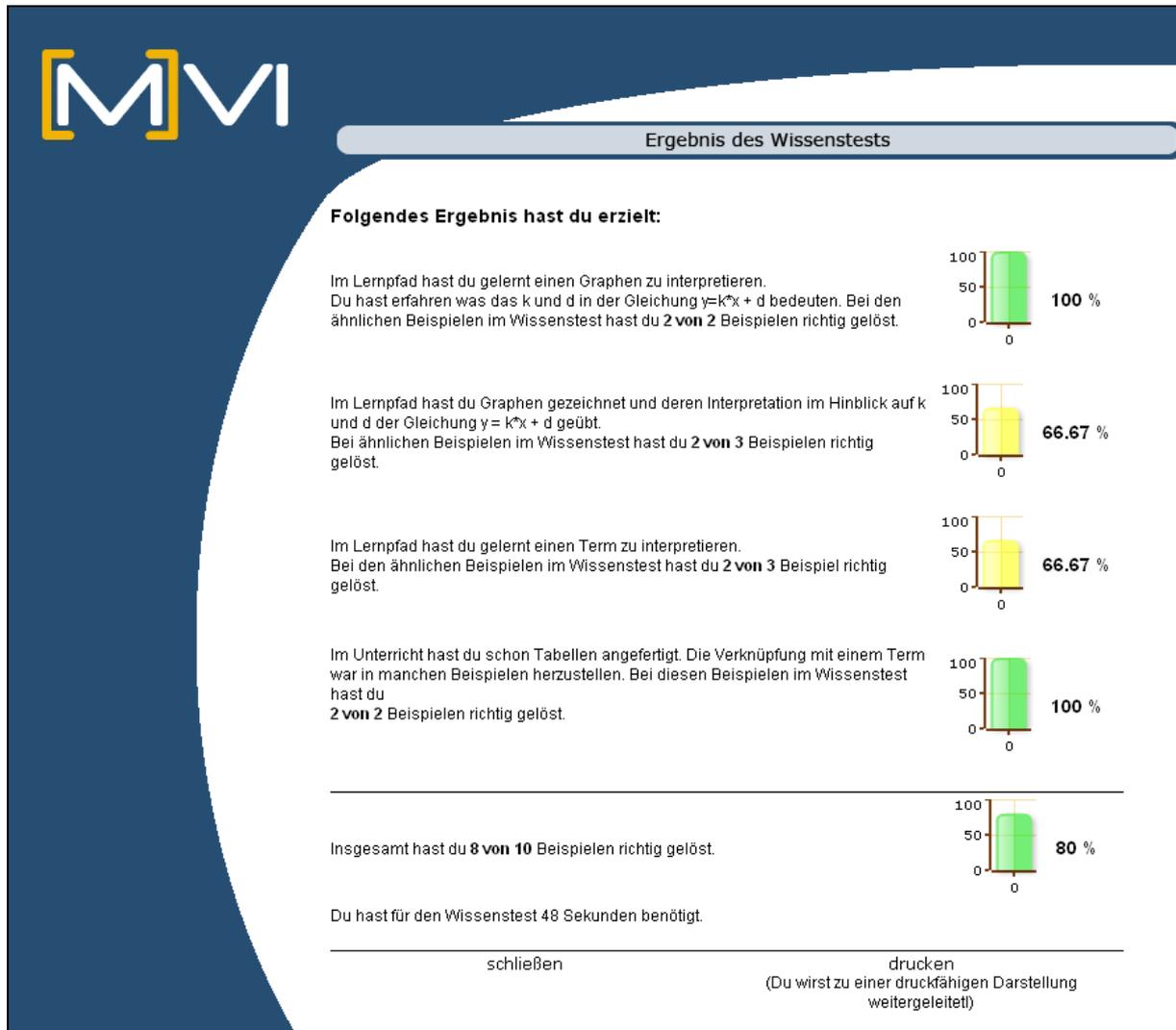


Abbildung 55: Feedback vom Wissenstest für Mikro - Lernpfad Lineare Funktionen

5) Resümee und Ausblick

Die Entwicklung von computerunterstützten Materialien für den Mathematikunterricht bedarf einer professionellen Zusammenarbeit von engagierten Personen. Die Idee der Projektgruppe „Medienvielfalt im Unterricht“ Längsschnitts – Lernpfade eines Themas zu realisieren ebnet den Weg für den weiteren Einsatz neuer Medien im Mathematikunterricht. Die Schwierigkeit qualitativ hochwertige online – Materialien bereitzustellen liegt in der Berücksichtigung sämtlicher für den Schulbetrieb relevanter Gegebenheiten. Neben der benötigten Infrastruktur bedarf es einer innovativen LehrerInnenschaft, die den Umgang mit dem Computer nicht scheuen. Bei der Entwicklung von Lernpfaden muss der Einsatz neuester Entwicklungen verwendet werden. Die Bereitstellung von Animationen und dynamischen Inhalten ist eine klare Abgrenzung zu herkömmlich bereitgestellten Ressourcen.

Einer positiven Entwicklung von Lernpfaden liegt jedoch die Qualitätssicherung dieser zu Grunde. Für diese Qualitätssicherung wurde schon im Vorgängerprojekt aus dem Jahr 2006 [16] eine Evaluation der Lernpfade durch die Schüler gestaltet. Auf die erhaltenen Daten dieser Evaluation [16] wurden bei der Entwicklung der Lernpfade des aktuellen Projekts Rücksicht genommen.

Neben der Realisierung einer Evaluation wird in diesem Projekt speziell auf Festigung der Lerninhalte Wert gelegt. Diese Festigung soll anhand von den Ergebnissen von Wissenstests gemessen werden. Eine Möglichkeit wäre der Einsatz eines handschriftlichen Tests im Unterricht gewesen. Diese Methode würde jedoch nicht einem Einsatz von Lernpfaden gerecht werden und somit wurde entschieden die Wissenstests online durchzuführen.

Fertige Produkte wie Hot-Potatoes waren mir jedoch zu starr für eine dynamische Gestaltung von Aufgaben. Ebenfalls konnten diese fertigen Produkte den Wunsch nach einem individuellen und aussagekräftigen Feedback des Wissenstests nicht nachkommen.

Für die Programmierung eines neuen Tools bedarf es sehr guten Kenntnissen von PHP, MySQL, Flash, Java und Bildbearbeitung. Zu Beginn der Entwicklung wurden von mir 90 Stunden veranschlagt, die sich jedoch nach etlichen Schwierigkeiten zu 290 Stunden aufsummierten. Die große Schwierigkeit lag in der Programmierung

eines komfortablen und aussagekräftigen Administrationstools für die Auswertung der Daten. Für einen erfolgreichen Einsatz der online – Wissenstests und SchülerInnenfeedbacks war dies jedoch unerlässlich.

Die Auswertung der Daten der Wissenstests und der SchülerInnenfeedbacks ist für den Oktober 2009 vorgesehen. Die Erstellung von Wissenstest für die Sekundarstufe II ist für den August 2009 geplant um einen vollständigen Bericht des Projektes zu erstellen. Die Implementierung der Wissenstests für die Sekundarstufe II wird nach den Richtlinien im Kapitel 4.1 erfolgen.

Der Einsatz von Lernpfaden im Mathematikunterricht stellt eine interessante Ergänzung des Regelunterrichts dar. Die Mathematik ein Stück weiter in die Realität der SchülerInnen zu bringen kann durch dessen Einsatz realisiert werden.

Für die Sicherstellung der Entwicklung bedarf es auch in Zukunft engagierte LehrerInnen, die durch professionellen Einsatz die Methodenvielfalt im Mathematikunterricht aufrecht erhalten.

Literaturverzeichnis

- [1] A. Kemper, A. Eickler: Datenbanksysteme. Eine Einführung, 6. Auflage, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2006

- [2] Anita Dorfmayr, Irma Bierbaumer, Didaktischer Kommentar: Mikro – Lernpfad Temperaturkurven, http://rfdz.ph-noe.ac.at/fileadmin/lernpfade/lernpfad_wetter/zusatzmaterial/did_kommentar.pdf, 28.04.2009

- [3] Anita Dorfmayr, Irma Bierbaumer, Mikro – Lernpfad Temperaturkurven, http://rfdz.ph-noe.ac.at/fileadmin/lernpfade/lernpfad_wetter/index.htm, 28.04.2009

- [4] Anita Dorfmayr, Irma Bierbaumer, Walter Klinger, Didaktischer Kommentar: Mikro-Lernpfad Lineare Funktionen, http://rfdz.ph-noe.ac.at/fileadmin/lernpfade/lernpfade_lineare_funktion/zusatzmaterial/did_kommentar.pdf, 28.04.2009

- [5] Anita Dorfmayr, Irma Bierbaumer, Walter Klinger, Evelyn Stepancik, Schnittstellen – Lernpfad Volksschule – Sekundarstufe I, http://rfdz.ph-noe.ac.at/fileadmin/lernpfade/lernpfad_schnittstelle45_funktionen/vs_sek1_010409/index.htm, 28.04.2009

- [6] Anita Dorfmayr, Irma Bierbaumer, Walter Klinger, Evelyn Stepancik, Didaktischer Kommentar: Schnittstellen – Lernpfad Volksschule – Sekundarstufe I, http://rfdz.ph-noe.ac.at/fileadmin/lernpfade/lernpfad_schnittstelle45_funktionen/zusatzmaterial/did_kommentar.pdf, 28.04.2009

- [7] Anita Dorfmayr, Irma Bierbaumer, Walter Klinger, Mikro-Lernpfad Lineare Funktionen, <http://rfdz.ph->

noe.ac.at/fileadmin/lernpfade/lernpfade_lineare_funktion/index.htm,
28.04.2009

- [8] Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, Lehrplan Mathematik Sekundarstufe I,
<http://www.bmukk.gv.at/medienpool/789/ahs14.pdf>, 11.05 2000

- [9] Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, Allgemeiner Lehrplan AHS.
http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11668/lp_ahs_neu_allg.pdf, 11.05 2000

- [10] Christine Peyton, Andre Möller: PHP 5 & MySQL 4.1, Markt + Technik Verlag, 2005

- [11] Christoph Burkard, Gerhard Eikenbusch: Praxishandbuch Evaluation in der Schule, Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, 2007

- [12] DeGEval – Gesellschaft für Evaluation: Standards für Evaluation, 4. unveränderte Auflage, DeGEval, 2008

- [13] Günther Malle: „Funktionen untersuchen – ein durchgängiges Thema“ in: Mathematik lehren, Nr. 103, S.4 – 7, Friedrich Verlag, 2000

- [14] Günther Malle: „Zwei Aspekte von Funktionen: Zuordnung und Kovariation“ in: Mathematik lehren, Nr. 103, S.8 – 11, Friedrich Verlag, 2000

- [15] Holger Mittelstädt: Evaluation von Unterricht und Schule, Verlag an der Ruhr, 2006

- [16] http://www.austromath.at/medienvielfalt/content/MMedienvielfalt_rb.zip,
Dezember 2006
- [17] Irma Bierbaumer, Anita Dorfmayr, Walter Klinger, Didaktischer
Kommentar: Mikro –Lernpfad Direkte und Indirekte Proportionalität,
[http://rfdz.ph-
noe.ac.at/fileadmin/lernpfade/lernpfad_direktes_indirektes_verhaeltnis/
zusatzmaterial/did_kommentar.pdf](http://rfdz.ph-noe.ac.at/fileadmin/lernpfade/lernpfad_direktes_indirektes_verhaeltnis/zusatzmaterial/did_kommentar.pdf), 28.04.2009
- [18] Irma Bierbaumer, Anita Dorfmayr, Walter Klinger, Mikro –Lernpfad
Direkte und Indirekte Proportionalität, [http://rfdz.ph-
noe.ac.at/fileadmin/lernpfade/lernpfad_direktes_indirektes_verhaeltnis/i
ndex.htm](http://rfdz.ph-noe.ac.at/fileadmin/lernpfade/lernpfad_direktes_indirektes_verhaeltnis/index.htm), 28.04.2009
- [19] Katrin Hamann: Lerntypen, Lernstile, Lerntheorien. Eine didaktische
Herausforderung für elektronisches Lernen, VDM Verlag Dr. Müller,
2007
- [20] Peter Ferdinand: Evaluation des Lernens 1. Teil: Schule, Books on
Demand GmbH, 2007
- [21] Rudolf vom Hofe: „Grundbildung durch Grundvorstellungen“ in:
Mathematik lehren, Nr. 118, S.4 – 8, Friedrich Verlag, 2003
- [22] Rudolf vom Hofe: Grundvorstellungen mathematischer Inhalte,
Spektrum Akademischer Verlag GmbH, 1995

Abstract

Die gegenständliche Arbeit befasst sich mit der Wissenstests- und Evaluationsentwicklung für Lernpfade der Gruppe „Medienvielfalt im Mathematikunterricht“. Kapitel 2 beleuchtet die theoretischen Grundlagen, die für die Entwicklung von Wissenstests und SchülerInnenfeedbacks von großer Bedeutung sind. Kapitel 2.1 beschäftigt sich mit den Standards der Deutschen Gesellschaft für Evaluation [12]. Danach wird der Einsatz von Lernpfaden im Unterricht und deren Bezug zu den Bildungsstandards und den Lehrplänen [8] [9] näher beleuchtet. Die Grundvorstellungen zu mathematischen Inhalten so wie die Lerntheorien und deren Berücksichtigung bei der Entwicklung der SchülerInnenfeedbacks bilden den Abschluss der Theoretischen Grundlagen.

Kapitel 3 beginnt mit der Entwicklung und Dokumentation der SchülerInnenfeedbacks. Im Anschluss werden die 4 Lernpfade vorgestellt, für die ein Wissenstest entwickelt wurde. Den Abschluss dieses Kapitels bildet die Umsetzung der SchülerInnenfeedbacks und dessen Handhabung.

Das Verhalten und Design der Wissenstests wird in Kapitel 4 detailliert beschrieben. Dieses Kapitel beginnt mit den Richtlinien für Online-Tests. Diese wurden von mir aufgestellt, um die einheitliche Durchführung der Wissenstests für die weiteren Projekte zu gewährleisten. Kapitel 4.2 beschreibt die einzelnen Aufgaben der Wissenstests und zeigt Screenshots der Umsetzung. Der Bezug zu den Bildungsstandards und die detaillierte Entwicklung der Feedbacks für die SchülerInnen bilden den Abschluss dieses Kapitels.

Leider ist es aufgrund des zeitlichen und inhaltlichen Rahmens nicht möglich die Auswertungen der SchülerInnenfeedbacks und Wissenstests aufzuzeigen. In Kapitel 5 wird auf die Schwierigkeiten der Entwicklung und mögliche Weiterentwicklungen eingegangen.

Lebenslauf

- **Persönliche Daten**

Vor- und Zuname: Michael Leitgeb
Adresse: 7210 Mattersburg, Joh. Morawitzgasse 2
Geburtsdatum: 26. April 1983
Staatsangehörigkeit: Österreich
Familienstand: ledig
Religionsbekenntnis: römisch-katholisch
Eltern: Johann Leitgeb, geboren am 23. Oktober 1956
Helene Leitgeb, geboren am 20. November 1957

- **Schulbildung**

1989 bis 1993 Volksschule in Mattersburg
1993 bis 2001 BRG Mattersburg
2001 bis 2002 Bundesheer
2002 bis 2009 Studium an der Universität Wien und Technischen Universität
Wien – Lehramt Mathematik und Lehramt Informatik und
Informatikmanagement

- **Praktische Erfahrung**

12/2004 - 09/2006
Werkstudent - Software Entwicklung
Siemens AG Österreich L&A, <http://www.siemens.at>

10/2006 – 12/2008
CIO, Software Entwicklung, Projektmanager
Dematic GmbH & CoKG, <http://www.dematic.at>

SACHERSCHLIESSUNG

der

Fachbereichsbibliothek Mathematik, Statistik, Informatik der Universität Wien

Klassifikation

Aufstellungsort:

HoA

HoD

MSC2000: 00A35 – 97C80 – 97D60 – 97U50 – 97U70

ZDM88: C83 – D63 – U53 – U63

BK: 31.04 – 81.68

Schlagwortketten nach RSWK

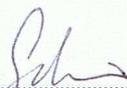
Gymnasium – Unterstufe – Computerunterstützter Unterricht – Evaluation
(4312) - -

Gymnasium – Unterstufe – Computerunterstützter Unterricht – Evaluation –
Programmpaket (43125)

Kontrollvermerk der Fachbibliothek:

02. Jul. 2009

.....
Datum


.....
Unterschrift