Evaluation des Hamburger SINUS-Projekts von 2001 - 2003

Ergebnisse bezüglich Leistung und Einstellung zur Mathematik beschränkt auf die Jahrgangsstufen 7 - 9

Projektleitung: **Prof. Dr. Gabriele Kaiser**

Verantwortliche Mitarbeiter: **Eike Rath**

Torben Willander

Vorwort

Vorweg soll an dieser Stelle allen gedankt werden, die dieses Projekt möglich gemacht haben und zu der reibungslosen Durchführung der Evaluation beigetragen haben.
Besonderer Dank gilt den am Projekt beteiligten Schülerinnen und Schülern sowie den Lehrerinnen und Lehrern. Ganz besonders danken wir Prof. Dr. Olaf Köller, der die Raschskalierungen durchgeführt hat.

Das SINUS-Evaluationsteam

Inhalt: .... Seite:

Abbildungsverzeichnis: .... Seite:

Tabellenverzeichnis:.. Seite:

ANHANG

Anhangsverzeichnis: .... Seite:

1. Beschreibung der Ziele der Untersuchung - Orientierung am Konzept der Mathematical Literacy

Diese Arbeit ist Teil der Evaluation des Modellversuchsprogramms SINUS in Hamburg, die von Gabriele Kaiser (Universität Hamburg) im Auftrag der Hamburger Schulbehörde durchgeführt wurde. Ziel hierbei ist es zu überprüfen, ob dieses Projekt erfolgreich war, d.h. zu untersuchen, inwieweit die von TIMSS festgestellten Defizite des deutschen Mathematikunterrichts zumindest ansatzweise behoben wurden. Die Evaluation insgesamt bestand aus fünf Komponenten, die sich sowohl auf die Lehrenden als auch auf die Lernenden in diesem Projekt beziehen. Die Erhebung wurde als Längsschnittstudie angelegt, um die Veränderungen innerhalb eines Jahres beschreiben zu können. Inhalt dieser Arbeit sind die beiden Komponenten, die sich mit den Lernenden in den sechs Hamburger SINUS-Schulen beschäftigen. Es wurden zum einen Daten zur Einstellung der Lernenden zur Mathematik und zum Mathematikunterricht erhoben und zum anderen ein Mathematikleistungstest durchgeführt, dem ein ähnliches Konzept wie TIMSS zu Grunde liegt.

Beide Teile wurden mit einer ausgewählten Gruppe von Schülerinnen und Schülern in einer qualitativen Studie vertieft, um die Strukturen mathematischer Bildung mit einem besonderen Focus auf das funktionale Betreiben von Mathematik aufzudecken. Dabei orientiert sich dieser Mathematiktest an der Anwendung von Mathematik in der Realität und stellt die Analyse von Lösungsprozessen in den Vordergrund.

Zentrale Fragestellung dieser Arbeit ist es, inwieweit eine Entwicklung innerhalb der „Mathematischen Literalität“ bei den Lernenden im SINUS-Projekt stattgefunden hat. „Mathematische Literalität“ sehen wir hierbei angelehnt an *mathematical literacy* aus den angelsächsischen Ländern. Die Definition von *mathematical literacy* im internationalen Teil von PISA nimmt eine neue und bewusst normativ gewählte Perspektive in Hinblick auf die mathematischen Fähigkeiten ein, die Lernende bis zum Ende der Sekundarstufe I in den allgemeinbildenden Schulen erworben haben sollten. Es wird formuliert:

> „*Mathematical Literacy* wird in aller Knappheit als die Fähigkeit definiert, die Rolle, die Mathematik in der Welt spielt, zu erkennen und zu verstehen, begründete mathematische Urteile abzugeben und sich auf eine Weise mit der Mathematik zu befassen, die den Anforderungen des gegenwärtigen und künftigen Lebens einer Person als einem konstruktiven, engagierten und reflektierten Bürgers entspricht“ (Klieme et al. 2001: S.141).

Im Vordergrund steht im besonderen Maße der Nutzen von Mathematik für das lernende Individuum und für die Gesellschaft, also der Bezug zu den Anforderungen des gegenwärtigen und künftigen Lebens.

Gängige Tests, die „Mathematische Literalität“ oder auch mathematische Grundbildung abbilden wollen, versuchen jeweils zu erheben, „inwieweit mathematisches Wissen funktional, flexibel und mit Einsicht zur Bearbeitung vielfältiger kontextbezogener Probleme eingesetzt werden kann“ (Klieme et al. 2001: S.139).

In dem Gutachten zur Vorbereitung von SINUS ist der Begriff *mathematical literacy* nicht enthalten. Es wird jedoch angeführt, dass die Module – und damit das gesamte Projekt – im Zusammenhang einer mathematischen Grundbildung gesehen werden können:

> „Sie [die Module] fügen sich im Konzept einer modernen mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundbildung zusammen [...] und antworten direkt auf die beschriebenen Problemlagen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (BLK 1997: S.83).

Es gibt aber auch Hinweise auf eine Schwerpunktverlagerung hin zu einer intensiven Anwendung von Mathematik, also in Richtung einer mathematischen Literalität. Es wird formuliert: „Schulisches Lernen richtet sich aber auch auf zukünftige unbestimmte Lebenssituationen, in denen Individuen zunehmend autonom und verantwortlich entscheiden und handeln sollen“ (ebd.: S.9). Ebenso wird ein „gut organisiertes und vernetztes sowie in unterschiedlichen Anwendungssituationen erprobtes Orientierungswissen“ (ebd.: S.12) gefordert. Aufgrund der zentralen Rolle von Anwendungen ist es nicht nur Ziel der Evaluation, die „Mathematische Grundbildung“ wie in TIMSS, sondern vor allem die „Mathematische Literalität“ und deren Entwicklung zwischen den beiden Testzeitpunkten zu analysieren. Dazu wurde ein Leistungstest entwickelt, der auf gängige Testitems[1] zurückgreift und in dem die Anwendung von mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, insbesondere aber auch der Realitätsbezug eine bedeutsame Rolle spielen. Entscheidend am theoretischen Design dieser Erhebung von „Mathematischer Literalität“ ist aber, dass dieser typische Leistungstest um die Komponente „Einstellung zur Mathematik“ erweitert wurde. Diese Komponente soll gewährleisten, dass die Anwendungsfähigkeit und die Kompetenz im funktionalen Betreiben von Mathematik in Hinblick auf das künftige Leben zu Genüge abgebildet werden. Törner und Grigutsch machen den

[1] Die Testitems wurden zum Teil aus TIMSS II, Kassel-Exeter und dem BLK-Hessen-Projekt adaptiert.

Einfluss der Einstellung zur Mathematik deutlich. „Die Haltungen der Lernenden über Mathematik beeinflussen oder bestimmen sogar, wie sie Mathematik lernen und mathematische Aufgaben bearbeiten“ (Törner & Grigutsch 1994: S.213). Pehkonen zeigt den Zusammenhang zur Anwendung von Mathematik bzw. dem Problemlösen auf. „Die Forschung hat gezeigt, dass die Kenntnis der Tatsachen, d.h. der Algorithmen und Prozeduren, nicht allein den Erfolg beim mathematischen Problemlösen garantieren“ (Pehkonen 1993: S.303). Wir werden diesen Ansatz in unserer Arbeit aufgreifen und zu zeigen versuchen, dass auch beim Erheben von „Mathematischer Literalität“, die Einstellungskomponente eine zentrale Rolle spielt und nicht nur auf dem Bearbeiten von Testaufgaben beruhen darf, wie es in großen quantitativen Vergleichsuntersuchungen üblich ist. Die meisten Testaufgaben stehen unserer Meinung nach vor dem Problem, dass sie nicht die gewünschte Anwendungsmöglichkeit an sich abtesten, weil sie von Schülerinnen und Schülern oft im Kontext von Mathematikunterricht gesehen werden. Damit werden wiederum Standardmathematisierungen und -kalküle nahegelegt, die aus der weit verbreiteten schematischen Sicht auf Mathematik resultieren. Erst mit dem erhobenen Bild von Mathematik (im Sinne einer Vorstellung) wollen wir beurteilen, inwieweit die Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, Mathematik in außerschulischen Situationen anzuwenden.

Damit ergeben sich folgende, für die Evaluation des Modellversuchsprogramms SINUS und somit für die Erhebung mathematischer Literalität zentrale Fragen:

(1) Wie wurde in der SINUS-Evaluation „Mathematische Literalität“ inhaltlich definiert und mit welchen Methoden wurde sie erfasst?

(2) Welche Ergebnisse resultieren aus dem Mathematikleistungstest aus der speziellen Perspektive von mathematischer Literalität?

(3) Welche Einstellungsdimensionen lassen sich mit den verwendeten Instrumenten rekonstruieren? Wie verteilen sich die Lernenden auf diese Idealtypen und welche Zusammenhänge bestehen zur mathematischen Literalität?

(4) Welche Dimensionen lassen sich beim Lösen von anwendungsbezogenen Aufgaben bei den Schülerinnen und Schülern aufdecken? In welchem Zusammenhang stehen diese zu ihrer Einstellung zur Mathematik? Welche Entwicklungen sind zu verzeichnen?

2. Quantitativer Teil

2.1. Teilstudie zur Messung der mathematischen Leistung

Dieser Teil der Arbeit beschäftigt sich mit dem Mathematikleistungstest für die Jahrgangsstufen 7 - 9. Unter Punkt 2.1.1. sollen die technischen Grundlagen sowie das methodische Design des Tests vorgestellt und die Testgüte untersucht werden. Des Weiteren werden die zu erwartenden Leistungszuwächse festgelegt und die Entwicklung einer Kompetenzstufenskala zur Interpretation der unter Punkt 2.2. folgenden Befunde des Mathematiktests vorgenommen.

2.1.1. Anlage der Teilstudie der Mathematikleistungstests

Der Mathematikleistungstest der SINUS-Evaluation ist ein standardisierter Leistungstest zur Messung mathematischer Fähigkeiten, wie er auch in internationalen Vergleichsstudien wie TIMSS oder PISA verwendet wurde. Er ist sowohl als Quer- als auch als Längsschnittuntersuchung angesetzt. So können nicht nur Fortschritte gemessen werden, sondern auch Vergleiche zwischen Untergruppen der Gesamtpopulation angestellt werden.

Die Tests fanden im September 2001 und im Oktober 2002 statt. Getestet wurde eine Stichprobe von 1076 der knapp 1400 Schülerinnen und Schüler die am SINUS-Programm in Hamburg teilnehmen. Die Stichprobe wurde möglichst groß gewählt, um bei den im Rahmen der Querschnittstudie angedachten Schulformanalysen auf eine ausreichende Anzahl von Testpersonen zurückgreifen zu können. Die Schülerinnen und Schüler der SINUS-Population die nicht an der Studie teilgenommen haben, konnten entweder krankheitsbedingt nicht teilnehmen, haben keine Einverständniserklärung ihrer Eltern abgegeben oder haben aus anderen Gründen am ersten Testtag (T1) gefehlt. Wie bei PISA können diese Schülerinnen und Schüler nicht in der Auswertung berücksichtigt werden (vgl. Sibberns & Baumert 2001: S.514). Zum zweiten Testpunkt (T2) der Längsschnittuntersuchung fehlten erneut Schülerinnen und Schüler, wodurch sich die Stichprobe auf 943 Pb verringerte. Dies bedeutet einen Ausschöpfungsgrad gegenüber der ursprünglichen Stichprobe von 87,6 Prozent. Gemessen an den PISA-Kriterien hinsichtlich des Ausschöpfungsgrades ist dies ein akzeptabler Wert. Bei PISA wurde von den teilnehmenden Staaten ein Ausschöpfungsgrad von mindestens 80 Prozent auf Schülerebene verlangt (vgl. Baumert et al. 2001: S.37). Unter den 943 Pb sind 455 Mädchen und 487 Jungen (ein Proband hat kein Geschlecht angegeben). Die Altersverteilung der Schülerinnen und Schüler

Tabelle 1: Altersverteilung der Schülerinnen und Schüler

Alter:	Anzahl T1	Anzahl T2
11	*2*	
12	*269*	*1*
13	*453*	*219*
14	*198*	*467*
15	*17*	*230*
16	*1*	*25*
17		*1*

an den beiden Testpunkten ist Tabelle 1 zu entnehmen, die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die verschiedenen Bildungsgänge findet sich in Tabelle 2. Die Kohorte 1 ist dabei die Gruppe von Schülerinnen und Schülern, die sich im Oktober 2002 in der Klassenstufe acht befand, die Kohorte 2 setzt sich aus den Pb zusammen, die sich im Oktober 2002 in Jahrgang neun befanden.

Tabelle 2: Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Bildungsgänge

Bildungsgang	Kohorte 1	Kohorte 2
Hauptschule	62	52
Realschule	73	62
Gesamtschule unteres Niveau	76	77
Gesamtschule oberes Niveau	110	112
Gymnasium	161	158

Die verwendeten Aufgaben wurden aus verschiedenen Leistungsuntersuchungen wie TIMSS, Kassel-Exeter und anderen Studien adaptiert, wodurch die Itemanalysen entfallen können. Die im SINUS-Test verankerten Items aus TIMSS II wurden dazu verwendet, die Ergebnisse auf der TIMSS-Metrik[2] zu skalieren. So können SINUS-Population und TIMSS-Population miteinander verglichen werden.

Da alle Schülerinnen und Schüler der ausgewählten Jahrgänge der SINUS-Schulen an SINUS teilnehmen, kann keine Kontrollgruppe im Sinne der Testtheorie gebildet werden. Schon der sozioökonomische Status macht es unmöglich, exakt vergleichbare Schülerinnen und Schüler zu finden. Den anzulegenden testtheoretischen Maßstäben kann also in diesem Punkt nicht Rechnung getragen werden. Um die Auswirkungen dieses Problems möglichst gering zu halten, soll auf Daten aus TIMSS II als Kontrollgruppe ausgewichen werden. Da im SINUS-Programm je zwei Haupt- und Realschulen, Gesamtschulen und Gymnasien teilnehmen, dieses Sampling aber nicht repräsentativ für Hamburg ist, machen Kontrollgruppen nur auf Schulformebene Sinn. Durch die

[2] Die TIMSS-Metrik zeichnet sich durch einen Mittelwert von 500 und eine Standardabweichung von 100 aus. Das bedeutet, dass innerhalb des Intervalls von 400 – 600 Rasch-Punkten 68,2 Prozent aller TIMSS-Pb wiederfinden lassen. Für die SINUS-Population bedeuten diese festen Werte, dass zum Testpunkt 1 68,2 Prozent der Pb im Intervall zwischen 411 und 575 Punkten bei einem Mittelwert von 498 Punkten und zum Testpunkt 2 im Intervall zwischen 437 und 625 Punkten bei einem Mittelwert von 532 Punkten zu finden sind (vgl. Abbildung 1 S.13).

relativ kleine TIMSS-Stichprobe wären schulformspezifische Daten aus einzelnen Bundesländern wie Hamburg nicht aussagekräftig genug. Als Datengeber für die Kontrollgruppe mussten somit mehrere Bundesländer ausgesucht werden. Mit Hamburg, Berlin und Nordrhein-Westfahlen wurden drei Bundesländer gewählt, deren Schulsysteme vergleichbar sind und somit die benötigten Daten auch liefern können. Alle drei Bundesländer zeichnen sich durch einen relativ hohen Anteil an integrierten Gesamtschulen aus. Diese Kontrollgruppenfindung erfüllt, wie bereits angemerkt, nicht vollends die unter testtheoretischen Gesichtspunkten an eine solche anzulegenden Kriterien.

Insgesamt wurden beim SINUS-Mathematiktest 77 Items[3] verwendet, davon 70 beim ersten und 74 beim zweiten Testzeitpunkt. Zu jedem Testzeitpunkt gab es 8 Testhefte[4], wobei sich jeweils zwei Hefte nur durch Parallelitems und die Stellung der Items im Test unterschieden (A- und B-Test). Die anderen vier Unterteilungen ergeben sich daraus, dass es sowohl für den siebten bzw. achten (Kohorte 1), als auch den achten bzw. neunten (Kohorte 2) Jahrgang je ein Testheft für das obere (Gymnasium und Gesamtschule 1er-Kurs) und eins für das untere Leistungsniveau (Haupt- und Realschulen sowie 2er-Kurs an den Gesamtschulen) gab. Zwischen den beiden Testzeitpunkten wurden die Testhefte kaum verändert. Lediglich Item 24 wurde bei der zweiten Untersuchung auf Grund unerwarteter Probleme der Pb mit dieser Aufgabe nicht mehr verwendet. Angesichts der potentiell höheren Leistungsfähigkeit wurden zum Testpunkt 2 die Testhefte stets um die Items E1-E4 ergänzt. Durch die zu erwartenden Vergessenseffekte innerhalb eines Jahres und die Tatsache, dass der Test nicht besprochen wurde, scheint diese Art der Testentwicklung zum Testpunkt 2 sinnvoll. Jedes Testheft bestand aus 39 bis 52 Items. Für die Bearbeitung standen stets 60 Minuten zur Verfügung, was einer Bearbeitungszeit von 67 bis 92 Sekunden pro Item entspricht. Die Aufgaben wurden nach dem Gesichtspunkt der Schwierigkeit gestaffelt. Um die Motivation möglichst lange aufrecht zu erhalten, wurden aber auch im hinteren Teil immer wieder leichtere Items eingesetzt. Die angesetzte Testlänge erwies sich im Verlauf der Untersuchung, wie es durch die Pretests zu erwarten war, als sinnvoll, da die

---

[3] Die verwendeten Items finden sich im Anhang II.

[4] Welche Aufgaben in welchen Testheften verwendet wurden und an welcher Position innerhalb des Tests sich welche Aufgabe befand, ist Tabelle „Aufgabenverteilung“ im Anhang II zu entnehmen.

angesetzte Testzeit nur von einem sehr geringen Teil der Pb in vollem Umfang in Anspruch genommen wurde.

Der Leistungstest hat die Funktion, innerhalb der Definition von mathematischer Literalität zu messen, inwieweit bei den Pb die Vorraussetzungen vorhanden sind, ihr mathematisches Wissen funktional, flexibel und mit Einsicht zur Bearbeitung kontextbezogener Probleme einzusetzen. Die Erhebung dieser Leistung erfolgt zwar auf der Grundlage von Instrumenten und Verfahren aus anderen Untersuchungen wie TIMSS oder PISA, die Ergebnisse dieses Tests sollen hier aber keineswegs wie dort üblich, als Indikator für mathematische Literalität an sich interpretiert werden. Unserer Auffassung nach geben die im Test erbrachten Leistungen lediglich ein Maß dafür an, inwieweit die mathematischen Fähigkeiten, die mathematisch literale Menschen benötigen, vorhanden sind.

Innerhalb der Längsschnittuntersuchung, also in den 13 Monaten zwischen den beiden Testpunkten, soll der zu erwartende Fortschritt hier ähnlich hoch angesetzt werden, wie er in der TIMS-Studie gemessen wurde. Da die Hamburger SINUS-Schulen für SINUS ausgewählt wurden und ihre Einzugsgebiete kaum in sogenannten sozialen Brennpunkten liegen, ist einerseits davon auszugehen, dass es sich um eher leistungsstarke Schulen handelt, von denen bessere Ergebnisse und Fortschritte zu erwarten sind. Andererseits ist es aber in höheren Leistungsbereichen auch wesentlich schwieriger, messbare Fortschritte zu erzielen. Hier soll davon ausgegangen werden, dass sich diese beiden Effekte in etwa aufheben. Anhand der TIMSS-Werte lässt sich ein zu erwartender Fortschritt auf ca. 33 Punkten festlegen. Gut 30 Punkte wären in einem Jahr zu erwarten. Da zwischen den Testpunkten jedoch 13 Monate lagen, muss dieser Wert ein wenig nach oben korrigiert werden.
Auch innerhalb der Querschnittuntersuchung ist vorab festzuhalten, dass von den hamburger Schülerinnen und Schülern der SINUS-Schulen durch die Auswahl dieser Schulen höhere Leistungen zu erwarten sind als von den Schülerinnen und Schülern der ausgewählten Länder der TIMS-Studie.

Untersuchungen zur Testgüte

In diesem Abschnitt soll geprüft werden ob der Mathematikleistungstest den im theoretischen Teil dargestellten, anzulegenden Gütekriterien der Objektivität, Reliabilität und Validität sowie den Nebengütekriterien gerecht wird.

Zur Objektivität:

Der Mathematiktest wurde an jeder der SINUS-Schulen an einem Testtag durchgeführt. Da nicht genügend Personal vorhanden war, um die Testdurchführung vom SINUS-Evaluationsteam vornehmen zu lassen, wurden die Lehrerinnen und Lehrer, die in den Kursen eingesetzt waren, mit dieser Aufgabe betraut. Um die *Durchführungsobjektivität* zu gewährleisten, gab es für jeden Kurs einen Zettel mit Testinstruktionen und Testanweisungen (siehe Anhang I), die von den Lehrerinnen und Lehrern, die ihrerseits mit Anweisungen zur Testdurchführung in schriftlicher Form versorgt waren, wörtlich vorzulesen waren. Die wichtigsten Testanweisungen lagen jedem Pb auf der ersten Seite des Tests in schriftlicher Form vor. Die Lehrerinnen und Lehrer waren angewiesen, auf die Einhaltung der Testanweisungen zu achten und keine inhaltlichen Fragen zu beantworten. Außerdem wurde durch ein Kodenummernsystem[5], das allen Pb einen spezifischen Kode zuordnet, den sie auch im zweiten Testdurchlauf bekommen, sichergestellt, dass sowohl die Leistungen der Schülerinnen und Schüler, als auch der gesamten Kurse nur in anonymisierter Form vorliegen, die für die Untersuchung und eventuelle Vergleiche von Untergruppen nötigen Daten aber nicht verloren gehen. So mussten weder Schülerinnen und Schüler, noch Lehrerinnen und Lehrer befürchten, dass die Ergebnisse zur Bewertung ihrer Arbeit bzw. Leistung herangezogen werden. Untersuchungen der PISA-Studie haben gezeigt, dass die Motivation der Schülerinnen und Schüler bei der Bearbeitung derartiger Tests durch Anonymität nicht signifikant sinkt (vgl. Baumert et al. 2001: S.57f.). Die Lehrerinnen und Lehrer wurden durch die Anonymisierung nicht verleitet, bei der Testdurchführung verfälschend einzugreifen.

Um die *Auswertungsobjektivität* zu gewährleisten, wurden vorab für jedes Item möglichst präzise Auswertungsschlüssel entworfen. Um eventuelle Lücken dieser Kodieranweisungen bei allen Pb in gleichem Maße zu berücksichtigen, wurde die gesamte Kodierarbeit von einer Person durchgeführt. (Die Kodieranweisungen sind den Itemblättern im Anhang II zu entnehmen.)

Zur Reliabilität:

---

[5] Die zur Kodierung genutzte siebenstellige Zahl beinhaltet einen Schulcode, einen Jahrgangscode, einen dreistelligen Schülerinnen- und Schülercode und einen zweistelligen Lehrerinnen- und Lehrercode. Für ausführliche Angaben zur Kodierung siehe Anhang I.

Die weitgehende *Reliabilität* des Tests hat sich im Rahmen der Rasch-Skalierbarkeit erwiesen. Auf Grund der auf der empirischen Schwierigkeitsskala relativ normalverteilten Items (siehe Abbildung 3, S.22) und der mit 77 Items großen Zahl an verwendeten Items, liegt eine sehr hohe *Trennschärfe* des Tests vor. Das bedeutet, dass jedem Pb anhand der gelösten Items ein Wert auf der Rasch-Skala zugeordnet werden kann, der seine Fähigkeit innerhalb des Tests präzise wiedergibt.

Zur Validität:

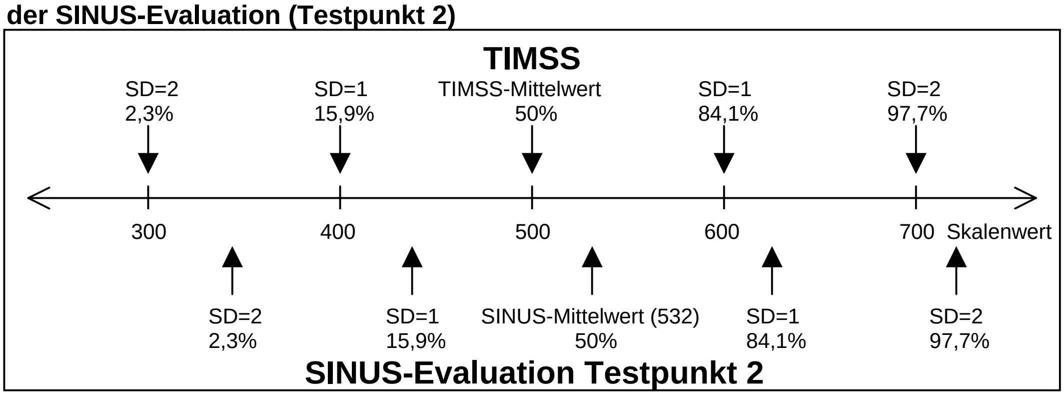
Da über den Leistungstest eine sich über die verwendeten Items definierende latente Fähigkeit gemessen werden sollte und die einzelnen Items bereits in verschiedenen anderen Tests zur Messung mathematischer Grundbildung verwendet wurden, ist davon auszugehen, dass der Test, gemessen an üblichen Maßstäben, *valide* ist. Es kann sogar davon ausgegangen werden, dass die Validität im Vergleich zu TIMSS eher höher ist, da die latente Fähigkeit, die gemessen werden soll, sich auf mathematische Fähigkeiten beschränkt und nicht auch implizit die Fähigkeit erhoben werden soll, inwieweit die Fähigkeiten im Alltag angewendet werden können. Im Rahmen dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass diese Fähigkeit nicht präzise über Tests innerhalb der Schule gemessen werden kann, weil schon der Ort die Schülerinnen und Schüler zu einer bestimmten Herangehensweise an Probleme veranlasst. Im Rahmen der durch die Rasch-Skalierung vorgegebene Eindimensionalität sei darauf hingewiesen, dass die mathematische Leistung durchaus in Unterdimensionen unterteilt werden kann. Zur globalen Interpretation bietet die eindimensionale Skala aber Vorteile, zumal, wie in PISA gezeigt wurde, potentielle Unterdimensionen hoch miteinander korrelieren (vgl. Klieme et al. 2001: S.157f.).

Rasch-Skalierung über Ankeritems

Die Rasch-Skalierung ist technisch sehr kompliziert. Im Folgenden sollen daher aus Platzgründen nur die zum Verständnis des Vorgehens nötigen Grundlagen dargestellt werden. Im Rahmen der probabilistischen Testtheorie werden zuerst über eine von der Untersuchungspopulation unabhängigen Stichprobe die Itemschwierigkeiten geschätzt (siehe Itemblätter im Anhang III). Diese Schätzung lag für die 13 TIMSS-Ankeritems, von denen 12 von allen Schülerinnen und Schülern der SINUS-Population bearbeitet wurden, bereits vor. So konnte die SINUS-Population in der TIMSS-Metrik verankert werden, als hätten die SINUS-Pb an der TIMS-Studie teilgenommen. Über die Lösungshäufigkeiten der anderen Items und ein Rotationsverfahren, das sicherstellt, dass die

Itemcharakteristikkurven sich nicht überschneiden und monoton steigend sind, wurden Itemkennwerte[6] für die anderen Items geschätzt. Letztlich wurde dann jedem Pb der SINUS-Population ein Fähigkeitswert auf der TIMSS-Skala zugeordnet, der alle bearbeiteten Items berücksichtigt. Ein bestimmter Fähigkeitswert bedeutet in diesem Fall, dass alle Items, die den identischen oder einen niedrigeren Schwierigkeitswert aufweisen, mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 65 Prozent[7] von der entsprechenden Testperson gelöst werden. Bei der Skalierung wurden die von TIMSS vorgegebenen Werte genutzt. Das bedeutet, dass der internationale Mittelwert aus TIMSS mit einem Wert von 500 und die Standardabweichung (SD) 100 übernommen wurden. Diese Werte geben Auskunft über die Verteilung der Pb. Im Intervall von 400 bis 600 Punkten befinden sich dementsprechend 68,2 Prozent aller TIMSS-Pb. Da die SINUS-Population auf dieser Metrik verankert wurde, die Populationen sich aber unterscheiden, ergeben sich für die Verteilung der SINUS-Population andere Kennwerte. Der Mittelwert der SINUS-Population liegt beim zweiten (ersten) Testpunkt bei 532 (498) Punkten, die Standardabweichung beträgt 94 (86) Punkte. In Abbildung 1 findet sich eine Vergleichsveranschaulichung dieser Skala zwischen der SINUS-Evaluation zum Testpunkt 2 und der TIMS-Studie.

Abbildung 1: Zusammenhang von Testwerten und Prozenträngen bei TIMSS und der SINUS-Evaluation (Testpunkt 2)



Ein bereits im theoretischen Teil angedeutetes Problem dieser Theorie kommt durch die zwei Testpunkte zum Tragen. Für beide Testpunkte wurden die

---

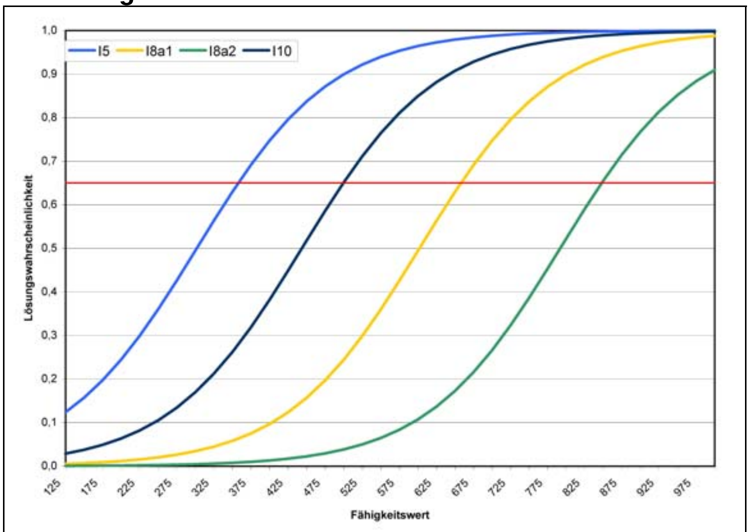
[6] Diese Itemkennwerte sind den einzelnen Itemblättern im Anhang II zu entnehmen.

[7] Formel zur Berechnung einer testpersonenspezifischen Lösungswahrscheinlichkeit: $p = \frac{1}{1 + \frac{0,35}{0,65} \cdot e^{\frac{s-f}{90,4}}}$. Dabei ist f der Personenparameter (Fähigkeitswert) und s der Itemparameter (Itemschwierigkeitswert) (vgl. Lind 1999: S.352).

Itemkennwerte einzeln geschätzt. Die Kritik von Bortz und Döring (2002) an der theoretischen Annahme, dass die Schätzung der Itemkennwerte unabhängig von der Stichprobe zu gleichen Ergebnissen führt, bestätigt sich in dieser Untersuchung. Die Itemkennwerte zu beiden Testpunkten differieren partiell erheblich. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Mittelwerte aus beiden Untersuchungsstichproben als Itemkennwerte verwendet. Insgesamt wäre es von Vorteil, die Itemkennwerte auf Grundlage beider Testpunkte erneut zu schätzen und erst anhand dieser Werte die Personenparameter der Pb zu errechnen. Es ist davon auszugehen, dass die SINUS-Population durch die zweifache Schätzung der Itemkennwerte systematisch unterschätzt wird, denn die Werte des zweiten Testzeitpunktes liegen im Schnitt ca. 30 Rasch-Punkte unter denen der ersten Schätzung. Das heißt, dass innerhalb der SINUS-Population offensichtlich bei den nicht aus TIMSS adaptierten Items größere Fortschritte erzielt wurden als bei den TIMSS-Items[8]. Diese potentielle Unterschätzung der SINUS-Pb sollte bei den folgenden Analysen nicht außer Acht gelassen werden, kann aber auf Grund ihrer im Rahmen dieser Arbeit nicht einzuschätzenden tatsächlichen Bedeutung in den weiteren Ausführungen nicht explizit berücksichtigt werden.

Auf Grund der Skalierung über das Rasch-Modell können hier für jedes Item Item-Characteristic-Curves (ICCs) erstellt werden. Sie ermöglichen es, die Itemschwierigkeit (Wert bei Lösungswahrscheinlichkeit von 0,65) und für jeden Pb die spezifische Lösungswahrscheinlichkeit für das entsprechende Item direkt abzulesen. Auf Grund der Item-Response-Theorie überschneiden sich die ICCs nicht und sind daher monoton steigend. In Abbildung 2 sind Beispielhaft die ICCs der Items I5, I8a1,I8a2 und I10 dargestellt.

Abbildung 2: Item-Characteristic-Curves



Die verwendeten Items

8 Welche Items aus TIMSS adaptiert wurden, ist den Itemblättern im Anhang II zu entnehmen.

Um mit den verwendeten Aufgaben die zu messende latente Fähigkeit der Mathematikleistung, als Teil der mathematischen Literaliät, möglichst präzise zu erheben, sind Aufgaben aus verschiedensten Themengebieten mit differierender Schwierigkeit und unterschiedlichen Antwortformaten nötig.
Jede Aufgabe wurde vor den Tests einer Analyse unterzogen, mittels derer die Aufgabe unter anderem einem Themengebiet zuordnet wurde. Es wurde zwischen den Themengebieten Algebra, Arithmetik, Geometrie, Funktionen/Graphen und Stochastik/Statistik unterschieden. Die Aufteilung auf diese Kategorien ist der Tabelle 3 zu entnehmen. Es wird deutlich, dass ein besonderer Schwerpunkt des Tests im Bereich der Geometrie liegt, die Aufgaben ansonsten aber relativ gleich verteilt sind. Auf diese Weise wird der curricularen Validität Rechnung getragen. Die relativ großen Häufigkeiten in den Bereichen Algebra und Arithmetik erklären sich aus den für diese Stoffgebiete verwendeten Aufgaben, die meist eher technisch orientiert sind und somit wenig Bearbeitungszeit beanspruchen.

Tabelle 3: Verteilung der Aufgaben nach Themengebieten

Gebiet:	Anzahl der Items:
Algebra	*16*
Arithmetik	*16*
Geometrie	*22*
Funktionen/Graphen	*12*
Stochastik/Statistik	*11*

Bei den Antwortformaten wird zwischen Aufgaben mit vorgegebenen Antworten (Multiple-Choice), bei denen immer vier bis fünf Antwortmöglichkeiten zur Verfügung standen und freien Aufgabenbeantwortungen unterschieden, wobei letztere hier in drei Untergruppen unterteilt wurden: kurze Antworten, Kurzaufsatz-Antworten und Konstruktions-Antworten[9]. Die Verteilung auf diese Kategorien ist Tabelle 4 zu entnehmen. Der große Anteil an Aufgaben mit kurzen Antworten erklärt sich durch die theoretischen Vorteile dieses Formats. Bei diesem Format ist die Ratewahrscheinlichkeit minimal und die Items eigenen sich somit besonders zur Verortung im Rasch-Modell. Die dadurch stärker ins Gewicht fallenden literalen Anteile sind in dieser Untersuchung durchaus zu begrüßen.

Tabelle 4: Verteilung der Aufgaben nach Antwortformaten

Antwortformat:	Anzahl der Items:
Multiple-Choice	14
Kurze Antworten	49
Kurzaufsatz-Antworten	6
Konstruktions-Antworten	8

[9] Unter Konstruktions-Antworten sind hier Antworten zu verstehen, die in Form von Eintragungen in Diagramme oder Koordinatensysteme vorzunehmen waren.

Die Multiple-Choice-Aufgaben sind ohne Ausnahme aus TIMSS adaptiert und waren zur Verankerung nötig. Die Konstruktionsaufgaben können im Grunde genommen zu den Aufgaben mit kurzen Antworten gezählt werden. Sie sind ebenfalls kaum zufällig richtig zu lösen und es gibt meist eine eindeutig richtige Antwort. Die wenigen Kurzaufsatz-Antworten sind vor dem Hintergrund vertreten, dass in dieser Arbeit mathematische Literalität untersucht werden soll, deren Teilbereich mathematisches Argumentieren nur mit diesem Aufgabenformat sinnvoll erhebbar ist. Die dadurch auftretenden Probleme bei der Kodierung sind durch genaue Kodieranweisungen und die Tatsache, dass lediglich eine Person mit der Kodierung aller Items betraut war, so gering wie möglich gehalten worden. Außerdem wurden einige dieser Aufgaben in der qualitativen Untersuchung verwendet.

Ein weiteres Merkmal, worüber eine möglichst weite Streuung der Items erreicht werden sollte, sind die Anforderungsklassen. Die Anforderungsklassen dienen der Zusammenfassung der Items in Klassen, die qualitativ unterschiedliche mathematische Denkprozesse erfordern. Dabei ist „diese Klassifizierung [...] nicht hierarchisch-aufsteigend gemeint. Sie kennzeichnet unterschiedliche Qualitäten mathematischer Anforderungen. [Messbare] Korrelation zur Schwierigkeit ist [dabei] ein empirisches Phänomen, kein Teil des theoretischen Konstrukts“ (Neubrand 2001: S.457). Ein Test, der nur technische Items berücksichtigt, kann die mathematische Komponente der Literalität nicht ausreichend erheben, weil Fähigkeiten wie das Mathematisieren, Interpretieren oder auch Begründen nicht berücksichtigt werden. Gleichzeitig ist aber zu berücksichtigen, dass die Anforderungsklassen durchaus Auswirkungen auf die im weiteren Verlauf dieses Abschnittes betrachtete empirische Schwierigkeit haben. Vor dem Hintergrund der Trennschärfe des Tests kann es daher problematisch sein, viele Items aus den oberen Anforderungsklassenklassen zu wählen.

Bei der Definition der Anforderungsklassen soll sich hier auf die Ausarbeitungen der deutschen PISA-Expertengruppe Mathematik unter dem Titel „Grundlagen der Ergänzung des internationalen PISA-Mathematik-Tests in der deutschen Zusatzerhebung“ gestützt werden. Folgende Anforderungsklassen[10] werden dort unterschieden:

Klasse 1A: Technische Fertigkeiten

Klasse 1B: Einschrittige Standardmodellierungen

[10] Für eine ausführlichere Beschreibung der Anforderungsklassen siehe Deutsche PISA-Expertengruppe Mathematik 2001: S.49ff..

Klasse 2A: Begriffliche Modellierung

Klasse 2B: Mehrschrittige Modellierungen

Klasse 3: Strukturelle Verallgemeinerung

Die Verteilung der gesamten Aufgaben auf diese fünf Klassen kann Tabelle 5 entnommen werden, außerdem ist auf jedem Itemblatt im Anhang III diese Einteilung deutlich gemacht. Die Klassen 2B und 3 sind eindeutig unterrepräsentiert. Ein Grund dafür ist mit der Problematik, leichtere Aufgaben in diesen beiden Klassen zu finden, schon angegeben. Ein weiterer Punkt ist die meist wesentlich höhere Bearbeitungszeit für Items dieser Art. Würde man also die Bearbeitungszeit pro Aufgabenklasse und nicht die Anzahl der Items betrachten, so würde ein wesentlich ausgeglicheneres Bild entstehen. Leider stehen keine Daten zur Bearbeitungszeit einzelner Items zur Verfügung, so dass diese Vermutung unbewiesen bleiben muss. Außerdem bleibt festzuhalten, dass die Bearbeitungszeit nicht zu einer Gewichtung der Items genutzt wurde, so dass zur Ermittlung der Rasch-Werte alle Items gleich stark berücksichtigt wurden.

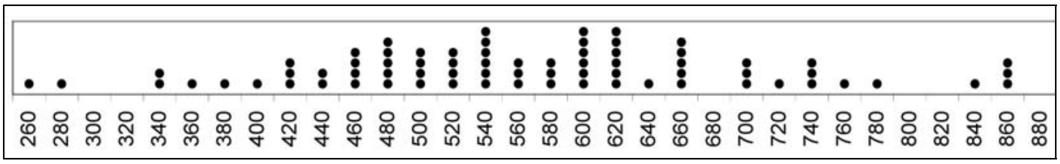
Tabelle 5: Aufgabenverteilung nach Art des mathematischen Arbeitens

Art des Arbeitens:	Anzahl der Items:
(1A) Technische Fertigkeiten	*24*
(1B) Einschrittige Standardmodellierungen	*23*
(2A) Begriffliche Modellierung	*19*
(2B) Mehrschrittige begriffliche Modellierung	*6*
(3) Strukturelle Verallgemeinerung	*5*

Von den Aufgabenklassen zu unterscheiden ist die *empirische Schwierigkeit* der Aufgaben. Sie muss, wie oben angemerkt, nur bedingt mit den Anforderungsklassen einhergehen, da in der empirischen Schwierigkeit auch andere Dimensionen enthalten sind, die eine Aufgabe schwer lösbar machen. Dies sind zum Beispiel komplexe Rechnungen, kompliziertere oder irreführende Formulierungen oder auch die Anforderung, das Ergebnis in ausformulierter Form festzuhalten.

Die empirische Schwierigkeit der Aufgaben liegt auf Grund der Rasch-Skalierung in eindimensionaler Form vor. Jeder Punkt in der Abbildung 3 repräsentiert eine

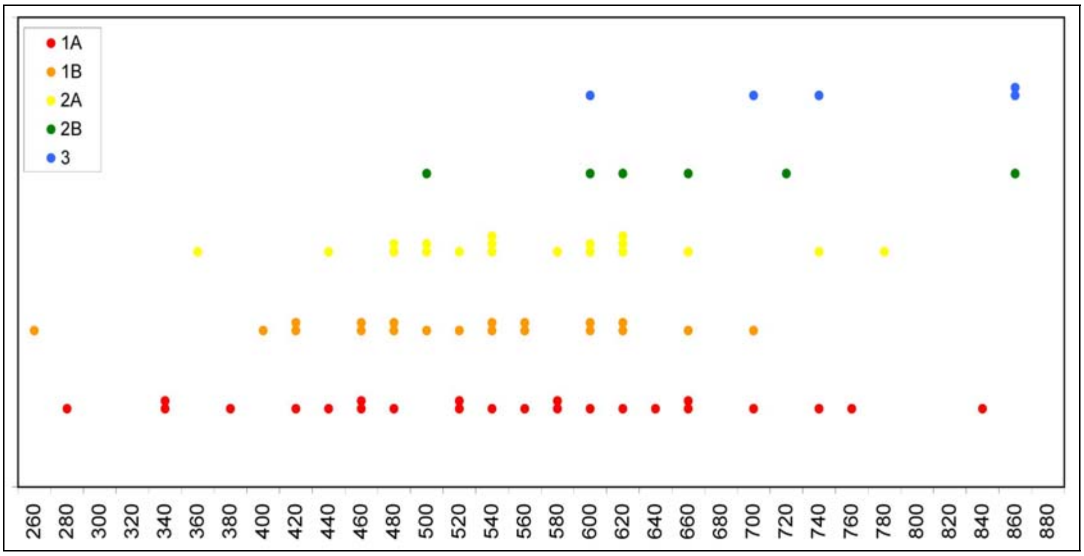
Abbildung 3: Empirische Aufgabenschwierigkeitsverteilung



Aufgabe. Die tatsächliche Schwierigkeit jeder Aufgabe liegt dabei in einem Intervall von 20 Punkten um den in der Beschriftung angegebenen Wert. Die Verteilung der Aufgaben zeigt, dass neben einer sehr breiten Streuung auch eine Konzentration von Aufgaben im Bereich mittlerer Schwierigkeit festzustellen ist. Unter testtheoretischen Gesichtspunkten deutet diese Verteilung auf eine hohe Trennschärfe des Tests für die gesamte Population der Schülerinnen und Schüler hin (siehe S.15). Zur Veranschaulichung der Zusammenhänge zwischen empirischer Schwierigkeit und den oben behandelten Aufgabenklassen soll Abbildung 4 dienen. Es wird deutlich, dass technische Items (1A) über den gesamten empirischen Schwierigkeitsbereich streuen können, Aufgaben aus dem Bereich der strukturellen Verallgemeinerung (3) scheinen dagegen schon durch ihre Anforderungsklasse eher eine hohe Schwierigkeit zu besitzen.

Auf Grundlage der Schwierigkeitsverteilung der 77 Items lassen sich Kompetenzstufen bzw. Kompetenzniveaus erstellen und auch inhaltlich füllen. (vgl. Klieme et al. 2001: S.158ff.). Dies soll im Folgenden geschehen.

Abbildung 4: Aufgabenschwierigkeiten und Anforderungsklassen



Kompetenzniveaus

Um die erreichten Werte der Schülerinnen und Schüler auf der Rasch-Skala interpretieren zu können, bedarf es einer Einteilung der Skala in Stufen und deren Füllung.

Zur Bestimmung dieser Kompetenzstufen werden wie bei TIMSS und PISA, Kompetenzniveaus auf der Rasch-Skala bestimmt und inhaltlich gefüllt. Da die Leistungen der SINUS-Pb auf der TIMSS-Skala skaliert wurden, wäre es möglich, die inhaltliche Füllung dieser Skala als Grundlage der Interpretation zu verwenden. Infolge der Definition von Mathematischer Literalität und dem daraus resultierenden, von TIMSS zu unterscheidenden, inhaltlichen Fokus erscheint eine neue Definition der Kompetenzstufen auf Grundlage der im SINUS-Mathematiktest verwendeten Aufgaben sinnvoller. Diese Definition ist aber keineswegs als konkurrierendes Modell zu den Kompetenzstufen aus TIMSS[11] zu verstehen. Die Modelle existieren nebeneinander und repräsentieren lediglich die unterschiedlichen Fragestellungen, die TIMSS und der SINUS-Evaluation zu Grunde liegen. In TIMSS wurde eine eher auf stoffdidaktischen Überlegungen basierte Kompetenzstufen-Skala erstellt, bei der SINUS-Evaluation und somit in dieser Arbeit liegt der Fokus eher auf den benötigten latenten Fähigkeiten für das Betreiben von Mathematik. Die Leistungen der Schülerinnen und Schülern können anhand beider Modelle interpretiert werden. Dies gilt im Übrigen auch für die TIMSS-Pb, wenn man den Ansatz der probabilistischen Testtheorie zu Ende denkt.

Zur Erstellung und Füllung der Skala wurden alle Items anhand ihrer Schwierigkeitswerte in eine Reihenfolge gebracht. Dann wurden fünf äquidistante Intervalle, in diesem Fall 90 Punkte lang, gesucht, an denen ein qualitativer Sprung der zur Bearbeitung benötigten Fähigkeiten festzustellen ist. So konnten im folgenden die sich innerhalb einer Kompetenzstufe befindenden Items inhaltlich, in Hinsicht auf die benötigten Fähigkeiten, analysiert werden. Um eine möglichst prägnante Beschreibung der Kompetenzstufen vornehmen zu können, wurden danach Oberbegriffe gesucht. Erst im letzten Schritt wurde anhand der nun für jede Kompetenzstufe vorhandenen Angaben eine beschreibende Überschrift gewählt. Die Ergebnisse dieses Forschungsprozesses sind in Tabelle 6 aufgeführt.

[11] Die TIMSS-Kompetenzstufen finden sich bei Baumert et al. 1997: S. 78ff..

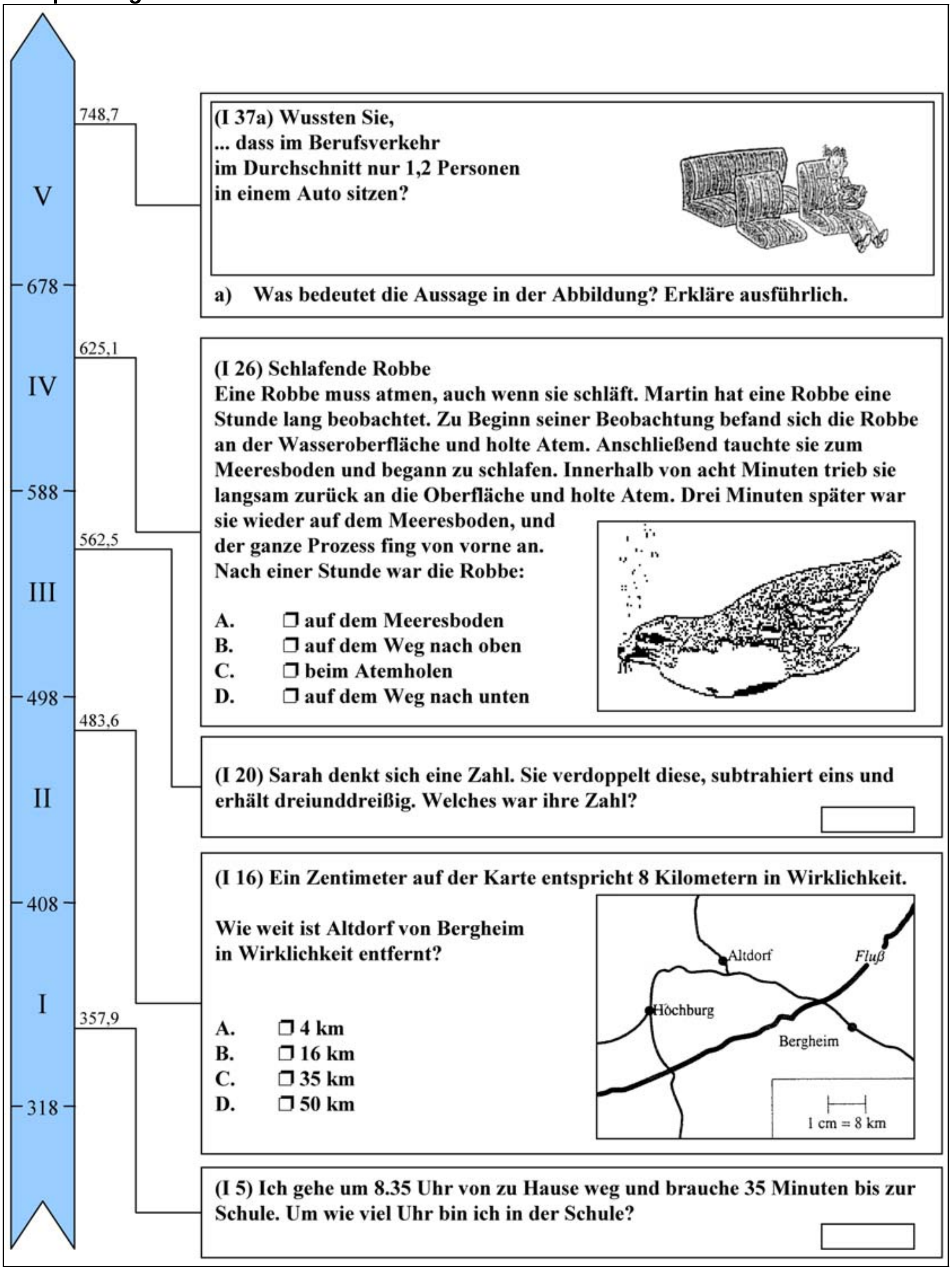
Tabelle 6: Kompetenzstufen basierend auf dem SINUS-Leistungstest

Score	Stufe	Füllung
318-408	I	**"Rechnen auf Grundschulniveau"** - Gebräuchliche Alltagstechniken - Grundrechenarten
408-498	II	**"Basale Vorstellungen und Fertigkeiten"** - Basale Vorstellungen von Wahrscheinlichkeit, Form und Raum, Brüchen / Verhältnissen - Erkennen von einfachen Zusammenhängen - Benutzen von naheliegenden einschrittigen Routineverfahren
498-588	III	**"Variables Arbeiten"** - Sicheres Anwenden des passenden Routineverfahrens in variierenden Kontexten (innermathematische Anwendungen) - Dazu gehören auch Umkehraufgaben, mehrschrittiges Arbeiten, Anwendung von Zusammenhängen
588-678	IV	**"Konstruktives Arbeiten"** - Finden eigener Lösungswege (unter Auswahl eines adäquaten Verfahrens) - Umfangreiche Bearbeitungsprozesse, teilweise mit Begründungen - Basale Mathematisierungen (im klassischen Sinne) - Verstehen von Zusammenhängen
> 678	V	**"Reflektiertes Arbeiten"** - Bearbeiten und Reflektieren komplexer Zusammenhänge - Vielschrittige Nicht-Routine-Verfahren - Nicht-routinisierte Mathematisierungen (im klassischen Sinne) und Begründungen

Um eine Vorstellung von der Skala zu bekommen, ist in Abbildung 5 jeder Kompetenzstufe eine Beispielaufgabe zugeordnet und innerhalb der Rasch-Skala verortet worden. Die Verteilung der anderen Items auf die Kompetenzstufen ist den Itemblättern im Anhang zu entnehmen.

Problematisch an dieser Beschreibung ist die teilweise geringe Zahl der Items, die sich in einer Kompetenzstufe befinden und die Tatsache, dass neben den benötigten Fähigkeiten u.a. auch schwierige Rechenoperationen oder Zahlen Einfluss auf den Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe haben, diese Dimension im eben beschriebenen Modell aber unberücksichtigt bleiben soll. Außerdem wird in diesem Modell das Textverständnis, das einen großen Teil der Varianz erklärt (vgl. Klieme et al. 2001: S.184), nicht berücksichtigt.

Abbildung 5: Die Kompetenzstufen bei der SINUS-Evaluation anhand von Beispielaufgaben



Letztlich erscheint es vor dem Hintergrund des Gesamtkonstruktes der mathematischen Literalität folgerichtig, die Stufen der zu erwartenden Voraussetzungen für die angeführte Definition von mathematischer Literalität darzustellen. Wünschenswert wäre in diesem Zusammenhang sicherlich das Erreichen der Kompetenzstufe IV. Erst ab dieser Stufe ist es den Pb möglich, Modellierungsprozesse im klassischen Sinne zu durchlaufen und reale Probleme mathematisch zu bearbeiten. Für ein Mindestmaß an Literalität ist die Kompetenzstufe III Vorraussetzung. Hier können die Pb immerhin sicher passende Routineverfahren in variierenden Kontexten anwenden, Zusammenhänge erkennen und mehrschrittig arbeiten. Unterhalb dieser Stufe ist nicht davon auszugehen, dass die potentiell vorhandenen anderen Teilfähigkeiten der Literalität überhaupt gewinnbringend genutzt werden könnten.

2.1.2. Ergebnisse des Leistungstests

Im Rahmen der Befunde des Tests zur mathematischen Grundbildung, sollen die Daten der SINUS-Evaluation zunächst mit denen der TIMS-Studie verglichen werden, um so etwas über die vermutete relative Stärke der SINUS-Pb aussagen zu können. Danach werden die Fortschritte allgemein, innerhalb der Schulformen und spezifiziert nach Geschlecht, Aufgabenkontext und der speziellen Anforderung des Begründens betrachtet. Innerhalb der allgemeinen und der schulformbezogenen Betrachtungen sollen auch mögliche Veränderungen der Leistungsstreuung untersucht werden.

2.1.2.1. Vergleich zu den TIMSS-Daten und Schulformvergleiche

Um die Daten von TIMSS mit denen der SINUS-Evaluation vergleichen zu können, mussten diese erst auf einen vergleichbaren Testzeitpunkt transformiert werden. Da bei TIMSS am Ende des Schuljahres – zwischen Mai und Anfang Juli – und bei der SINUS-Evaluation zu Beginn des Schuljahres – im September – getestet wurde, haben wir die TIMSS-Werte um den zu erwartenden Fortschritt in einem viertel Jahr, also um acht Punkte, nach oben korrigiert. So kann der TIMSS-Jahrgang 7 mit dem SINUS-Jahrgang 8 bzw. der TIMSS-Jahrgang 8 mit dem SINUS-Jahrgang 9 verglichen werden.

Wie aus Tabelle 7 ersichtlich, liegen die Leistungen der SINUS-Pb aller Schulformen im Schnitt über den Vergleichsdaten aus TIMSS. Dabei sind die Werte zwischen 32 und 66 Punkten höher. Lediglich die Hauptschülerinnen und Hauptschüler des achten Jahrgangs zum Testpunkt 2 befinden sich nur 14 Punkte oberhalb des Vergleichswertes. Dieser Vorsprung der SINUS-Pb entspricht einem Viertel bis zwei Dritteln einer Standardabweichung und ist auf Grund der wesentlich kleineren Standardfehler (SE) bedeutsam. Das ist zwar beachtlich, wenn man bedenkt, dass nach einer empirischen Faustformel etwa ein Drittel einer Standardabweichung, also gut 30 Punkte, einem Schuljahr entsprechen. Die selektive Stichprobe, also die ausgewählten Schulen, ließ allerdings relativ hohe Werte zu erwarten (siehe oben).

Tabelle 7: Querschnittsanalysen – Schulformvergleich und Vergleich zu TIMSS*

Jahrgang	Schulform	Mittelwerte T 1	SE	Mittelwerte T 2	SE	TIMSS-Vergleich	SE
Jahrgang 7	Hauptschule	**382**	9,9				
	Realschule	**461**	6,9				
	Gesamtschule	**456**	4,6				
	Gymnasium	**521**	4,8				
Jahrgang 8	Hauptschule	**446**	10,5	**427**	9,1	***413***	4,7
	Realschule	**514**	8,1	**528**	8,9	***467***	4,2
	Gesamtschule	**509**	5,6	**488**	4,8	***443***	4,0
	Gymnasium	**582**	5,5	**580**	6,2	***542***	5,7
Jahrgang 9	Hauptschule			**459**	9,7	***427***	4,7
	Realschule			**531**	8,5	***495***	4,4
	Gesamtschule			**523**	6,2	***479***	4,5
	Gymnasium			**615**	6,9	***573***	5,4

* Erlärungen: Die angegebenen Werte sind die auf die TIMSS-Metrik skalierte Werte. In der Spalte rechts neben den Mittelwerten der entsprechenden Teilpopulationen sind die zugehörigen Standardfehler (SE) angegeben.

Die Unterschiede zwischen den Schulformen bei den SINUS-Schulen entsprechen gemessen an den TIMSS-Daten in etwa den Erwartungen. Lediglich die Schülerinnen und Schüler der Hauptschulen zeigen im Durchschnitt einen gut 20 Punkte größeren Abstand zu den Schülerinnen und Schülern der übrigen Schulformen als anhand der Vergleichswerte zu erwarten war. Aber auch diese Zahl ist gemessen an dem für diese Schulform (wegen der geringeren Zahl von Pb) relativ großen Standardfehler (SE) nicht bedeutsam. In den Abbildungen 6 – 9 wird deutlich, wie groß die Überschneidungen bei den Leistungen zwischen sowohl den Schulformen, als auch innerhalb der Gesamt- bzw. Haupt- und Realschulen sind. So erreichen in der Kohorte 1 zum Testpunkt 1 (Testpunkt 2) 4,8 (3,2) Prozent der Hauptschülerinnen und -schüler, 13,8 (21,9) Prozent der Realschülerinnen und -schüler und 18,1 (12,6) Prozent der Gesamtschülerinnen und -schüler des oberen bzw. 10,4 (0,0) Prozent des unteren Niveaus den Mittelwert der Gymnasialtestpersonen. Ein ähnliches Bild offenbart sich in der Kohorte 2. Auffällig ist auch, dass in der Kohorte 1 die Realschulen besser abschneiden als das obere Leistungsniveau der Gesamtschulen. Die insgesamt etwas geringere Streuung bei den Gesamtschulen erklärt sich durch die dort gängige fachspezifische Differenzierung.

Abbildung 6:
Schulformvergleich Kohorte 1 (T1)

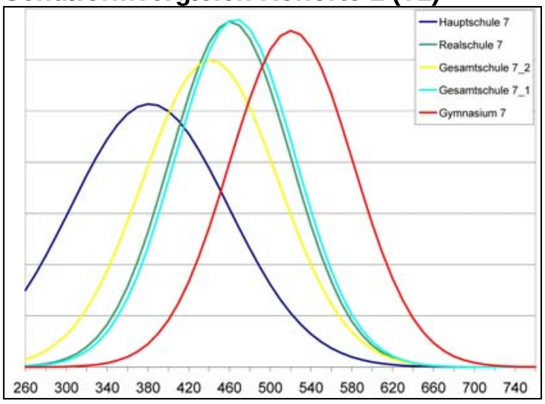


Abbildung 7:
Schulformvergleich Kohorte 2 (T1)

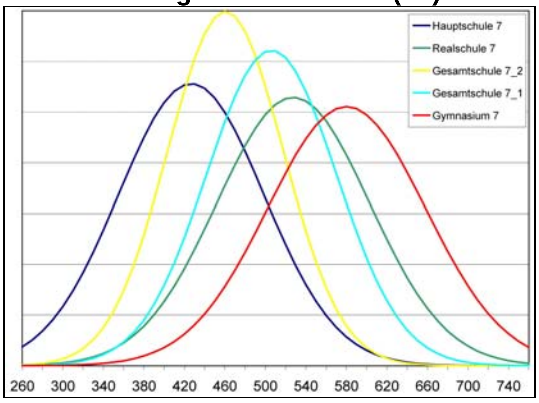


Abbildung 8:
Schulformvergleich Kohorte 2 (T1)

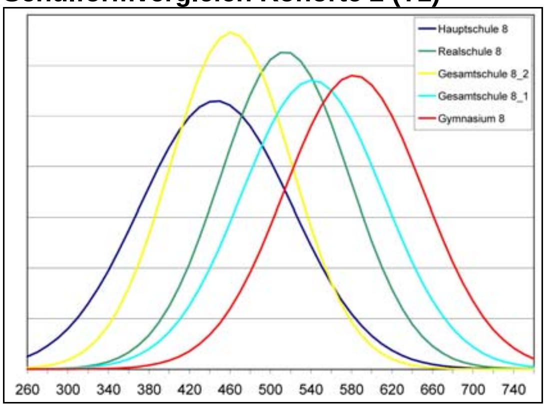
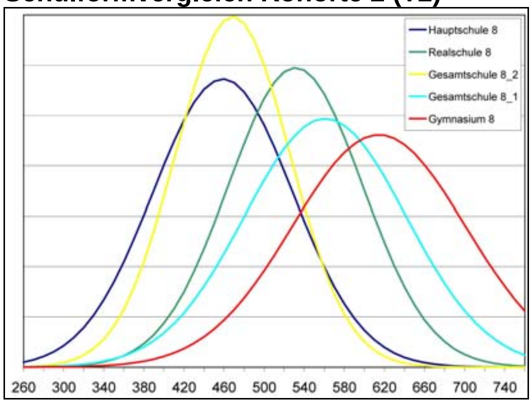


Abbildung 9:
Schulformvergleich Kohorte 2 (T2)



2.1.2.2. Fortschritte beim Mathematikleistungstest

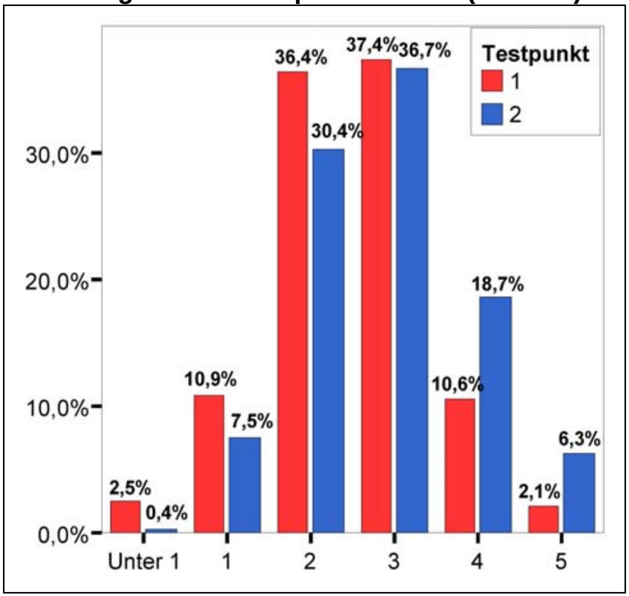
Fortschritte allgemein

Insgesamt haben die SINUS-Pb zwischen den beiden Testpunkten 34 Punkte zugelegt, was in etwa den oben angeführten Erwartungen entspricht. Global kann daher weder von einem positiven noch von einem negativen Effekt des SINUS-Modellversuchsprogramms auf die Leistungen im Mathematikleistungstest gesprochen werden.

Betrachtet man aber die Entwicklung der Perzentile auf globaler Ebene, so lassen sich positive Effekte feststellen. Die Streuung im unteren Leistungsbereich hat ab- und im oberen Leistungsbereich zugenommen (siehe Abbildung 11, S.31, rote Balken). Das bedeutet, dass die Heterogenität der Leistungen im unteren Leistungsbereich abgenommen hat, also sehr schwache Schülerinnen und Schüler offensichtlich gefördert wurden. Im oberen Leistungsbereich hat die Heterogenität zugenommen, was bedeutet, dass starke Schülerinnen und Schüler vermehrt in die Topleistungsbereiche eingezogen sind. Da jedoch für diese Betrachtung keine Vergleichsdaten von TIMSS vorliegen, kann nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob diese Effekte auch tatsächlich durch SINUS entstanden sind.

Betrachtet man die Entwicklung auf der Ebene der Kompetenzstufen, so sind gerade im oberen und unteren Bereich Entwicklungen zu erkennen. Abbildung 10 zeigt, dass sich der Anteil der Schülerinnen und Schüler, denen nicht einmal *Rechnen auf Grundschulniveau* bescheinigt werden konnte, von 2,5 Prozent beim ersten auf 0,4 Prozent beim zweiten Testpunkt verringert hat. Der Prozentsatz der Schülerinnen und Schüler, die sich unterhalb der als minimale Vorraussetzung für Literalität angesetzten Kompetenzstufe III befinden, verringert sich von 49,8 Prozent auf 38,3 Prozent der Pb. Der Anteil der Schülerinnen und Schüler in den Kompetenzstufen IV und V, die in der Lage sind konstruktiv zu arbeiten, verdoppelt sich fast zwischen den beiden Testzeitpunkten von 12,7 auf 25 Prozent.

Abbildung 10:
Verteilung auf die Kompetenzstufen (Gesamt)

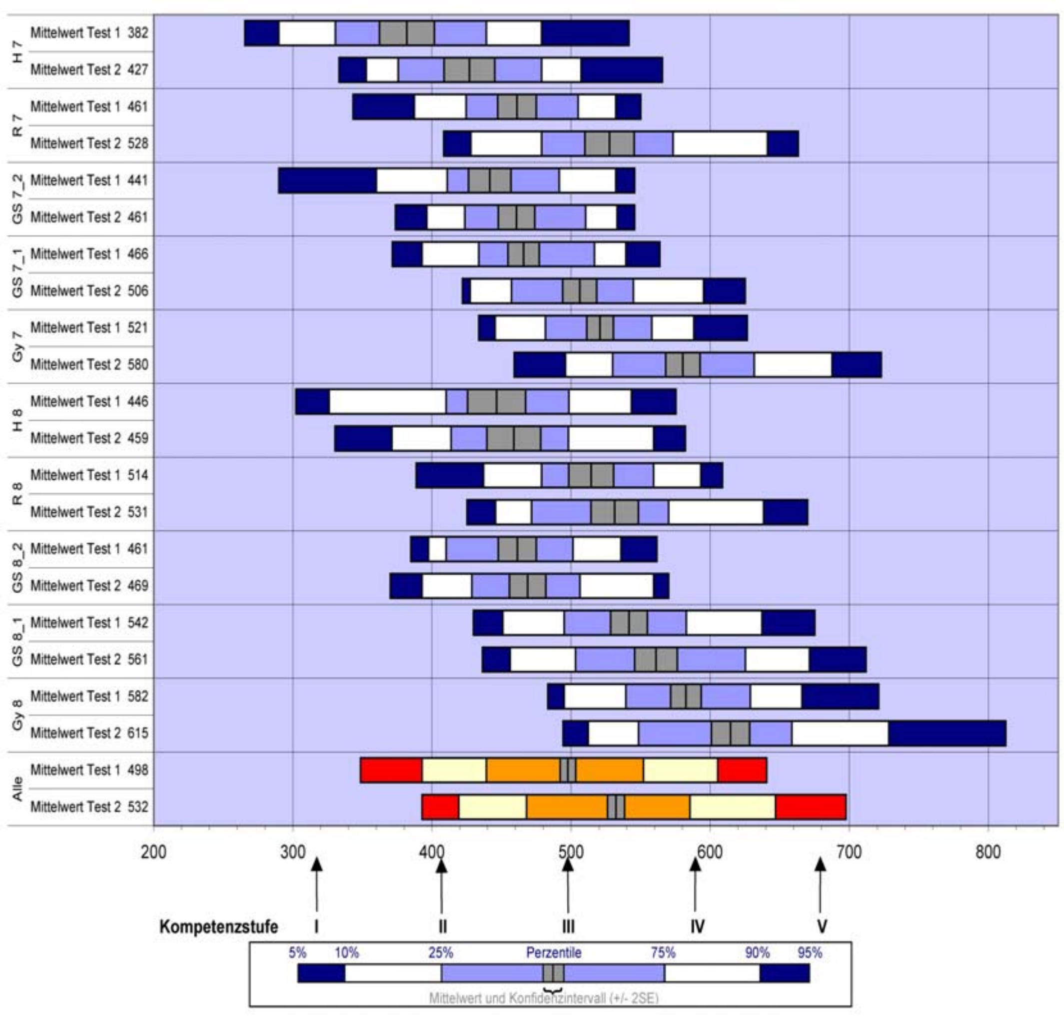


Fortschritte spezifiziert nach Bildungsgang

Abbildung 11 zeigt die Testleistungen der Schülerinnen und Schüler differenziert nach Bildungsgang. Für jeden Bildungsgang sind dabei die Perzentile zu beiden Testzeitpunkten aufgeführt. Die Perzentile geben an, in welchem Leistungsbereich sich Gruppen von Schülerinnen und Schülern befinden. Bei dieser Darstellung werden jeweils die fünf höchsten und niedrigsten Prozent der entsprechenden Gruppen gar nicht berücksichtigt, die anderen Unterteilungen sind der Legende zu entnehmen. Der graue Bereich ergibt sich durch den Standardfehler des Mittelwerts. Überschneiden sich die grauen Bereiche zweier Balken, so kann nicht von signifikanten Unterschieden gesprochen werden. Der schwarze Strich in der Mitte des grauen Balken ist dementsprechend der Mittelwert (MW) der jeweiligen Testpersonengruppe. Dieser ist gleichzeitig in der Beschriftung der Rubrikenachse vermerkt.

Abbildung 11 zeigt, dass in Jahrgang 7 in allen Bildungsgängen, bis auf das untere Niveau der Gesamtschulen (GS7_2), signifikante Verbesserungen festzustellen sind. Im achten Jahrgang verbessert sich zwar der Mittelwert aller Bildungsgänge ebenfalls, signifikant aber nur noch in den Gymnasien. Besonders

Abbildung 11: Perzentile (nach Bildungsgang) der beiden Testpunkte im Vergleich



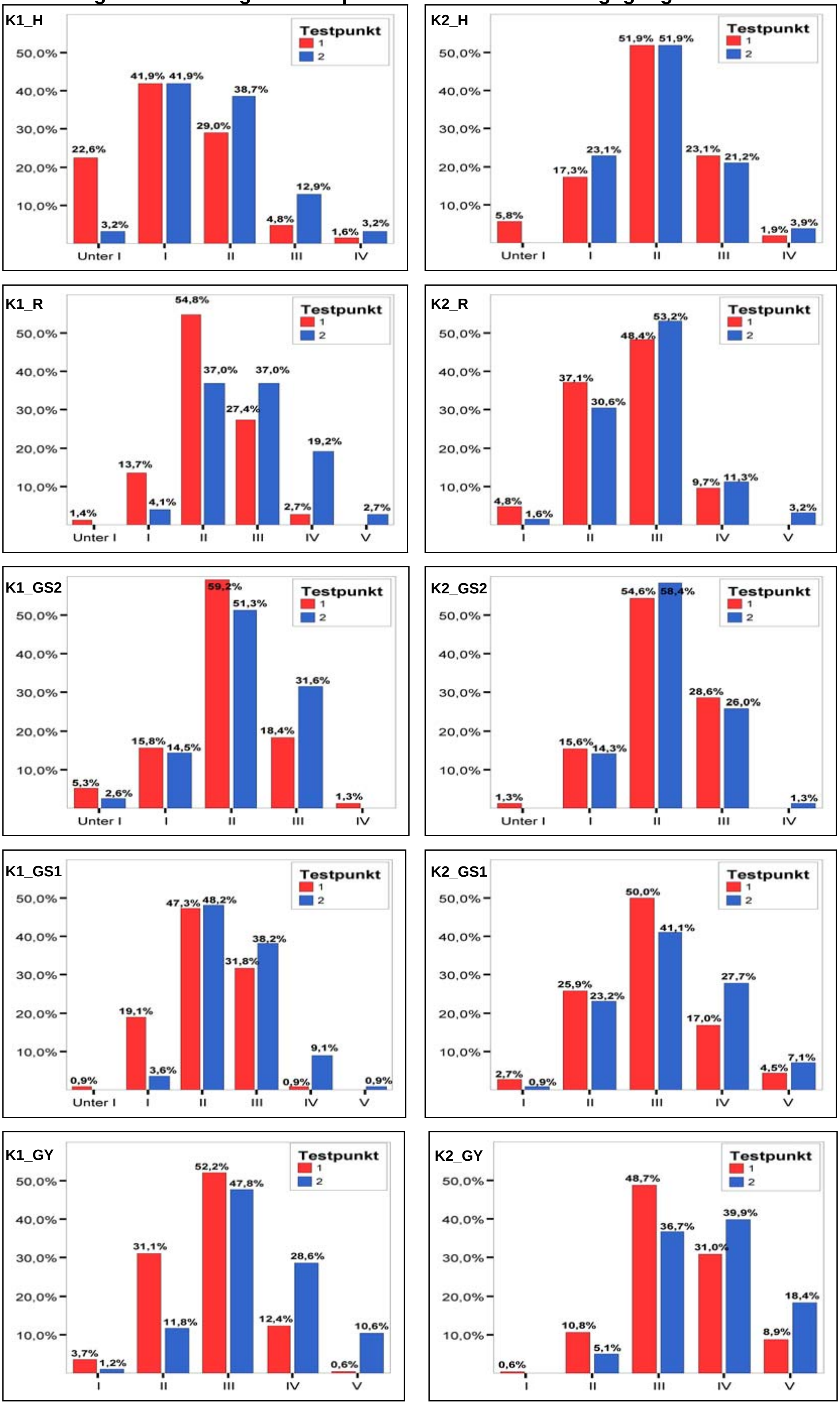
auffällig sind die hohen Forschritte des Gymnasiums und der Realschule der Kohorte 1. Hier beträgt der Fortschritt zwischen den beiden Testzeitpunkten mehr als 50 Punkte. Weiterhin fällt auf, dass gerade bei den unteren Bildungsgängen eine teilweise enorme Verringerung der Streuung unterhalb des Mittelwerts und bei den oberen Bildungsgängen eine Vergrößerung der Streuung oberhalb des Mittelwerts zu beobachten ist. Befinden sich zum Beispiel in der Hauptschule der Kohorte 1 zum Testzeitpunkt 2 noch 25 Prozent der Testpersonen unterhalb von 330 Punkten, so sind es zum Testpunkt 2 nur noch weniger als 5 Prozent. Umgekehrt ist es im Gymnasium der Kohorte 1. Erreichen zum Testpunkt 1 noch weniger als 5 Prozent einen Skalenwert von mehr als 630 Punkten, so sind es zum Testpunkt 2 schon mehr als 25 Prozent. Betrachtet man die Abbildung unter dem Gesichtspunkt der ebenfalls dargestellten Kompetenzstufen, so fällt auf, dass sich insgesamt zum Testpunkt 2 weniger als 10 Prozent aller Testpersonen noch im Bereich *Rechnen auf Grundschulniveau* befinden. Diese Verteilung gestaltet sich aber auf Schulformebene anders.

In Abbildung 12 ist die Verteilung auf die Kompetenzstufen nach Bildungsgang übersichtlicher dargestellt. Es wird deutlich, dass sich zum Testpunkt 1 innerhalb der Kohorte 1 noch mehr als 60 Prozent der Hauptschultestpersonen, 15 Prozent der Realschultestpersonen, 20 Prozent der Gesamtschultestpersonen des unteren und 20 Prozent des oberen Niveaus unterhalb der Kompetenzstufe II, also im Bereich des *Rechnens auf Grundschulniveau* oder darunter befinden. Erschreckend ist, dass für weit mehr als 20 Prozent der Pb der Hauptschule (Kohorte 1) zum Testpunkt 1 keine nennenswerten mathematischen Fähigkeiten nachgewiesen werden können.

Positiv zu vermerken ist, dass in diesem Bereich bedeutsame Entwicklungen stattfinden. In allen Schulformen können zum Testzeitpunkt 2 nur bei weniger als vier Prozent der Pb keine mathematischen Fähigkeiten nachgewiesen werden. Lediglich an den Hauptschulen und im unteren Niveau an den Gesamtschulen finden sich zum Testpunkt 2 noch mehr als fünf Prozent auf oder unterhalb der Stufe des *Rechnens auf Grundschulniveau*. Erfreulich ist auch die Entwicklung innerhalb der Kompetenzstufe V. Befinden sich zum Testpunkt 1 noch lediglich im Gymnasium der Kohorte 2 mehr als 5 Prozent in dieser obersten Stufen, so ist dies beim zweiten Testzeitpunkt bereits bei den Gymnasien der Kohorte 1 und dem oberen Niveau der Gesamtschulen der Kohorte 2 der Fall. Die Gymnasien der Kohorte 2 bringen es zu diesem Zeitpunkt bereits zu weit mehr 18 Prozent auf dieser Stufe, weit über die Hälfte aller Pb befinden sich hier auf Stufe IV oder darüber.

Bedenkt man, dass zum Testzeitpunkt 2 den Schülerinnen und Schülern der Kohorte 1 im Grunde noch mehr als anderthalb Schuljahre, denen der Kohorte 2 noch mehr als ein halbes Schuljahr bis zum Ende der Sekundarstufe 1 bevor stehen, so kann man durch Extrapolation der Daten zu folgenden Aussagen gelangen. Es ist davon auszugehen, dass am Ende der Schulzeit an den Gymnasien mehr als die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler die Kompetenzstufe IV erreicht haben und somit die Literalitätsvoraussetzungen im Bereich der Leistung erfüllen wird. An den Gesamtschulen im oberen Niveau und an den Realschulen werden weit mehr als die Hälfte der Pb noch Stufe III

Abbildung 12: Verteilung auf Kompetenzstufen nach Bildungsgang



Folgende Bezeichnungen wurden genutzt: K1 = Kohorte 1, K2 = Kohorte 2, H = Hauptschule, R = Realschule, GY = Gymnasium, GS1 = Gesamtschule oberes Niveau, GS2 = Gesamtschule unteres Niveau.

(*Variables Arbeiten*), also die Mindestanforderung für mathematische Literalität, *das Variable Arbeiten*, erreichen. Lediglich im unteren Niveau der Gesamtschulen und an den Hauptschulen ist davon auszugehen, dass nicht die Hälfte der Schülerinnen und Schüler die Mindestvoraussetzung für mathematische Literalität, die Stufe III, erreichen wird.

Genderspezifische Fortschritte

Bevor hier geschlechtsspezifische Analysen durchgeführt werden, soll geprüft werden, inwiefern diese sinnvoll sind. Zuerst haben wir über einen t-Test geprüft, ob auch in der SINUS-Population signifikante Unterschiede bei der Mathematikleistung im SINUS-Test zwischen Mädchen und Jungen bestehen, wie sie in TIMSS und anderen Studien festgestellt wurden (vgl. Köller & Klieme 2000: S.373ff.). Der zweiseitige t-Test auf Mittelwertgleichheit der Rasch-Scores ergibt, dass die Jungen bei einem Signifikanzniveau von 0,01 zu beiden Testzeitpunkten signifikant besser sind als die Mädchen. Auf Grund der Annahmen zur Stichprobe aus Abschnitt 2.1.1. kann davon ausgegangen werden, dass die genderspezifizierte Stichprobe für die SINUS-Population repräsentativ ist und der t-Test somit zulässig. In Abbildung 15 wird deutlich, dass sich die Signifikanz der Unterschiede aus dem t-Test auch aus unterschiedlichen Streuungen ergibt. Während der t-Test diese berücksichtigt, wird in Abbildung 15 nur der doppelte Standardfehler zur Signifikanzüberprüfung angegeben. Zum Testpunkt 2 überlagern sich dort die Konfidenzintervalle des Mittelwerts, was bedeutet, dass sich der Mittelwert der Mädchen zu diesem Testzeitpunkt zwar mit großer Sicherheit von dem der Jungen unterscheidet, diese Sicherheit aber knapp die üblichen 95% verfehlt.

Durchschnittlich erreichen die Mädchen (M) in dieser Untersuchung jeweils ca. 16 Punkte weniger als die Jungen (J). Dabei sind die Fortschritte innerhalb des Testzeitraumes mit 34,4 (M) bzw. 34,8 (J) fast identisch. Vergleicht man die Aufteilung in Kompetenzstufen, so fällt auf, dass in den beiden oberen Kompetenzstufen wesentlich mehr Jungen als Mädchen vertreten sind (siehe Abbildung 13 + 14). Besonders deutlich ist dies zum Testzeitpunkt 2. In Kompetenzstufe V ist der Anteil der Jungen fast doppelt so hoch wie der der Mädchen. Dafür zeichnet sich in Stufe IV positiv ab, dass die Anteile zum Testzeitpunkt 2 bei beiden Geschlechtern fast gleich hoch sind.

Bei der Betrachtung von Abbildung 15 wird deutlich, dass bei den Schülern bei beiden Testzeitpunkten die Streuung größer ist als bei den Schülerinnen. Im unteren Quartil, ändert sich dies zum Testpunkt 2 und die Streuung der Werte der Schülerinnen und Schüler ist ähnlich, im oberen Quartil weitet sich die ohnehin schon größere Streuung bei den Werten der Schüler noch aus. Somit finden sich gerade im Bereich der Top-Leistungen westlich mehr Jungen als Mädchen. Im unteren Leistungsbereich scheinen die Jungen zwischen den Testzeitpunkten mehr aufzuholen als die Mädchen. Lag ihr fünf Prozent Perzentil zum Testzeitpunkt 1 noch unter dem der Mädchen, so ändert sich dies innerhalb der 13 Monate bis zum Testzeitpunkt 2.

Abbildung 13: Genderspezifizierte Aufteilung in Kompetenzstufen (T1)

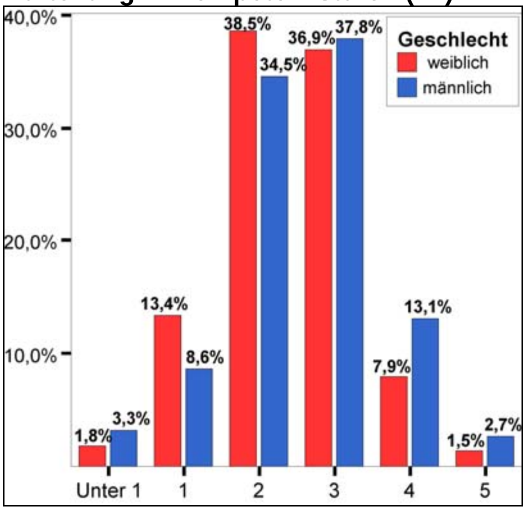


Abbildung 14: Genderspezifizierte Aufteilung in Kompetenzstufen (T2)

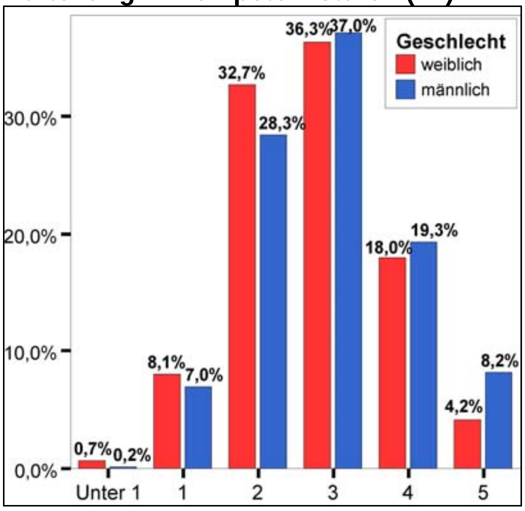
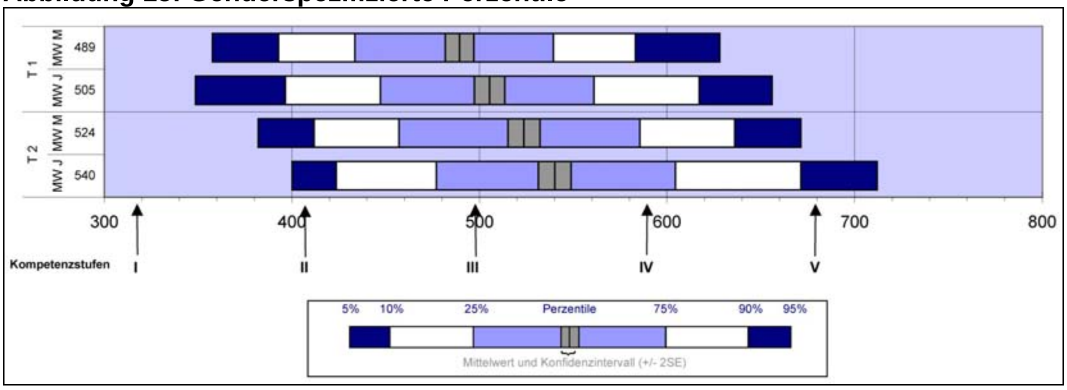


Abbildung 15: Genderspezifizierte Perzentile



Fortschritte bei kontextuellen Items

Bisher wurde zur Messung von mathematischer Literalität nur der Test zur mathematischen Grundbildung herangezogen, der zu knapp einem Drittel aus technischen Items besteht (siehe Tabelle 5 auf S.22). Baumert et al. (2000) stellen im Zusammenhang mit der eindimensionalen Erfassung der Daten fest, dass es bei „spezifischen Fragestellungen immer wieder von Interesse sein [kann], Items nach fachlich/fachdidaktischen oder psychologischen Kriterien neu zu gruppieren, um mit diesen Subdimensionen zu arbeiten“ (Baumert et al. 2000:

S.67). Wie bereits erwähnt kann dieser Test aber nur einen Teil der Literalität erheben. Nach der am NCTM orientierten Definition von mathematischer Literalität wäre von literalen Pb zu erwarten, dass sie bestimmte Items besonders gut lösen. Klieme et al. (2000) schreiben in TIMSS III:

> „Wenn sich die Messung von *Mathematics and Science Literacy* im Rahmen von TIMSS an fachdidaktischen Standards orientiert, wie sie etwa in den Vereinigten Staaten vom *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), der *American Association for Advancement of Science* (AAAS) oder dem *National Research Council* (NRC) festgelegt worden sind [...], sollten sich Schüler mit besseren TIMSS-Ergebnissen von weniger erfolgreichen insbesondere durch die Fähigkeit unterscheiden, offene Aufgabenstellungen und komplexere Anwendungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten" (Klieme et al. 2000: S.110).

In diesem Kapitel der Arbeit sollen die verwendeten Items daher in zwei Klassen, in kontextuelle und dekontextuelle Items, eingeteilt und die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler anhand dieser Einteilung beurteilt werden. Das bessere Abschneiden beim Lösen kontextueller Items wird dabei als Indikator für höhere Literalität verstanden.

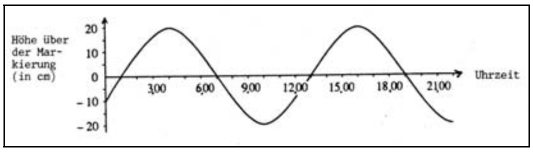
Zu den kontextuellen Items zählen die Aufgaben, die Textverständnis fordern. Bei Aufgaben diesen Typs kommen keine mathematischen Schlüsselbegriffe in Hinblick auf Standardanwendungen bzw. -einkleidungen vor und es wird eher umgangssprachlich formuliert. Außerdem können bei kontextuellen Items Piktogramme, Diagramme, Grafiken und Tabellen als Informationsquellen vorkommen. Kontextuelle Aufgaben sind beispielsweise die in Abbildung 16 dargestellten Items I23 und I26:

Zu den dekontextuellen Items gehören Aufgaben, die reines Rechnen oder algorithmische Verfahren in routinisierten Vorgängen erfordern. Zu diesem Bereich gehören also auch Textaufgaben, bei denen die Werte bzw. der Algorithmus direkt erkennbar sind oder Aufgaben, bei denen mit Größen gerechnet werden muss. Beispiele für dekontextuelle Items sind die in Abbildung 17 dargestellten Items I04 und I11:

Wie bei den meisten derartigen Einteilungen gibt es Items, die schwer einer Klasse zuzuordnen sind. Bei solchen Aufgaben wurde auf Grund von Tendenzen entschieden. Die Aufteilung aller Items in diese Klassen ist den Itemblättern im Anhang III zu entnehmen. Insgesamt wurden 30 der Items als kontextuell und 44 als dekontextuell eingeordnet. Die Items I24a-c wurden nicht berücksichtigt, da es zum zweiten Testzeitpunkt wegen offensichtlicher Probleme der Schülerinnen und Schüler mit diesem Item nicht mehr genutzt wurde.

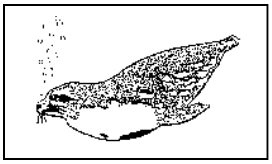
Abbildung 16: Die kontextuellen Items I23 und I26

(I 23): In einem Hafen wird das Ansteigen und Abfallen des Wasserstands täglich in regelmäßigen Abständen in Bezug auf eine feste Markierung an der Kaimauer festgehalten. Die Wasserstände eines Tages sind in folgendem Graphen zu sehen.



a) Lies näherungsweise den Wasserstand um 4.00 Uhr ab.
b) Lies näherungsweise den Wasserstand um 15.00 Uhr ab.
c) Lies näherungsweise ab, wann der Wasserstand zum ersten Mal 20 cm unter der Markierung liegt.

(I 26): Eine Robbe muss atmen, auch wenn sie schläft. Martin hat eine Robbe eine Stunde lang



beobachtet. Zu Beginn seiner Beobachtung befand sich die Robbe an der Wasseroberfläche und holte Atem. Anschließend tauchte sie zum Meeresboden und begann zu schlafen. Innerhalb von acht Minuten trieb sie langsam zurück an die Oberfläche und holte Atem. Drei Minuten später war sie wieder auf dem Meeresboden, und der ganze Prozess fing von vorne an.

Nach einer Stunde war die Robbe:

A. ○ auf dem Meeresboden

B. ○ auf dem Weg nach oben

C. ○ beim Atemholen

D. ○ auf dem Weg nach unten

Abbildung 17: Die dekontextuellen Items I04 und I11

(I 04): Berechne:

a) $(-\frac{3}{2}) + (-\frac{5}{2}) =$ b) $(-\frac{3}{2}) - (-\frac{5}{2}) =$

c) $(-\frac{3}{2}) \cdot (-\frac{5}{2}) =$ d) $(-\frac{3}{2}) : (-\frac{5}{2}) =$

(I 11): 200 DM werden auf ein Konto mit 7% Jahreszinsen angelegt. Wie viel Zinsen werden nach einem Jahr gezahlt?

Um für die Schülerinnen und Schüler relative Stärken oder Schwächen beim Bearbeiten von Items einer dieser Klassen feststellen zu können, musste ein Verfahren entwickelt werden, das sowohl die unterschiedlichen Aufgabenschwierigkeiten als auch -fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler heraus partialisiert. Dazu wurde für alle Pb über die spezifische Fähigkeit und dem Itemschwierigkeitswert jeweils die Lösungswahrscheinlichkeit für jedes Item berechnet[12]. So konnte für alle Pb ein Erwartungswert für einzelne Items oder auch Gruppen solcher erstellt werden. Von den Schülerinnen und Schüler wird somit erwartet, was sie auch leisten können. In diesem Fall wurden die

[12] Die zur Berechnung genutzte Formel für die Lösungswahrscheinlichkeit eines Testpersonen bei einem bestimmten Item befindet sich in Fußnote 7 auf S. 18.

Erwartungswerte für kontextuelle bzw. dekontextuelle Items mit den in diesen Bereichen tatsächlich erreichten Punkten verglichen. Die Differenz zwischen dem Erwartungswert für die jeweilige Aufgabenklasse und den tatsächlich in dieser Klasse erreichten Punkten, kann dann als Maß für Stärken bzw. Schwächen innerhalb der Klassen angenommen werden. Da der Erwartungswert der Summe aller Aufgaben bis auf geringe statistische Abweichungen mit der Summe der tatsächlichen erreichten Punkte eines Pb übereinstimmt, weist ein Proband mit Stärken im kontextuellen Bereich auch gleichzeitig, im annährend gleichen Maße Schwächen in dekontextuellen Bereich auf.

Um eine Interpretation dieser Daten vornehmen zu können, wurden die Schülerinnen und Schüler zu beiden Testzeitpunkten anhand ihrer Schwächen und Stärken im kontextuellen bzw. dekontextuellen Bereich in drei Typen eingeteilt. Unter Typ I wurden alle Schülerinnen und Schüler mit Stärken im dekontextuellen und somit Schwächen im kontextuellen Bereich subsummiert. Unter Typ II finden sich alle Pb, die bei beiden Aufgabentypen annährend ausgewogen gut sind, und unter Typ III fallen alle Schülerinnen und Schüler mit Stärken im kontextuellen und Schwächen im dekontextuellen Bereich. Zur Festlegung der zwischen den Typen zu ziehenden Grenzen wurden Mittelwert und Standardfehler des Mittelwerts der Differenz zwischen dem Erwartungswert und den tatsächlich erreichten Punkten berechnet. Dieses Maß einer natürlichen Schwankung diente dann dazu, zu gewährleisten, dass der tatsächliche Wert sich von den für die Pb errechneten Werten unterscheidet. Dementsprechend wurde in einem Intervall von $\pm 0{,}01$ um den Mittelwert, der Typ II, also die neutrale Kategorie zugeordnet. Das gewählte Intervall entspricht drei bis vier Standardfehlern des Mittelwerts.

In den Abbildungen 18 bis 21 sind die Ergebnisse dieser Aufteilung nach Schulformen zu den beiden Testzeitpunkten aufgeschlüsselt. Da keine Kontrolldaten für diesen Untersuchungsteil vorliegen, können nur der Ist-Zustand und die Zuwächse angegeben werden. Eine Bewertung ist somit nur innerhalb der SINUS-Stichprobe möglich, die Erklärung von Zuwächsen als Effekte von SINUS auf diesen Bereich sind hypothetischer Natur. In den Abbildungen fällt auf, dass in allen Schulformen bis auf das Gymnasium eine positive Entwicklung im Bereich von Typ III, also hin zu einer besseren Bearbeitung der kontextuellen Items, zu beobachten ist. Bei Typ I ist die Entwicklung indifferenter. Vergleicht man die Schulformen beim zweiten Testpunkt miteinander, so wird deutlich, dass ausgewogene Leistungen in beiden Itemklassen vor allen Dingen am Gymnasium anzutreffen sind. Bei den dekontextuellen Aufgaben sind verhältnismäßig hohe Leistungen tendenziell an den Haupt- und Realschulen anzutreffen.

Abbildung 18: Fähigkeiten nach Aufgabenkontext* in der Hauptschule

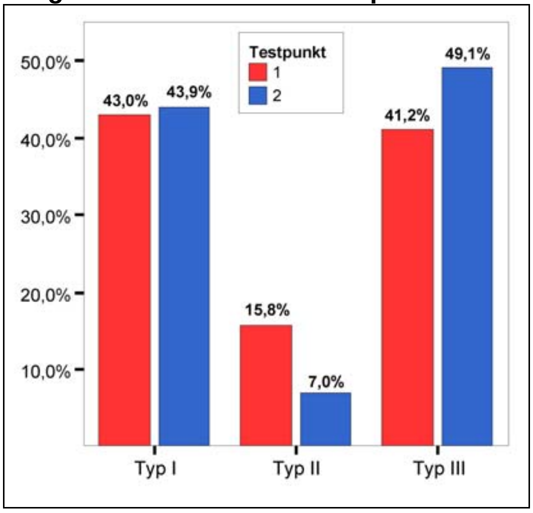


Abbildung 19: Fähigkeiten nach Aufgabenkontext* in der Realschule

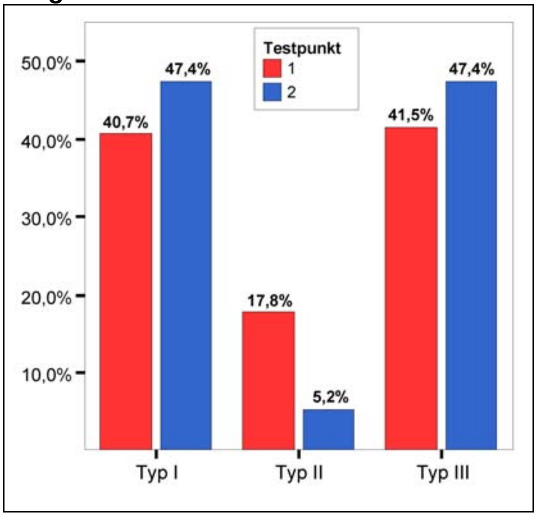


Abbildung 20: Fähigkeiten nach Aufgabenkontext* in der Gesamtschule

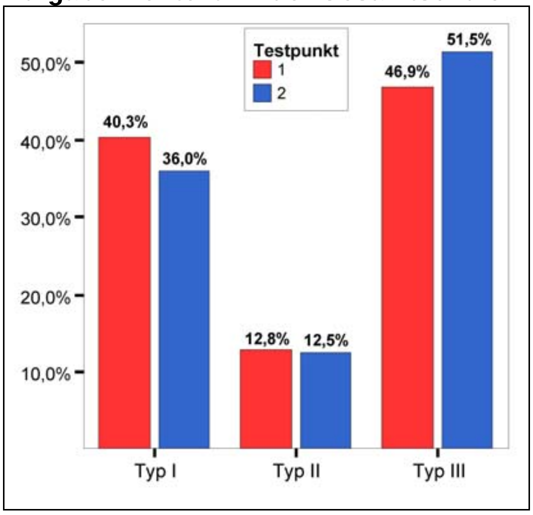
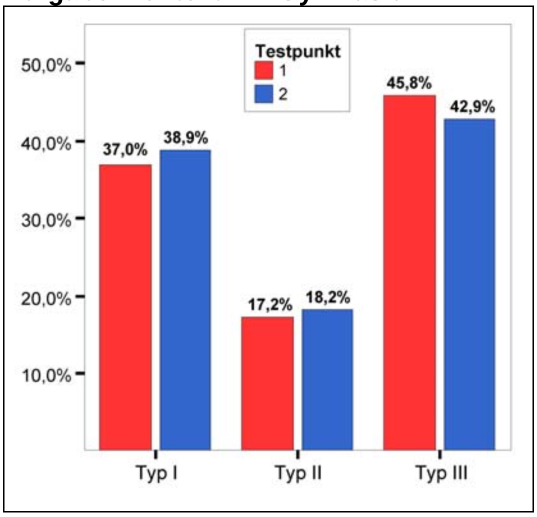


Abbildung 21: Fähigkeiten nach Aufgabenkontext* im Gymnasium



*Typ I: Höhere Leistung bei dekontextuellen Items; Typ II: Ausgewogene Leistung bei kontextuellen und dekontextuellen Items; Typ III: Höhere Leistung bei kontextuellen Items.

Die Unterscheidung zwischen kontextuellen und dekontextuellen Aufgaben klärt wenig Varianz auf. Betrachtet nach Lösungshäufigkeiten korrelieren die beiden Klassen zweiseitig signifikant bei einem Signifikanzniveau von 0,01 mit 0,6 miteinander. Vor diesem Hintergrund erstaunt es nicht, dass die Typen I – III nicht sehr stabil sind.

Tabelle 8: Kreuztabelle der Pb-Typen nach Aufgabenkontext zu den beiden Testzeitpunkten

	Typ I (T2)	Typ II (T2)	Typ III (T2)	Gesamt
Typ I (T1)	174	45	154	373
Typ II (T1)	56	24	65	145
Typ III (T1)	143	51	231	425
Gesamt	373	120	450	943

Tabelle 8 zeigt die Entwicklung innerhalb der Typen zwischen den beiden Testzeitpunkten. Von 373 Pb, die zum Testzeitpunkt 1 zu Typ I gezählt wurden, finden sich beispielsweise lediglich 174 nach gut einem Jahr im selben Typ wieder, 45 wandern zu Typ II und 154 zu Typ III.

Fortschritte bei Items, die strukturelle Verallgemeinerungen erfordern

Unter diesem Punkt sollen die Items der Aufgabenklasse 3 gesondert betrachtet werden. Auf Grund der geringen Zahl der Items in dieser Klasse und der Tatsache, dass ein Item dieser Klasse nur zum Testzeitpunkt zwei verwendet wurde, stehen nur vier Items für diese Analyse zur Verfügung. Es handelt sich dabei um die Items I35b, I37a, I37b und I37c, wobei das erstgenannte Item nur im oberen Niveau eingesetzt wurde. Diese vier Items zeichnen sich neben der zu tätigenden strukturellen Verallgemeinerung dadurch aus, dass in allen Fällen Texte mit mathematischen Argumentationsketten verfasst werden müssen. Erwartungsgemäß konnten diese Anforderung nur relativ wenige Schülerinnen und Schüler erfüllen, wodurch die empirische Schwierigkeit der Aufgaben sehr hoch liegt. Im Schnitt sind für eine Lösungswahrscheinlichkeit von 65 Prozent 791 Fähigkeits-Punkte nötig. Durch diese Tatsache und vor allem die geringe Itemzahl erscheinen Analysen nach dem Muster des vorherigen Abschnitts unangebracht. Da es aber eine zentrale Anforderung von mathematischer Literalität ist, mathematisch argumentieren und begründen zu können, sollen trotz dieser Einschränkungen die Entwicklungen innerhalb dieser Aufgabenklasse betrachtet werden. Im vorherigen Abschnitt wurde mit Erwatungswerten für das Abschneiden bei bestimmten Aufgabenklassen gearbeitet. Da mit sinkender Itemzahl die Wahrscheinlichkeit sinkt, dass der Erwartungswert mit den realisierten Punkten übereinstimmt, soll dieses Verfahren hier durch die Betrachtung der prozentualen Lösungshäufigkeiten ersetzt werden.

Betrachtet man die durchschnittliche Lösungshäufigkeit, so steigt diese bei den Items der Klasse 3 von 0,10 auf 0,18. Bei allen anderen Items verändert sich die durchschnittliche Lösungshäufigkeit von 0,48 auf 0,60. Prozentual würde das einen größeren Fortschritt bei den Items der Klasse 3 bedeuten, während absolut bei diesen Items der Fortschritt geringer ausfällt.

Da diese Lösungshäufigkeiten auf Grund der sehr viel geringeren Itemschwierigkeiten keinen gut verwendbaren Vergleichsmaßstab darstellen, sollen ebenfalls die Veränderungen innerhalb der Lösungshäufigkeiten bei vier Items mit ähnlicher durchschnittlicher Schwierigkeit betrachtet werden. Es wurden die Items I04c, I04d, I31 und I33c ausgewählt. Diese Items haben zwar eine geringfügig geringere Schwierigkeit, bieten aber den besten Vergleichsmaßstab, weil alle Items bis auf eines – wie in der Klasse 3 – in allen Testheften vertreten waren. Um diese Items mit einer durchschnittlichen Lösungswahrscheinlichkeit von 65 Prozent zu lösen, sind 752 Fähigkeits-Punkte nötig. Bei diesen Items verändert sich die Lösungshäufigkeit von durchschnittlich 0,13 auf 0,22. Dies bedeutet sowohl prozentual als auch absolut eine ähnliche Steigerungsrate wie bei den Items der Klasse 3.

Besonders hohe oder besonders niedrige Leistungssteigerungen liegen dementsprechend für die Items der Klasse 3 nicht vor. Auf Grund der geringen Itemzahl und der uneindeutigen Entwicklung können unter quantitativen Gesichtspunkten leider keine Aussagen über den Bereich der Items der Klasse 3 getroffen werden. Tiefergehende Analysen zu diesem Bereich finden sich aber im qualitativen Untersuchungsteil dieser Arbeit.

2.1.3. Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Entwicklung der mathematischen Literalität im Bereich des Leistungstests weder unerwartet hoch noch unerwartet niedrig ausfällt.

Es bleibt positiv festzuhalten, dass die Leistungsheterogenität im unteren Leistungsbereich eher abgenommen und im oberen Leistungsbereich eher zugenommen hat. Außerdem konnte ein großer Teil der Schülerinnen und Schüler, die sich zum ersten Testzeitpunkt noch im Bereich des *Rechnens auf Grundschulniveau* oder darunter bewegt haben, zum zweiten Testzeitpunkt die Kompetenzstufe II erreichen. Lediglich an den Hauptschulen und an den Gesamtschulen im unteren Niveau gibt es zum zweiten Testzeitpunkt überhaupt noch nennenswerte Teile der Schülerinnen und Schüler, die sich noch auf der Kompetenzstufe *Rechnen auf Grundschulniveau* befinden. Des Weiteren erreichen zum zweiten Testzeitpunkt mit 6,3 Prozent ca. drei mal so viele Pb die höchste Kompetenzstufe des *Reflektierten Arbeitens* als noch gut ein Jahr zuvor. Auch die herausgestellten potentiellen Stärken der Schülerinnen und Schüler der Haupt- und Real- sowie der Gesamtschulen bei kontextuellen Items sind positiv herauszustellen.

Negativ fällt auf, dass im Bereich der Aufgaben, die strukturelles Verallgemeinern bzw. Argumentieren verlangen, keine größeren Fortschritte zu verzeichnen waren, als bei den anderen Items. Auch im Bereich der Förderung der Mädchen sind kaum positive Effekte innerhalb des einen Jahres zu messen. Zwar erreichen die Mädchen in der Kompetenzklasse IV zum zweiten Testzeitpunkt fast die identische Anteilszahl wie die Jungen, dafür sind sie im Bereich der absoluten Spitzenleistungen kaum vertreten und werden auch im untersten Leistungsbereich, also auf Stufe I von den Jungen überholt. Sowohl die als positiv als auch die als negativ angeführten Punkte können mangels einer Kontrollgruppe nicht eindeutig auf SINUS zurückgeführt werden. Für mathematische Literalität sind diese Effekte aber durchaus von Bedeutung, auch wenn sie eventuell ein allgemein in den entsprechenden Alterstufen anzutreffendes Phänomen darstellen.

Aus Sicht der mathematischen Literaliät bleibt festzuhalten, dass zum Testzeitpunkt zwei, an dem für Schüler und Schülerinnen durchaus noch Entwicklungsspielräume innerhalb ihrer Schulzeit bestehen, 25 Prozent der Pb die Leistungsvoraussetzung für mathematische Literalität, nämlich mindestens Kompetenzstufe IV erreichen. 61,7 Prozent der Schülerinnen und Schüler befinden sich oberhalb der Kompetenzstufe II. Sie sind demnach mit einem Mindestmaß an Leistungsfähigkeit ausgestattet, das hier für mathematisache Literalität gefordert wird.

2.2. Teilstudie zur Einstellung zum Mathematikunterricht:

Im Folgenden soll der Fragebogen zur Einstellung zur Mathematik und zum Mathematikunterricht betrachtet und ausgewertet werden. Dazu wird er eingangs unter testtheoretischen Kriterien betrachtet, um Angaben über seine Aussagekraft treffen zu können. Danach erfolgt die Auswertung des Fragebogens unter Betrachtung folgender Beliefobjekte: Bild von Mathematikunterricht, Bild von Mathematikaufgaben, Interesse an Mathematik und Einschätzung der Bedeutung der Mathematik

2.2.1. Technische Grundlagen und methodisches Design des Einstellungstests

Technische Grundlagen

Der in SINUS verwendete Einstellungsfragebogen[13] ist im Sinne der Testtheorie ein Persönlichkeitstest, der sowohl einen Einstellungs- als auch einen Interessenstest beinhaltet. Dieser nicht als standardisiert zu bezeichnende Test beruht auf Selbsteinschätzungen der Schülerinnen und Schüler. Er wurde gemeinsam mit dem Leistungstest erhoben und ist ebenfalls sowohl als Längsschnitt- als auch als Querschnittuntersuchung angesetzt. Die Test-personenstichprobe als auch der Testzeitpunkt sind mit denen des Leistungstests identisch. Zur Bearbeitung des Einstellungsfragebogens standen zu beiden Testzeitpunkten jeweils 30 Minuten zur Verfügung, die allerdings in den seltensten Fällen in voller Länge benötigt wurden.

Das Kontrollgruppenproblem liegt hier genauso vor wie beim Leistungstest. Allerdings konnte auf Grund der im Bereich der Beliefsysteme nicht so weit fortgeschrittenen Forschung nicht auf standardisierte Verfahren bzw. Items zurückgegriffen werden, die es ermöglichen würden, eine Ersatzkontrollgruppe wie im Leistungstest zu bilden. Der Einstellungsfragebogen ist speziell für die SINUS-Evaluation entwickelt worden. Vergleiche mit anderen Populationen sind somit ebenso schwierig wie Aussagen darüber, inwieweit gemessene Effekte auf das Modellversuchsprogramm SINUS zurückzuführen sind.

Der Einstellungsfragebogen fragt folgende Beliefobjekte ab:

- das Bild von Mathematikunterricht,
- das Bild von Mathematikaufgaben,

---

[13] Der Einstellungsfragebogen ist im Anhang III einzusehen.

- das Interesse am Fach Mathematik sowie Interesse fördernde Faktoren und
- die Einschätzung der Bedeutung der Mathematik unter globalen als auch persönlichen Gesichtspunkten.

Beim Einstellungsfragebogen gab es keine unterschiedlichen Testheftversionen, weil weder große kognitive Fähigkeiten zur Beantwortung nötig waren, die eine Differenzierung nach Schulformen erfordert hätten, noch die Gefahr bestand, dass abgeschrieben würde, da es sich um Selbsteinschätzungsfragen handelt. Insgesamt wurden zur Erhebung der Einstellung 50 Items genutzt. Dabei wurden mit gebundenen Antwortformaten, wie Intensitäts- und Häufigkeitsskalen, Rating-Skalen verwendet, die in der Sozialwissenschaft bereits auf Äquidistanz hin untersucht worden sind. Dies macht ein breites Band an statistischen Auswertungsverfahren möglich, auch wenn die Aussagekraft dieser Analysen auf Grund der geringen Anzahl von Skalenstufen eher niedrig ist. Die Anzahl der Skalenstufen betrug zwischen zwei und fünf. Bei den meisten behandelten Dimensionen gab es nach den vorgegebenen Fragen noch eine Kategorie Sonstiges, die hier aber nicht weiter betrachtet werden sollen.

Aufgabe des Einstellungsfragebogens und zu erwartende Effekte

Der Einstellungsfragebogen hat die Aufgabe, sowohl das Interesse von Schülerinnen und Schülern an Mathematik und ihre Wertschätzung gegenüber der Mathematik als auch ihr Bild von Mathematik und vom Mathematikunterricht zu erheben. Dabei muss klar sein, dass schon weil der Fragebogen mit Selbsteinschätzungen arbeitet, subjektive Empfindungen der Pb gemessen werden und somit keine objektiven Beurteilungen der Einstellung vorgenommen werden können. Außerdem besteht bei derartigen Fragebögen die Gefahr, dass die Pb im Sinne einer „sozialen Erwünschtheit“ antworten. Bortz und Döring (2002) schreiben dazu: „Um diese Effekte [Täuschungseffekte] abzufangen, sollten Rahmenbedingungen geschaffen werden, die den Pb eine Auseinandersetzung mit problematischen Selbstaspekten erleichtern“ (Bortz & Döring 2002: S.232). Dieses wurde über die Anonymisierung der Pb versucht. Trotzdem muss „man wohl davon ausgehen, daß die Verwertbarkeit von Testergebnissen generell von der Kooperationsbereitschaft der Testperson, der Zusammenstellung und Formulierung der Testitems sowie der Testsituation abhängt“ (Bortz & Döring 2002: S. 231). Dies ist natürlich auch in dieser Untersuchung der Fall.

Auf Grund dieser Einschränkungen, erscheinen vor allen Dingen Analysen zur Entwicklung der Einstellungen und des Interesses innerhalb der Längsschnitt-studie sowie Vergleiche zwischen Schulformen und Geschlechtern interessant. Auf diese Art und Weise sollen Erkenntnisse über die Entwicklung innerhalb der ersten zwei Punkte der mathematischen Literalität, also über ein entsprechendes Weltbild zu verfügen und eine angemessene Einstellung zur Mathematik zu besitzen, gewonnen werden.

Anhand der Befunde anderer Studien wie TIMSS ist zu erwarten, dass das Interesse an Mathematik innerhalb des Untersuchungszeitraums abnimmt (vgl. Baumert et al. 1997: S.161ff.). Es ist nicht damit zu rechnen, dass dieses, sich über alle akademischen Fächer erstreckende, für die untersuchten Jahrgangsstufen typische Phänomen durch SINUS behoben oder gar umgekehrt werden kann. Wünschenswert wäre allerdings sowohl im Rahmen des Modellversuchsprogramms als auch bezogen auf die Entwicklung der mathematischen Literalität, dass das Absinken des Interesses geringer ausfällt als bei anderen Untersuchungen. Ein Maß hierfür ist mangels vergleichbarer Daten aber nur schwer anzugeben. Transformiert man über die vorgefundene Standardabweichung und den theoretischen Mittelwert des Interesses die Daten der SINUS-Pb auf die in TIMSS II verwendete Skala mit einem Mittelwert von 50 und einer Standardabweichung von 10 Punkten, so wäre von der Kohorte 2[14] zum Testpunkt 1 ein Interesse von 51 Punkten und zum Testpunkt 2 ein Interesse von 49 Punkten zu erwarten (vgl. Baumert et al. 1997: S. 166). Des Weiteren lassen die TIMSS-Befunde vermuten, dass ein exploratives Bild von Mathematikunterricht wesentlich seltener vorliegen wird als ein schematisches (vgl. Köller et al. 2000: S. 248).

Auf eine Zuordnung der Pb zu einer eher statischen oder dynamischen Vorstellung von Mathematik muss hier auf Grund der Datenlage verzichtet

[14] Diese Kohorte bietet auf Schulformebene die beste Vergleichspopulation zu TIMSS (vgl. I.2.1.2.1.). Um einen Vergleich auf der Ebene der Gesamtpopulation durchzuführen, müssten die Werte der Schulformen sowie Jahrgangsstufen unterschiedlich gewichtet werden. Da bedingt durch die unzureichende Datenlage derartige Gewichte nicht berechnet werden können, wird hier auf eine Gewichtung verzichtet. Dieser Verzicht bedeutet jedoch tendenziell eine geringe Unterschätzung des Interesses der SINUS-Pb, da die geringer interessierten Pb aus Gymnasien und Gesamtschulen hier stärker berücksichtigt werden.

werden. Anhand der TIMSS-Daten wäre in diesem Bereich aber ohnehin ein durch Indifferenz geprägtes Bild zu erwarten gewesen (vgl. ebd.: S.257).

Untersuchungen zur Testgüte

Die folgenden Untersuchungen zur Testgüte sollen sich auf die Bereiche beschränkten, in denen sich der Einstellungsfragebogen vom Leistungstest unterscheidet. Zu Betrachtungen zur Objektivität, Nützlichkeit und Ökonomie des Tests, wird somit auf die Darstellungen unter Punkt 2.1.1. verwiesen. Die Untersuchung der Testitems in Hinblick auf die Gütekriterien ist im Rahmen dieser Arbeit nicht zu leisten und muss daher unterbleiben.

Zu untersuchen verbleiben die Reliabilität, die Validität, die Normierbarkeit und die Vergleichbarkeit des Einstellungsfragebogens.

Zur Reliabilität:

Um eine möglichst große Genauigkeit der Verortung der Pb zu erreichen, wurden innerhalb der meisten zu untersuchenden Beliefobjekte Dimensionen entwickelt, die über mehrere Items erfragt wurden. Die Items zum allgemeinen Interesse am Fach und zur Wertschätzung der Mathematik lassen sich keinen Dimensionen zuteilen und werden daher separat betrachtet. Diese beiden Items sind die einzigen mit Fünfer-Skala. Für jede der erstellten Dimensionen wurden mindestens drei Items (mit Dreier- oder Zweier-Skala) verwendet und nach ihren Faktorenladungen gewichtet. Trotz dieses Vorgehens wird kein ausreichendes Maß an Reliabiltät erreicht. Grigutsch (1996) verwendet pro Dimension mindestens zehn Items, die jeweils mit einer Fünfer- bzw. Sechser-Skala erhoben wurden (vgl. Grigutsch 1996: S. 26).

Zur Validität:

Einschränkungen der Validität ergeben sich vor allen Dingen aus dem Fragebogenformat an sich. Selbsteinschätzungsfragebögen leiden unter dem Problem, dass sie sehr einfach von den Pb zu verfälschen sind. Außerdem sind sowohl die Beantwortungen der Fragen als auch das Verständnis bzw. die Einordnung der Fragen subjektiv, was sich an den teils hohen Nebenladungen im Rahmen der Faktorenanalysen gezeigt hat. Durch die Anonymisierung der Schülerinnen und Schüler wurde versucht, die Motivation zur Verfälschung der Angaben möglichst gering zu halten. Die Subjektivität von Selbsteinschätzungen und das Wissen der Schülerinnen und Schüler darum, dass es eine kursspezifische Rückmeldung geben wird, bleiben aber bestehen. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass die Messgenauigkeit und damit einhergehend die Validität des Einstellungsfragebogens nicht sehr hoch sind.

Zur Normierbarkeit und Vergleichbarkeit:

Weder Normierbarkeit noch Vergleichbarkeit müssen im Rahmen des Einstellungsfragebogens vorhanden sein. Durch die explorative Datenanalyse sind keine Vergleichsdaten vorhanden, auf die normiert bzw. mit denen verglichen werden müsste oder könnte. Lediglich bei der Erhebung des Interesses soll wie bereits im vorherigen Punkt angemerkt wurde mit TIMSS II verglichen werden, wodurch die Normierbarkeit verlangt wird. Bei dem Item, dass das Interesse an Mathematik über eine Fünfer-Skala abfragt, ist annährend eine Normalverteilung zu beobachten. Natürlich bleibt auf Grund der Kürze der Skala eine genaue Verortung der Pb ein Problem.

Methodisches Vorgehen bei der Auswertung

Da die im Fragebogen verwendeten Items nicht für eine Klassifikation nach Grigutsch ausreichten, wurde die Auswertung des Einstellungsfragebogens mittels explorativer Datenanalyse vorgenommen. Dabei wurden eigene neue Klassifikationen herausgearbeitet, die von den Dimensionen Grigutsch's zu unterscheiden sind.

Innerhalb jeder der betrachteten Beliefobjekte wurden Items, die ein ähnliches Merkmal dieses Objekts abfragen, zu Dimensionen zusammengefasst. Diese Zusammenfassung wurde dann mit einer Faktorenanalyse mittels Varimax-Rotation[15] überprüft und teils überarbeitet. Die im Rahmen der Faktorenanalyse errechneten Faktorenladungen wurden zur Gewichtung der einzelnen Items bei der Verortung von Pb innerhalb der Dimensionen verwendet. Dabei wurden nur bedeutsame Ladungen, in diesem Falle Ladungen deren Betrag größer als 0,3 ist, berücksichtigt. Letztlich wurde normativ festgelegt, dass mindestens 75 bzw. maximal 25 Prozent des maximalen Maßes einer Kategorie erreicht werden müssen, damit ein Proband dieser Kategorie positiv bzw. negativ zugeordnet wird.[16]

Dieses Verfahren soll im Folgenden am Beispiel der Fragen zu Mathematikaufgaben verdeutlicht werden. Es wurden vorab zwei Dimensionen als

---

[15] Die Faktorenanalyse führt eine größere Anzahl von Variablen auf eine kleine Zahl unabhängiger Einflussgrößen, den Faktoren, zurück. Dabei werden immer diejenigen Variablen, die untereinander stark korrelieren, zu einem Faktor zusammengefasst. Bei der Faktorenanalyse mit Varimax-Rotation wird die Anzahl von Variablen mit hoher Ladung auf einem Faktor minimiert.

[16] Theoretische Betrachtungen zu diesem Verfahren sind Bortz & Döring (2002) S.146ff. zu entnehmen.

bedeutend eingestuft. Zum einen ein *weites Bild von Aufgaben* und zum anderen der *Bezug zum Leben.* Der Dimension Bezug zum Leben wurde im positiven Sinne das Item „Matheaufgaben haben manchmal einen Bezug zum Leben“ und im negativen Sinne „Matheaufgaben haben nie was mit dem Leben zu tun“ zugeordnet. Alle anderen Items, die zu diesem Beliefobjekt vorlagen, wurden – teilweise positiv, teilweise negativ – dem weiten Bild von Aufgaben zugeordnet. Die Faktorenanalyse, die in Tabelle 9 dargestellt ist, bestätigte diese Einteilung. Lediglich beim dritten Item „Mathe-Aufgaben haben immer genau einen richtigen Rechenweg“ sind auch Ladungen in der Dimension „Bezug zum Leben“ zu verzeichnen, die nicht erwartet wurden. Allerdings passt das Item im negativen Sinne in die Dimension „Bezug zum Leben“, da derartige Aufgaben selten genau einen richtigen Rechenweg haben. Das Konstrukt Bezug zum Leben wurde also um dieses Item ergänzt. Zur Berechnung des Ausprägungsgrades der beiden Dimensionen bei einzelnen Pb wurde nun die Faktorenladung jedes Items einer Kategorie mit der Beantwortung multipliziert, wobei „trifft eher nicht zu“ mit –1, „weiß nicht“ mit 0 und „trifft eher zu“ mit 1 kodiert worden war. Der maximal (minimale) Ausprägungsgrad betrug dementsprechend bei der Kategorie „Bezug zum Leben“:

$$-0,439\cdot(\pm1)+0,758\cdot(\pm1)-0,765\cdot(\pm1)=\pm1,962$$

Tabelle 9: Faktorenanalyse zu „Wie sind Mathe-Aufgaben“

Mathe-Aufgaben...	Weites Bild von Aufgaben	Bezug zum Leben
haben genau eine Lösung	-,624	-,196
haben manchmal Ergebnisse, von denen keiner sagen kann, ob sie richtig oder falsch sind	,677	-,154
haben immer genau einen richtigen Rechenweg	-,433	-,439
Können manchmal nur gelöst werden, indem man benötigte Zahlen schätzt	,470	-,102
haben manchmal einen Bezug zum Leben	-,043	,758
haben manchmal keine Lösung	,570	,075
haben nie was mit dem Leben zu tun	,048	-,765

Um der Dimension „Bezug zum Leben“ positiv zugeordnet zu werden, musste also, entsprechend der oben genannten Grenzen, mindestens ein Wert von 0,98 erreicht werden, um negativ zugeordnet zu werden höchstens ein Wert von -0,98. Fehlende Werte führen automatisch zu einer neutralen Einordnung der entsprechenden Pb. Die Faktorenladungen und Dimensionen der anderen untersuchten Beliefobjekte sind dem Anhang II zu entnehmen.

2.2.2. Veränderungen in der Einstellung zum Mathematikunterricht

Die unter diesem Punkt zu findenden Analysen zu den Dimensionen des Einstellungsfragebogens werden sich wie folgt gliedern: Anfangs werden die durch Faktorenanalyse überprüften Dimensionen, anhand derer der Bereich ausgewertet werden soll, vorgestellt und inhaltlich beschrieben. Anschließend werden die Verteilungen aller Testpersonen innerhalb der Dimensionen angegeben. Sofern gravierende Unterschiede festgestellt wurden, werden auch schulform- oder geschlechtsspezifische Analysen dargestellt.

Bild von Mathematikunterricht

Beim Bild von Mathematikunterricht (MU) wurden anhand der zur Verfügung stehenden Items[17] folgende Dimensionen unterschieden:

1. Klassisches Bild von Mathematikunterricht:

Dem klassischen Bild von MU liegt eine klassische, systematische Betrachtung der Mathematik zu Grunde. Zentral für diese Dimension sind Rechnen, mathematische Probleme lösen, Begründen und Genauigkeit. Außerdem kommt logisches Denken vor, wobei hier davon ausgegangen werden muss, dass logisches Denken vor allem im Sinne der formalen Logik von Mathematik verstanden wird. Letztlich sind noch Formeln für diese Dimension bedeutsam.

2. Exploratives Bild von Mathematikunterricht:

Dieser Dimension liegt ein dynamisches Bild von Mathematik zu Grunde. Es geht darum etwas zu entdecken, Dinge auszuprobieren und darüber zu diskutieren. Aufgaben aus dem Schulbuch laden in diesem Konstrukt negativ.

3. Auf Auswendiglernen beruhendes Bild von Mathematikunterricht:

Für Schülerinnen und Schüler, die dieser Dimension positiv zugeordnet werden können, besteht MU viel aus dem Erlernen bzw. Auswendiglernen von Begriffen und Strukturen. Das so erlangte Wissen sollte abgerufen und verwendet werden können. Bei diesem Bild von MU gehören Aufgaben aus dem Schulbuch dazu.

4. Visuell orientiertes Bild von Mathematikunterricht:

In dieser Dimension haben die Testpersonen geometrisch orientiertes und auf Veranschaulichungen setzendendes Bild von MU. Das Zeichnen wirkt gleichfalls strukturbildend ebenso wie Muster.

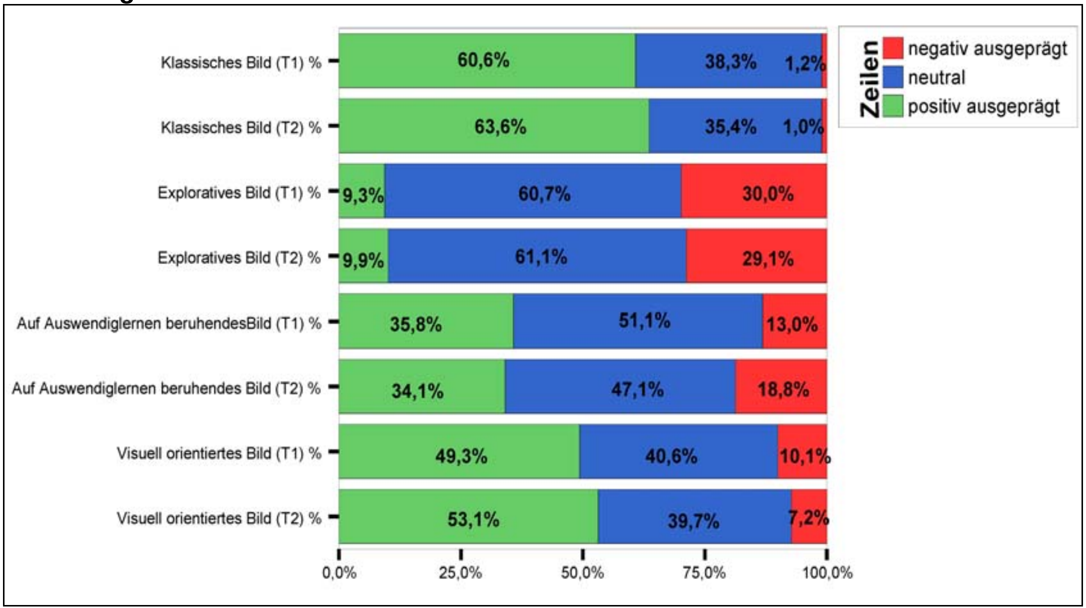
Abbildung 22 zeigt, dass bei den Schülerinnen und Schülern der SINUS-Schulen ein klassisches Bild von Mathematikunterricht vorherrschend ist. Weit über die

---

[17] Die gesamten Items des Einstellungsfragebogens sind dem Anhang III zu entnehmen.

Hälfte aller Testpersonen stimmt dieser Dimension zu. Dementsprechend verneinen ca. 30 Prozent aller Testpersonen ein exploratives Bild von MU, lediglich knapp 10 Prozent bejahen ein solches. Als einzige Dimension unterscheiden sich beim auf Auswendiglernen beruhenden Bild von MU die Mittelwerte der beiden Testzeitpunkte zweiseitig signifikant voneinander (bei einem Signifikanzniveau von 0,01). Hier ist innerhalb des Testzeitraumes eine Entwicklung weg vom auf Auswendiglernen beruhenden Bild zu attestieren. Dem visuell orientierten Bild von MU lassen sich ca. 50 Prozent der Schülerinnen und Schüler zuordnen.

Abbildung 22: Dimensionen des Bildes von Mathematikunterricht



Vergleicht man die Schulformen miteinander, so fällt auf, dass das auf Auswendiglernen beruhende Bild von Mathematikunterricht bei Schülerinnen und Schülern der Haupt- und Realschulen weiter verbreitet ist als bei Schülerinnen und Schülern der andern Schulformen. Beim explorativen Bild lässt sich hingegen eine wesentlich größere Ausprägung dieses Bildes innerhalb der Gymnasien ausmachen und das klassische Bild ist in den Hauptschulen weniger vertreten als in den anderen Schulformen.

Geschlechterdifferenzen sind beim Bild von MU kaum zu erkennen. Lediglich das auf Auswendiglernen beruhende Bild scheint bei den Jungen etwas weiter verbreitet zu sein als bei den Mädchen.

Auffällig ist, dass trotz SINUS das klassische und auch das auf Auswendiglernen beruehnde Bild von MU wesentlich weiter verbreitet sind als das explorative Bild und sich auch kaum Veränderungen innerhalb des Testzeitraumes aufzeigen lassen. Erfreuliche Veränderungen ergeben sich lediglich beim auf Auswendiglernen beruhenden Bild, das zum zweiten Testzeitpunkt von einer wesentlich größeren Zahl von Testpersonen verneint wird als beim ersten Testzeitpunkt. Beim Vergleich der Schulformen bestätigt sich die immer wieder angeführte Vermutung, dass ein auf Auswendiglernen beruhendes Bild in den unteren Bildungsgängen weiter verbreitet ist und ein exploratives Bild von Mathematikunterricht am ehesten in den Gymnasien erreicht wird bzw. erreicht werden kann. Interessant ist, dass die Schülerinnen und Schüler der Hauptschulen den MU offensichtlich nicht so klassisch erleben wie die Testpersonen der anderen Schulformen.

Bild von Mathematikaufgaben

Beim Bild von Mathematikaufgaben (MA) wurden nur zwei bedeutende Dimensionen unterschieden:

1. Ein weites Bild von Aufgaben

Dieser Dimension liegt ein Bild von MA zu Grunde, bei dem Aufgaben mehrere Rechenwege und Lösungen haben dürfen, manchmal benötigte Zahlen geschätzt werden müssen und Ergebnisse vorkommen, von denen keiner sagen kann, ob sie richtig oder falsch sind.

2. Bezug zum Leben

Diese Dimension ist durch ein Bild von Aufgaben geprägt, bei dem die MA durchaus manchmal einen Bezug zum Leben haben. Auf den ersten Blick könnte diese Dimension auch unter der ersten subsummiert werden, statistisch haben sich diese beiden Kategorien aber als unterschiedlich erwiesen.

In Abbildung 23 lässt sich erkennen. Dass für die große Mehrheit der Schülerinnen und Schüler MA durchaus einen Bezug zum Leben haben können, dies aber noch nicht bedeutet, dass damit ein weites Bild von Aufgaben einhergeht. Während ca. zwei Drittel der Testpersonen einen Bezug von MA zum Leben sehen, haben nur ca. ein Fünftel der Testpersonen ein weites

Abbildung 23:
Dimensionen des Bildes von Mathematikaufgaben

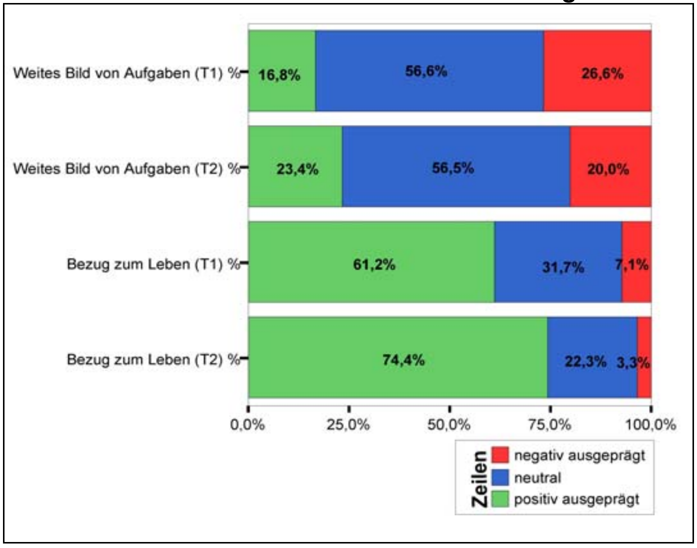


Bild von Aufgaben, und einer in etwa genauso großen Zahl muss sogar ein eingeschränktes Bild von Aufgaben zugewiesen werden. Gerade in diesem Beliefobjekt, des Bildes von Mathematikaufgaben, haben aber bedeutsame Entwicklungen stattgefunden. Sowohl die positive Zuordnung zur Kategorie des weiten Bildes von Aufgaben als auch zur Kategorie des Bezuges von MA zum Leben ist signifikant gestiegen. Der zweiseitige t-Test ergab ein Signifikanzniveau von 0,001. Somit ist der Bereich der Mathematikaufgaben das Beliefobjekt, in dem die bedeutsamsten Veränderungen innerhalb des Testzeitraumes festgestellt werden konnten.

Unterteilt nach Schulformen ergibt sich für beide Dimensionen ein interessantes Bild. Abbildung 24 zeigt, dass ein weites Bild von Aufgaben offensichtlich mit dem Bildungsgang gekoppelt ist. In den Gymnasien ist diese Dimension viel öfter vertreten als an den Hauptschulen. Die positive Entwicklung innerhalb des Testzeitraumes zieht sich jedoch durch alle Schulformen. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Dimension *Bezug zum Leben*, wenn nach Schulformen unterteilt wird. Wie Abbildung 25 zeigt, ist diese Dimension ebenfalls desto weiter verbreitet, je höher die Schulform ist. Gerade an den Hauptschulen fällt auf, dass der Bezug von MA zum Leben wesentlich seltener gesehen wird als an den anderen Schulformen. Auch in dieser Abbildung wird deutlich, dass es über alle Schulformen hinweg enorme Veränderungen in dieser

Abbildung 24:
Kategorie weites *Bild von MA* nach Schulformen

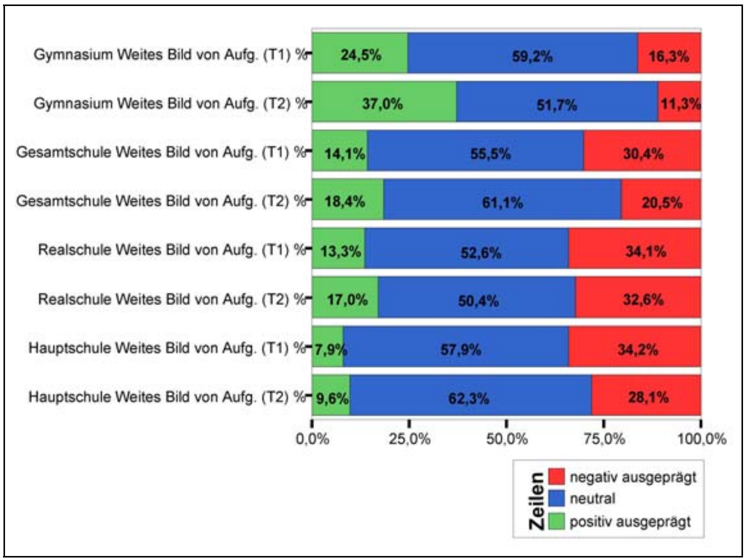
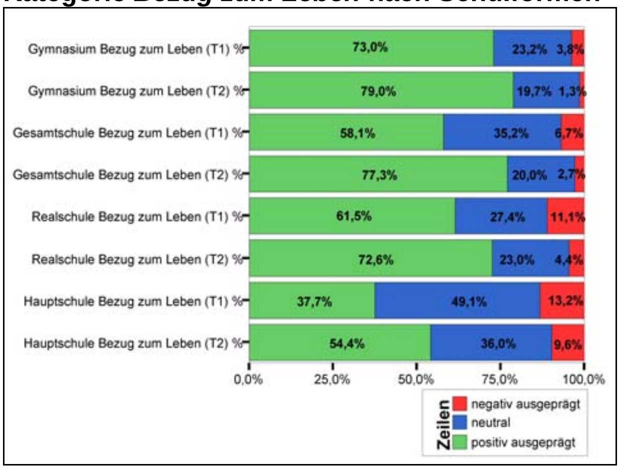


Abbildung 25:
Kategorie *Bezug zum Leben* nach Schulformen



Dimension gegeben hat. Auch Geschlechterdifferenzen finden sich in diesem Bereich. Mädchen haben öfter als Jungen ein weites Bild von Aufgaben, was aber auch auf die Verteilung auf die Schulformen zurückzuführen sein könnte, denn die Mädchen stellen in höheren Schulformen einen größeren Anteil der Testpersonen.

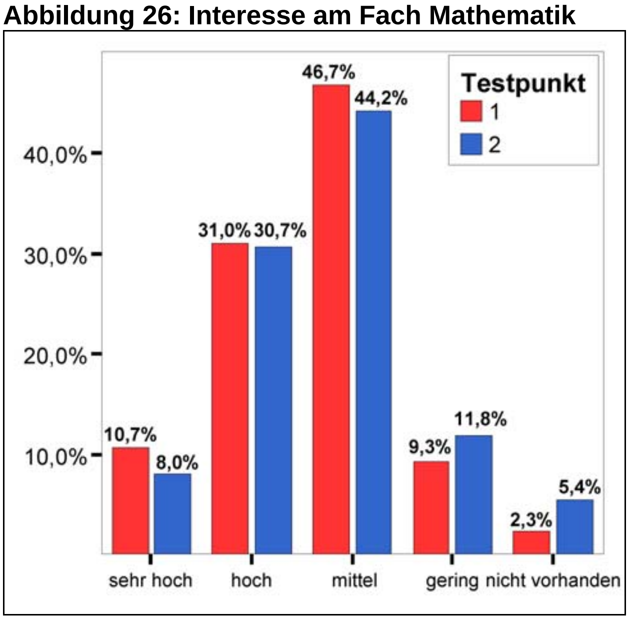
Im Bereich des Bildes von Aufgaben sind sowohl für die Literalität der Testpersonen als auch für SINUS positive Effekte innerhalb des Testzeitraumes festzustellen. Die Zahl der Pb mit eingeschränktem Bild von MA nimmt ab. Gleichzeitig nimmt die Zahl derer zu, die einen Bezug der Aufgaben zum Lebens sehen. Das Modul zur Weiterentwicklung der Aufgabenkultur scheint also gegriffen zu haben. Auffällig ist weiterhin, dass sowohl der Bezug der Aufgaben zum Leben als auch ein weites Bild von Aufgaben offensichtlich vom Bildungsgang abhängig ist. Gleichfalls lässt sich für beide Dimensionen beobachten, dass ihre Ausprägung mit sinkendem Bildungsgang rückläufig ist.

Interesse am Fach Mathematik

Im Bereich des untersuchten Beliefobjektes Interesse am Fach Mathematik werden hier zwei Bereiche unterschieden. Zuerst sollen die Ergebnisse der Erhebung des allgemeinen Interesses am Fach Mathematik auf einer Fünfer-Skala dargestellt werden. Danach werden wie in den vorherigen Abschnitten Interesse bildende Faktoren dargestellt und ihr Ausprägungsgrad analysiert.

Abbildung 26 zeigt die Entwicklung des allgemeinen Interesses am Fach Mathematik. Zwar ist, wie es zu erwarten war, das Interesse zurückgegangen, es bleibt aber festzuhalten, dass im Mittel das Interesse am Fach Mathematik eher als hoch angegeben wird. Transformiert man diese Skala wie unter 2.2.1. angegeben, auf die bei TIMSS verwendete Skala mit einem Mittelwert von 50 und einer Standardabweichung von 10 Punkten, so ergibt sich für die SINUS-Population zum Testpunkt 1 ein Wert von 54,2 und zum Testpunkt 2 von 52,5 Punkten. Betrachtet man nur die mit TIMSS vergleichbare

Abbildung 26: Interesse am Fach Mathematik



Kohorte 2 so ergeben sich zum Testpunkt 1 53 und zum Testpunkt 2 52,6 Punkte. Das bedeutet, dass sowohl das Interesse am Fach Mathematik der SINUS-Pb etwas höher ist als auch der Rückgang des Interesses geringer ausfällt, als es durch TIMSS zu erwarten gewesen wäre (vgl. Baumert et al. 1997: S.166).

Das Interesse der Mädchen ist zweiseitig signifikant (bei einem Signifikanzniveau von 0,001) geringer als das der Jungen. Trotzdem liegen die Interessenswerte der Mädchen im Durchschnitt immer noch oberhalb eines mittleren Interesses, und ein geringeres Interesse bei den Schülerinnen war anhand der TIMSS II Daten zu erwarten (vgl. Baumert et al. 1997: S.170). Auch innerhalb der Schulformen differiert das Interesse. In den Haupt- und Realschulen ist das Interesse am Unterrichtsfach Mathematik höher als an den Gymnasien und vor allem als an den Gesamtschulen. Diese Unterschiede können allerdings nur bedingt als signifikant bezeichnet werden.

Letztlich bleibt festzuhalten, dass Schülerinnen und Schüler die ein hohes Interesse bekunden, Mathematik im Alltag häufiger anwenden und sie es für das Interesse als förderlich ansehen, wenn sie gefordert werden und etwas spannend ist oder Spaß macht. Auch die Wichtigkeit der Mathematik in der Welt wird von Schülerinnen und Schülern mit hohem Interesse höher beurteilt.[18]

Als bedeutende das Interesse fördernde Indikatoren wurden folgende Dimensionen extrahiert:

1. Die anstrengungsbezogene Herausforderung

In dieser Dimension fallen Pb, die angeben, dass vor allem mathematische Probleme und die Tatsache, sich anstrengen zu müssen, sie motivieren. Motivierend wirkt in dieser Dimension auch, Rechnen oder Begründen zu müssen und an Wettbewerben teilzunehmen. Leichte Aufgaben hingegen wirken eher hemmend auf das Interesse.

2. Die positiven Affekte

Schülerinnen und Schüler, die dieser Dimension nahe stehen, bewerten es positiv, wenn die Mathematik spannend ist oder der Unterricht Spaß macht. Dazu gehört es auch, ein wenig zeigen zu können, was man kann, und dass der Lehrer sich für die eigenen Ideen interessiert.

[18] Die entsprechenden Dimensionen korrelieren signifikant (Signifikanzniveau von 0,01) mit dem Interesse am Fach Mathematik. Die Korrelationskoeffizienten liegen zwischen 0,22 und 0,37.

3. Die spielerische Dimension

In der spielerischen Dimension wirken vor allem spielerische Lehr- und Lernformen, aber auch Mathewettbewerbe motivationsfördernd. Gering vertreten ist in dieser Dimension das Zeichnen.

4. Das kurzschrittige Verständnis

Innerhalb dieser Dimension wird das Interesse der Schülerinnen und Schüler durch Verständnis erreicht. Dies ist besonders bei vielen, kurzen und leichten Übungsaufgaben der Fall. Verständnis bedeutet hier also nicht ein tieferes Verständnis oder Erkenntnisse über Strukturzusammenhänge; vielmehr meint Verständnis hier vor allem das fehlerfreie Lösen bzw. Berechnen von Aufgaben.

5. Die soziale Dimension

Diese Dimension zeichnet sich dadurch aus, dass Pb am Mathematikunterricht interessierter sind, wenn sie selbst mitentscheiden dürfen, welche Aufgaben bearbeitet werden, wenn sie in Gruppen zusammenarbeiten dürfen und die Lehrperson Interesse an ihren Ideen zeigt.

6. Der Realitätsbezug

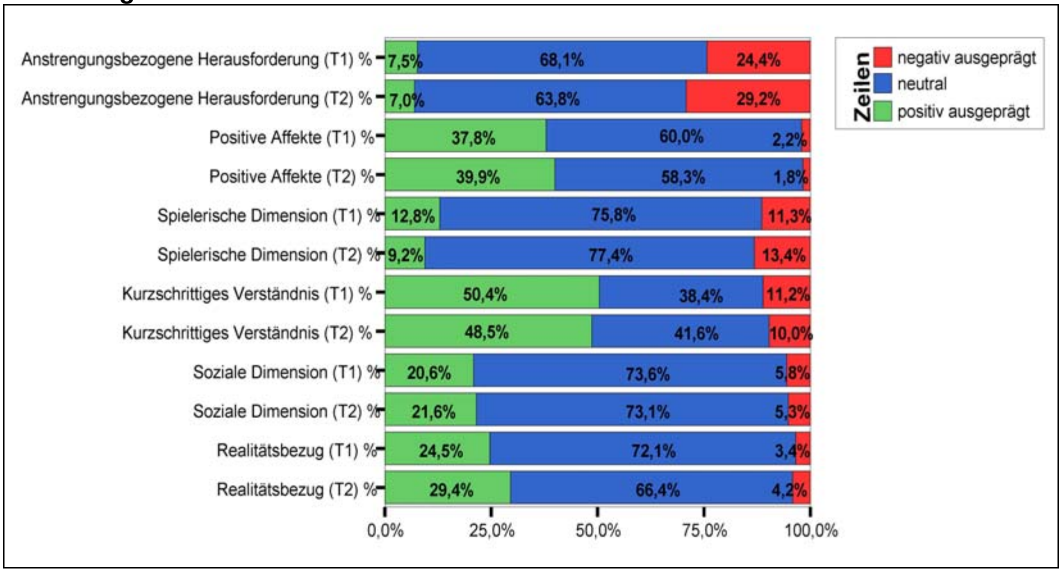
Innerhalb dieser letzten Dimension wirken vor allen Dingen Aufgaben aus dem richtigen Leben Interesse fördernd. Die bearbeitete Mathematik muss aber auch nützlich sein.

Innerhalb dieses Beliefobjektes korrelieren die positiven Affekte, die soziale Dimension und die positiven Affekte miteinander und könnten gegebenenfalls auch gemeinsam betrachtet werden. Auf Grund ihrer unterschiedlichen Schwerpunkte sollen sie aber dennoch unterschieden werden.

Der Abbildung 27 ist zu entnehmen, welche der Dimensionen das Interesse am Fach Mathematik aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler fördern. Insgesamt ist zu erkennen, dass die anstrengungsbezogene Herausforderung das Interesse eher dämpft, die spielerische Dimension scheint sowohl positive als auch negative Einflüsse auf das Interesse zu haben. Vor allem ein kurzschrittiges Verständnis, aber auch positive Affekte oder Realitätsbezüge scheinen das Interesse am Fach Mathe zu fördern. Die Unterschiede zwischen den beiden Testzeitpunkten sind relativ gering. Signifikant (nach einem zweiseitigen t-Test) ist lediglich der Rückgang innerhalb der spielerischen Dimension und das auch nur bei einem Signifikanzniveau von 0,01. Innerhalb der verschiedenen Schulformen sind in diesem Bereich kaum Unterschiede auszumachen. Es fällt lediglich auf, dass an den Gesamtschulen die soziale Dimension eher als

Interesse fördernd bewertet wird und dass das kurzschrittige Verständnis an den Haupt- und Realschulen wesentlich öfter als Interesse fördernd genannt wird als an den Gymnasien und Gesamtschulen.

Abbildung 27: Interesse fördernde Dimensionen des Mathematikunterrichts



In den Abbildung 28 und 29 sind die Dimensionen mit den entscheidendsten Unterschieden zwischen den Geschlechtern aufgeführt. Auffällig ist, dass das kurzschrittige Verständnis im Gegensatz zu den positiven Affekten und der anstrengungsbezogenen Herausforderung von den Mädchen als deutlich Interesse fördernder angesehen wird. Bei allen drei Dimensionen ergibt der t-Test auf Mittelwertgleichheit signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen bei einem Signifikanzniveau von mindestens 0,01.

Abbildung 28: Interesse fördernde Dimensionen des Mathematikunterrichts (Mädchen)

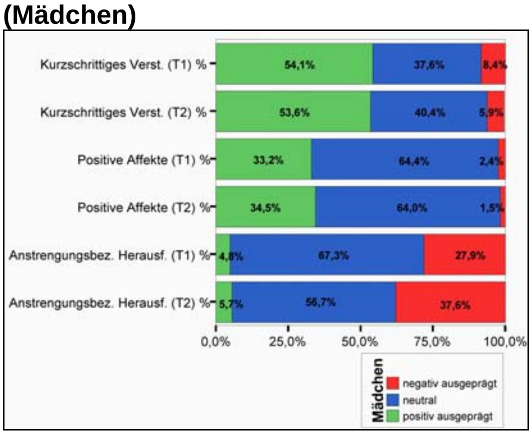
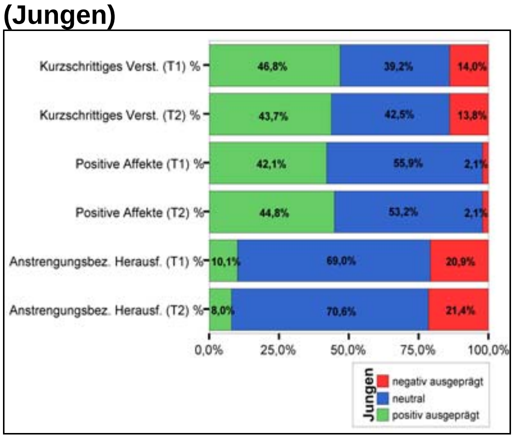


Abbildung 29: Interesse fördernde Dimensionen des Mathematikunterrichts (Jungen)

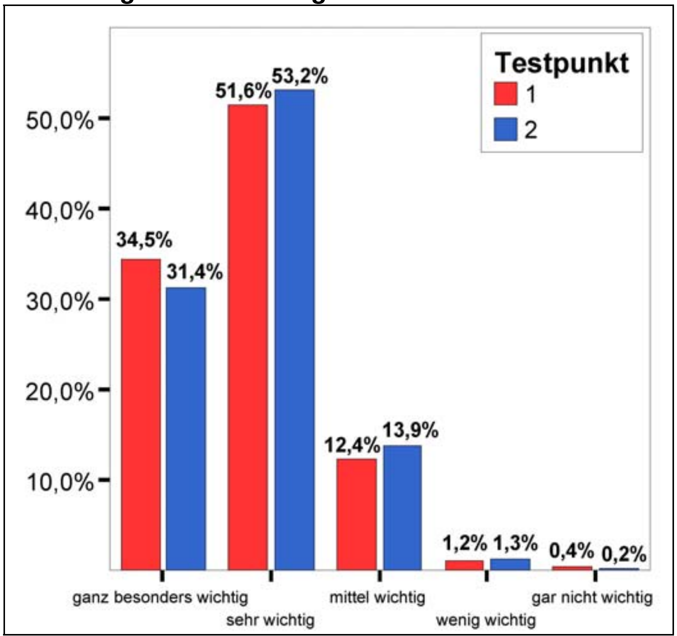


Auffällig im Bereich der Interesse fördernden Dimensionen ist vor allen Dingen, dass das kurzschrittige Verständnis, noch vor den positiven Affekten, die bedeutendste der Dimensionen darstellt. Anstrengungsbezogene Herausforderung wie auch die spielerische Dimension scheinen Interesse eher zu vermindern. Außerdem fällt auf, dass die Einstellung in diesem Bereich mit der Leistung zu korrelieren scheint. Untersuchungen dazu finden sich im letzten Teil der quantitativen Analysen unter Punkt 2.3.

Einschätzung der Bedeutung der Mathematik

Der letzte zu betrachtende Bereich betrifft die Wertschätzung der Mathematik. Auch hier werden zwei Bereiche betrachtet. Zum einen die Einschätzung der Bedeutung der Mathematik in der Welt durch die Pb und zum anderen soll es darum gehen, wie diese Wertschätzung in den Alltag übertragen wird, das heißt in welchen Situationen und wie viel Mathematik auch außerhalb der Schule angewandt wird. Die Abbildung 30 zeigt, dass der allergrößte Teil der Schülerinnen und Schüler die Stellung der Mathematik in der Welt als bedeutend bzw. sehr bedeutend einschätzt. Zu beiden Testzeitpunkten geben über 98 Prozent der Pb an, dass Mathematik zu mindest mittel wichtig ist.

Abbildung 30. Bedeutung der Mathematik in der Welt



Die Veränderungen zwischen den beiden Testzeitpunkten sind nicht signifikant und auch zwischen den Geschlechtern gibt es bei dieser Einschätzung keine bedeutsamen Unterschiede. Lediglich zwischen den Schulformen sind signifikante Unterschiede festzustellen. Die Haupt- und Realschülerinnen und -schüler schätzen die Bedeutung der Mathematik signifikant höher ein, als die Pb aus den Gymnasien und Gesamtschulen (zweiseitiger t-Test bei einem Signifikanzniveau von 0,001).

Folgende Bereiche der Anwendung von Mathematik im Alltag wurden unterschieden:

1. Alltägliche Situationen

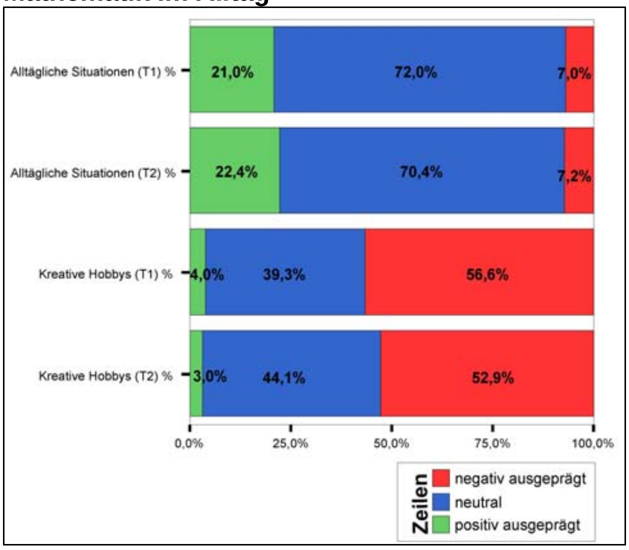
Zu den alltäglichen Situationen, in denen Mathematik angewandt wird, gehören vor allen Dingen das Einkaufen und der Umgang mit Geld bei der Bank, wie zum Beispiel das Sparen. Außerdem werden andere Schulfächer und der Haushalt bzw. die Familie genannt.

2. Kreative Hobbies

Diese Kategorie bezieht sich eher auf den Bereich der Freizeit. Es geht vor allem um das Anwenden der Mathematik beim Malen oder Basteln. Sie korreliert signifikant (Signifikanzniveau 0,001) mit der vorherigen, soll aber dennoch unterschieden werden.

Abbildung 31 zeigt, dass Mathematik lediglich in alltäglichen Situationen von einer bedeutenden Anzahl von Pb angewandt wird. Im Bereich der kreativen Hobbys verwendet sogar eine große Mehrheit keine Mathematik. Im gesamten Bereich der Anwendung von Mathematik im Alltag sind kaum Veränderungen zwischen den beiden Testzeitpunkten feststellbar. Auch zwischen den Geschlechtern lassen sich keine signifikanten Unterschiede bei der Anwendung von Mathematik im Alltag erkennen. Betrachtet man die Schulformen so wird zu Testpunkt 1 von einer signifikant größeren Menge von Pb aus den Haupt- und Realschulen, Mathematik in alltäglichen Situationen angewandt. Diese anhand eines zweiseitigen t-Tests, bei einem Signifikanzniveau von 0,01 festgestellten Unterschiede, gehen innerhalb des Testzeitraumes so weit verloren, dass zum zweiten Testzeitpunkt keine signifikanten Unterschiede mehr nachgewiesen werden können.

Abbildung 31: Kategorien der Anwendung von Mathematik im Alltag



Insgesamt fällt auf, dass trotz der hohen Bedeutung, die der Mathematik in der Welt zugeordnet wird, die Schülerinnen und Schüler das Gefühl haben, im Alltag kaum Mathematik zu verwenden. Lediglich knapp ein Viertel der Pb kann der Kategorie „alltägliche Situationen" zugeordnet werden, was bedeuten würde, dass sie eher oft als selten Mathematik im Alltag anwenden. Gerade bei Betrachtung der Entwicklung innerhalb des Testzeitraumes muss festgehalten werden, dass es auch dem Unterricht des Modellversuchsprogramms SINUS nicht gelingt, die tatsächliche Bedeutung der Mathematik für den persönlichen Alltag der Schülerinnen und Schüler zu verdeutlichen.

2.2.3. Zusammenfassende Bewertung der Befunde des Einstellungsfragebogens

Insgesamt können die Befunde des Einstellungsfragebogens als positiv herausgestellt werden. Zwar lassen sich nicht in allen für mathematische Literalität bedeutsamen Beliefobjekten positive Entwicklungen feststellen, negative Entwicklungen bleiben jedoch aus. Leider kann mangels Vergleichsdaten nicht gesagt werden, welche Veränderungen zu erwarten gewesen wären, wodurch auch eine Bewertung dieser problematisch erscheint. Vor dem Hintergrund, dass Beliefsysteme tendenziell als starre Konstrukte angesehen werden, erscheinen die gemessenen Veränderungen aber durchaus relevant.

Positiv ist herauszustellen, dass es offenbar gelungen ist, das Bild von Mathematikaufgaben positiv zu beeinflussen. Sowohl der Dimension „Weites Bild von Aufgaben“ als auch der Dimension „Bezug zum Leben“ lassen sich zum zweiten Testzeitpunkt signifikant mehr Schülerinnen und Schüler zuordnen als zum Testzeitpunkt 1. Besonders auffällig ist dabei, dass zum ersten Testzeitpunkt noch die Mehrheit der Pb dem weiten Bild von Mathematikaufgaben negativ zugeordnet wird, während sich zum zweiten Testzeitpunkt die Situation umkehrt. Ein weites Bild von Aufgaben und deren Bezug zum Leben zu vermitteln, gelingt vor allem an den Gymnasien und Gesamtschulen. Der Bildungsgang scheint bei dieser Dimension demzufolge relevant zu sein. Dies mag zu einem großen Teil daran liegen, dass es in den höheren Schulformen oft überhaupt nur möglich ist, komplexere realitätsbezogene Probleme zu bearbeiten, bzw. sich die Lehrerinnen und Lehrer sich ein derartiges Vorgehen nur dort zutrauen. Unterstützt wird diese Annahme durch die Tatsache, dass einem explorativen Bild von Mathematikunterricht wesentlich mehr Schülerinnen und Schüler der Gymnasien zugeordnet werden können, das auf Auswendiglernen beruhende Bild von MU aber bei den Testpersonen aus den Haupt- und Realschulen am weitesten verbreitet ist.

Des Weiteren ist die sehr hohe Wertschätzung von Mathematik und das im Vergleich relativ hohe Interesse am Unterrichtsfach Mathematik positiv zu vermerken. Offensichtlich gelingt es den Lehrerinnen und Lehrern des SINUS-Projektes, nicht nur die Bedeutung der Mathematik in der Welt zu verdeutlichen, sondern auch das Interesse am Unterrichtsfach Mathematik selbst scheint durch die Ansätze von SINUS positiv beeinflusst zu werden. Im Bereich des Interesses und der Wertschätzung von Mathematik sind dabei besonders die Haupt- und

Realschulen hervorzuheben. Hier sind nicht nur das Interesse am Mathematikunterricht und die Einschätzung der Bedeutung der Mathematik in der Welt höher, es wird auch häufiger angegeben, dass Mathematik im Alltag angewandt wird.

Negativ muss angemerkt werden, dass das „kurzschrittige Verständnis“ als wichtigste Dimension der Förderung von Interesse angesehen wird. Es ist zwar verständlich, dass Interesse gefördert wird, wenn man etwas zu verstehen denkt, es wäre aber wünschenswert, wenn Interesse sich stärker auch aus anderen Faktoren bildet. Außerdem kann es nicht positiv eingestuft werden, dass sich das Bild von Mathematikunterricht kaum verändert hat. Was beim Bild von Aufgaben so gut gelingt, sollte auch beim Bild von Unterricht möglich sein. Hier wäre zu wünschen, dass dem explorativen Bild von Mathematikunterricht, das von der Mehrheit sogar verneint wird, etwas Zuwachs widerfährt. Außerdem müsste es Ziel sein, das sehr weit verbreitete klassische Bild von Mathematikunterricht zumindest um andere Bilder und Ansätze zu erweitern. Dies gelingt innerhalb des Untersuchungszeitraumes aber leider nicht. Weiterhin wird die Relevanz der behandelten Mathematik für den Alltag offensichtlich nicht deutlich genug. Entgegen der Erwartungen konnten keine Veränderungen in dieser Dimension festgestellt werden.

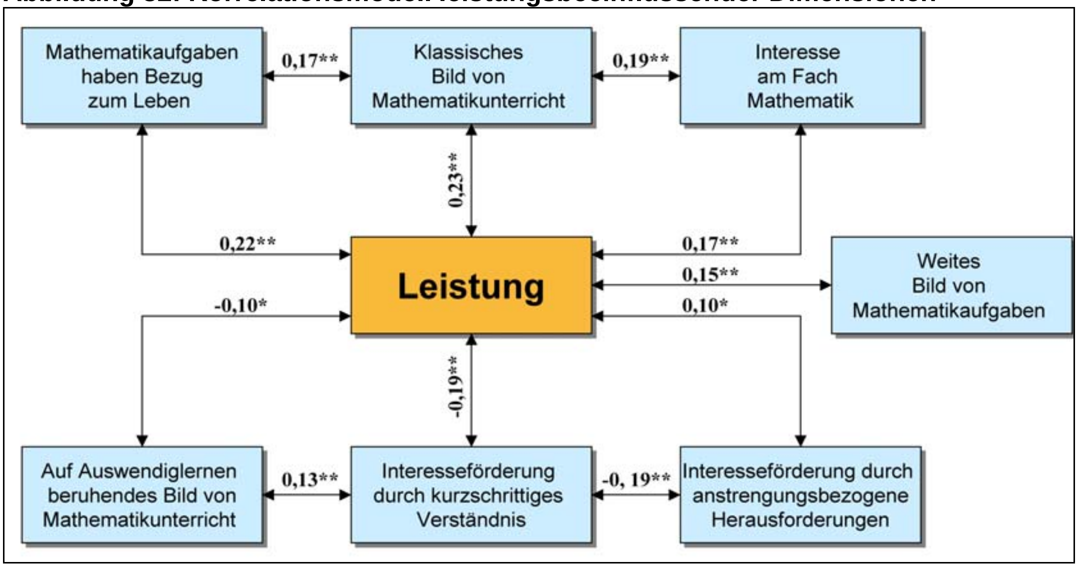
Im Bereich der geschlechtsspezifischen Analysen bleibt festzuhalten, dass die Mädchen im Durchschnitt zwar ein weiteres Bild von Mathematikaufgaben besitzen, ihr Interesse am Unterrichtsfach aber eher geringer ist. Dies wäre noch nicht weiter tragisch, wenn mit dem niedrigeren Interesse nicht auch die weitere Verbreitung des Motivationsfaktors „kurzschrittiges Verständnis“ und die wesentlich größere Ablehnung der „anstrengungsbezogenen Herausforderung“ einhergingen.

2.3. Das Verhältnis von Leistung und Einstellung zur Mathematik

In diesem Teil der Arbeit geht es um Zusammenhänge von Leistung und Einstellung zur Mathematik. Dazu werden die Korrelationen zwischen den angegebenen Dimensionen der Beliefobjekte und der Leistung berechnet. Außerdem werden mögliche Korrelationen von Interesse und Leistung bzw. dem Bild von Mathematik und Leistung untersucht.

In den folgenden Darstellungen zu Korrelationen von Einstellung und Leistung wurden nur die Dimensionen und Faktoren berücksichtigt, die sich als signifikant – bei einem Signifikanzniveau von 0,01 – herausgestellt haben. In Abbildung 32 sind alle zu Testzeitpunkt 2[19] signifikant mit der Leistung korrelierenden Dimensionen dargestellt. Dabei wurden auch die Korrelationen der betrachteten Dimensionen untereinander angegeben, sofern sie signifikant und die Korrelationskoeffizienten größer als 0,1 waren.

Abbildung 32: Korrelationsmodell leistungsbeeinflussender Dimensionen



* Der angegebene Korrelationskoeffizient ist zweiseitig signifikant bei einem Signifikanzniveau von 0,01.

** Der angegebene Korrelationskoeffizient ist zweiseitig signifikant bei einem Signifikanzniveau von 0,001.

Interessant ist, dass sich die unter 2.2.2. getätigte Vermutung, dass die interessefördernde Dimension des kurzschrittigen Verständnisses negativ und die der anstrengungsbezogenen Herausforderung positiv mit Leistung korreliert, sich bestätigt. Auch das auf Auswendiglernen beruhende Bild von

[19] Bis auf die Dimension Interesseförderung durch anstrengungsbezogene Herausforderung, sind zum Testzeitpunkt 1 ähnliche Korrelationen bei identischen Signifikanzniveaus zu beobachten.

Mathematikunterricht, bei dem das Auswendiglernen im Mittelpunkt steht, korreliert negativ mit Leistung. Das bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler, die ein derartiges Bild haben und deren Interesse durch kurzschrittiges Verständnis angeregt wird, im Durchschnitt schlechtere Leistungen erbringen als die anderen Testpersonen. Positive Auswirkungen auf die Leistung haben neben der anstrengungsbezogenen Herausforderung ein weites Bild von Aufgaben und die Erkenntnis, dass Mathematikaufgaben etwas mit dem Leben zu tun haben können. Die Dimension mit der stärksten Korrelation zu Leistung ist die Dimension des klassischen Bildes von Mathematikunterricht. Strukturgebende Faktoren dieses Bildes sind mit Rechnen, Begründen, Probleme lösen und Genauigkeit Faktoren, die von der Mehrzahl aller an Mathematik interessierten Pb bejaht werden.

Letztlich bleibt noch festzuhalten, dass auch ein großes Interesse an dem Unterrichtsfach Mathematik positive Effekte bezüglich der Leistung bedeutet. Eine Förderung dieser und der anderen positiv mit Leistung korrelierenden Dimensionen könnte dementsprechend auch ein Ansteigen der Leistung nach sich ziehen.

Korrelationen zwischen der Einschätzung der Wichtigkeit der Mathematik in der Welt und der Leistung lagen nicht vor. Mögliche Defizite im Fach Mathematik sind also nicht an der mangelnden Wertschätzung der Mathematik für die Welt zu suchen, vielmehr scheint der persönliche Nutzen der Mathematik oft verhüllt zu bleiben.

2.4. Fazit des quantitativen Teils

Gerade die zuletzt durchgeführten Betrachtungen zeigen deutlich, dass bei der Untersuchung mathematischer Literalität eine Beschränkung auf die Fähigkeiten innerhalb eines Leistungstests nur unzureichend Auskunft über die tatsächliche Literalität geben. Will man mathematische Literalität fördern, so muss man auch beim Interesse der Schülerinnen und Schüler an Mathematik sowie dem Bild von Mathematik und Mathematikaufgaben ansetzen. Auf diesem Wege fördert man nicht nur die Literalitätskomponenten der angemessenen Einstellung zur Mathematik und des entsprechende Weltbildes sondern eventuell sogar implizit die Leistungen. Diese Vermutung stützen die unter dem vorherigen Punkt durchgeführten Analysen.

Die Analysen zur Einstellung zum Mathematikunterricht machen deutlich, dass das Modellversuchsprogramm SINUS nicht nur auf der Ebene der Leistungen ansetzt. Wie bereits festgehalten zeigen sich in diesem Bereich deutliche Fortschritte bezüglich mathematischer Literalität. Anhand der Analysen ist dabei nicht nur davon auszugehen, dass die Schülerinnen und Schüler des SINUS-Projektes in diesem Bereich Literalitätsfortschritte erzielt haben. Vielmehr erscheint es entscheidend zu sein, dass die Grundlagen für die Fähigkeit, Mathematik an geeigneter Stelle in verschiedensten Kontexten und Situationen gewinnbringend einzusetzen, erweitert wurde.

3. Qualitativer Teil:

Theoretischer Überblick

Die in den vorherigen Teilen dargestellten Komponenten der SINUS-Evaluation sind qualitativ angelegt. Qualitative Forschung unterscheidet sich in mehreren Gesichtpunkten von quantitativen Ansätzen. Ein erstes Unterscheidungsmerkmal ist dabei die Art des verwendeten Datenmaterials. Während bei der qualitativen Forschung die Erfahrungsrealität möglichst in einem breiten Spektrum in verbaler Art oder in Form eines Textes zur Verfügung steht, wird sie im quantitativen Ansatz numerisch beschrieben (vgl. Bortz & Döring 2002: S.295). Besonders die Unterschiede in der Auswertungsmethodik und im Gegenstandsbereich sind für die Anlage der qualitativen Komponente in diesem Teil der Arbeit entscheidend.

Lange Zeit standen die beiden Forschungsansätze in Konkurrenz zueinander und die qualitative Forschung häufig im Zeichen der Kritik an quantifizierbaren Methoden. „Die Auseinandersetzungen um das jeweilige Wissenschaftsverständnis sind zwar noch nicht beigelegt [...]; jedoch hat sich eine breite Forschungspraxis in beiden Bereichen entwickelt, die für sich spricht“ (Flick 2002: S.380).

Auf Grund dieser ganzheitlichen Orientierung, die in die Tiefe gehende Analysen der Zusammenhänge im jeweiligen Feld zulassen, war die Verwendung von qualitativen Methoden in verschiedenen Teilen der SINUS-Evaluation dienlich. Wichtig für diesen Teil der Untersuchung ist nicht nur die ganzheitliche Betrachtung ohne eine a priori durchgeführte, theoriegeleitete Dimensionalisierung, sondern auch die Unterscheidung von „Erklären“ und „Verstehen“. „Der empirisch-analytische, quantitative Ansatz verfolgt das Ziel, Musterläufigkeiten im Erleben und Verhalten von Menschen zu ermitteln“ (Bortz & Döring 2002: S.300). Die Existenz von derartigen Gesetzmäßigkeiten wird dabei unterstellt. Die statistischen Aussagen haben jedoch nur modellartigen Charakter, so dass sie die Gegebenheiten mehr beschreiben als deren inneren Strukturen und Zusammenhänge aufzudecken. Bortz & Döring nennen diese Beschreibung „Erklären“ und meinen damit die Darstellung dessen, wie sich die Dinge statistisch gesehen zueinander verhalten. Demgegenüber steht der Ansatz, dass das Erleben und Verhalten nicht durch das Benennen äußerer, objektiv beobachtbarer Wirkfaktoren zu „erklären ist“, sondern durch kommunikatives Nachvollziehen der subjektiven Weltsicht und der inneren Gründe der Akteure zu „verstehen ist“ (vgl. ebd.: S.300f.). Dabei wird in qualitativer Forschung nicht grundsätzlich auf „Erklärungen" verzichtet. Werden theoretische Konzepte zur Analyse oder zur Interpretation der Daten verwendet, erklären diese oftmals die Strukturen und berücksichtigen dabei weniger das Verständnis der Akteure. (vgl. ebd.: S.301). Cropley beschreibt dieses „Verstehen" als die Erforschung von Absichten und Zielen der Teilnehmenden und stellt sie in das Zentrum qualitativer Forschung (vgl. Cropley 2002: S.49).

Die Erhebungsmethoden für die zu interpretierenden Daten in qualitativer Forschung beruhen auf nicht-standardisierten oder teilstandardisierten Befragungen oder Beobachtungen.

Die „klassischen" Methoden in den Sozialwissenschaften stellen die offene Befragung – ein nur wenig durch den Interviewer strukturiertes Interview – und die freie Beobachtung des Feldes dar. Schriftliche Befragungen, wie sie in der SINUS-Evaluation verwendet wurden, sind als halbstandardisierte schriftliche Verfahren bekannt. Grundlage hierfür sind offene Fragen, die ohne vorgegebene Antwortalternativen formuliert sind oder als Satzergänzungsaufgaben gestellt werden. Die schriftliche Befragung wird jedoch recht selten angewendet, „da Probanden eher zu mündlichen Äußerungen bereit und in der Lage sind als zum Anfertigen von schriftlichen Ausarbeitungen" (ebd.: S.308). Es war in der SINUS-Evaluation auf Grund knapper Kapazitäten jedoch nicht möglich, Interviews mit den Schülerinnen und Schülern durchzuführen, da die Anzahl von Testpersonen zu groß war. Auf die Anzahl von 35 Schülerinnen und Schülern konnte jedoch nicht verzichtet werden, da das breite Spektrum von Schulformen, Jahrgängen und anderen Merkmalen ausreichend abgebildet werden musste. Somit wurde eine schriftliche Befragung realisiert. Die damit verbundenen Nachteile werden noch an anderer Stelle diskutiert.

Sample Struktur

Für beide Komponenten wurde eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern ausgewählt, die im Abstand von einem Jahr an den Befragungen und den Bearbeitungen der Aufgaben teilnehmen sollte.

Da der qualitative Ansatz keinerlei repräsentative Aussagen über diese Stichprobe hinaus erlaubt, wollen wir auf die Verwendung des Begriffs der Stichprobe verzichten, da er zu häufig im quantitativen Sinne mit der Repräsentativität für die Grundgesamtheit verknüpft wird. In einschlägiger Literatur wird deswegen zur Unterscheidung von einem *Sample* oder auch *Sampling* gesprochen (vgl. Flick 2002: S.97ff.; Kelle & Kluge 1999: S.44ff.). In dieser Untersuchung wurde eine Mischung aus einer „Vorab-Festlegung der

Sample Struktur“ und dem theoretischen Sampling realisiert. Bei der Vorab-Festlegung werden anhand von bekannten Merkmalen bestimmte Probanden ausgewählt, um eine gewisse Ausgewogenheit zu erreichen. Beim theoretischen Sampling wiederum werden die Fälle auf Grund von theoretischen Überlegungen ausgewählt (vgl. Flick 2002: S.98ff.). Merkmale für die Vorab-Festlegung bei unserer Population waren z.B. das Geschlecht, die besuchte Schulform bzw. die besuchte Schule und der Jahrgang. Diese Merkmale sollten eine möglichst breit gestreute Samplestruktur ermöglichen (siehe Tabelle 11, Tabelle 10 und Tabelle 12). Es wurde jedoch nicht versucht, alle Variablen gleichmäßig zu verteilen, da der Auswahlprozess durch die theoretischen Überlegungen zusätzlich deutlich erschwert wurde. Diese theoretischen Überlegungen beziehen sich auf die Daten der vorweg durchgeführten Gesamterhebung.

Tabelle 11:
Verteilung des Merkmals Schulform[20]

Schulform	Anzahl ausgewählt	Anzahl realisiert
Haupt- und Reals.	11	8
Gesamtschule	16	8
Gymnasium	18	15
Gesamt	**45**	**31**

Tabelle 10:
Verteilung des Merkmals Jahrgang

Jahrgang	Anzahl ausgewählt	Anzahl realisiert
Kohorte 1 (7/8)	17	13
Kohorte 2 (8/9)	28	18
Gesamt	**45**	**31**

Tabelle 12:
Verteilung des Merkmals Geschlecht

Geschlecht	Anzahl ausgewählt	Anzahl realisiert
Weiblich	17	12
Männlich	28	19
Gesamt	**45**	**31**

Um die Fähigkeiten zu untersuchen, war das erste Auswahlkriterium das auf den jeweiligen Bildungsgang bezogen relativ gute Abschneiden im Leistungstest der Gesamterhebung. Damit sollte sichergestellt werden, dass die Bearbeitung der anspruchsvollen Aufgaben in dieser Untersuchung nicht an basalen Anforderungen scheitert. Die Verteilung der Testpersonen dieser Untersuchung auf die im quantitativen Teil gebildeten Kompetenzniveaus befindet sich in Tabelle 13. Es wurden ausschließlich Schülerinnen und Schüler aus Niveau 3 („Variables Arbeiten“) und darüber ausgewählt. Tabelle 14 zeigt die Mittelwerte der Testleistungen differenziert nach Schulform. Im Vergleich mit dem internationalen Mittelwert bei TIMSS in Höhe von 500 Punkten wird deutlich, dass die ausgewählten Schülerinnen und Schüler

[20] Die Unterscheidung von „Anzahl ausgewählt“ und „Anzahl realisiert“ bezieht sich auf die theoretische Auswahl und die tatsächliche, zweimalige Teilnahme der Schülerinnen und Schüler an der Untersuchung. Außerdem wurden drei Schüler auf Grund von nicht interpretierbaren Antworten im Einstellungsfragebogen nachträglich aus dem Sample entfernt.

bezogen auf ihren Bildungsgang außerordentlich leistungsstark sind. Diese Fähigkeitswerte wurden in TIMSS als Maß für mathematische Grundbildung interpretiert. Eine Interpretation als Indikator für rein innermathematische Fähigkeiten ist sicherlich nicht stringent, da diese eindimensionale Variable auf Grund der Anforderungen in den verwendeten Testaufgaben bereits weitere Fähigkeitsdimensionen von mathematischer Literalität beschreibt. Umso interessanter ist es aber, ob diese Fähigkeiten auch in dieser Untersuchung bei den Testpersonen aufzufinden sind.

Tabelle 13:
Verteilung auf Kompetenzniveaus

Kompetenz-niveau	Anzahl Kohorte 1 (7/8)	Anzahl Kohorte 2 (8/9)
Niveau 3	3	4
Niveau 4	9	7
Niveau 5	1	7
Gesamt	**13**	**18**

Tabelle 14:
Mittelwerte Scores nach Bildungsgang

Schulform	Anzahl	Mittelwert
Hauptschule	4	593
Realschule	4	604
Gesamtschule[21]	8	615
Gymnasium	15	677
Gesamt	**31**	**641**

Neben dem Leistungskriterium wurde bei der Auswahl von Testpersonen außerdem versucht, möglichst interessante Konstellationen in dem Einstellungsfragebogen des Gesamttests zu berücksichtigen. Auf diese Weise sollte sichergestellt werden, dass möglichst auch unterschiedliche Varianten in den Beliefs der Testpersonen vorzufinden sind. Da die Fragebögen der Gesamterhebung zum Zeitpunkt der ersten Tiefenuntersuchung noch nicht ausgewertet waren, geschah dies anhand der Rohdaten.

Ziele dieser Teiluntersuchung

Neben einem offenen Fragebogen zur Einstellung zur Mathematik, der die Rekonstruktion von bedeutsamen Beliefs in den Äußerungen der Schülerinnen und Schüler zulassen sollte, wurden vier realitätsnahe Aufgaben in offener Form gestellt. Im quantitativen Leistungstest wurden offene Aufgaben nur in geringer Anzahl verwendet (siehe Tabelle 4 S.20). Nur die Aufgaben mit sogenannten Kurzaufsatz- und Konstruktions-Antworten lassen sich als offene Formate bezeichnen. Bei der Verwendung in quantitativen Tests können die Lösungsprozesse und die ausführlichen Lösungen nicht in so detaillierter Weise berücksichtigt werden wie in einer qualitativen Untersuchung. Die Aufgaben werden

[21] Eine Unterteilung nach der Differenzierung der Gesamtschule wurde nicht vorgenommen, da nur eine Schülerin aus dem Zweier-Niveau in dem Sample verblieben ist.

entlang eines Kodierschemas ausgewertet, das vor der eigentlichen Durchführung der Untersuchung bereits mittels eines Pre-Tests erstellt wurde. Dieses Verfahren entspricht einer theoriegeleiteten Dimensionalisierung, die in nicht explorativ[22] angelegten quantitativen Untersuchungen üblich ist.

In dem Leistungstest der SINUS-Evaluation bestanden die Kodierungen, wie in vielen quantitativen Leistungsuntersuchungen, aus der Einteilung in richtig und falsch, so dass in der Beurteilung der Aufgabenlösungen viele Detailinformationen verloren gingen.

Ziel dieser Untersuchung ist es jedoch, die individuellen Lösungen der Schülerinnen und Schüler zur Basis zu nehmen, um bedeutsame Strukturen aufzudecken, und eben nicht nach einem a priori festgelegten Schema zu operieren.

Zentrale Fragen für diesen Untersuchungsteil wurden bereits in der Einleitung skizziert. Sie lassen sich in Bezug auf die Forschungsmethodik und die damit verbundenen Möglichkeiten für den qualitativen Teil konkretisieren:

1) Wie sehen die Beliefs der Schülerinnen und Schüler bezüglich ausgewählter Belief-Objekte aus? Welche Dimensionen lassen sich rekonstruieren und lassen sich diese zu Systemen zusammenfassen?
2) Gibt es darstellbare Unterschiede in der Bearbeitung der Aufgaben, die sich in Bezug auf die unter mathematischer Literalität subsummierten Fähigkeiten interpretieren lassen?
3) Können Zusammenhänge zwischen den literalen Fähigkeiten und den Beliefsystemen aufgedeckt werden?

Die einzelnen qualitativen Teile werden zunächst getrennt voneinander behandelt. Der im Theorieteil beschriebene Bereich der mathematischen Beliefssysteme wird in dem ersten Teil den Rahmen bilden. Anhand der Äußerungen der Lernenden wird ihre individuelle Sicht auf die Mathematik und den Mathematikunterricht rekonstruiert und versucht, idealtypische Strukturen zu finden. Im zweiten Teil geht es dann um die Analyse der bearbeiteten Aufgaben, die in Hinblick auf die Fähigkeiten, welche unter der Definition von mathe-

[22] Explorativ-quantitative Untersuchungen dienen dazu, mit der Darstellung und Aufbereitung quantitativer Daten bislang unentdeckte oder unberücksichtigte Regelmäßigkeiten aufzudecken und somit Hypothesen für spätere Untersuchungen zu generieren (vgl. Bortz & Döring 2002: S.373). Es ist dabei jedoch nicht erlaubt, diese deduzierten Hypothesen an demselben Datenmaterial bestätigen zu wollen (vgl. ebd.: S.384f.).

matischer Literalität zusammengefasst wurden, analysiert werden. Schließlich soll im dritten Teil versucht werden, Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der beiden Teile aufzudecken.

3.1. Teilstudie zur Einstellung zur Mathematik und zum Mathematikunterricht

3.1.1. Anlage der Teilstudie

Als Grundlage für die Konstruktion des Fragebogens zur Einstellung zur Mathematik, der für die schriftliche Befragung eingesetzt wurde, dienten Fragen, die z.T. in ähnlicher Weise bereits in anderen Untersuchungen gestellt wurden. Die Schülerinnen und Schüler sollten ihre Vorstellungen über bestimmte Belief-Objekte (wie sie im Theorieteil behandelt wurden) beschreiben. Dazu wurden die in Abbildung 33 aufgeführten Fragen[23] gestellt, für die eine Bearbeitungszeit von 30 Minuten zur Verfügung stand.

Abbildung 33: Überblick über die Fragen zur Einstellung zur Mathematik

1. Fragen zum Mathematikunterricht
   a) Unterscheidet sich das Fach Mathematik von anderen Fächern?
   Wenn ja, worin?
   b) Beschreibe in Stichworten, wie der Mathematikunterricht in deiner Klasse abläuft!
   c) Was findest du an diesem Ablauf besonders gut?
   d) Was findest du daran weniger gut?
2. Fragen zu Mathematikaufgaben
   a) Beschreibe, wie für dich eine typische Mathematik-Aufgabe aussieht!
   b) Gehören die folgenden Aufgaben zum Mathematikunterricht? Bitte Begründe!
      i) Welchen Anteil eines Jahres ist es bei uns dunkel (Nacht), welchen ist es hell (Tag)?
      ii) $\frac{5}{6}+\frac{7}{11}=?$
   c) Welche der beiden Aufgaben aus 2.b) würdest du lieber lösen? Warum?
3. Fragen zur Anwendung von Mathematik
   a) Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du Mathematik zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?
   b) Gibt es einige Situationen, in denen du später Mathematik vielleicht benötigen wirst?
   Wenn ja, welche?

Zusätzlich zu den Antworten in diesem Fragebogen standen die Daten zu den im Gesamttest verwendeten Skalen zur Einstellung als Interpretationshilfe bei der Auswertung zur Verfügung.

---

[23] Die Originalfragebögen befinden sich im Anhang III.

3.1.2. Auswertungsmethodik

Grounded Theory

Die Anlage der Studie sieht vor, die Antwortdimensionen innerhalb der Belief-Objekte nicht a priori festzulegen, sondern die individuellen Konstruktionen von Wirklichkeit der Probandinnen und Probanden aufzudecken, um keine vorweg festgelegten Strukturen auf die zu Untersuchenden zu projizieren. Diese Methodik wird bei Cropley (2002: S.136ff.) und bei Bortz & Döring (2002: S.333f.) als „Begründete Theorie" bzw. engl. als „Grounded Theory" bezeichnet, bei der aus den Daten heraus – also durch diese begründet – eine Theorie entwickelt werden soll.

Kelle & Kluge nennen die Generierung von neuen Konzepten anhand von Datenmaterial „hypothetisches Schlussfolgern"(Kelle & Kluge 1999: S.21). Dabei unterscheiden sie, je nachdem ob bereits bekannte Theorien bzw. Regeln zur Formulierung der Hypothese genutzt werden, zwei verschiedene Formen von hypothetischen Schlussfolgerungen. Bei der ersten Form werden bekannte Regeln auf neue Objekte hypothetisch ausgedehnt (qualitative Induktion) (vgl. ebd.: S.22f.). Die zweite Variante sieht vor, dass eine mögliche Erklärung für eine überraschende Tatsache generiert wird, indem eine neue Regel formuliert wird. Diese Art von Schlussfolgern nennen sie Abduktion; sie unterscheidet sich von der Induktion – der Erweiterung des Geltungsbereichs – darin, dass sie potenziell neues Wissen erzeugen soll (vgl. Bortz & Döring 2002: S.300).

In dieser Untersuchung soll versucht werden, noch unbekannte Strukturen zu erforschen, also neues Wissen zu erzeugen.

Der weitere theoretische Rahmen der Auswertung wird im Folgenden direkt entlang des stattgefundenen Forschungsprozesses beschrieben.

Sichtung und Zusammenfassung

Nach der Erhebung der Daten wurden die Originalantworten in einem ersten Schritt gesichtet, um zu überprüfen, ob die Daten brauchbar und damit interpretierbar sind. Dabei wurde bereits deutlich, dass es bei einigen Fällen Probleme bei der Deutung geben könnte, da die Aussagen teilweise ohne weitere Erklärungen schwer nachvollziehbar waren. Damit war klar, dass es eventuell notwendig konnte, einzelne Fälle aus dem Sample zu entfernen.

Nach dieser globalen Betrachtung ging es darum, die Daten in einer Form aufzubereiten, wodurch die relativ hohe Datenmenge an Übersichtlichkeit gewinnt.

Trotz unbestrittener Vorteile von sogenannter QDA (Qualitative Daten Analyse)-Software, wie z.B. ATLAS.ti, die zwar keine Daten analysieren, jedoch deren Auswertung deutlich vereinfachen, wurde hier auf diese Technik verzichtet, da die zur Analyse anstehenden Texte nicht den Umfang von Interviewtranskripten besitzen. Es sind in dieser Untersuchung weniger Daten je Fall, dafür aber viele Fälle vorhanden. Die fehlende Tiefe wird also in diesem Ansatz mit einer höheren Breite ausgeglichen. Um die Breite überschaubar aufzubereiten reichte es aus, die Falldaten in einer üblichen Tabellenkalkulations-Software (hier Microsoft-Excel) aufzuarbeiten. Für jede Schülerin und jeden Schüler wurde ein einseitiges Datenblatt erzeugt, das alle Äußerungen und notwendigen Rahmendaten für die spätere Auswertung enthält (siehe Anhang III). Auf die einzelnen Aussagen konnte damit schnell und einfach zurückgegriffen werden. Verbindungen zwischen Textpassagen, wie sie besonders gut bei ATLAS.ti hergestellt werden können, waren bei den Analysen kaum nötig.

In einem weiteren Schritt wurden aus diesen wörtlichen Äußerungen stichwortartige Zusammenfassungen getätigt, die im Prinzip als Vorstufe zum Kodieren fungierten. Das offene Kodieren zielte darauf ab, Daten und Phänomene in Begriffe zu fassen (vgl. Flick 2002: S.259), um anhand dieser anschließend Kategorien zu bilden.

Während der Zusammenfassung der Daten wurde deutlich, dass drei Fälle auf Grund von geringer Datenmenge nur schwer interpretierbar waren, so dass jene frühzeitig aus dem Auswertungsprozess entfernt wurden.

Entwicklung von Kategorien

Nachdem die Daten in einer übersichtlichen Form vorlagen, wurde in einer ersten Reflexionsphase die Auswertungsmethode bezüglich der Fragestellung hinterfragt. In dem Design war vorgesehen, die Äußerungen der Schülerinnen und Schüler im Verfahren der offenen Kodierung zu bearbeiten. Die ersten Analysen hatten jedoch ergeben, dass die gestellten Fragen den jeweiligen Rahmen der Kategorie bereits festlegten. Die Antworten zielten zum größten Teil auf ähnliche Objekte ab, die damit als Belief-Objekte akzeptiert wurden.

Es gab jedoch zwei Fälle, bei denen dies nicht der Fall war. Die Fragen 1 c) und d) (siehe Kapitel I.3.1.1. S.70), die auf das persönliche Befinden in Bezug auf das in 1 b) abgefragte unterrichtliche Skript abzielten, wurden zum Teil auf sehr globaler Ebene verstanden. Damit gab es Antworten, die sich ganz allgemein auf das Fach Mathematik oder aber auch auf andere Objekte beziehen (z.B. auch die Vorlieben bei mathematischen Themengebieten). Diese Unklarheit veranlasste mich dazu, beide Fragen aus der weiteren Analyse herauszunehmen, da die Breite der Antworten zu groß war und damit die Belief-Objekte, über die berichtet wurde, zu ungenau beschrieben blieben.

Des Weiteren ist bei der Zusammenfassung deutlich geworden, dass einige Fragen keine unterschiedlichen Dimensionen innerhalb der Kategorien hervorbringen. Bei der Frage nach dem unterrichtlichen Skript ergab sich, dass es im Prinzip nur eine dominante Vorstellung von dem Unterrichtsverlauf gibt (Die Darstellung der Befunde findet sich in 0. ab S.79). Auch diese Frage ist für die Rekonstruktion von unterschiedlichen Typen nicht verwendbar, da sich die Fälle in dieser Kategorie kaum unterscheiden. Ebenso verhält es sich mit den Anwendungen in außerschulischen Situationen. Weder die Frage nach den derzeitigen noch die nach den zukünftigen Anwendungen weist deutliche Dimensionen auf (Die Darstellung der Befunde befinden sich in 0. ab S.89).

Somit verbleiben für die tiefere Analyse der Beliefsysteme die vier übrigen Kategorien:

I) Charakteristika von Mathematikunterricht und Mathematik

II) Typische Mathematikaufgaben

III) Zugehörigkeitskriterien von Aufgaben zum Mathematikunterricht

IV) Persönliche Präferenz bei der Auswahl von Aufgaben

Bildung von Subkategorien

Der von diesen für die weitere Untersuchung bedeutsamen Kategorien gebildete heuristische Rahmen soll mit der Bildung von Subkategorien konkretisiert werden, indem für die Kategorien theoretisch relevante Merkmale und deren Dimensionen innerhalb der einzelnen Kategorien identifiziert werden. Dabei gilt es, möglichst das gesamte Spektrum der empirisch gefundenen Unterschiede aufzuspannen. Anhand der Subkategorien sollen sich die einzelnen Fälle möglichst deutlich unterscheiden lassen und die Heterogenität des Datenmaterials deutlich werden (vgl. Kelle & Kluge 1999: S.68).

Um diese Subkategorien zu bilden, wurde eine „synoptische Analyse“ durchgeführt. Diese Technik sieht vor, die Textstellen der einzelnen Kategorien vergleichend zu analysieren (vgl. ebd. S.70). Es gibt dabei zwei verschiedene Wege. Der eine sieht vor, die Textpassagen fallvergleichend, d.h. auf der Ebene eines Falles, zu analysieren. Erst in einem weiteren Schritt werden dann die Fälle und die einzeln gewonnen Subkategorien in Bezug zueinander gesetzt. Diese Methodik bietet sich für Studien an, die einige wenige Fälle sehr intensiv untersuchen wollen. Deshalb kam in dieser Untersuchung der zweite Ansatz zum

Tragen, der die Analyse des gesamten Datenmaterials über alle Fälle hinweg bereits im ersten Schritt verfolgt. Kelle & Kluge nennen diese Variante „Thematisch vergleichend und fallübergreifend" (vgl. ebd.: S.70). Strukturierungshilfe bei der Bildung der Subkategorien soll hierbei die Synopse sein, die eine anschauliche Gegenüberstellung von Textpassagen darstellt. Angelehnt an einen Begriff aus dem Bereich der elektronischen Datenorganisation möchte ich den Begriff „Topic-Map" verwenden. So wird die dabei verwendete Technik bereits deutlich. Die einzelnen zusammengefassten Äußerungen wurden auf Karten gedruckt und in einer Legetechnik zueinander in Beziehung gesetzt, so dass eine „Landkarte" von den Begriffs- und Beziehungskomplexen innerhalb der Kategorien entstand. Die daraus resultierenden Cluster wurden inhaltlich interpretiert und unter Berücksichtigung von Fallvergleichen zu Subkategorien erklärt. Anschließend wurden die Fälle diesen gewonnenen Dimensionen zugeordnet und auf Plausibilität hin überprüft.

Konstruktion von idealtypischen Beliefsystemen

Im letzten Schritt sollen anhand von theoretischen Überlegungen und der vorgefundenen Strukturen zwischen den einzelnen Dimensionen von Belief-Objekten idealtypische Strukturen aufgedeckt werden, welche die in dem Sample vorgefundenen Fälle möglichst gut repräsentieren. Dabei wird nach Zusammenhängen zwischen den einzelnen Beliefs bezüglich verschiedener Objekte gesucht, indem das häufige gemeinsame Auftreten von Dimensionen bei verschiedenen Fällen zum Maßstab genommen wird.

Wenn es derartige Strukturen geben sollte, kann versucht werden, die einzelnen Testpersonen diesen Idealtypen zuzuordnen. Auf dieser Ebene kann dann die Verbindung zu dem Aufgabenteil gezogen werden. Dabei soll überprüft werden, inwieweit die Beliefsysteme auch für die entsprechenden Fähigkeiten innerhalb der mathematischen Literalität eine Rolle spielen.

3.1.3. Ergebnisse zur Einstellung zur Mathematik und zum Mathematikunterricht

Konstruierte Subkategorien

Die aus der synoptischen Analyse gebildeten Subkategorien sollen nun für jede der vier Kategorien beschrieben werden. Dazu werden alle vorgefundenen Dimensionen anhand von typischen Schüleräußerungen beschrieben. Außerdem soll die Zuordnung der einzelnen Schülerinnen und Schülern quantitativ als

Häufigkeit der Dimension beschrieben werden. Die Zuordnung der Fälle zu den Subkategorien ist keine eindeutige Abbildung, da sich die Subkategorien nicht zwangsläufig gegenseitig ausschließen. Die Häufigkeiten des Auftretens von Subkategorien beinhalten daher auch Doppelnennungen. Da es recht verlockend scheint, sei an dieser Stelle davor gewarnt, aus den Häufigkeiten, insbesondere aus den Veränderungen zwischen den beiden Testpunkten, direkte Schlüsse zu ziehen. Es lassen sich aus den Daten nur unter Berücksichtigung des gegebenen Rahmens dieser Untersuchung (z.B. der Sample-Struktur) bedeutsame und richtige Interpretationen tätigen.

Hinweise zur Verfahrensweise:

Die Belege von Originaläußerungen werden im weiteren Verlauf als Zitate angeführt[24]. Die Aussagen wurden jeweils ausgewählt, weil sie den interpretierten Gehalt der zu bildenden Subkategorie am anschaulichsten beschreiben und nicht weil sie am häufigsten genannt wurden. Nach jedem wörtlichen Zitat wird die Testperson durch einige Merkmale charakterisiert. Am Beispiel von (T5-I, GS, w) sollen diesen Abkürzungen kurz erläutert werden: Die erste Komponente steht für die Nummer der Testperson (hier 5) und für den Testpunkt (hier I, also die erste Erhebung). Außerdem wird die Schulform (H: Haupt-, R: Real-, GS: Gesamtschule und GY: Gymnasium) und das Geschlecht angeben (w: weiblich, m: männlich). Alle weiteren Daten zur Person befinden sich auf den Datenblättern im Anhang (Anhang III).

Alle Subkategorien wurden so ausgewählt, dass sie in der Vereinigung möglichst viele Fälle des Samples integrieren und dabei nicht übermäßig viele Mehrfachzuordnungen produzieren. Es wurden pro Kategorie zwischen 20 und 28 der insgesamt 31 Fälle mindestens eine Dimension zugeteilt. Im Durchschnitt wurden etwa 73% der Fälle dimensionalisiert. Dabei muss berücksichtigt werden, dass Fälle, die die Frage gar nicht oder nur sehr oberflächlich beantwortet haben, nicht zugeordnet werden konnten. Der durchschnittliche Ausschöpfungsgrad kann als zufriedenstellend angesehen werden. Auch die Häufigkeiten von Doppelnennungen halten sich in Grenzen, so dass die Dimensionen als strukturbildend (das Spektrum abbildend) angenommen werden können. Wo Doppelnennungen von systematischer Bedeutung sind, wird dies ausführlicher betrachtet.

[24] Dabei wurden auch Rechtschreibfehler mit übernommen, um die Authentizität zu erhalten.

Subkategorien bei den Charakteristika von Mathematikunterricht und Mathematik (I)

Die Analyse der Äußerungen zur Frage nach den Charakteristika von Mathematikunterricht und Mathematik hat folgende Dimensionen ergeben:

1) Mathematik besteht im Prinzip aus Rechnen (Rechnen).
2) In Mathematik wird viel logisches Denken benötigt, und Mathematik selbst hat viel mit Logik zu tun (Logik).
3) Mathematik ist ein abstraktes, formales und eindeutiges System (System).
4) Mathematik findet in vielen Bereichen eine Anwendung und hat daher einen großen Nutzen (Anwendung).
5) Mathematik ist dynamisch; man wird selbst schöpferisch tätig, probiert aus und knobelt; Mathematik hat einen spielerischen Charakter (Dynamik).

Tabelle 15: Häufigkeiten der Subkategorien in Charakteristika von MU und M. (I)

Subkategorien	Testpunkt 1	Testpunkt 2
Rechnen	6	8
Logik	10	9
System	4	6
Anwendung	3	5
Dynamik	2	5

Insgesamt 20 der 31 Schülerinnen und Schüler lassen sich in Testpunkt 1 und sogar 26 in Testpunkt 2 in diesem System von Subkategorien verorten (zu den Häufigkeiten der einzelnen Dimensionen siehe Tabelle 15). Bei der Dimension Logik wurden die meisten Doppelnennungen beobachtet, so dass es einer Interpretation bedarf (siehe unten).

<u>zu 1) Rechnen:</u>

Für insgesamt sechs Schülerinnen und Schüler in Testpunkt 1 und acht in Testpunkt 2 besteht Mathematik im Prinzip aus Rechnen. Typische Äußerungen sind dabei:

> „Man muss rechnen. In diesem Fach kommen Zahlen vor“ (T8-II, GS, w).
>
> „Nein, kaum, außer dass wir fast durchgängig Rechenaufgaben lösen“ (T28-I, GY, w).
>
> „Ja, es unterscheidet sich darin dass man viel mit Zahlen und Regeln zutun hat“ (T1-II, H, w).
>
> „Mathe unterscheidet sich von anderen Fächern, weil man in Mathe mit zahlen arbeitet (rechnet) und in allen anderen Fächern muss man normalerweise immer viel schreiben und mit Buchstaben. In Mathe muss man mit zahlen ausrechen und das ist nicht immer leicht“ (T33-I, R, m).

Charakteristisch für Mathematik scheinen die Existenz von Zahlen und die mit diesen verbundenen Rechenmöglichkeiten. Mathematik besteht dabei im Prinzip aus dem Lernen und dem Anwenden von Rechenregeln.

zu 2) Logik:

Logik ist in dem Sample jeweils am häufigsten vorzufinden. Wie bereits oben erwähnt gibt es hier die meisten Doppelnennungen. Logik tritt dabei in allen Kombinationen auf, d.h. mit Rechnen, System, Dynamik und Anwendung. Wenn man die Antworten und den dazugehörigen Kontext genauer betrachtet, wird deutlich, dass dieses Ergebnis auf Grund von verschiedenen Interpretationen und Funktionen von Logik in der Mathematik und dem damit verbundenen logischen Denken beruht. Betrachtet man diese Dimension zusammen mit dem Systemcharakter, steht Logik für die Natur der Zusammenhänge in der deduktiv geordneten Struktur der Mathematik. Tritt das logische Denken jedoch im Verbund mit der Dynamik auf, steht diesmal primär die Aktivität des Betreibers im Vordergrund, also der individuelle Prozess des Denkens und der Bedeutung der Logik bei diesem Vorgang. Auch beim Rechnen und bei der Anwendung gibt es Zusammenhänge, so dass wir an dieser Stelle der Subkategorie Logik keine primär strukturbildende Rolle zukommen lassen können. Sie kann in zu vielen Zusammenhängen interpretiert werden.

Auch bei den Äußerungen selbst werden diese unterschiedlichen Auslegungen sichtbar:

> „Im Fach Mathematik wird ein logisches Denken stärker gebraucht, als in vielen anderen Fächern" (T5-II, GS, w).

> „Mathe ist finde ich eigendlich ein Fach in dem die Sachen meist logisch aufeinander aufbauen" (T7-I, GS, w).

> „Ja es unterscheidet sich von anderen Fächern, weil da logisches Denken und nicht viel ödes auswendiglernen gefördert wird" (T16-I, GY, m).

Auf Grund dieser bei der Zuordnung zu den Fällen aufgefallenen Interpretations-problematik muss diese Subkategorie unter Vorbehalt betrachtet werden. Die Interpretation bei denjenigen, die ausschließlich zu dieser Subkategorie zugeordnet wurden, kann nur im Kontext geführt werden, wohingegen bei den Doppelnennungen die Bedeutung unter Umständen im Zusammenhang rekonstruiert werden kann.

zu 3) System:

Für vier und später sechs Schülerinnen und Schüler ist die Mathematik tendenziell ein abstraktes System, das z.B. eine eigenständige Denkweise besitzt. Deutlich wird auch die Eindeutigkeit, die der Mathematik zugeteilt wird.

> „Ja denn es giebt ein anderes Thema (Mathe), eigenständige denkweise und nur 1 richtige Lösung (nicht wie z.B. Deutsch wo man Dinge verschieden ausdrücken kann)“ (T5-I, GS, w).

> „Ich finde ja! In Mathe kann man nicht über Lösungen diskutieren. In Mathe ist Lösung – Lösung und Rechenweg – Rechenweg“ (T10-II, GS, w).

> „Ich finde schon das es sich unterscheidet in den anderen Fächern muss auch viel aus dem allgemeinwissen beigetragen werden und in Mathe ist es so dass man logisch nachdenken muss“ (T22-I, GY, w).

Bezeichnend ist z.B. die fehlende Notwendigkeit von Allgemeinwissen. Sie zeigt, dass Mathematik ein von der Realität (dem Allgemeinen) losgelöstes System ist. Auf Grund der geringen Häufigkeiten lässt sich diese Dimension jedoch relativ schlecht rekonstruieren, ohne auf eine spekulative Ebene zu geraten. Der Blick auf den Formalismus-Aspekt von Grigutsch ist dennoch sinnvoll.

<u>zu 4) Anwendung:</u>

Der Dimension Anwendung, die für die Anwendungsmöglichkeit von Mathematik im späteren Leben, im Alltag oder auch in anderen Fächern steht, lassen sich erst drei, später fünf Lernende zuordnen. Typische Antworten sind:

> „Ja, weil es für uns später den größten Nutzen hat. Mathematik ist für das spätere Leben sehr wichtig und unterscheidet sich so von z.B. Bio oder Kunst“ (T23-I, GY, w).

> „In Mathe wird die Grundlage für andere Fächer gelegt“ (T7-II, GS, w).

> „Ja, ist sehr interessant und nützlich für das spätere Leben“ (T3-I, R, m).

> „Außerdem ist es ein sehr gefragtes Fach, da man viele Rechnungen oder sonstiges im Altag gebrauchen kann und muss“ (T9-II, GS, m).

Die Bedeutungen der Anwendungen werden hierbei nicht genauer beschrieben, so dass ein weites Spektrum von möglichen Interpretation gegeben ist. Anwendungen und Nutzen können sich dabei auf ein sehr schematisches, algorithmisches Verwenden von mathematischen Verfahren, sogar auf simples Rechnen in außerschulischen Situationen beziehen. Ebenso sind Vorstellungen denkbar, die die grundlegende Bedeutung von mathematischen Konzepten in vielen Anwendungsbereichen beinhaltet. Diese Frage kann durch das Datenmaterial nicht beantwortet werden und muss damit offen bleiben.

<u>zu 5) Dynamik:</u>

In der Kategorie Dynamik finden sich in Testpunkt 1 zwei und in Testpunkt 2 fünf Lernende. Folgende Aussagen beschreiben diese Dimension:

> „Man muss Zusammenhänge erkennen und die Schlusfolgerungen daraus ziehen können“ (T5-II, GS, w).

> „Mathe ist ein Fach, wo man auch wirklich 'Nachdenken' muss. Man muss bisschen Knobeln und arbeitet nicht immer nur nach vorgegebenen Formeln. Außerdem gibt's in Mathe oft mehr als eine Lösung“ (T20-II, GY, w).

> „Ja, denn in vielen anderen Fächern, wie z.B. Geschichte hat man schon eine Lösung. In Mathematik sucht man die Lösung und den Rechenweg und meistens kann man es auf mehrere Arten versuchen“ (T29-I, GY, m).

Mathematik wird sichtlich als eine Domäne empfunden, bei der man aktiv nach Lösungen sucht. Zusammenhänge selbst zu erkennen und daraus Schlüsse zu ziehen, ist von fundamentaler Bedeutung. Es wird nicht nur nach vorgegeben Mustern gearbeitet, sondern man wird selbst schöpferisch und kreativ tätig.

Subkategorien bei typischen Mathematikaufgaben (II)

Die in dieser Kategorie herauskristallisierten Dimensionen befinden sich auf einem deutlich niedrigeren Abstraktionsniveau. Die Frage nach den für die Schülerinnen und Schüler typischen Aufgaben ließ hoffen, dass auf Grund der in SINUS angestrebten Aufgabenkultur interessante Beispiele für Mathematikaufgaben beschrieben werden können. Die Antworten gaben dies jedoch nicht her. Es ließen sich nur drei grundlegende Dimensionen von Aufgabenmerkmalen rekonstruieren, welche Aufgaben sehr oberflächlich charakterisieren.

1) Rechenaufgaben, bei denen Zahlen eine grundlegende Rolle spielen bzw. ein Indikator sind(Zahlen).
2) Standardaufgaben, wie sie oft in klassischen Mathematikbüchern[25] vorkommen (Standard).
3) Klassische Textaufgaben (Text)

Tabelle 16: Häufigkeiten der Subkategorien in „Typische Mathematikaufgaben“ (II)

Subkategorien	Testpunkt 1	Testpunkt 2
Zahlen	13	12
Standard	6	5
Text	5	6

Es ließen sich erst 22 und später 21 Schülerinnen und Schüler diesen Subkategorien zuordnen. Recht auffällig sind hier die Häufigkeiten (siehe Tabelle 16). Jeweils etwa die Hälfte aller Nennungen beziehen sich auf eine Beschreibung von Mathematikaufgaben als Ausführen von Rechnungen mit Zahlen.

[25] Bei klassischen Schulbüchern möchte ich z.B. die Reihe „mathe live“ des Ernst Klett Verlags ausschließen, da sie sich an Lernsituationen orientiert und auch in den verwendeten Aufgabenformaten von anderen Werken unterscheidet.

<u>zu 1) Zahlen:</u>

Es gab zwei verschiedene Varianten. Entweder wurde eine konkrete Aufgabe, wie z.B. „128*18“ (T2-I, H, m), angeführt oder aber verallgemeinert umschrieben:

> „zwei oder mehrere Zahlen od. Brüche werden miteinander multipliziert, dividiert, subtrahiert od. addiert“ (T29-I, GY, m)

> „Zahl + oder - oder : oder , Zahl mit mehreren Ziffern“ (T16-I, GY, m).

Es wird deutlich, dass Mathematik hier tendenziell auf das Rechnen mit Zahlen auf Grundschulniveau reduziert wird.

<u>zu 2) Standard:</u>

Auch in Bezug auf die Standardaufgabenformate tauchen konkrete und allgemeine Beschreibungen auf.

> „Z.B.: Kürze so weit wie möglich oder Addiere die folgenden Aufgaben oder Zeichne die Dreiecke in dein Heft und beschrifte sie dann“ (T1-II, H, w).

> „Eine Matheaufgabe die ich rechne beinhaltet Zahlen, Platzhalter usw. bei denen ich mathematische Gesetze anwenden muss“ (T27-I, G, w).

Die Äußerungen deuten an, dass sie sich auf die im Unterricht erlebten und prägenden Formate beziehen. Vielmehr Interpretationsmöglichkeiten erlauben diese Antworten nicht.

<u>zu 3) Text:</u>

Die Äußerungen bezüglich der Textaufgaben wurden relativ unterschiedlich formuliert.

> „Eine Textaufgabe, bei der man über verschiedene Wege zur Lösung kommt“ (T26-II, GY, m).

> „Eine Textaufgabe in der das Thema, woran man gerade Arbeitet, eine Rolle spielt“ (T18-I, GY, m).

> „[...] eine Textaufgabe. Wie zum Beispiel: Eine Robbe braucht vom Grund bis zur Oberfläche 15 min. Wie oft kann sie auftauchen“ (T8-I, GS, w).

Im ersten Beispiel nimmt neben der Aufgabenformulierung als Text auch die Lösungsvielfalt eine Rolle ein. Die Aufgabenbeschreibung mit der Robbe erinnert vielmehr an eine eingekleidete Aufgabe und bietet kaum Spielraum für tiefergehende mathematische Tätigkeiten (mal abgesehen davon, dass die Aufgabe, was den Zeitraum anbelangt, nicht konkretisiert ist!). Diese Unterschiede zwischen den Äußerungen lassen sich jedoch nicht detailliert interpretieren. Gemeinsamkeit bleibt also die Orientierung an der Text-formulierung der Aufgabenstellung.

Insgesamt scheint die Dimensionalisierung dieser Kategorie nicht besonders aufschlussreich für die Differenzierung von Belief-Typen. Vielmehr wird deutlich, wie eng das Bild von Mathematikaufgaben bei den Schülerinnen und Schülern ist, wenn sie auf die hier zugrundeliegende Art und Weise gefragt werden. Sicherlich spielt dabei die konkrete Formulierung der Frage eine Rolle, da nach einer typischen Mathematikaufgabe gefragt wurde. Dennoch ist es in Hinblick auf die mathematische Literalität bezeichnend, dass für mehr als ein Drittel aller Befragten das Rechnen mit Zahlen auf Grundschulniveau eine typische Aufgabe in der Mathematik darstellt.

Subkategorien bei Zugehörigkeit von Aufgaben zum Mathematikunterricht (III)

Bezüglich dieser Frage gibt es zwei qualitativ unterschiedliche Bereiche. Der erste bezieht sich primär auf die Bruchaufgabe. Es ist dabei aber weniger interessant, wie die Schülerinnen und Schüler die Zugehörigkeit von dieser Aufgabe zum Mathematikunterricht begründen. Dies geschieht im Übrigen hauptsächlich über den Indikator Zahlen – diese sind schließlich Elemente der Mathematik – oder über die Argumentation, dass dies ein bekanntes, gängiges Format sei. Diese Argumentationsstränge waren so zu erwarten und müssen nicht zu unterschiedlichen Gruppierungen führen. Interessant wäre gewesen, wenn jemand diese Aufgabe nicht zum Mathematikunterricht zählen würde. Dies geschieht aber nur in Hinblick auf die Klassenstufe, in der diese Aufgaben typischer Weise vorkommen, z.B.:

> „Nein solche Aufgaben gehören nicht mehr zum Unterricht. Mit einfachen Brüchen sind wir schon lange durch“ (T16-II, GY, m).

Auch die Argumentationen über die Häufigkeit des Vorkommens im erlebten Unterricht erbringen wenig Neues für eine Interpretation von Beliefs über Mathematik, da sie nur auf eine Gewöhnung an bestimmte Objekte hindeuten. Diese Begründungen waren in Bezug auf beide gestellten Aufgaben vorzufinden.

Entscheidend sind also die speziellen Beurteilungen der zweiten Aufgabe mit dem Verhältnis von Tag und Nacht. Dabei muss zwischen einer positiven – „die Aufgabe gehört zum Mathematikunterricht" – und einer negativen – „die Aufgabe gehört nicht zum Mathematikunterricht“ – Argumentation unterschieden werden.

Bei den Häufigkeiten (siehe Tabelle 17) sieht man zwischen den beiden Testzeitpunkten eine relativ deutliche Zunahme der positiven Argumentationen. Dies korrespondiert auch mit einer Zunahme der Bearbeitungsbereitschaft dieser

Aufgabe. Für jede der beiden grundlegenden Positionen ließen sich drei Dimensionen in den Argumentationen rekonstruieren:

ist keine Mathematikaufgabe, weil ... (K)

K 1) keine Zahlen in der Aufgabe gegeben sind (Ohne Zahlen).

K 2) sie keine mathematische Bedeutung hat; sie tendenziell in ein anderes Fachgebiet gehört (Fachgebiet).

K 3) sie zu komplex ist, bzw. die Aufgabenstellung zu unkonkret formuliert ist (Komplex).

ist eine Mathematikaufgabe, weil ... (M)

M 1) man hier auch viel denken muss (Denken).

M 2) diese Aufgabe etwas mit der Realität zu tun hat (Realität).

M 3) Schlüsselbegriffe die Bearbeitungsmöglichkeit mit Mathematik andeuten (Schlüssel).

Zu K 1) Ohne Zahlen

Tabelle 17: Häufigkeiten der Subkategorien in „Zugehörigkeit von Aufgaben" (III)

Subkategorien	Testpunkt 1	Testpunkt 2
ist keine Mathematikaufgabe, weil ...		
Ohne Zahlen	1	1
Fachgebiet	7	2
Komplex	3	1
ist eine Mathematikaufgabe, weil ...		
Denken	3	2
Realität	2	4
Schlüssel	3	9

Da bei der Bruchaufgabe die Argumentation über das Auftreten von Zahlen geführt wurde, liegt die Vermutung nahe, dass das Kriterium auch zum Ausschluss verwendet werden kann. Dies konnte allerdings kaum festgestellt werden. Es ließ sich jeweils nur eine Person in den beiden Befragungen mit dieser Herangehensweise finden. Demnach muss diese Dimension nicht weiter betrachtet werden. Der Vollständigkeit halber sollte sie hier aber erwähnt werden.

Zu K 2) Fachgebiet:

Für sieben Schülerinnen und Schüler in Testpunkt 1 gehörte diese Aufgabe nicht zum Mathematikunterricht, weil die Aufgabe keine mathematische Bedeutung hat. In Testpunkt 2 waren das nur noch zwei. In den Aussagen wird deutlich, dass sie diese Aufgabe auf Grund der kontextuellen Bedeutung in ein anderes Fachgebiet, wie Erdkunde oder Physik, einordnen würden, da sie dort besser in die Thematik passt. Zum Teil wird aber auch versucht, konkrete Gründe dafür zu benennen, warum diese Aufgabe nicht zur Mathematik gehört.

> „Aufgabe a kann man auch berechnen ich finde aber, das sie eher zur Physik gehört" (T27-I, GY, w).

> „Ich find das (a) mehr in die Naturwissenschaft gehört“ (T-32, H, m).
>
> „nein, denn hier muss man kaum rechnen und für die Mathematik ist es eigentlich völlig uninteressant“ (T-29, GY, m).
>
> „ich finde a gehört nicht zum Matheunterricht, weil man auf grund der Angaben nicht herausfinden kann, auf mathematische Weise, wann es Nacht oder Tag ist“ (T8-I, GS, w).

In diesen Beliefs wird Mathematik demnach losgelöst von der Realität betrachtet. Das Verhältnis von Mathematik und Realität im Sinne der Modellierungsauffassung wird also ausgeschlossen. Kontextuelle Probleme werden in andere Fachgebiete verwiesen und Mathematik als etwas rein Formales abstrakter Natur angesehen.

Zu K 3) Komplex:

Bei drei und später nur noch einer Argumentation bezog sich die Begründung auf die Komplexität dieser Frage. Demnach müsste eine Mathematikaufgabe klar und nicht derart unbestimmt formuliert sein:

> „So eine Aufgabe habe ich noch nie gesehen. Wir müssten zu erst herausfinden welche Anteil die Nacht und der Tag am Tag (24St.Tag) hat und das währe zu viel 'Gewusel'“ (T15-I, GY, m).
>
> „eigentlich schon aber ganz genau kann man es nicht berechnen, oder man würde zu lange brauchen“ (T7-I, GS, w).
>
> „Nein, denn es währe viel zu aufwendig den man müsste für jeden Tag hell/dunkel berechnen. Es kommt darauf an wo man wohnt. (Nordpol, Europa, am Äquator)“ (T19-I, GY, m).

Die Zitate zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler zwar zum Teil eine gewisse Vorstellung von einem Lösungsansatz besitzen, jedoch diese an den Stellen, wo Annahmen und Modellierungen notwendig wären, dazu verwenden, diese Aufgabe abzulehnen, da sie zu komplex („Gewusel“, „aufwendig“) sei. Diese Komplexität bezieht sich dabei jedoch nicht nur auf den Kontext. Es ist zu vermuten, dass jegliche beziehungsvolle Mathematik unter dieser Forderung nach Klarheit ausgeschlossen werden würde.

Bei den Formulierungen der Argumente für eine Position, die diese Aufgabe der Mathematik zuordnet, wurde deutlich, dass es den Lernenden schwer fällt, konkrete und nachvollziehbare Gründe zu benennen. Dies ist auch nicht weiter verwunderlich. Schließlich ist es deutlich leichter, Merkmale zu benennen, die für einen Ausschluss einer Aufgabe sprechen.

Zu M 1) Denken:

Für drei und später zwei Schülerinnen und Schüler gehört diese Aufgabe zur Mathematik, weil man in der Mathematik mittels Denken Probleme lösen kann.

> „ich finde Mathe sollte nicht nur aus öden Zahlenaufgaben bestehen (wie es leider meißtens ist) sondern auch aus anderen Teilen wo man dann nachdenken kann“ (T5-I, GS, w).

> „Aufg. (a) ist etwas mehr zum nachdenken“ (T10-I, GS, w).

> „Ja, denn diese Anteile sind nicht immer gleich, also wird man auf einige Probleme stoßen“ (T29-I, GY, m).

Es wird in den Aussagen – wie oben bereits angedeutet – nicht eindeutig klar, was konkret dafür spricht, dass diese Aufgabe zur Mathematik und nicht in ein anderes Fachgebiet gehört. Denken an sich könnte auch für viele andere Bereiche sprechen. Dennoch ist hier positiv zu vermerken, dass die Auseinandersetzung mit Problemen auch zur Mathematik gezählt wird.

Zu M 2) Realität:

Bei dieser Subkategorie erhöhen sich die Nennungen von zwei im ersten Testpunkt auf vier im zweiten Testpunkt. Stellvertretend sind folgende Aussagen:

> „Diese Aufgabe ist zwar aus dem Alltag, aber Mathe wird ja oft im Alltag gebraucht“ (T20-I, GY, w).

> „Es ist eine Aufgabe die, die Realität wiedergibt“ (T22-I, GY, w).

> „Es ist ein normale Textaufgabe, bloß dass es ein Beispiel aus dem Altag ist“ (T18-II, GY, m).

Auch hier wird deutlich, dass die Äußerungen vielmehr in der Weise zu verstehen sind, dass Mathematik den Bezug zur Realität und insbesondere dem Alltag nicht ausschließt. Schlüssige Argumente für eine eindeutige Zugehörigkeit zur Mathematik sind sie jedoch nicht.

Zu M 3) Schlüssel:

Die in dem Sample bedeutsamste Dimension scheint die Argumentation über die im Aufgabentext vorgefundenen Schlüsselbegriffe zu sein. Die Häufigkeit der Nennungen erhöhte sich von drei auf neun. Die Argumentation über Schlüsselbegriffe möchte ich an die Schlüsselwortstrategie anlehnen, die häufig von Schülerinnen und Schülern bei der Lösung von Textaufgaben benutzt wird. Dabei werden die anscheinend entscheidenden Informationen aus dem Kontext entnommen, ohne die Gesamtheit der Informationen zu durchdringen.

Folgende Äußerungen treten z.B. in diesem Zusammenhang auf:

> „weil man den Anteil berechnen soll von Nacht und Tag“ (T18-I, GY, m).

> „Bei (a) ist es eine Prozent aufgabe“ (T31-I, H, m).

> „Ja, es sind typische Matheaufgaben die beim Thema bruchrechnung drannkommen“ (T9-II, GS, m).

> „Es ist erstaunlich, was die sich heutzutage alles ausdenken um uns dazu zu bringen diese Aufgabe mit Brüchen interessiert zu lösen“ (T10-II, GS, w).

Die ersten drei Zitate machen deutlich, mit welchen mathematischen Begriffen die Aufgabe in Zusammenhang gebracht wird. Mit dem Begriff Anteil an sich bzw. den damit verbundenen Konzepten der Bruchrechnung sowie Prozentrechnung entscheiden die Lernenden über die Zugehörigkeit zur Mathematik. Die Strategien und konkreten Handlungen treten dabei nicht in den Vordergrund. Vielmehr wird der Kontext, wie das letzte Beispiel zeigt, als Einkleidung verstanden, die im Prinzip nur einem „verpackten“ Ziel – nämlich dem Üben von Rechenverfahren – folgt.

Die Zunahme der Häufigkeit muss als bedeutend angesehen werden. Bei der Interpretation der Veränderungen sollte auch das Wechselverhalten berücksichtigt werden. Es trat mehrfach auf, dass Personen im ersten Testpunkt dieser Aufgabe keine mathematische Bedeutung zugemessen hatten oder sich keiner Subkategorie zuteilen ließen. Über die fehlenden Zuordnungen in Testpunkt 1 kann zwar keine Aussage getätigt werden, aber die Wechsel von „keine mathematische Bedeutung“ hin zu einer mathematischen Bedeutung zeigen, dass eventuell der Geltungsbereich von Mathematik zugenommen hat. Wahrscheinlich ist aber, dass die Aufgabe von den Lernenden vielmehr als Einkleidung für ein Routineverfahren und nicht als konkretes mathematisches Problem interpretiert wird (siehe Zitat oben: T10-II).

Subkategorien in der persönlichen Präferenz bei der Auswahl von Aufgaben (IV)

Tabelle 18: Kreuztabelle Auswahl der Aufgabe in IV

		Test II		
		a)	**b)**	∑
Test I	**a)**	7	2	**9**
	b)	10	12	**22**
	∑	**17**	**14**	

Bei dieser Kategorie lässt sich auf der ersten Ebene zunächst nach der Aufgabe differenzieren, welche die Schülerinnen und Schüler lieber bearbeiten würden. In der Tabelle 18 werden die Häufigkeiten in einer Kreuztabelle dargestellt, so dass das Wechselverhalten zwischen den Testpunkten mitbeschrieben wird. Beim ersten Testpunkt wollten lediglich neun Schülerinnen und Schüler die Aufgabe a) lösen. Im zweiten Testpunkt waren dies acht Lernende mehr, wobei zehn neu dazu gekommen sind und zwei von a) zu b) gewechselt haben. Das stellt eine recht starke Veränderung dar und korrespondiert mit der Steigerung der Anzahl von

Schülerinnen und Schülern, die diese Aufgabe überhaupt zum Mathematikunterricht zählen.

Innerhalb dieser beiden grundsätzlichen Haltungen – nämlich die eine oder andere Aufgabe bearbeiten zu wollen – werden nun die Begründungen für diese Präferenz getrennt voneinander analysiert. Es ergaben sich folgende Subkategorien (zu den Häufigkeiten siehe Tabelle 19):

Ich würde lieber Aufgabe a) lösen, weil ...(a)

a 1) man bei dieser Aufgabe nachdenken muss; man etwas selbst aufdecken und deshalb knobeln muss (Knobeln).

a 2) sie etwas mit dem Leben bzw. der Realität zu tun hat und daher Sinn macht (Sinn).

Ich würde lieber Aufgabe b) lösen, weil ...(b)

b 1) die Aufgabe einfacher und schneller zu lösen ist (Einfach).

b 2) der Aufgabentyp mir vertraut ist; ich mich beim Lösen sicher fühle (Sicherheit).

b 3) die Aufgabe klar formuliert ist und man keine Extraangaben benötigt; man einfach rechnen kann (Klarheit).

Zu a 1) Knobeln

Die Dimension Knobeln hat deutlich an Bedeutung zwischen den Testpunkten gewonnen. Erst waren es nur vier dann insgesamt neun Nennungen. Stellvertretend für diese Dimension sind z.B. folgende Äußerungen:

Tabelle 19: Häufigkeiten der Subkategorien in „Präferenz bei Aufgaben" (IV)

Subkategorien	Testpunkt 1	Testpunkt 2
Ich würde lieber Aufgabe a) lösen, weil ...		
Knobeln	4	9
Sinn	4	6
Ich würde lieber Aufgabe b) lösen, weil ...		
Einfach	7	8
Sicherheit	8	2
Klarheit	8	4

> „Weil die Lösung nicht 'sichtbar' ist. Man muss eher auf 'Schleichwegen zum Ergebnis kommen. So etwas finde ich spannend" (T5-I, GS, w).
>
> „Weil man bei dieser Aufgabe etwas nachdenken muss" (T14-II, GS, m).
>
> „Weil sie einen zum Denken bringt" (T3-II, R, m).
>
> „Textaufgaben sind spannender. Da muß man erst selbst eine Gleichung aufstellen, und das ist interessanter" (T28-I, GY, w).

Es wird deutlich, dass diese Schülerinnen und Schüler es schätzen, dass diese Aufgabe kein schematisches Arbeiten oder reines Rechnen, sondern eigenständiges Denken und mathematisches Arbeiten im weiteren Sinne erfordert. Selbst etwas aufzudecken oder zu modellieren scheint als Anforderung ihr

Interesse zu erhöhen. Die damit verbundene Anstrengung scheint gerne in Kauf genommen zu werden oder sogar einen zusätzlichen Anreiz zu bieten.

Zu a 2) Sinn:

Für vier und später sechs Lernende liefert der Bezug zur Realität einen sinngebenden Zusammenhang, der die Bearbeitung solcher Aufgaben motiviert.

> „Textaufgaben sind meist interessanter, da hinter den Aufgaben ein best. Sinn steckt“ (T29-II, GY, m).

> „Die Erste, denn es sagt mir was über die Wirklichkeit, die zweite ist nur so zum rechnen (T22-II, GY, w).

> „Weil es dabei um Dinge in unserer Umwelt geht, und nicht nur um Zahlen ohne Materiellen Wert (T5-II, GS, w).

Die Begründungen zielen dabei nicht nur auf eine kontextuelle Einbindung ab, sondern betonen deutlich die Bedeutsamkeit („Wert“, „Sinn“) des konkreten Problems.

Zu b 1) Einfach:

Für sieben und später acht Lernende ist bei der Entscheidung für die Aufgabe b) die Einfachheit der Aufgabe ausschlaggebend. Die Bearbeitung geht schnell und bedeutet daher wenig Anstrengung. Typisch sind folgende Aussagen:

> „sie ist kurzer“ (T32-II, H, m).

> „weil das einfacher zu verstehen ist, und einfacher zu rechnen“ (T18-I, GY, m).

> „Weil es mir einfacher erscheint da die Zahlen schon vorgegeben sind“ (T9-II, GS, m).

Zu b 2) Sicherheit:

Mit der Argumentation über die Sicherheit in der Bearbeitung haben sich ursprünglich acht und dann zwei Schülerinnen und Schüler für die Aufgabe b) entschieden. Zentral ist dabei, dass der Aufgabentyp bzw. die Lösungsstrategie bekannt ist.

> „Ich würde lieber Aufgabe b) lösen weil ich da auch genau weiß was ich machen soll“ (T34-I, R, w).

> „Weil ich Brüche besser Rechnen kann, als Erdumdrehungen und so ähnliche Aufgaben“ (T8-I, GS, w).

> „weil ich die Aufgabe schon einmal hatte“ (T32-I, H, m).

Zu b 3) Klarheit:

In dieser Dimension befinden sich erst acht, später vier Schülerinnen und Schüler, welche die Klarheit der Aufgabe b) schätzen. Es ist nicht notwendig, weitere Informationen zu beschaffen, Lösungsmöglichkeiten gegeneinander abzuwägen oder sich Gedanken über die Genauigkeit zu machen.

> „Ich finde das ewige rumgerätsel nicht so gut, sondern löse lieber klare Aufg.stellungen!“ (T10-I, GS, w).
>
> „Ich würd es lieber lösen, weil ich in Mathe strikt rechne. Man muss mir meist etwas vorgeben, sodass ich ganz einfach danach rechne, damit ich Spaß in Mathe hab. Mehrere Lösungsmöglichkeiten, Ungenauigkeit,... Gefallen mir zwar in anderen Fächern, aber nicht in Mathe. Da mag ich nur präzises Rechnen“ (T20-I, GY, w).
>
> „bei b) kann man sich bei der Lösung ziemlich sicher sein. Bei a) bräuchte man erst noch einmal extra Quellen, um das Ergebnis zu ermitteln“ (T25-I, GY, m).

Bei den Subkategorien in der Auswahl von b) kann man nicht mit Sicherheit sagen, dass diese die Kategorie sinnvoll dimensionalisieren. Überschneidungen zwischen den Dimensionen sind denkbar und werden durch Doppelnennungen und zahlreiche Wechsel zwischen den Testpunkten angedeutet. Inhaltliche Zusammenhänge sind ebenfalls nicht ausgeschlossen: Einfache Aufgaben geben natürlich Sicherheit. Klare Aufgabenstellungen wirken eher einfacher als komplex gestellte Probleme. Verbindet man die drei Dimensionen zu einer, die zusammenfassend für Einfachheit, Klarheit und Sicherheit steht, ergibt sich eine bedeutsame Entwicklung, die dann durch die Veränderung in der Aufgaben-auswahl determiniert ist. In Testpunkt 1 sind es 75% der 28 zugeordneten Fälle, die dieses Begründungsmuster aufweisen. In Testpunkt 2 sind es nur noch 48% von nun 25 Fällen. Dies ist als eine positive Entwicklung anzusehen.

Unterrichtliches Skript

Das u.a. auf die Unterrichtskultur abzielende Projekt SINUS lässt hoffen, dass die Veränderungen dieser Kultur auch in der Sicht der Schülerinnen und Schüler wiederzufinden ist. Die Frage nach dem typischen Unterrichtsverlauf wurde jedoch, wie oben bereits angedeutet, sehr einheitlich beantwortet. Stellvertretend möchte ich folgende Antworten vorstellen:

„- kontrolieren der Hausaufgabe (Besprechen)
- Übungsaufgaben (bzw. neue Rechenweise wird vorgestellt)
- Arbeiten (Partnerarbeit/Einzelarbeit)
- Besprechen
- Hausaufgaben“ (T5-I, GS, w)

„- Hausaufgaben vergleichen
- Fragen klären
- Übungsaufgaben
  beim neuen Thema
  - zusammen erarbeiten wie es geht
  - Übung“ (T22-II, GY, w).

Fast alle Antworten sind mit diesen vergleichbar. Ein Unterscheidungskriterium ist die Modalität in Übungen und Einführung in ein neues Thema. Es gibt demnach eine Variante, in der ein neues Thema vorgestellt bzw. gemeinsam erarbeitet wird und eine Variante, in der das bereits Besprochene in Übungen gefestigt werden soll. Ignoriert man diese Unterscheidung, ergibt sich eine Häufigkeit von 24 von 31 Schülerinnen und Schülern in Testpunkt I und 22 in Testpunkt 2, die tendenziell diesen Unterrichtsverlauf skizzieren.

Die Beschreibungen der Lernenden erinnern stark an die Befunde der TIMSS-Video-Studie, an der die drei Länder Japan, USA und Deutschland teilgenommen haben. Dort wurde festgestellt, dass deutscher Mathematikunterricht folgendem kulturellen Skript folgt:

> „In Deutschland lassen sich zwei Varianten des modalen Mathematikunterrichts unterscheiden:
>
> - Die Stunde beginnt mit der Durchsicht und Besprechung der Hausarbeiten.
> - Es folgt eine kurze Wiederholungsphase.
> - Variante 1: Der neue mathematische Stoff wird im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch, das auf eine einzige Lösung hinführt, relativ kurzschrittig erarbeitet und vom Lehrer an der Tafel dokumentiert.
> - Variante 2: Wenn das Thema schon in der vorhergegangenen Stunde vorbreitet wurde, entwickelt ein Schüler – unterstützt von der Klasse und dem Lehrer – eine Aufgabe an der Tafel.
> - Es werden in Stillarbeit ähnliche Aufgaben zur Einübung des Verfahrens gelöst“ (Baumert et al. 1997: S.226).

Selbstverständlich sind die Beschreibungen der Lernenden nicht auf derart hohem Niveau, trotzdem weisen sie gewisse Ähnlichkeiten auf. Zentral ist dabei für uns, dass keine bedeutsamen Veränderungen in den Bildern vom Unterrichtsverlauf vorzufinden sind – was jedoch nicht bedeutet, dass es keine Veränderungen in dem tatsächlichen Unterricht gegeben hat. Schließlich handelt es sich hierbei um subjektive Wahrnehmungen.

Anwendung in außerschulischen Situationen

In den beiden Fragen nach den außerschulischen Situationen, in denen die Schülerinnen und Schüler Mathematik anwenden, kam es ebenfalls zu wenig bedeutsamen Ergebnissen.

Bezüglich der gegenwärtigen Situationen sind das Einkaufen und die damit verbundenen Rechnungen die am häufigsten genannten Situationen. 20 und später 23 Lernende gaben dies an. In Testpunkt 1 wurde zusätzlich sieben Mal die Euroumstellung genannt, da die Erhebung im Januar 2002 – also direkt nach der Euro-Einführung – durchgeführt wurde. Ein weiterer Aspekt war die Verwendung bei Hobbys sowie speziell beim Zeichnen und Basteln (9 und später

8 Nennungen). In Testpunkt 1 sagten sieben Schülerinnen und Schüler explizit, dass sie keine Mathematik in außerschulischen Situationen verwenden. In Testpunkt 2 waren das nur noch zwei.

Aus vielen Äußerungen wird deutlich, dass sich die Anwendungen von Mathematik häufig auf bloßes Rechnen beziehen. Beim Einkaufen bedeutet dies prinzipiell das Zusammenrechnen der Einzelpreise oder die Überprüfung einer gestellten Rechnung.

In den zukünftigen Lebenssituationen steht der Beruf im Vordergrund. 23 und später 24 Schülerinnen und Schüler geben an, sie glauben Mathematik später im Beruf gebrauchen zu können. Neun bzw. sechs konkretisieren dies, indem sie einen speziellen Beruf, wie z.B. Architektin oder Bankkaufmann, angeben. Aussagekräftig ist jedoch auch, dass Berufe genannt werden, wie Kassen-personal im Einzelhandel („wenn ich im Supermarkt arbeite" (T33-I, R, m)), bei denen sich eine relative Geringschätzung der Mathematik zeigt, da dort in der Regel eher wenig Mathematik angewendet wird. Das Berechnen und Abzählen von Wechselgeld hat bei dieser Vorstellung wohl die größte Bedeutung. Auf der anderen Seite gibt es auch Andeutungen dahingehend, dass Mathematik nur in sehr speziellen Berufen von Bedeutung ist. Mathematik wird dabei als Domäne von Experten gesehen, die extrem komplizierte Vorgänge bearbeiten. Damit wird Mathematik eine große Rolle in der technisierten Welt zugestanden („Falls ich bei der Nasa arbeite, oder Komputer programiere" (T15-II, GY, m)).

Neben den beruflichen Vorstellungen ließen sich auch alltägliche Anwendungen finden. Zentral ist dort ebenfalls das Einkaufen; aber auch ein Bereich um Rechnungswesen, Kredite und Schulden ist vorzufinden. Mit jeweils 14 Nennungen ist aber auch hier keine Veränderung zu verzeichnen.

Die Daten zu diesen beiden Fragen enthalten somit weniger Informationen über die Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern, sondern zeigen summativ, dass die Bilder von möglichen Anwendungen von Mathematik nach wie vor als recht eng einzustufen sind. Es fällt den Lernenden schwer, über Rechensituationen hinaus Mathematik als problemlösendes Werkzeug zu betrachten. Die kommunikative und die darstellende Seite von Mathematik nehmen wenn überhaupt nur eine untergeordnete Rolle ein. Mathematik wird zusätzlich als Spezialwissenschaft angesehen, die von einigen wenigen auf sehr anspruchsvollem Niveau betrieben wird und daher weniger für die Allgemeinheit bestimmt ist.

Idealtypische Beliefsysteme

Um Muster zwischen den Dimensionen unterschiedlicher Kategorien aufzudecken, wurden die einzelnen Dimensionen auf Fallebene zueinander in Verhältnis gesetzt. Schon bei der Kombination zweier Variablen wird deutlich, dass fast alle möglichen Paarungen von Dimensionen auftreten. Nimmt man weitere Kategorien hinzu, kann man das entstehende Bild nur dahingehend interpretieren, dass es innerhalb dieser Daten keine bedeutsamen Strukturen gibt, die als idealtypische Beliefsysteme verstanden werden können. Damit können den einzelnen Schülerinnen und Schülern keine Leitvorstellungen in Form von idealisierten Beliefsystemen zugeordnet werden, wie es in dem Design dieser Untersuchung vorgesehen war.

Bereits in TIMSS wurden Probleme bei der Bestimmung von epistemologischen Überzeugungen (Beliefsystemen) in vergleichbaren Jahrgängen deutlich. Der Anteil von indifferenten Bildern – stellvertretend für Fälle, die sich keiner idealisierten Struktur zuordnen lassen – ist mit 54 Prozent erheblich. Dabei lässt sich eine Einteilung über numerische Skalenwerte noch deutlich einfacher gestalten als die Interpretation der nominalen Merkmale in qualitativen Untersuchungen, also solche, die keine numerische Ausprägung haben.

Die Probleme in dieser Untersuchung liegen z.B. auf methodischer Seite. Die offene schriftliche Befragung von Schülerinnen und Schülern in diesem Alter ist als problematisch anzusehen, da die formulierten Antworten häufig wenig gehaltvoll sind. In Leitfadeninterviews wären Zwischenfragen und Nachhaken möglich gewesen, so dass mehr inhaltliche Tiefe und damit klarere Profile der Teilnehmenden erreicht worden wären. Die schriftlichen Berichterstattungen über die individuellen Vorstellungen sind nicht vollständig, da nicht alle bei den Testpersonen vorhandenen Aspekte genannt worden sein müssen. Damit sind die Charakterisierungen der Testpersonen eventuell unzureichend. Es entstehen also Unschärfen bei der Datenerhebung, welche die nicht vorgefundenen Strukturen erklären können.

Neben den methodischen Problemen kann aber auch der Gegenstandsbereich selbst für diese Ergebnisse verantwortlich sein. Es ist möglich, dass die mathematischen Beliefsysteme bei Schülerinnen und Schülern diesen Alters tatsächlich indifferent sind, wie es bereits bei TIMSS interpretiert wurde. Es wäre also denkbar, dass die fehlende Klarheit nicht nur an der Erhebungsmethodik liegt. Für viele Lernende ist der Charakter der Mathematik nicht eindeutig festgelegt. Die Vorstellungen sind oftmals mit Unsicherheiten darüber verbunden, was Mathematik eigentlich ist und was sie leisten kann. Die Merkmale, die mit dieser Studie aufgedeckt wurden, wären dann beispielsweise lediglich Fragmente eines unvollständigen, nicht eindeutigen Bildes, das durch unterschiedliche Wirkfaktoren beeinflusst wird. Unter diesen Faktoren ist der Mathematikunterricht sicherlich zentral, jedoch nicht der einzige. Der Umgang mit der Mathematik sowie die Bedeutung in der Gesellschaft und in alltäglichen Situationen stellen ebenso wichtige Faktoren dar, die ebenfalls das Bild von Mathematik bei den Lernenden beeinflussen. Innerhalb dieser Faktoren zeichnet sich aber unter Umständen bereits ein nicht zu unterschätzendes Spannungsverhältnis ab. In der hochtechnisierten Welt ist es unumstritten, dass die Mathematik eines der wichtigsten Werkzeuge überhaupt darstellt. Auf der anderen Seite erleben die Schülerinnen und Schüler häufig nur basale rechnerische Anwendungen von Mathematik im Alltag, die auch ohne den Mathematikunterricht der Mittelstufe ausgeführt werden könnten. Diese Spannung wird z.B. durch das „NASA-Zitat" deutlich, wo der Schüler sich nur in diesem speziellen Beruf eine Anwendung von Mathematik vorstellen kann. Die Dominanz von rechnerischen Anwendungen in den Vorstellungen der Testpersonen werden durch viele Aussagen deutlich.

Diese Fragmente von Vorstellungen treten bei Befragungen je nach Kontext und persönlicher Sinngebung inzidentell auf und ergeben kein kohärentes System bezüglich verschiedener Objekte, die mit der Mathematik zu tun haben. Das Beispiel Logik zeigt, wie, je nach individueller Vorstellung, die Logik unterschiedliche Funktionen und Bedeutungen einnehmen kann.

Diese Interpretation impliziert sowohl positive als auch negative Aspekte. Ist das Bild von Mathematik noch nicht hinreichend gefestigt, kann es in Zukunft noch „im positiven Sinne" ausgestaltet und weitergehend spezifiziert werden. Betrachtet man allerdings die Ergebnisse aus TIMSS-III, so geschieht diese Ausgestaltung häufig in sehr schematischer Weise, da die übliche unterrichtliche Umsetzung von mathematischen Stoffen in höheren Schulstufen in besonderer Weise dazu einlädt. Diese schematische Sicht auf Mathematik muss in Hinblick auf mathematische Literalität als Problem gesehen werden. Gerade schematische Sicht auf die Mathematik ermöglicht es nicht, Mathematik funktional und reflektiert in verschiedenen Kontexten und Situationen zu verwenden. Dies konnte bereits von TIMSS in Detailanalysen bestätigt werden. Es wäre deshalb um so wichtiger, frühzeitig ein weites, aber konkretes und – in Hinblick auf das lebenslange Weiterlernen – zukunftsfähiges Bild von Mathematik zu vermitteln. Derart gediegene Beliefsysteme können bei den Schülerinnen und Schülern in dieser Untersuchung jedoch nicht festgestellt werden.

3.1.4. Zusammenfassende Interpretation der Ergebnisse

Zwischen den einzelnen Beliefs, die in dieser Untersuchung rekonstruiert wurden, mangelt es an Zusammenhängen, so dass fehlende Strukturen es verhindern, idealtypische Beliefsysteme zu benennen. Dennoch können die Daten dazu verwendet werden, um summativ über die Entwicklung innerhalb des Testzeitraums und über die jeweiligen Verhältnisse bei den beiden Messpunkten Aussagen zu fällen.

In den Charakteristika von Mathematikunterricht und Mathematik lassen sich zwar verschiedene Aspekte aufdecken, die Entwicklungen dieser Aspekte jedoch lassen sich durch Zuwächse fast aller Dimensionen beschreiben, so dass die Veränderung nicht bewertet werden kann. Durch die Ähnlichkeiten zu den Dimensionen Schema, Formalismus, Anwendung und Prozess aus der Studie von Grigutsch kann diese Untersuchung bestätigen, dass diese Dimensionen für den Bereich der Beliefsysteme entscheidende Kategorien darstellen, in denen sich die Bilder von Mathematik bei Lernenden unterscheiden können. Doch musste ebenso festgestellt werden, dass die Ausprägungen dieser Kategorien bei den Schülerinnen und Schülern dieser Untersuchung nicht deutlich zu erkennen waren.

Betrachtet man die typischen Aufgaben (II) und die Zugehörigkeitskriterien von Mathematikaufgaben (III), so wird deutlich, dass diese Beliefs dort klarer und festgelegter sind. Mathematik wird häufig als Fachgebiet von Zahlen und deren Verknüpfung durch festgelegte Algorithmen verstanden. Eigene schöpferische Aktivitäten sowie authentische Probleme werden häufig ausgeschlossen. Viele Aufgaben dienen nur einem innermathematischen Zweck bzw. dem Üben von Lösungsprozeduren. Ein sinngebender Zusammenhang zwischen Mathematik und Realität wird nur selten gesehen. Die Vorstellungen von Anwendungen im Alltag und in zukünftigen Lebenssituationen bleiben unkonkret oder beziehen sich oft auf rein rechnerische Kalküle. Mathematik wird nur sehr selten als mächtiges Werkzeug zum Lösen verschiedenster Probleme empfunden.

Immerhin lassen sich bezüglich der Aufgabenauswahl Veränderungen aufzeigen. Die reine Rechenaufgabe wird deutlich seltener gewählt. Dies hängt zum Teil mit einer erhöhten Anstrengungsbereitschaft, aber auch häufig mit einem höheren Bedürfnis nach einem sinngebenden Moment zusammen. Diese Entwicklung ist als positiv zu bewerten.

In Hinblick auf die mathematische Literalität lässt sich vermuten, dass auch die Beliefsysteme neben den geforderten Fähigkeiten weitere entscheidende

Aspekte darstellen, um diese Kompetenz zu beschreiben. Die Art der Beziehung kann in dieser Untersuchung nicht eindeutig geklärt werden. Es erscheint dennoch nicht sinnvoll, diese Konstrukte getrennt voneinander zu behandeln. Dieser Ansatz soll in Teil 3 noch tiefergehend dargestellt werden.

Da für diese Untersuchung bezüglich der verschiedenen Bildungsgänge ausschließlich leistungsstarke Schülerinnen und Schüler ausgewählt wurden, können über die Beliefsysteme von leistungsschwächeren Lernenden keine Aussagen getroffen werden.

3.2. Teilstudie zu Bearbeitungsprozessen komplexer realitätsbezogener Aufgaben:

3.2.1. Anlage der Teilstudie

Wie auch der Ansatz zur Erhebung der Einstellung zur Mathematik ist dieser Forschungsansatz im Bereich von qualitativer Forschung anzusiedeln. Ebenso wurde hier keine Dimensionalisierung des zu untersuchenden Gegenstands a priori vorgenommen. Es geht bei den gestellten Aufgaben nicht nur um eine Bewertung in richtig und falsch, sondern primär um eine in die Tiefe gehende Analyse der Lösungen von realitätsbezogenen Problemen. Schwerpunkt soll sein, bestimmte Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler im Rahmen mathematischer Literalität zu betrachten, wobei die Fähigkeit des formalen Verwendens von innermathematischen Lösungsroutinen nicht im Mittelpunkt steht, da diese bereits im quantitativen Teil zu Genüge berücksichtigt wurde. Unter den in 1. (S.11) genannten Zielen sind besonders die letzten vier von Bedeutung:

(3) Die Fähigkeit, mit Hilfe der Mathematik kommunizieren zu können; die mathematische Sprache und Zeichen zur Darstellung von Sachverhalten und Zusammenhängen verwenden zu können,

(4) die Fähigkeit, Probleme mit Mathematik zu bearbeiten, Strukturen zu erkennen, Zusammenhänge herzustellen und in geeigneter Weise mit mathematischen Methoden zu bearbeiten,

(5) die Fähigkeit, mathematische Schlussfolgerungen ziehen zu können und diese argumentativ darzulegen,

(6) die Fähigkeit, Lösungsroutinen und mathematische Konzepte flexibel und reflektiert anzuwenden.

Die Dimensionen (1) und (2) – also der Bereich um Einstellungen und Haltungen – von mathematischer Literalität (siehe S.11) wurden in dem vorherigen Kapitel untersucht und können bei diesen Analysen höchstens indirekt, d.h. als Wirkungen auf die Tätigkeiten, beobachtet werden und spielen in diesem Teil damit eine untergeordnete Rolle.

Es ist in einschlägiger Diskussion Konsens, dass die Kommunikationsfähigkeit (3) nur schwer in einem Paper-Pencil-Test abgeprüft werden kann. Deshalb wird auch diese Komponente in dieser Untersuchung weniger bedeutend sein.

Damit verbleiben für die Analysen im Wesentlichen die Dimensionen (4) bis (6). Hierzu wurden die Schülerinnen und Schüler, wie bereits erwähnt, anhand der

Daten aus der Gesamterhebung so ausgewählt, dass die grundlegenden Fertigkeiten, insbesondere bezüglich der sicheren Ausführung von Routineverfahren und des Wissens über gängige Konzepte der Mathematik vorausgesetzt werden konnte. Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass die Problemlösung tendenziell nicht an den basalen Anforderungen in den komplexen Aufgaben scheiterten. Auf dieser Basis konnte dann überprüft werden, ob die Lernenden in der Lage waren, das Wissen wirklich flexibel, reflektiert und sicher in unterschiedlichen Situationen anzuwenden. Zusammengefasst sind diese Fähigkeiten als Kompetenz[26] aufzufassen und wichtige Bestandteile von mathematischer Literalität.

Ausschlaggebend bei der Auswahl der Aufgaben waren eine kontextuelle Aufgabenstellung und die Nähe zur Realität. Die Aufgaben sollten möglichst in einem authentischen Kontext stehen und nicht nur eingekleidete Aufgaben darstellen. Das bedeutet wiederum nicht, dass es sich dabei ausschließlich um alltägliche Probleme oder Situationen aus der direkten Lebenswelt der Lernenden handeln muss. Vielmehr geht es darum, sinnstiftende Situationen zu erzeugen, in denen die Schülerinnen und Schüler eine Problematik von gewisser Bedeutung für sich selbst oder im weiteren Sinne für die Gesellschaft erkennen. Außerdem wurde versucht, auf reale Gegebenheiten zurückzugreifen, indem z.B. existente Rennstrecken und authentische Preistabellen von Mobilfunkanbietern verwendet wurden.

Die Aufgaben werden zur besseren Lesbarkeit jeweils direkt vor der Auswertung erläutert (Die Aufgaben im Originallayout befinden sich jeweils im Anhang dieser Arbeit: Anhang III).

3.2.2. Auswertungsmethodik

Die Aufgaben werden wie bei den Beliefsystemen offen ausgewertet. Es wird Teil der Auswertung sein, die entscheidenden Merkmale herauszuarbeiten, die in den Lösungen der Schülerinnen und Schüler auftreten. Auf diese Weise entsteht eine

---

[26] Wir verstehen unter Kompetenzen in Anschluss an Jäger (2001) folgendes: „Kompetenz bezeichnet die Fähigkeit einer Person, auf Grundlage gesicherter Erkenntnisse und anerkannter Methoden und Regeln die sachliche Richtigkeit bzw. Angemessenheit von Aussagen und Aufträgen persönlich nachzuprüfen, zu beurteilen und in gesellschaftlicher Verantwortung in Handlungen umzusetzen, Probleme zu lösen sowie aus dem hohen eigenen Wissen- und Erkenntnisrepertoire heraus sich und – damit verbunden – das Arbeitsfeld im Sinne des lebenslangen Lernens weiterzuentwickeln“ (Jäger 2001: S.162).

Vielzahl von Kategorien, die in Abkürzungen die vorgefundenen Charakteristika beschreiben. Entscheidend wird sein, aus der Menge von kodierten Merkmalen, diejenigen auszuwählen, die bedeutende Aspekte der mathematischen Literalität beschreiben.
Der Forschungsprozess und die damit verbundenen Schritte gestalten sich zum Teil ähnlich wie bei den Beliefsystemen in Teil 1. Deshalb werden die Schritte im Folgenden nur überblickartig angeführt.

Im ersten Schritt wurden die Lösungen aller Schülerinnen und Schüler gesichtet. Während der mehrmaligen Durchsicht der Lösungen wurden Memos zu den Bearbeitungen hinzugefügt, um die angestellten Deutungen – schließlich sind einige Beiträge nicht direkt nachvollziehbar – nicht jedes Mal von Neuem wiederholen zu müssen. Die Lösungen wurden dabei so intersubjektiv[27] wie möglich betrachtet.
Anhand der auftretenden Merkmale wurden die Aufgabenlösungen der einzelnen Testpersonen vergleichend kodiert. Die Kodes beschreiben dabei als eine Art Etikett die aufgetretenen Merkmale. Mit Vergleichen zwischen den Fällen soll gewährleistet sein, dass die Zuordnung und die Inhalte der Kodes die Daten sinnvoll beschreiben und der Kontrast zwischen den unterschiedlichen Merkmalen abgebildet wird – d.h. die Unterschiede und Gemeinsamkeiten herausgearbeitet werden.
Aus diesen Kodes und den theoretischen Überlegungen wurden Dimensionen gebildet, die in Hinblick auf die mathematische Literalität die aktivierten Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler innerhalb jeder Aufgabe benennen und die Betrachtung von Veränderungen zwischen den beiden Testpunkten zulassen.

3.2.3. Ergebnisse

Entlang der fünf[28] zur Auswertung vorliegenden Aufgaben wurde jeweils nach Dimensionen gesucht, die Unterschiede in Bezug auf mathematische Literalität beschreiben. Zur inhaltlichen Bestimmung dieser Dimensionen werden Beispiele aus den Schülerlösungen angeführt, um die Auswahl zu belegen und die

[27] Zur Erhöhung der Objektivität wurden die Bearbeitungen jeweils durch zwei Betrachter interpretiert und auf einer konsensuellen Auslegung bestanden.

[28] Vier Aufgaben wurden in der Tiefenuntersuchung gestellt, eine Aufgabe stammt aus der Gesamterhebung. Letztere soll zusätzlich qualitativ ausgewertet werden, da sie als Kurzaufsatz-Aufgabe dafür geeignet erschien.

Dimensionen zu veranschaulichen. Bei diesen Belegen werden unterschiedliche Techniken verwendet. Antworten, die in reiner Textform die Sachverhalte beschreiben, werden in Form von wörtlichen Zitaten dargestellt. Für den Fall, dass der reine Text nicht alle notwendigen Informationen widerspiegelt, weil z.B. Strukturen bei der Rechnung oder grafische Elemente in der Lösung enthalten sind, werden die Bearbeitungen als Abbildungen eingefügt.

Es werden stets die Häufigkeitsverteilungen der Schülerinnen und Schüler auf diese Dimensionen betrachtet und jeweils innerhalb der Testpunkte – und auch in Bezug auf die Veränderung in dem Zeitraum dazwischen – in Hinblick auf mathematische Literalität bewertet. Alle Veränderungen wurden fallbezogen in Kreuztabellen abgesichert, welche die Häufigkeiten beider Testpunkte zweidimensional darstellen. Immer dann, wenn bedeutende Konstellationen auftreten, werden diese Kreuztabellen zusätzlich zu den Häufigkeitstabellen eingefügt, um die Veränderungen näher beschreiben zu können.

„Kapitänsaufgabe": Proportionalität bei Schulnoten bzw. Dreisatz bei dem Gewicht von Muscheln

Dieser Aufgabentyp wurde in den beiden Untersuchungen durch zwei verschiedene Aufgabenstellungen repräsentiert, um Erinnerungseffekte bei der zweiten Testdurchführung weitestgehend auszuschließen. Die Aufgaben wurden in einer anderen Untersuchung als äquivalent bezüglich ihrer Lösungshäufigkeiten bestätigt und werden in dieser Untersuchung jeweils dazu verwendet, die reflektierte Verwendung von Mathematik in kontextuellen Situationen zu überprüfen.

> 1. Die Klasse 8a bekommt ihre Mathematikarbeit zurück, für die 45 Minuten Bearbeitungszeit zur Verfügung stand. Milena war schon nach 15 Minuten fertig, ihre Arbeit wurde mit 1 beurteilt. Rudi brauchte 30 Minuten und schrieb eine 2. Kannst du sagen, welche Note Tanja erhielt, die ihre Arbeit nach 45 Minuten abgab? Begründe deine Antwort!
>
> 2. Verena sammelt am Strand verschiedene Muscheln und legt zu Hause drei davon auf die Waage. Sie wiegen zusammen 27 g. Danach legt sie noch zwei weitere dazu. Welches Gesamtgewicht zeigt die Waage nun an? Begründe deine Antwort!

Sachkontextuell unterscheiden sich die Situationen nicht unerheblich. Während bei der Aufgabe mit den Zensuren keine Situation denkbar ist, in der Schulnoten nach der Bearbeitungszeit festgelegt werden, kann man sich sehr wohl vorstellen, dass die nahegelegte Modellierung der Problematik mit den Muscheln Sinn machen kann. Das wäre z.B. der Fall, wenn die Muscheln trotz der erwähnten Unterschiedlichkeit ein vergleichbares Gewicht hätten. Nur dann wäre die Aussage, dass die Muscheln in etwa 45g wiegen werden, im Sinne einer Approximation sinnvoll.

Dennoch kann man sagen, dass beide Aufgaben klassisch betrachtet keinen „Sinn“ machen, da es auf der einen Seite keinen sachlogischen Zusammenhang zwischen der Bearbeitungszeit und der Leistungsbeurteilung einer Klassenarbeit gibt, und sich auf der anderen Seite das Gewicht der beiden dazukommenden Muscheln nicht durch die angebenden Daten ermitteln lässt, da die Muscheln verschieden sind und damit auch ein unterschiedliches Gewicht haben werden. Auf Grund dieser „Sinnlosigkeit“ möchte ich diese Aufgaben in den Bereich der *Kapitänsaufgaben*[29] einordnen. Elsbeth Stern beschreibt diese als „Aufgaben, bei denen aus der gegebenen Information keine neue Information errechnet werden kann, weil die vorgegebene Information unvollständig ist oder nichts mit der Frage zu tun hat“ (Stern, 1992: S.15). Als eine mögliche Erklärung für das „unlogische“ Verhalten der Schülerinnen und Schüler führt sie die Schlüsselwortstrategie an, bei der lediglich nach Schlüsselbegriffen im Aufgabentext gesucht wird, ohne den jeweiligen Kontext in seiner Vollständigkeit zu beachten. Baruk benutzt den Begriff *Unsinnsaufgaben* und unterscheidet diese von gewöhnlichen Textaufgaben. Jedoch unterstellt sie auch letzteren, oft wenig mit der tatsächlichen Lebenswelt zu tun zu haben, und dass auch sie primär einem innermathematischen Sinn folgen (vgl. Baruk 1989: S.243). Erklärungsansatz von Baruk ist es, ähnlich der Schlüsselwortstrategie, dass die Lernenden eine durch viele gewöhnliche Aufgaben erlernte, schematisch anwendbare Strategie nutzen, die einer mathematischen Systematik folgen. Sie nennt dieses mathematisch sinnstiftende Moment *numerische Kohärenz* und unterscheidet diese von einer *sachlogischen Kohärenz*, die für den Sinn im jeweiligen Kontext steht (vgl. Baruk 1989: S.251).

Mit beiden Aufgaben soll untersucht werden, inwieweit die Probanden auf die numerische, auf Schlüsselbegriffen basierende Strategie zurückgreifen oder aber sachlogisch kohärent auf diese Fragen antworten.

---

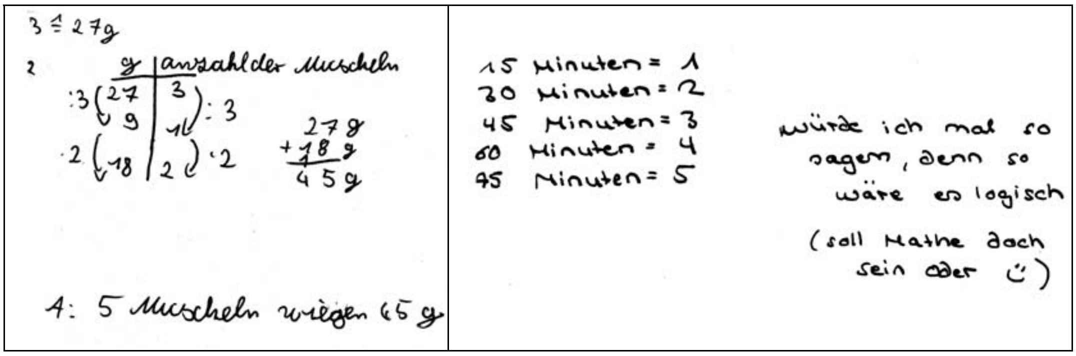
[29] Der Name Kapitänsaufgaben geht zurück auf ein typisches Aufgabenformat aus dem Sachrechenbereich, bei dem die Informationen in Form von Zahlen nichts mit der Frage nach dem Alter des Kapitäns zu tun haben, z.B.: Ein Schiff ist 99 Meter lang, hat drei Masten und 157 Quadratmeter Segelfläche; an Bord befinden sich 36 Mann Besatzung, darunter 11 Chinesen und ein Puertoricaner, ferner zwei Hunde, fünf Katzen und ein Papagei. Wie alt ist der Kapitän?

Auswertung:

Bei der Kodierung der Aufgaben wurde sehr deutlich, dass sich genau diese beiden grundsätzlichen Dimensionen nach Baruk in den Herangehensweisen der Schülerinnen und Schüler auffinden lassen.

Die erste Dimension zeichnet sich durch eine strikt rechnerische Bearbeitung aus, die ausschließlich einem numerischen Sinn, also der angedeuteten mathematischen Systematik folgt. Hier wird rein schematisch, dem vermeintlichen numerischen Zusammenhang folgend, die „sinnlose“ Lösung produziert (*numerisch*). Bei der ersten Aufgabe wird meist in 15-Minuten-Schritten die Note um eins verschlechtert (siehe Abbildung 34 rechts) oder direkt auf eine Proportionalität verwiesen. Es wird z.B. auch sachkontextuell unlogisch über die maximale Bearbeitungszeit von 45 Minuten hinaus bis zur Note 5 extrapoliert, die man für eine 75-minütige Bearbeitung erhalten würde (siehe Abbildung 34 rechts). Bei diesem Beispiel wird besonders deutlich, dass der Kontext bei der

Abbildung 34: Numerisch kohärente Lösungen (T2-II, H, m)(T10-I, GS, w)



mathematischen Bearbeitung keine Rolle spielt. Für die Schülerinnen und Schüler, die dieser Kategorie zuzuordnen sind, scheint dieses numerisch kohärente Schließen sinngebend zu sein, wie auch das nachfolgende Zitat zeigt. Der Schüler stellt heraus, dass dieser Zusammenhang „doch klar“ ist, und damit also keine andere Bearbeitungsmöglichkeit in Frage kommt:

> „Also wen Milena nach 15 Minuten eine 1 bekommt, wen Rudi 30 Minuten braucht und eine 2 bekommt Tania 45 Minuten braucht ist es doch klar das sie eine 3 bekommt“ (T30-I, R, m).

Die numerisch kohärente Lösung bei der Muschelaufgabe geht über einen Dreisatz und unterscheidet sich nur unwesentlich von der Parallelaufgabe. Es wird unter der stillschweigenden Annahme, dass jede gesammelte Muschel neun Gramm wiegen müsse, das Gesamtgewicht von 45 Gramm berechnet (siehe Abbildung 34 links). Der entscheidende Begriff „verschieden“ wird dabei nicht berücksichtigt, da der numerische Zusammenhang scheinbar zu dominant ist.

Demgegenüber wird in der zweiten Variante sachlogisch Kritik an dem nahegelegten numerischen Zusammenhang geübt bzw. auf die Unterschiedlichkeit der Muscheln verwiesen. Es wird jeweils deutlich, dass es für die Schülerinnen und Schüler keine Lösung für die formulierte Frage gibt. Dazu wird innerhalb des jeweiligen Kontextes logisch argumentiert (*sachlogisch*).

> „Nein, das kann ich nicht sagen! Es kommt immer darauf an, wie die Leistungen der Person sind. Man kann es doch nicht nach der Zeit beurteilen“ (T20-I, GY, w)

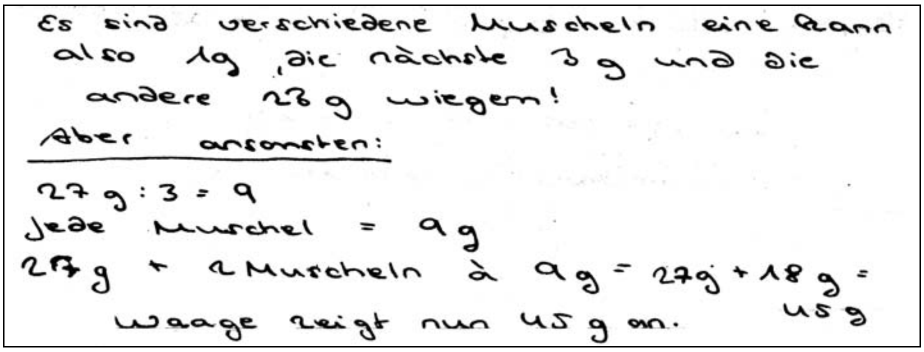
> „Die Note ist vollkommen unabhängig von der Zeit, in der sie diese Aufgabe gelöst hat. Das mit den Noten und der dazu gehörigen Zeit ist Zufall“ (T25-I, GY, w).

> „Man kann nicht wissen, was die Waage anzeigen wird, da ja in der Aufgabe erwähnt wird das es unterschiedliche Muscheln sind. Dh. die Muscheln sind wahrscheinlich nicht gleich groß und daher auch nicht gleich schwer“ (T27-II, GY, w)

Als dritte Variante lässt sich eine Mischung der eben dargestellten Pole auffinden. Es gibt Schülerinnen und Schüler, die sowohl dem numerischen Zusammenhang folgen als auch in einem zweiten Schritt Kritik an dieser Lösung üben. Sie verwenden diese Kritik jedoch nicht dazu, die numerische Lösung zu verwerfen, sondern unterscheiden anscheinend zwischen der mathematischen Lösung und der Antwort auf das reale Problem (*differenzierend*).

> „Tanja müsste theoretisch eine 3. bekommen, weil alle 15 Minuten die Note um 1 steigt. Aber die Zeit steht ja im allgemeinen in keinem Verhältnis zur Leistung“ (T26-II, GY, m).

Abbildung 35: Differenzierende Lösung (T10-II, GS, w)


Es sind verschiedene Muscheln eine kann
also 1g, die nächste 3 g und die
andere 23 g wiegen!
Aber ansonsten:
27 g : 3 = 9
Jede Murchel = 9 g
27 g + 2 Murcheln à 9 g = 27g + 18 g =
Waage zeigt nun 45 g an. 45 g

Es wird deutlich, dass die beiden Aussagen nebeneinander bestehen bleiben. Dabei ist eine die „mathematische“ Lösung und die andere eine kontextuelle. Der Schüler T-26 (siehe Zitat oben) benutzt dabei das Wort „theoretisch“ und bezweifelt zugleich die Allgemeingültigkeit des Zusammenhangs. Schülerin T-10 geht genau umgekehrt vor. Scheinbar spontan schreibt sie ihre Gedanken nieder, um schließlich die numerische Lösung unter „Aber ansonsten“ anzugeben. Es besteht sichtlich eine Unsicherheit darin, die erste Aussage auch in Bezug auf eine mathematische Fragestellung beizubehalten, da der strukturelle Zusammenhang dieser beiden Ebenen nicht klar ist. Mathematik bleibt isoliert von dem sachlogischen Zusammenhang.

Bei der Bearbeitung der Muschelaufgabe ergab sich eine weitere Variante, die auf Grund des Sachkontextes nur innerhalb dieser Aufgabenstellung auftreten konnte. Hier wurde ausgehend von der Hypothese, dass die Muscheln im Schnitt neun Gramm wiegen, eine Näherung für die Gesamtsumme getätigt (ca. 45g). Diese Variante kam zwei Mal in dem Sample vor (*hypothetisch:* siehe nachfolgendes Zitat). Ihr wird jedoch in dieser Untersuchung auf Grund der geringen Anzahl wenig Bedeutung zugemessen.

> „Wenn drei Muscheln 27g wiegen denke das jede Muschel im Schnitt 9g deshalb wiegen alle Muscheln ungefähr 45g“ (T3-II, R, m).

Tabelle 20: Häufigkeiten der Dimensionen in „Kapitänsaufgaben“ (1)

Dimensionen	Testpunkt 1	Testpunkt 2
sachlogisch	11	7
numerisch	11	15
differenzierend	9	7
hypothetisch	-	2

Die Verteilungen auf die Dimensionen (Tabelle 20) machen deutlich, dass die Anzahl der Schülerinnen und Schüler in der numerischen Dimension zugenommen und die Anzahl in der sachlogischen Dimension abgenommen hat. Bei der Interpretation ist jedoch Vorsicht geboten, da die beiden Aufgaben sachkontextuell nicht äquivalent sind. Bei der Betrachtung von Wechseltypen zwischen den beiden Testpunkten wurde zwar deutlich, dass vier der elf sachlogisch antwortenden Lernenden aus Testpunkt 1 ein Jahr später in die numerische Dimension wandern, doch lassen sich die Veränderungen nicht sicher genug interpretieren. Die Verteilungen innerhalb der einzelnen Testpunkte zeigen aber die Probleme der Schülerinnen und Schüler bei diesen Aufgaben deutlich auf. Lediglich ein gutes Drittel (T1) bzw. weniger als ein solches (T2) bearbeitet diese Aufgabe sachlogisch kohärent. Die Mehrzahl arbeitet rein numerisch oder trennt tendenziell die mathematische Lösung von einer für die Realität angemessenen Behandlung des Problems. Der kritische Umgang mit mathematischen Verfahren und das Bewusstsein über die Beziehung der Mathematik zur Realität sind demnach bei dem größeren Teil der Probanden weniger ausgeprägt oder gefestigt. In Hinblick auf die mathematische Literalität stellt dies ein bedeutendes Defizit dar.

Prozentwertaufgabe

Folgende Aufgabe zur Prozentrechnung, die für den zweiten Testpunkt geringfügig abgewandelt wurde (Testpunkt 2 siehe jeweils Angaben in Klammern), sollte bearbeitet werden:

> Hosen (Schuhe) werden zwei Wochen lang zu einem Einführungspreis von 50 € (75 €) pro Stück (Paar) angeboten. Danach wird der Preis um 10% erhöht. Als deshalb die Nachfrage stark nachlässt, wird der erhöhte Preis nun wieder um 10% gesenkt. Peter meint: "Dann muss man ja jetzt genauso viel bezahlen wie vorher." Was meinst du dazu? Begründe deine Antwort.

Eine häufige Fehlvorstellung innerhalb der Prozentrechnung liegt in der Umkehrung der Rechnung, die als inverse Operation verstanden wird. Dabei liegt entweder eine „additive" Vorstellung vor, die auf einer grundlegenden Fehlvorstellung der Prozentrechnung beruht ($-p + p = 0$), oder aber die Prozentwerte werden irrtümlicher Weise als konstant angenommen, da der veränderte Grundwert nicht berücksichtigt wird (das Problem wird z.B. häufig bei der Rechnung mit Zinseszins deutlich).

Zentral für die Analyse der Lösungen ist nicht das Kriterium der Richtigkeit der Rechnung, sondern die Art und Weise der Argumentation. Zu erwarten sind Lösungen, bei denen die Probanden den jeweiligen Endpreis ausrechnen und diesen mit dem Einstandspreis vergleichen. Ebenso ist eine strukturelle Verallgemeinerung denkbar, bei denen die Schülerinnen und Schüler allgemein, d.h. über die unterschiedlichen Prozentwerte in Bezug auf die veränderten Grundwerte argumentieren und dabei eventuell eine algebraische Form zur Begründung verwenden.

Auch bei dieser Aufgabe spielt der Kontext eine nicht unerhebliche Rolle. Schließlich wird auf alltägliche Preisveränderungen Bezug genommen, die mit häufig erlebten Erhöhungen verbunden sind. Es ist nicht auszuschließen, dass der Kontext unter Umständen die mathematischen Zusammenhänge unterläuft.

<u>Auswertung:</u>

Bei der Auswertung können die Antworten der Probanden auf der ersten Ebene nach der Zustimmung zu bzw. der Ablehnung der in der Aufgabe formulierten Hypothese „Dann muss man ja jetzt genauso viel bezahlen wie vorher" unterschieden werden. Auf diesen Ebenen können wiederum verschiedene Dimensionen aufgedeckt werden.

Die zustimmenden Bearbeitungen zeigen verschiedene Probleme bei der Prozentrechnung auf. Für einige wenige (primär den Schülerinnen und Schülern des Jahrgangs 7[30]) ist die Prozentrechnung ein absolutes Konzept, bei dem ein fester Betrag unabhängig von dem Grundwert addiert bzw. subtrahiert wird (vier und später zwei Personen).

> „Das ist genauso als wen ich sage 10+10=20 und dan 20-10=10 gibt das gleiche, der preis ist um das gleiche gesunken wie gestiegen“ (T2-II, H, m).

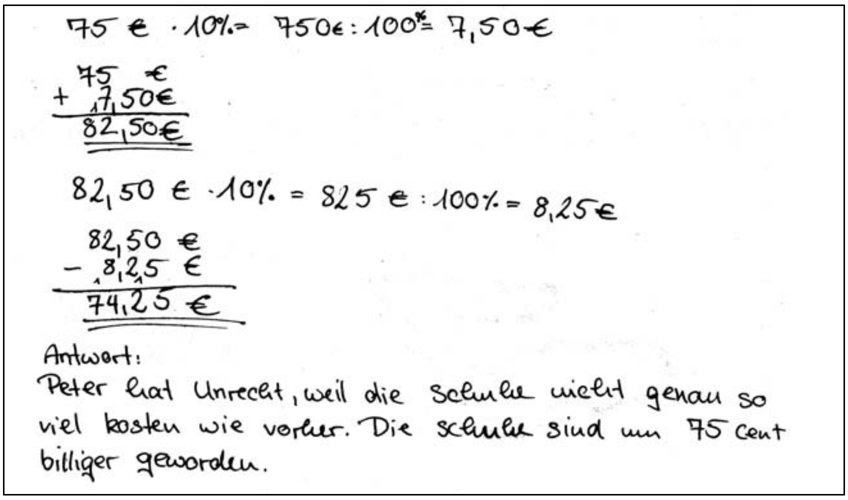
Ebenso trat der Fehler mit einem konstanten Prozentwert auf, bei dem der neue Grundwert bei der Reduzierung nicht berücksichtigt wird.

> „Peter hat Recht weil sie erst 75€ kosten dann 7,50€ mehr und dann wieder 7,50€ weniger“ (T6-II, GS, m).

Beide Fehlertypen sind primär[31] auf der Seite der innermathematischen Fähigkeiten anzusiedeln und werden hier zusammen als Fehlvorstellungen behandelt (*Fehlvorstellung*).

Bei den ablehnenden Antworten lassen sich zwei Pole aufdecken. Bei der ersten Variante wird unter Berücksichtigung der gegebenen Daten die komplette Rechnung durchgeführt, um in einem abschließenden Vergleich des Endpreises mit dem Einstandspreis festzustellen, dass die Ware nach den beiden Preisveränderungen günstiger ist (*Berechnung*). Dabei gibt es Lösungen, die sehr stark in Form eines Textes gegeben werden (siehe nachfolgendes Zitat), und es gibt Lösungen, die sehr strukturiert im Sinne von Rechnung und Antwortsatz formuliert werden (siehe Abbildung 36).

Abbildung 36: Strukturierte Berechnung der Preise (T8-II, GS, w)


75 € · 10% = 750€ : 100% = 7,50€

75 €
+ 7,50€
82,50€

82,50 € · 10% = 825 € : 100% = 8,25€

82,50 €
− 8,25 €
74,25 €

Antwort:
Peter hat Unrecht, weil die Schuhe nicht genau so viel kosten wie vorher. Die Schuhe sind um 75 Cent billiger geworden.

---

30 Da die Prozentrechnung Stoff des Schuljahres 7 ist, ist daher einleuchtend, dass Schülerinnen und Schüler in der Mitte des Schuljahres eventuell noch Probleme in diesem Bereich haben.

31 Primär bedeutet dabei, dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass sich eventuell Unsicherheiten bei der Bearbeitung durch den Kontext ergeben. Diese Problematik kann jedoch in dieser Arbeit nicht analysiert werden.

> „Man muss weniger bezahlen als zu Anfang, zählt man nämlich zu 50€, 10% (Das sind 5€) dazu dann sind das 55€, und 110%. 10% davon sind dann natürlich 5,50€. Zieht man die wieder ab zahlt man noch 49,50€. Also 50 Cent weniger als zu Anfang“ (T7-I, GS, w).

Der zweite Pol stellt eine strukturelle Verallgemeinerung dar, die in Form einer allgemeinen Beschreibung des Prinzips angeführt wird. Es wird über die Veränderung des Grundwertes und die damit verbundene Änderung des Prozentwertes argumentiert (*Verallgemeinerung*).

> „Die Schuhe sind billiger geworden, da sie erst um 10% von einer kleineren Zahl erhöht wurden. Dann war der Preis jedoch höher und der Betrag 10% von dieser Zahl ist höher als die anderen 10%. Also wenn man mehr subtrahiert als addiert wird die Zahl kleiner“ (T27-II, GY, w).

> „Nein das ist falsch, den 10% von 75€ und 10% von einem höheren oder niedrigerem Preis sind nicht dasselbe“ (T8-II, GY, m).

Es gibt allerdings keine Antworten, die eine Formulierung durch eine Gleichung beinhalten (z.B. $1,1*G*0,9 < G$). Scheinbar sind die Lernenden nicht in der Lage, sich des mächtigen Mittels der algebraischen Form für die Beschreibung des allgemeinen Falls zu bedienen.

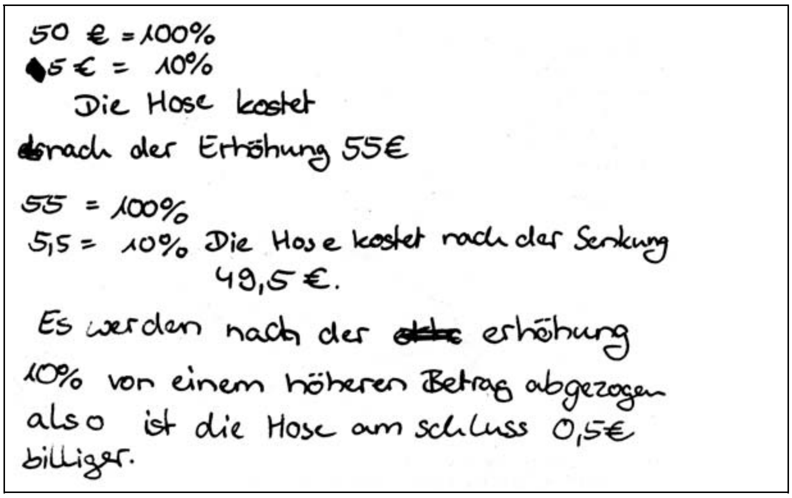
Auch in dieser Aufgabe lässt sich eine Mischform zwischen diesen beiden Polen vorfinden, bei der die Probanden sowohl die Berechnung vornehmen als auch versuchen, das allgemeine Prinzip zu benennen. Die Beschreibung des allgemeinen Zusammenhangs allein kann jedoch nicht als tragfähig bezeichnet werden. Vielmehr ist die Antwort als Tendenz zur Verallgemeinerung zu verstehen, bei der deutlich wird, dass die Testperson den allgemeinen Zusammenhang zwar andeutet, sie aber nicht so schlüssig beschreibt, dass das Prinzip deutlich wird (*Tendenz* [zur Verallgemeinerung]). Abbildung 37 zeigt, wie eine Schülerin zuerst den endgültigen Preis ausrechnet, um anschließend mit einer richtigen Erklärung das Prinzip zu beschreiben. Es wird jedoch nicht deutlich, dass dies unabhängig von dem konkreten Zahlenbeispiel immer der Fall sein wird. Außerhalb dieser Kategorien befanden sich außerdem insgesamt vier Antworten, die einen Fehler in der Schlussfolgerung aufweisen. Dabei handelt es sich scheinbar um die Auswirkungen des Kontextes, bei dem es wohl nicht naheliegend ist, dass der Verkaufspreis sinken könnte (siehe nachfolgendes Zitat) (*Kontext*). Die innermathematische Ausführung ist im Prinzip richtig, wird aber durch den Kontext gestört[32].

---

[32] In dieser Arbeit können wir nicht auf die vielseitigen Effekte von kontextuellen Aufgaben eingehen. Hier soll nur entscheidend sein, <u>dass</u> die Schülerinnen und Schüler

„Nein, ich denke man muss mehr bezahlen als vorher. Wenn der Einführungspreis 50€ um ein $\frac{1}{10}$ erhöht wird wären das 50:10=5 50+5=55€. 55 ist aber höher als 50€. Von 55€ ist ein zentel jedoch mehr denn es ist mehr Geld da. Ich bin darauf gekommen weil die Verkäufer so etwas (das es hinterher genau-soviel kostet) nicht machen würden. Sie bekämen keinen Gewinn. Das macht keinen Sinn für sie“ (T5-I, GS, w).

Abbildung 37: Tendenz zur Verallgemeinerung (T22-I, GY, w)


50 € = 100%
5 € = 10%
Die Hose kostet
nach der Erhöhung 55€

55 = 100%
5,5 = 10% Die Hose kostet nach der Senkung
49,5 €.

Es werden nach der erhöhung
10% von einem höheren Betrag abgezogen
also ist die Hose am schluss 0,5€
billiger.

Tabelle 21: Häufigkeiten der Dimensionen in „Prozentaufgabe“ (2)

Dimensionen	Testpunkt 1	Testpunkt 2
Fehlvorstellung	11	5
Kontext	2	2
Berechnung	10	12
Tendenz	6	8
Verallgem.	2	4

Bei der Betrachtung der Verteilungen in den beiden Testpunkten sind deutliche Veränderungen festzustellen (siehe Tabelle 21). Erste positive Entwicklung ist dabei, dass die Anzahl der Schülerinnen und Schüler mit Fehlvorstellungen stark abnimmt. Die Lernenden beherrschen das Konzept der Prozentrechnung demnach deutlich besser. Damit erhöhen sich die Häufigkeiten der drei Bereiche *Berechnung*, *Tendenz* und *Verallgemeinerung* um je zwei Personen. Die Zahl der richtigen Lösungen steigt von kapp 60% auf über 75%. Dennoch ist bezeichnend, dass von den Lernenden nur relativ wenige in allgemeiner Form oder zumindest in einer Tendenz zu dieser antworten. Das schematische Lösen dieser Aufgabe steht relativ stark im Vordergrund (etwa 55% bzw. 50% der richtigen Beantwortungen) und muss im Rahmen von mathematischer Literalität als Problemfeld angesehen werden. Die Fähigkeit, mathematische Zusammenhänge und Strukturen erkennen zu können, und die damit verbundene tiefere Einsicht in die allgemeine Problematik wird bei den reinen Berechnungen nicht deutlich. Wenn die Lernenden diese Einsicht

---

zum Teil Probleme haben, bei solchen Aufgaben Mathematik anzuwenden. Es bedarf anderer Ansätze und weiterer Forschung, um zu klären, woran das im Detail liegt.

dennoch besäßen, sind sie nicht in der Lage, diese zu kommunizieren und argumentativ im Rahmen dieser Aufgabe darzulegen. Gerade diese Fähigkeiten aber haben eine große Bedeutung innerhalb der mathematischen Literalität.

Geschwindigkeits-Strecke-Diagramm und reale Rennstrecke

Angelehnt an eine PISA-Aufgabe, die ursprünglich auf das Shell Centre for Mathematical Education[33] zurückgeht (vgl. Swan 1985: S.88f.), soll mit dieser Aufgabe[34] zum Themengebiet Funktionen und Graphen analysiert werden, inwieweit die Lernenden in der Lage sind, den Zusammenhang zwischen einer imaginären Bewegung auf einer Rennstrecke und dem Geschwindigkeitsgraphen zu ziehen, und darüber hinaus über ihre Tätigkeit bzw. das resultierende Ergebnis in angemessener Weise zu berichten (Aufgabe II. c).

Auf Grund der Komplexität und der für die Schule relativ unüblichen Aufgabenstellung wurde diese Aufgabe gestuft formuliert. Die Aufgabe I zielt darauf ab, die Probanden mit dem Prinzip vertraut zu machen, so dass die Schwierigkeit des zweiten Teils deutlich reduziert wird. Den bereits gezogenen Zusammenhang sollen die Lernenden dann in einer freien Konstruktion eines Geschwindigkeits-Strecke-Diagramms verwenden. Um genauer sagen zu können, ob die in dem Diagramm bzw. in der Strecke charakteristischen Stellen verstanden wurden, sollten zusätzlich Änderungen in der Rennstrecke bearbeitet werden (sogenannte Schikanen), bei denen sich der Verlauf des Graphen lokal ändern muss. In Bezug auf die mathematische Literalität ist neben dem Umgang mit dem Diagramm die Beschreibung des Graphenverlaufs in der Aufgabe II c) von großer Bedeutung. Hier soll analysiert werden, inwieweit die Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, die für diese Aufgabe wichtigen Zusammenhänge und das allgemeine Prinzip in der Konstruktion auch zu benennen.

---

[33] „The Shell Centre is known around the world for its innovative work on mathematics education. The Shell Centre team has a wide range of ongoing activities including design, development and research. For more than 20 years the Shell Centre has a close association with the School of Education at the University of Nottingham“ (Shell Center 2003).

[34] Da diese Aufgabe sehr umfangreich und mit einigen Grafiken verbunden ist befindet sie sich ausschließlich im Anhang (Anhang III S.70 und S.76).

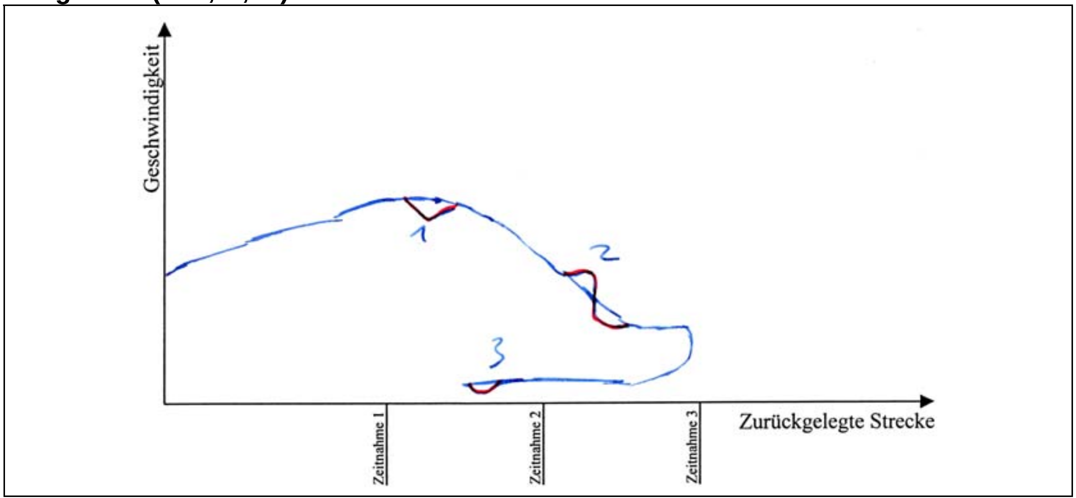
Auswertung:

Die Anzahl der richtigen Lösungen bei der Teilaufgabe I, bei der die richtige Rennstrecke dem Graphen zugeordnet werden sollte, stieg von 19 Testpersonen bei Testpunkt 1 (61%) auf 23 Testpersonen bei Testpunkt 2 (74%). Dieser Zuwachs zeigt bereits eine kleine Steigerung in der Fähigkeit, den Zusammenhang zwischen den beiden Darstellungen zu erkennen. Auffällig ist, dass der Distraktor[35] c), der auf die bildliche Übernahme des Graphen auf die Strecke abzielt, in Testpunkt 1 von einem großen Teil ausgewählt wurde (siehe Tabelle 22). Diese Fehlvorstellung konnte in der Bearbeitung des zweiten Teils – der freien Konstruktion – jedoch nur ein einziges Mal festgestellt werden (siehe Abbildung 38). Die Lernenden, die diese Antwort gewählt haben, sind stets aus dem unteren Niveau (Hauptschule, Realschule und Gesamtschule unteres Niveau) und haben auch unterdurchschnittlich in den nächsten Teilen der Aufgabe abgeschnitten. Der Anteil dieser Fehlvorstellung in Teil I reduzierte sich bei Testpunkt 2 auf zwei Personen. Etwas verwunderlich scheint die Zunahme der Häufigkeit bei dem Distraktor a), der ebenfalls eine unsinnige Rennstrecke zeigt. Die Zunahme erklärt sich primär durch eine „Wanderung" von c) nach a) und ist wahrscheinlich durch Raten bedingt.

Tabelle 22: Häufigkeiten der Auswahl der Antwortalternativen in (c) Teil I

Antwort	Testpunkt 1	Testpunkt 2
a) (falsch)	3	6
b) (richtig)	19	23
c) (falsch)	9	2

Abbildung 38: Fehlvorstellung: Streckenverlauf als Geschwindigkeits-Strecke-Diagramm (T3-I, R, m)



[35] Distraktoren werden die Falschantworten bei Multiple-Choice-Fragen genannt (vgl. Lienert & Raatz 1994 S.19).

Bei der Auswertung der beiden Teile a) und b) von II. wurde auf eine stärker numerisch orientierte Kodierung zurückgegriffen, da bis auf die Qualität und die Detailtreue der Bearbeitung keine besonderen Merkmale aufzufinden waren. Die grundsätzliche Fehlvorstellung, die bereits oben unter I. angesprochen wurde, trat im Prinzip nicht auf (Konstruktion des einzigen Schülers: siehe Abbildung 38). Die Kodierung lief für beide vorzunehmenden Konstruktionen auf eine Viererskala hinaus. Für die Bewertungen der einzelnen Fälle wurden Leitkriterien entwickelt. Es wurde überprüft, ob das Prinzip Kurve/Bremsen verstanden wurde, ob die Relationen zwischen den Kurvenabständen und den Kurvenradien stimmten. Bei den Schikanen wurden ebenfalls die Positionen und die Größenordnungen überprüft. Es wurde jeweils ein Niveau für die Bearbeitung festgelegt:

0 = keine nennenswerten Merkmale erkennbar oder nicht bearbeitet

1 = relativ niedriges Niveau der Umsetzung (skizzenartig)

2 = qualitativ richtige Umsetzung (Verhältnisse sind tendenziell vorhanden)

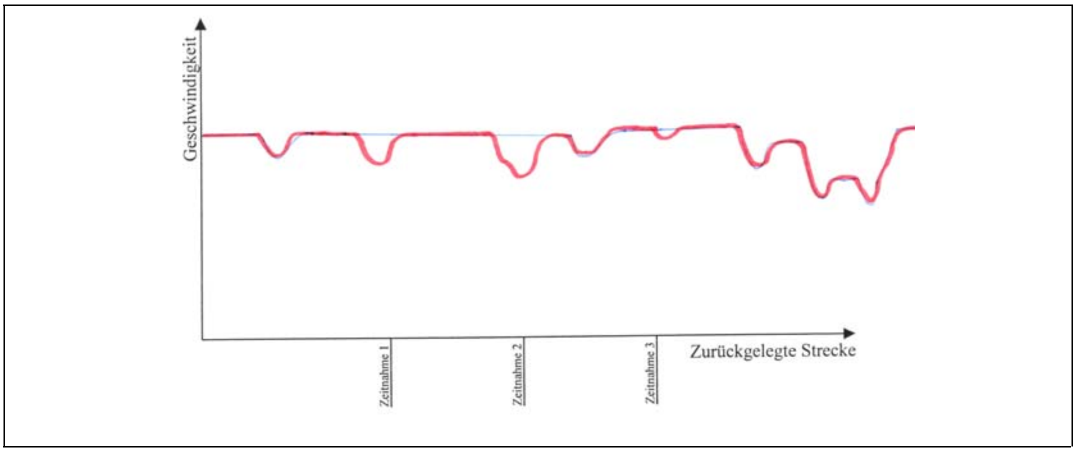
3 = Umsetzung auf hohem Niveau (Verhältnisse sind deutlich erkennbar)

Zur zusammenfassenden Bewertung der Fähigkeiten wurde ein Index aus der Summe der beiden Einzelwerte aus Aufgabenteil a) und b) gebildet. Dabei wurden drei Stufen definiert:

0 und 1	niedriges Niveau
2 und 3	mittleres Niveau
4 bis 6	hohes Niveau

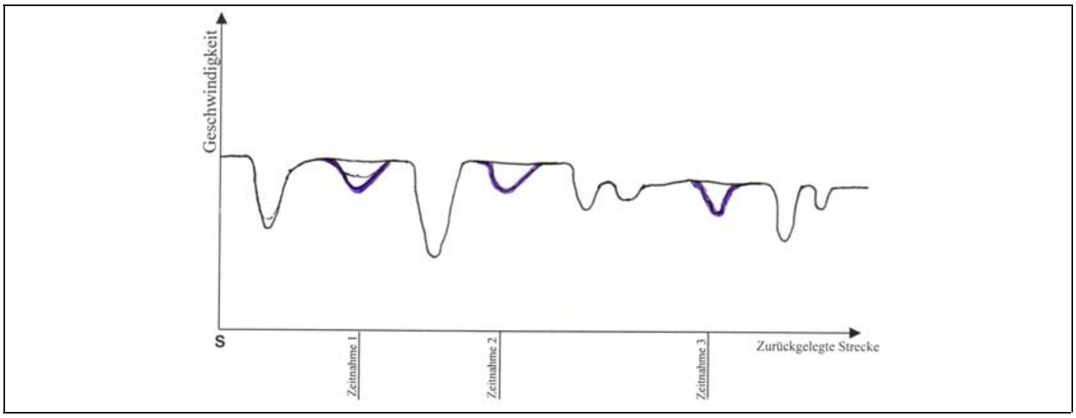
Um die Kodierung zu veranschaulichen wird in den Beispielen in Abbildung 39 bis 42 die Bewertung exemplarisch verdeutlicht (in den Konstruktionen ist zu beachten, dass sie sich auf die beiden verschiedenen Rennstrecken beziehen, die in den beiden Testpunkten gestellt wurden).

Abbildung 39: Beispielkonstruktion(T17-I, GY, m) (Bewertung 3/3)



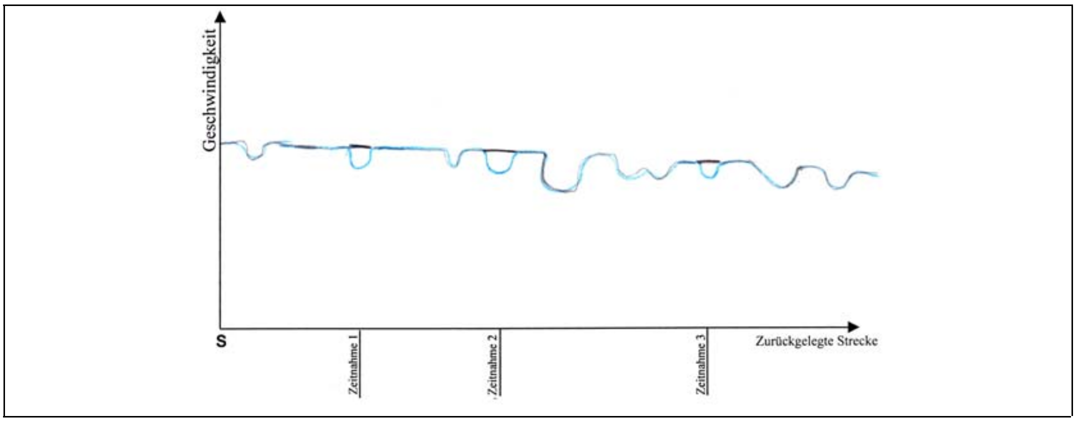
Erkannt, dass an den Kurven gebremst wird; die Positionen sind richtig gesetzt. Die Relationen zwischen den unterschiedlichen Kurvenradien sind erkennbar. Schikanen sind an den richtigen Stellen. Die Veränderungen sind lokal begrenzt. Die Relationen zwischen Schikanen stimmen.

Abbildung 40: Beispielkonstruktion (T23-II, GY, m) (Bewertung 2/1)



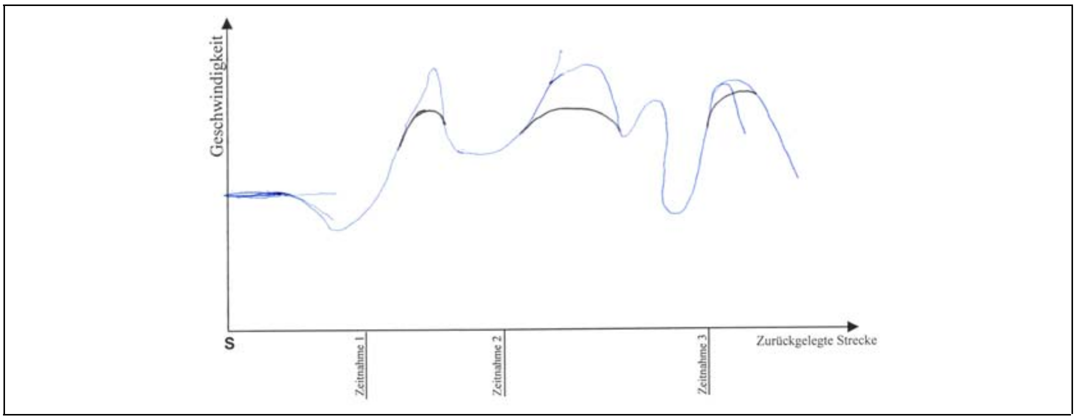
Erkannt, dass an den Kurven gebremst wird; die Positionen sind zum größten Teil richtig gesetzt (zwischen Zeitnahme 2 und 3 fehlen Teile). Die Relationen zwischen den unterschiedlichen Kurvenradien sind teilweise nachvollziehbar. Die Schikanen sind an den richtigen Stellen. Die Veränderungen sind lokal begrenzt. Die Relationen zwischen Schikanen sind nicht besonders deutlich.

Abbildung 41: Beispielkonstruktion (T24-II, GY, w) (Bewertung 1/1)



Erkannt, dass an den Kurven gebremst wird; die Positionen sind annähernd richtig gesetzt. Die Relationen zwischen den unterschiedlichen Kurvenradien ist nicht erkennbar. Die Schikanen sind an den richtigen Stellen. Die Veränderungen sind lokal begrenzt. Die Relationen zwischen den Schikanen sind nicht deutlich.

Abbildung 42: Beispielkonstruktion (T2-II, H, m) (Bewertung 0/0)



Es ist kein direkter Zusammenhang zwischen der Strecke und dem Diagramm nachzuvollziehen. Die Schikanen sind zwar eingezeichnet, aber nicht an den richtigen Stellen. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Prinzip verstanden wurde.

In der Verteilung (siehe Tabelle 23) ist zu erahnen, dass sich ein relativ großes Feld im Niveau weiterentwickelt hat. Durch eine Kreuztabelle konnte dieser Eindruck abgesichert werden. Viele Testpersonen (15 von 31) haben mindestens einen Schritt nach oben getan, wogegen sich lediglich fünf Personen um ein Niveau verschlechterten. Der Mittelwert der erreichten Punkte (auf der Skala von 0 bis 6) erhöht sich von 2,1 auf 2,6 Punkte. Obgleich die Veränderungen von der Größenordnung her nicht gewaltig scheinen, sind diese durchaus bedeutsam und zeigen, dass die Testpersonen sich in ihren Fähigkeiten, den Zusammenhang zu erkennen, den Transfer zwischen den beiden Systemen zu tätigen und die Konstruktion detailgetreu auszuführen, deutlich gesteigert haben.

Tabelle 23: Häufigkeiten in den Niveaus in Aufgabe 3) Teilaufgaben a+b[36]

Niveau	Testpunkt 1	Testpunkt 2
niedrig	11/11	7/8
mittel	12/12	13/14
hoch	6/6	9/9
nicht bearbeitet	-/2	-/0

Bei der Auswertung von Aufgabenteil c) muss berücksichtigt werden, dass viele Testpersonen diese Aufgabe nicht bearbeitet haben. Das waren in Testpunkt 1 insgesamt zwölf und später noch zehn Lernende. Diese Tatsache kann nicht eindeutig interpretiert werden. Es kann so ausgelegt werden, dass diese Teilaufgabe durchaus bewusst vermieden wurde, da es nicht an Zeitknappheit gelegen haben kann. Die nächste Aufgabe im Testheft wurde von den jeweiligen Testpersonen stets begonnen. Damit liegt die Vermutung nahe, dass es an der Art der Aufgabe gelegen haben muss. Dabei wird es wohl auch am Verfassen eines Textes liegen, das mit besonderen Anforderungen an die Testperson verbunden ist. Dieser Umgang mit Texten muss aber unter dem Aspekt literaler Fähigkeiten über die rein innermathematischen Fähigkeiten hinausgehend als eine zentrale Dimension gesehen werden. Demnach hat auch die Vermeidung dieser Aufgabe eine gewisse Bedeutung in Hinblick auf die Analyse von mathematischer Literalität.

In den Bearbeitungen der restlichen Schülerinnen und Schüler lassen sich drei unterschiedliche Varianten erkennen, die in Bezug auf mathematische Literalität als Stufen interpretiert werden können.

Auf der ersten Stufe befinden sich Antworten, die lediglich den Verlauf der Rennstrecke wiedergeben. Es besteht dabei kein Bezug zum Graphen oder gar

[36] Von den 31 Testpersonen haben zwei die Aufgabe in Testpunkt 1 nicht bearbeitet, so dass sie aus der Übersicht in der einen Variante entfernt wurden (links von dem Schrägstrich). Die zweite Variante zeigt die Häufigkeiten aller Merkmale unter Berücksichtigung von „nicht bearbeitet“ in Testpunkt 1 (rechts neben dem Schrägstrich).

dem Geschwindigkeitsverhalten des Autos auf dieser Strecke. Als Beispiel dient nachfolgendes Zitat:

> „Am Start ist eine Gerade dann kommt eine Kurve, lange Gerade, bei Zeitnahme 2 eine langgestreckte Kurve, lange Gerade und mehrere Kurven“ (T19-I, GY, m).

Auf der nächsten Stufe wird entweder eine konkrete Beschreibung des Fahrverhaltens mit Strecken- und Geschwindigkeitsverlauf oder eine detaillierte Beschreibung des Graphenverlaufs mit Bezug zur Rennstrecke gegeben. Diese Antworten erklären den erkannten Zusammenhang zwischen Strecke und dem Brems- und Beschleunigungsverhalten im Detailverlauf der Konstruktion. Folgende Zitate beschreiben diese Stufe:

> „Auf der langen Start und Zielgeraden fährt der Rennfahrer noch sehr schnell doch in der 1. Kurve muss er stark abbremsen. Danach kann er wider stark beschleunigen aber in der 2. Kurve muss er noch stärker abbremsen als in der 1. Nun wird er wider beschleunigen doch in der Kurvenfolge muss er immer wider abbremsen und nicht stark beschleunigen, weil die Kurven zu dicht aneinander sind“ (T14-II, GS, m).

> „Der Wagen kommt schnell auf der Geraden bremst in der Kurve, der Graf fällt also, dann steigt er in der kurzen Geraden wieder fällt wieder in der Kurve steigt auf der nächsten kurzen Gerade wieder fällt in der Kurve steigt auf der langen Geraden wieder, und das wiederholt sich dann noch 5 mal“ (T7-I, GS, w).

In dem zweiten Zitat fällt auf, dass der Schülerin die konkrete Beschreibung zu mühsam wird, da sie den restlichen Verlauf durch Wiederholungen abkürzt. Dennoch kann sie das Prinzip, mit dem diese Einzelfälle alle erklärt würden, nicht besser benennen.

Dies kennzeichnet die dritte Stufe aus. Hier wird das allgemeine Prinzip angeführt – Kurve heißt Bremsen und bedeutet, dass der Graph fällt; Gerade heißt Beschleunigen und bedeutet, dass der Graph steigt. Dieses Prinzip charakterisiert den Zusammenhang zwischen Streckenverlauf und Diagramm (siehe nachfolgende Zitate). Darüber hinaus gibt es Lernende, die zusätzlich eine Relation bezüglich des Verlaufs anführen, so dass die Verhältnisse zwischen den Kurven bzw. Geraden und dem Betrag der Geschwindigkeit in Form einer je-desto Aussage deutlich werden (siehe zweites Zitat).

> „Hier wird nicht die Strecke aufgezeichnet, sondern die Geschwindigkeit. Wenn der Fahrer auf die Bremse tritt, weniger beschleunigt, geht die Graphenlinie weiter nach unten. Wenn er beschleunigt steigt die Linie wieder höher“ (T8-1, GS, w).

> „In den Kurven muss das Auto langsamer werden um nicht von der Straße zu fliegen. Je enger die Kurve desto langsamer muss der Fahrer fahren. Auf den geraden Strecken kann beschleunigt werden deshalb steigt die Geschwindigkeit“ (T27-II, GY, w).

Betrachtet man die von Bybee unterschiedenen Stufen mathematischer Literalität *Nominal*, *Functional* und *Conceptual and Procedural Literacy* (siehe 0 S.23), so kann man diese Einteilung auf diese Aufgabe übertragen. Die nullte Stufe „Illiteracy“ spielt bei dieser ausgewählten Gruppe keine Rolle. Die erste Stufe entspricht dabei höchstens den Anforderungen von *Nominal Literacy (1)*, die zum größten Teil als Wissen über Begriffe interpretiert werden kann. Die zweite Stufe – verstanden als *Functional Literacy* (2) – ist gekennzeichnet durch das Verständnis der Gegebenheiten. Die dritte Stufe kann dann als *Conceptual and Procedural Literacy (3)* aufgefasst werden, bei der die Einsichten in Zusammenhänge und die Einordnung in einen größeren Rahmen gefordert werden.

Tabelle 24: Häufigkeiten in den Niveaus in Aufgabe 3 Teil c)

Niveau	Testpunkt 1	Testpunkt 2
nicht bearbeitet	12	10
Stufe 1	2	3
Stufe 2	9	11
Stufe 3	8	7

Die Verteilungen auf diese Stufen machen deutlich (siehe Tabelle 24), dass keine bedeutsamen Veränderungen zwischen den Testpunkten festgestellt werden können, da die Abweichungen in den Verteilungen nur sehr gering ausfallen. Auch eine zusammenfassende Betrachtung der Stufen 2 und 3 zeigt, dass sich der Anteil an erfolgreichen Bearbeitungen nicht verändert. Ein großes Problem bleibt die hohe Anzahl von Fällen, welche die Aufgabe nicht bearbeitet haben. Außerdem ist der Anteil von Lernenden auf der Stufe drei mit etwa 25 Prozent relativ gering (bei dieser Bewertung darf man das Auswahlkriterium nicht vergessen!). Die größere Anzahl von Lernenden auf Stufe 2 muss relativiert werden, wenn man bedenkt, dass Antworten auf dieser Stufe auch fast ohne das Diagramm hätten verfasst werden können.

Handytarife

Die letzte Aufgabe aus der Tiefenuntersuchung ist eine Aufgabe zum Thema Preise von Mobilfunkanbietern. Anhand authentischer Preistabellen sollen die beiden unterschiedlichen Tarife miteinander verglichen werden. Primäres Unterscheidungskriterium der beiden Anbieter ist die differierende Abrechnungstaktung, da sich die einzelnen Minutenpreise nur unwesentlich voneinander unterscheiden. Während der eine Anbieter die erste Minute komplett anrechnet – unabhängig davon ob diese voll zu Ende telefoniert wurde oder nicht – und anschließend sekundengenau abrechnet, wird bei dem anderen stets im 10-Sekundentakt gerechnet, wobei angebrochene zehn Sekunden in Rechnung gestellt werden. Ursprünglich sollte diese Aufgabe so formuliert werden, dass die Schülerinnen und Schüler aufgefordert sind, die beiden Tarife frei miteinander zu vergleichen. Voruntersuchungen hatten jedoch ergeben, dass die Aufgabe in dieser Form zu komplex und unbestimmt war. Deswegen wurde die Aufgabe derart verändert, dass sie in gestufter Form auf die eigentliche Problematik hinführt (siehe Abbildung 43). Dabei hat sie selbstverständlich an Authentizität verloren und ähnelt in dieser Fassung mehr einer typischen Textaufgabe.

Abbildung 43: Aufgabe 4): Vergleich von Mobilfunkanbietern[37]

Handytarife:

Sarah will sich ein Handy kaufen und hat von ihren Freundinnen gehört, dass die Tarife *E-Plus Privat* und *VIAG-Interkom Genion City* die besten sind. Nun will sie die beiden Tarife miteinander vergleichen und errechnet die Gebühren für verschiedene Gespräche. Ihr fällt auf, dass sie dabei besonders auf die unterschiedliche Taktung achten muss.

TARIF (in DM pro Minute)	*E-Plus Privat*			*VIAG-Interkom Genion City*		
Grundpreis (pro Monat)	19,95 DM			19,95 DM		
Abrechnungstakt (in sec.)[1] Erster Takt / alle weiteren	60/1			10/10		
	Hauptzeit	Nebenzeit	Wochenende	Hauptzeit	Nebenzeit	Wochenende
Festnetz Inland	0,99	0,39	0,15	0,99	0,29	0,15
Im eigenen Mobilfunknetz	0,59	0,39	0,39	0,29	0,29	0,29
Andere Mobilfunknetze	0,99	0,39	0,39	0,99	0,39	0,39
Cityoption[2]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
SMS In andere Netze / Ins Eigene Netz	0,39 / 0,39			0,39 / 0,29		

[1]Bei *E-Plus* ist der erste Takt 60 Sekunden lang. Weitere Gesprächszeit wird sekundengenau abgerechnet. Bei *Viag-Interkom* wird immer alle 10 Sekunden abgerechnet.
[2]Deutschlandweit eine Vorwahl auswählen und von überall für 15 Pf. in diesen Bereich telefonieren (Cityoption)
Hauptzeit: 8 -18 h / Nebenzeit: 18 - 8 h / Wochenende: Freitag 20 h – Sonntag 24 h

I.

a) **Was kostet es, mit dem *E-Plus Privat* Tarif mittags 5 min. lang mit jemandem zu telefonieren, der auch ein E-Plus-Handy hat?**

b) **Was muss Sarah beim *Genion City* Tarif zahlen, wenn sie am Wochenende 3 min. ins Festnetz telefoniert hat und eine SMS an ein D1-Handy (d.h. anderes Netz) geschickt hat?**

II.

a) **Was kostet es, mit dem *Genion City* Tarif in der Hauptzeit bei einem D1-Handy (d.h. anderes Netz) anzurufen und 2 min. und 33 sec. zu telefonieren? Beachte die Taktung!**

b) **Was kostet ein 2 min. und 20 sec. langes Gespräch in die Stadt, auf die man eine Cityoption hat, beim *E-Plus Privat* Tarif?**

III. Sarah stellt eine Liste der Gespräche auf, die sie diese Woche über das Handy ihrer Freundin geführt hat:

Gesprächszeit /-art:	Länge / Stück:
Wochenende / Cityoption	1 min. 16 sec.
Hauptzeit / Andere Mobilfunknetze	1 min. 20 sec.
Hauptzeit / Festnetz Inland	20 sec.
SMS ins D1-Netz	3

Vergleiche die Kosten für diese Gespräche bei den beiden Tarifen!

Die Aufgabe fordert den Testpersonen mehrere Fähigkeiten ab. Zunächst besteht diese Aufgabe aus sehr vielen Informationen, die von den Testpersonen verarbeitet und bewertet werden müssen. Dabei ist die Systematik der Daten-

[37] Diese Tabellen stammen aus der Eingangserhebung. In Testpunkt 2 wurden aktuelle Tabellen, aber mit Preisen in Euro, verwendet (siehe Anhang III S.78).

tabellen inklusive der Fußnoten ein tendenziell unbekanntes und anspruchsvolles Terrain. Das korrekte Entnehmen der Daten, das Errechnen der Preise zu den angegebenen Gesprächszeiten und die damit verbundene Umrechnung der Zeitwerte ist bereits als anspruchsvoll einzustufen. Die letzte Teilaufgabe soll den eigentlichen Vergleich der Anbieter mit ihren unterschiedlichen Angeboten motivieren. Auch hier ist das Problem durch gegebene Beispielgespräche vorstrukturiert.

Auswertung:

Bei der Auswertung dieser Aufgabe wurde sehr schnell deutlich, dass entlang der von uns vorgenommenen Stufung sich ebenfalls Niveaus mathematischer Literalität abzeichnen. Wie bereits in Aufgabe 3) können hier die Stufen von Bybee als äußere Struktur verwendet werden.

Im ersten Teil (I) der Aufgabe geht es um die Entnahme der Daten aus der Tabelle und anschließend um die rechnerische Verknüpfung von Minutenpreis und Gesprächszeit sowie eventuell die Bildung einer Summe. Die Anforderungen in diesem Bereich sind als relativ gering – verglichen zu den anderen Teilaufgaben – einzustufen. Dieses Fähigkeitsniveau könnte man nach Bybee als „Nominal Literacy“ bezeichnen. Es zeichnet sich primär durch grundlegende Fähigkeiten aus, die eine Zuordnung und Durchführung von bekannten Rechenverfahren verlangen.

Tabelle 25: Häufigkeiten in den Kategorien von Aufgabe 4) Nominal Literacy (I)

Niveau	Testpunkt 1	Testpunkt 2
nicht bearbeitet	2	1
0 Punkte	3	5
1 Punkt	15	9
2 Punkte	11	16

Bei der Kodierung in I. wurde für jede der beiden Teilaufgaben ein Punkt verteilt, wenn ein richtiger Ansatz für die Lösung gewählt wurde (gar nicht bearbeitete Fälle wurden extra kodiert: *nicht bearbeitet*). Fehler bei der Entnahme der Daten wurden dabei im Gegensatz zu kleineren Fehlern in der Ausführung der Rechnung nicht toleriert. Ebenfalls wurden Lösungen, die bereits in diesem Abschnitt fehlerhafte Abrechnungen durch die Taktung aufwiesen, mit null Punkten bewertet. Bei insgesamt null Punkten war die Testperson nicht in der Lage, die beiden notwendigen Operationen auszuführen. Bei einem Punkt ist eine der beiden und bei zwei Punkten sind beide Teilaufgaben richtig gelöst worden. Aus Tabelle 25 wird deutlich, dass die richtige Bearbeitung beider Aufgaben zugenommen hat, wobei in die Kategorie „1 Punkt“ nicht entsprechend nachgerückt wurde. Die Stufe *Nominal Literacy* wird also sicherer aber nicht häufiger erreicht. Dabei ist jedoch die Anzahl von Lernenden unter dieser Stufe recht gering.

Im zweiten Aufgabenbereich (II) kommt die Problematik der Taktung als zusätzliche Anforderung hinzu. Die beiden Gesprächzeiten machen es notwendig, die Taktung der beiden unterschiedlichen Tarife zu berücksichtigen. Somit steigt die Anforderung nun über das bloße Ablesen und das Verknüpfen der Werte hinaus. Es ist zum Lösen der Aufgabe eine Vorstellung notwendig, wie diese Taktung in der Abrechnung konkret umgesetzt werden soll. Die Fähigkeit, ein angemessenes Modell für diese Problematik zu verwenden, ist in dem Bereich von *Functional Literacy* anzusiedeln. Bei der Kodierung ist ähnlich wie bei Teilaufgabe I vorgegangen worden. Auch in dieser Bewertung wurden Rechenfehler großzügig behandelt. Fehler bei der Taktung, wie z.B. Berechnung von Minutenpreisen für jeden Takt, und Fehler bei der Bestimmung von Bruchteilen einer Minute, z.B. eine Minute entspricht 100 Sekunden, wurden jedoch festgehalten, da gerade auch diese Anforderungen unter dem Literalitätsaspekt von Bedeutung sind. Außerdem gab es für Taktungsmodelle, die zwar fehlerhaft sind, aber in Frage gestellt werden, auch einen Punkt (siehe z.B. nachfolgendes Zitat).

> „Es kostet genau 9€ (sooo teuer)“ (T6-II, GS, m)

Da diese Rückinterpretation als ein entscheidender Aspekt des Modellierungskreislaufes aufgefasst werden kann, entspricht dies auch einem Teil von mathematischer Kompetenz. Die meisten Lernenden haben allerdings Preise in Höhe von über 15 DM oder 10€ für ein etwa zweiminütiges Gespräch wie selbstverständlich akzeptiert. Die Fähigkeit, über den Bearbeitungsprozess und das Resultat kritisch zu reflektieren, ist unter dem Aspekt von *Functional Literacy* die bedeutsame Dimension und unterscheidet sich darin von den nominalen Fähigkeiten, die mit dem ersten Teilbereich (I) schon abgedeckt wurden.

Die Verteilung (Tabelle 26) zeigt eine deutliche Entwicklung hin zu einem höheren Niveau. Der Bereich, in dem eine richtige oder wenigstens teilweise richtige Bearbeitung vorliegt, wird deutlich häufiger – von vier auf zwölf Testpersonen – erreicht. Bei der Betrachtung von Wechseltypen wird klar, dass sieben der zehn Lernenden, die in Testpunkt 1 die Aufgabe nicht bearbeitet haben, auch in Testpunkt 2 diese Aufgabe nicht bearbeitet oder

Tabelle 26: Häufigkeiten in den Kategorien von Aufgabe 4) Functional Literacy (II)

Niveau	Testpunkt 1	Testpunkt 2
nicht bearbeitet	10	5
0 Punkte	17	14
1 Punkt	3	9
2 Punkte	1	3

keinen Punkt bekommen haben. Außerdem haben elf Lernende um mindestens einen Punkt besser abgeschnitten. Somit kann festgehalten werden, dass sich ein relativ großes Feld weiterentwickelt hat. Mit gut einem Drittel aller Testpersonen in den beiden oberen Kategorien kann in Testpunkt 2 von einer relativ akzeptablen Häufigkeit gesprochen werden, da die empirische Schwierigkeit dieser Aufgabe extrem hoch ausfallen dürfte. Dennoch werden schwerwiegende Probleme in dieser Aufgabe deutlich. Viele Lernende sind nicht in der Lage, Standardrechenverfahren in derart komplexen, kontextuellen Aufgaben fehlerfrei zu verwenden. Die Fehlerbandbreite ist bei den Bearbeitungen sehr hoch, wie z.B. Rechenfehler bei den Grundrechenarten und Probleme bei der Umrechnung von Minuten in Sekunden. Diese Probleme können vermutlich durch die komplexen kontextuellen Aufgaben erklärt werden.

Bei der letzten Teilaufgabe sollte eine weitere Stufe mathematischer Literalität abgebildet werden. Mehrere Probleme verhindern jedoch, dass diese Aufgabe sinnvoll – im Sinne von *Conceptual and Procedual Literacy* – interpretiert werden kann. Die Anzahl von fehlenden Bearbeitungen, bzw. von Antworten, die keine sinnvolle Analyse zulassen, ist zu hoch. In Testpunkt 1 waren dies 26 und ein Jahr später 17 der 31 untersuchten Fälle. Die Anzahl von angemessenen Bearbeitungen stieg von vier auf elf. Diese Zahlen als Fortschritt zu interpretieren, wäre jedoch nicht sinnvoll, da dieses Resultat auch zufällig sein könnte. Die hohe Anzahl an fehlenden Bearbeitungen kann auch mit der Position der Aufgabe an letzter Stelle des Testheftes zusammenhängen. Damit ist nicht gewährleistet, dass alle Testpersonen die nötige Zeit gehabt haben, um diese Aufgabe zu bearbeiten. Sollte die Zeit in Testpunkt 2 eher gereicht haben, weil z.B. andere Aufgaben zurückgestellt wurden, wäre dieser Zuwachs nicht auf eine Entwicklung der mathematischen Literalität zurückzuführen. Auf Grund dieser Interpretationsproblematik wird diese Teilaufgabe aus der Analyse ausgeklammert. Dennoch hängt die hohe Anzahl von nicht bearbeiteten Aufgaben auch mit den Problemen bei den vorherigen Teilaufgaben und somit auch den vermutlich fehlenden Fähigkeiten zusammen.

Durchschnittliche Insassenzahl im Berufsverkehr

Ein wichtiges Konzept in der Mathematik ist das des mittleren Wertes als Lagemaß für eine bestimmte Reihe von Einzelwerten. Die bekannteste Form, das arithmetische Mittel, spielt in vielen Bereichen und darunter auch alltäglichen Situationen eine außerordentliche Rolle. Zweck der folgenden Aufgabe ist es, das tiefere Verständnis und die Fähigkeit, entsprechendes Wissen flexibel anzuwenden, genauer zu überprüfen. Die Aufgabe wurde jeweils allen Lernenden in der Gesamterhebung dieser Evaluation gestellt, wobei bei dieser Aufgabe anstelle des sonst verwendeten Richtig-Falsch-Kodierschemas die Lösungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Tiefenuntersuchung detaillierter ausgewertet wurden. Die Aufgabe stammt aus der WUM-Fortbildung[38] in Baden-Württemberg. Sie lautet wie folgt:

> Wussten Sie,... dass im Berufsverkehr im Durchschnitt nur 1,2 Personen in einem Auto sitzen?
>
> a) Was bedeutet die Aussage in der Abbildung? Erkläre ausführlich.
>
> b) Bei einer Kontrolle von 10 PKW entsprach die Anzahl der Insassen dem Durchschnitt. Wie waren die Autos besetzt? Gib alle Möglichkeiten an.
>
> c) An einer Autobahn wurden 40 vorbeifahrende Autos gezählt. Davon waren 39 mit je einer Person besetzt. Keines der vorbeifahrenden Autos war ein Kleinbus. Jemand erzählt dir, dass im Durchschnitt die Autos mit 1,2 Personen besetzt waren. Geht das? Begründe deine Antwort.

Die verschiedenen Teilaufgaben beleuchten unterschiedliche Facetten mathematischer Literalität. In Teil a) geht es darum, eine individuelle Vorstellung vom Durchschnitt abzufragen. Bei b) und c) geht es um eine vertiefende Analyse dessen, ob das Konzept derart durchdrungen wurde, dass es die Beantwortung komplexer kontextueller Fragestellungen erlaubt.

Auch hier nimmt der Sachkontext eine bedeutende Rolle ein. Besonders in Teilaufgabe c) muss außermathematisches Wissen herangezogen werden, indem festgestellt wird, dass in einen gewöhnlichen PKW nicht mehr als fünf Personen passen. Darüber hinaus haben das Leseverständnis und die Fähigkeit, sich in der Schriftsprache ausdrücken zu können, ein großes Gewicht.

Insgesamt sind die drei Teilaufgaben als höchst anspruchsvoll einzustufen. Die empirischen Schwierigkeitswerte aus der quantitativen Studie zwischen 749 und 867 Punkten und Lösungshäufigkeiten zwischen drei und 19 Prozent zeigen, dass die Bearbeitung dieser Aufgabe den Schülerinnen und Schülern schwer fiel. Innerhalb des Raschmodells hat eine Personen mit einem Fähigkeitswert in Höhe der Aufgabenschwierigkeit eine Lösungswahrscheinlichkeit von 65 Prozent für

[38] In einigen Bundesländer wurde der Name SINUS für das BLK-Programm geändert. In Baden-Württemberg wurde es in WUM „Weiterentwicklung der Unterrichtskultur im Fach Mathematik" umbenannt. In Baden-Württemberg wurden die Erfahrungen der SINUS-Schulen regional in einem Lehrerfortbildungsprogramm für alle interessierten Schulen weitergegeben (WUM-Fortbildung) (vgl. Henn 2000: S.282ff.).

die Aufgabe. Betrachtet man also diese Aufgaben, so dürfte selbst den überdurchschnittlich guten Schülerinnen und Schülern aus dieser Untersuchung die Bearbeitung nicht leicht fallen (Mittelwerte der Fähigkeitswerte siehe Tabelle 14 auf S.13). Mit dieser hohen Schwierigkeit erklärt sich zum Teil auch die relativ niedrigere Bearbeitungshäufigkeit. Etwa ein Drittel aller Testpersonen aus der Tiefenuntersuchung haben die Teilaufgaben überhaupt nicht bearbeitet. Diese fehlenden Daten verursachen eine gewisse Problematik, da diese Aufgabe in dem 60-minütigen Leistungstest gestellt wurde. In dem Gesamtleistungstest war diese Aufgabe aber nur eine unter vielen, wobei dort einige deutlich „einfachere" Aufgabenformate vorzufinden waren (z.B. Multiple-Choice). Die Bearbeitung dieser Aufgabe wurde somit unter Umständen hinten angestellt oder motivationsbedingt ausgelassen.

Unter der Annahme, dass die Bearbeitung nicht nur von den Fähigkeiten, sondern auch von der Motivation abhängt, ist es sinnvoll bei der Analyse der Daten jeweils auch die Veränderung bei den Fällen in einer Kreuztabelle zu betrachten. Das soll ausschließen, dass Veränderungen, die eventuell auf fehlenden Daten beruhen, als Entwicklung interpretiert werden.

<u>Auswertung:</u>

Bei der ersten Teilaufgabe gibt es eine relativ große Vielfalt von Antworten, die sich letztendlich auf vier Kategorien (neben den fehlenden Bearbeitungen) reduzieren lässt.

Die Stufe 0 ist dabei eine Variante, in der rein kontextuell auf die Äußerung in der Abbildung oder dem Bild selbst Bezug genommen wird, ohne auf die mathematische Aussage über den Durchschnitt einzugehen (siehe nachfolgendes Zitat).

> „Der Mann ist schlecht gelaunt. Er hat verschlafen und steckt auch noch im Stau. Nun kommt er zu spät zur Arbeit" (T4-I, GS, w).

Bei dem zweiten Beispiel wird deutlich, dass nach einer anderen Bedeutung für die 1,2 gesucht wird, diese aber nichts mit der Bedeutung des Durchschnitts zu tun hat:

> „Es bedeutet das Jeder Sitzt in 1,2 Personen eingeteilt wird ist. Wenn 5 Sitze im Auto sind ist in der mitte eigentlich noch ein Sitzplatz, darum sind 5 Sitze = 6 Personen" (T3-II, R, m).

Schon während der Kodierung innerhalb der Gesamterhebung war aufgefallen, dass bei einigen Schülerinnen und Schülern eine Fehlvorstellung vorliegt, die der 0,2 zusätzlich zu eins eine andere Bedeutung zuteilt. Dabei werden selten

„geteilte“ Personen angeführt. Häufiger werden Kinder oder aber auch kleine Gegenstände – z.B. Taschen – gewählt:

> „Es bedeutet dass im Berufsverkehr also die wenn die Berufstätigen Leute zur Arbeit fahren im durchschnitt nur 1 Mensch und z.B. noch eine Tasche oder so etwas im Auto sind“ (T5-I, GS, w).

Ebenso gab es einige Antworten, die eine Interpretation in ein bis zwei Personen vorsehen. Diese Fehlvorstellungen kamen bei den ausgewählten Testpersonen in der Tiefenuntersuchung insgesamt jedoch nur drei Mal vor (siehe Tabelle 27 *Fehlvorstellung*).

Von größerer Bedeutung in diesem Sample war eine Variante, in der eine qualitative Aussage über die beschriebene Situation gemacht wird. Eine Aussage wie „Meistens fahren die Leute allein“ ist stellvertretend. Die Aussage in der Aufgabe wurde also sinngemäß verstanden, aber der genaue Hintergrund wurde nicht beschrieben (*Qualit. Aussage*). Die hier vermutete Verknüpfung von der Aussage mit dem Durchschnitt bleibt hypothetisch, da die Antwort auch mit einer alltäglichen Vorstellung von Berufsverkehr gegeben werden könnte.

Die letzte vorgefundene Variante wird gekennzeichnet durch die Beschreibung des Konzepts „Durchschnitt“ (*Beschreibung DS*). Die Antworten wurden dabei entweder über eine beispielhafte Erklärung (Zitat 1) oder über die allgemeine Definition des Durchschnitts (Zitat 2 und 3) getätigt. Eine weitere Differenzierung dieser qualitativ doch unterschiedlichen Aussagen ist auf Grund der geringen Häufigkeiten nicht sinnvoll.

> „Das bedeutet, dass nur in jedem 5 Wagen 2 Personen sitzen“ (T17-II, GY, m)

> „1,2 Personen im Durchschnitt bedeutet, dass in mehreren Autos die man zählen muss (z.B. 20) die Insassen zählt und zusammenrechnet und das Ergebnis durch zB. 20 teilt. Es kommt der Durchschnitt raus“ (T22-II, GY, w).

> „Das sind alles nur Statistiken in echt sitzen nur in den Autos mal 1. Person mal 2. Personen. Die Zahl der Insassen wurde dann durch die Zahl der Kontrollierten Autos geteilt, und so kam man zu dieser Zahl“ (T34-II, R, w).

Tabelle 27: Häufigkeiten in den Kategorien von Aufgabe 5) Teilaufgabe a)

Niveau	Testpunkt 1	Testpunkt 2
nicht bearbeitet	10	8
Kontext	6	5
Fehlvorstellung	2	1
Qualit. Aussage	9	6
Beschreibung DS	4	9

Betrachtet man die Verteilungen in Tabelle 27, so fällt auf, dass keine gravierenden Veränderungen vorliegen. Lediglich eine Umschichtung von der qualitativen Beschreibung hin zur Beschreibung des Durchschnitts ist bedeutsam. Dort ist in Hinblick auf die mathematische Literalität ein Fortschritt zu verzeichnen. Immerhin neun Testpersonen sind in der Lage, unter eindeutiger Verwendung von mathematischen Aussagen diese Situation zu erklären. Der relativ hohe Anteil an nicht bearbeiteten Aufgaben liefert jedoch Anlass zur Relativierung. Bei der Betrachtung der Kreuztabelle (siehe Tabelle 28) sieht man, dass vier der Personen aus der Kategorie *nicht bearbeitet* in Testpunkt 1 in Testpunkt 2 in *Qualitative Aussage* oder *Beschreibung Durchschnitt* wiederzufinden sind. Dafür sind aber auch alle vier der ursprünglich in *Beschreibung Durchschnitt* vorgefundenen Lernenden nun auf einer niedrigeren Stufe. Damit zeichnen sich aber keine klaren Veränderungen ab.

Tabelle 28: Kreuztabelle von Aufgabe 5) Teilaufgabe a)

		Testpunkt 2				
		nicht bearbeitet	Kontext	Fehlvor-stellung	Qualit. Aussage	Beschreib-ung DS
Testpunkt 1	nicht bearbeitet	4	2	0	1	3
	Kontext	2	1	2	1	0
	Fehlvorstellung	0	1	0	0	1
	Qualit. Aussage	1	0	1	2	5
	Beschreibung DS	1	1	0	2	0

Bei der zweiten Teilaufgabe war die Kategorisierung naheliegend. Testpersonen, die diese Aufgabe im Sinne der quantitativen Studie richtig gelöst hatten – also beide möglichen Varianten (1 Auto 3 Personen, 9 Autos 1 Person; oder 2 Autos 2 Personen und 8 Autos 1 Person) wurden mit *richtig* kodiert. Als weitere Kategorie wurde die Angabe einer Möglichkeit bzw. der Ansatz über die Grundgesamtheit (12 Personen in 10 Autos) gefasst (*Mitte*). Die letzte Kategorie wird durch eine Sammlung von *Fehlvorstellungen* gebildet, die hier deutlich stärker zum Vorschein kamen als in Aufgabenteil a). Dabei gab es diverse Äußerungen, die durch folgende Beispiele veranschaulicht werden sollen:

> „In jedem Auto saßen 1,2 Personen. In allen Autos zusammen saßen 12“ (T29-I, GY, m).
>
> „50 Personen bis 10 Personen“ (T31-I, H, m).
>
> „1 oder 2 Personen pro Wagen“ (T26-II, GY, m).
>
> „In jedem Auto waren durchschnittlich 1“ (T3-II, R, m).

Tabelle 29: Häufigkeiten in den Kategorien von Aufgabe 5) Teilaufgabe b)

Niveau	**Testpunkt 1**	**Testpunkt 2**
nicht bearbeitet	11	8
Fehlvorstellungen	5	8
Mitte	5	4
Richtig	10	11

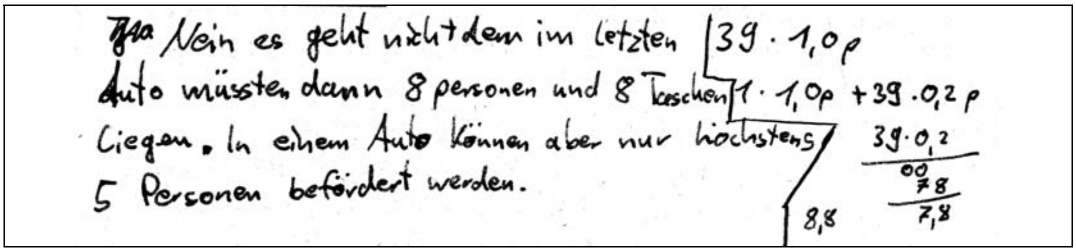
Bei der Betrachtung von Tabelle 29 wird deutlich, dass es keine relevanten Veränderungen in diesem Bereich gibt. Die Wanderungen von der Kategorie *nicht bearbeitet* zu *Fehlvorstellungen* stellen keine positive Entwicklung dar. Die Anzahl von 15 sinnvollen Bearbeitungen bleibt konstant und stellt mit etwa der Hälfte aller Testpersonen zum Testpunkt 1 eine akzeptable Häufigkeit dar. Es wäre jedoch eine weitere Entwicklung zu wünschen gewesen. Auch hier könnte man annehmen, dass die hohe Anzahl von nicht bearbeiteten Fällen ein Problem für die Auswertung ist. Tabelle 30 zeigt jedoch, dass die Kategorien deutlich stabiler sind als die in Aufgabenteil a).

Tabelle 30: Kreuztabelle von Aufgabe 5) Teilaufgabe b)

		Testpunkt 2			
		nicht bearbeitet	Fehlvor-stellungen	Mitte	richtig
Testpkt. 1	nicht bearbeitet	6	2	2	1
	Fehlvorstellungen	1	3	0	1
	Mitte	0	2	1	2
	richtig	1	1	1	7

In der letzten Teilaufgabe wird deutlich, dass sich die Aufgabe besonders gut für eine quantitative Untersuchung eignet. Es gibt die Kategorie *richtig*, bei der die Frage richtig beantwortet wird. Hierzu wurde schlüssig über die maximale Insassenzahl von fünf und die für den Durchschnitt benötigte Anzahl von neun Personen argumentiert. Daneben gibt es die Kategorie „falsch“, die letztendlich den Rest beinhalten würde. Es ließ sich neben diesen beiden sehr klaren Varianten nur schwer eine weitere Einteilung finden. Die Dimension *Fehlvor-stellungen* ist auch hier deutlich wiederzufinden und entspricht im Prinzip der aus Teilaufgabe b). Besonders aussagekräftig ist das Beispiel in Abbildung 44, bei

Abbildung 44: Beispiel für eine Fehlvorstellung in 5 c) (T5-I, GS, w)


~~Ja~~ Nein es geht nicht denn im letzten Auto müssten dann 8 personen und 8 Taschen liegen. In einem Auto können aber nur höchstens 5 Personen befördert werden.

39 · 1,0p
1 · 1,0p + 39 · 0,2 p
39 · 0,2
78
7,8
8,8

dem die Schülerin aus der Fehlvorstellung „1 Mensch und 1 Tasche“ in dieser Teilaufgabe eine Systematik erstellt. Aus der Nebenrechnung (rechter Teil) wird klar, dass die 39 Autos mit einer Person berechnet werden, wie es in der Aufgabenstellung formuliert war. Die Differenz von 0,2 zum Durchschnitt wird 39 Mal zu der Person im 40. Wagen hinzugefügt. Bezeichnend ist der nächste Schritt. Der Bruchteil, der von dieser Schülerin in Aufgabe a) als Tasche interpretiert wurde, ergibt bei der Multiplikation ganze Menschen, die durch ganze Zahlen repräsentiert werden. Logisch zu Ende geführt entsprechen 39 Taschen (39 · 0,2 = 7,8) also sieben Menschen und vier Taschen. Die Schülerin interpretiert jene 0,8 jedoch nun logisch inkohärent als acht Taschen. Die zwischenzeitlich angestellte inhaltliche Deutung ergibt sich scheinbar aus der Notwendigkeit einer konkreten Vorstellung. Diese wird über Taschen jedoch nicht sachadäquat gebildet.

In dem Bereich *Fehlerhaft* sind Antworten zusammengefasst, die keine eindeutige Fehlvorstellung des Durchschnitts aufweisen, bei dem aber auch nicht schlüssig argumentiert wird. Es wird z.B. ein Ansatz gewählt, der sehr wohl etwas mit dem Durchschnitt zu tun hat, aber nicht richtig ist bzw. nicht richtig ausgeführt wurde (siehe nachfolgendes Zitat).

> „Nein, denn das 40. Auto ist nur ein 1/40. Also kann es den Durchschnitt nicht um 1/5 beeinflussen“ (T15-I, GY, m).

In Abbildung 45 wird deutlich, dass sich die Schülerin zwar an ein Kalkül erinnert, dieses aber falsch anwendet und das Resultat unreflektiert als Personenanzahl annimmt. Die Fehler in dieser Rechnung sind nebensächlich, wenn man den Antwortsatz betrachtet, der zeigt, dass Rückinterpretation zum Sachkontext getätigt wird, sondern rechnerische Ergebnisse unreflektiert akzeptiert werden.

Abbildung 45: Beispiel für die Kategorie *Fehlerhaft* in 5 c) (T24-II, GY, w)

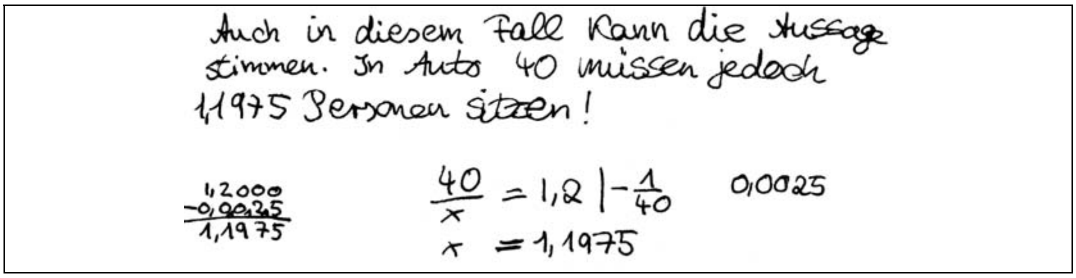


Tabelle 31: Häufigkeiten in den Kategorien von Aufgabe 5) Teilaufgabe c)

Niveau	Testpunkt 1	Testpunkt 2
nicht bearbeitet	7	8
Fehlvorstellungen	13	8
Fehlerhaft	3	5
Richtig	7	10

Die Verteilungen auf diese Kategorien unter Berücksichtigung von nicht bearbeiteten Aufgaben sind in Tabelle 31 zu finden. Zusammen mit Tabelle 32 kann man recht deutlich feststellen, dass eine positive Entwicklung stattgefunden hat. Viele Schülerinnen und Schüler haben Fortschritte gemacht. Ursprünglich hatten etwa zwei Drittel aller Testpersonen diese Aufgabe entweder gar nicht bearbeitet bzw. es zeigte sich eine Fehlvorstellung über den Durchschnitt; dies ist auf knapp die Hälfte der 31 Lernenden zurückgegangen. Immerhin ein Drittel sind nun in der Lage, diese Problematik komplett richtig zu lösen. Das ist vor dem Hintergrund des empirischen Schwierigkeitswerts, als eine beachtliche Anzahl anzusehen.

Tabelle 32: Kreuztabelle von Aufgabe 5) Teilaufgabe c)

		Testpunkt 2			
		nicht bearbeitet	Fehlvor-stellungen	Mitte	richtig
Testpkt. 1	nicht bearbeitet	4	4	0	1
	Fehlvorstellungen	4	4	2	2
	Fehlerhaft	0	0	1	2
	richtig	0	0	2	5

3.2.4. Zusammenfassende Interpretation der Ergebnisse

Für die zusammenfassende Darstellung der Einzelergebnisse wurde überprüft, ob zwischen den einzelnen Fähigkeiten, die in den unterschiedlichen Aufgaben abgetestet wurden, erkennbare Zusammenhänge verschiedener Fähigkeitsdimensionen innerhalb der Fälle existieren. Auch in diesem Teilbereich lassen sich erwartungsgemäß keine eindeutigen Strukturen aufdecken. Mathematische Literalität besteht aus mehreren Einzelfähigkeiten, die nicht voneinander isoliert abgetestet werden können. Werden einer Testperson Aufgaben zur Bearbeitung gestellt, wirken unterschiedlichste Faktoren auf die Lösung ein, welche nicht bzw. nur sehr wenig kontrolliert werden können. Einige wenige Aufgaben können die Fähigkeiten einer Testperson also nicht bestimmen, da nicht immer deutlich wird, an welchen Fähigkeiten es bei der Bearbeitung mangelte (dies stellt z.B. das Hauptproblem bei den nicht bearbeiten Aufgaben dar). Außerdem kann die Bearbeitung trotz vorhandener Fähigkeiten von nicht benennbaren Faktoren, die quasi „zufällig" auftauchen, gestört werden. Hier wird deutlich, welche Stärke die probabilistische Testtheorie mit sich bringt. „Ausreißer" – im Sinne von fehlerhaften Lösungen trotz vorhandener Fähigkeiten – sind bei dem Ansatz über die Lösungswahrscheinlichkeiten modellverträglich. Eine derartige Toleranz kann in einem qualitativen Ansatz schlechter gewährleistet werden. Einzelaussagen, also Aussagen über die individuelle Kompetenz von einzelnen Schülerinnen und Schülern, lassen sich bei beiden Ansätzen nicht tätigen. Unserer Meinung nach sind die Fähigkeitswerte aus der Gesamterhebung dabei aber das bessere Maß. Stärke dieser Untersuchung ist es, spezielle mathematisch-literale Fähigkeiten genauer zu betrachten.

In mehreren Beispielen wird deutlich, dass die Lernenden im Bereich von *Functional Literacy*, also dem Verständnis von gängigen und auch komplexeren Routinen sowie deren Verwendung in variierenden Kontexten, Fortschritte gemacht haben. Das ist den Entwicklungen in den Aufgaben 3) und 4) zu entnehmen, wo komplexere Diagramme erstellt und gelesen sowie Daten miteinander verknüpft werden müssen. Auch in der Aufgabe 5c) ist erkennbar, dass es Fortschritte bezüglich des folgerichtigen Anwendens eines Konzepts gegeben hat, obwohl das Anwenden von nicht gut durchdrungenen Konzepten fehleranfällig bleibt. Dies zeigt sich z.B. in Aufgabe 5a), wo der Transfer der nominalen Vorstellungen auf konkrete Situationen schwer fällt.

Probleme zeigen sich vor allem im Bereich von *Conceptual and Procedural Literacy*. Die Fähigkeiten zum Aufdecken und Benennen von Zusammenhängen sowie das Verwenden von allgemeinen Argumentationen sind nur bei wenigen Jugendlichen entwickelt. Bei der Prozent-Aufgabe (2) wird deutlich, dass schematisches Lösen von Aufgaben im Vordergrund steht. Die Häufigkeit der Antworten, die mindestens eine Tendenz zur Verallgemeinerung aufweisen, ist mit einem Viertel und später einem Drittel der Lernenden als recht gering anzusehen. Auch in der Aufgabe 3), bei der Beschreibung des Geschwindigkeits-Strecke-Diagramms, fällt es den Schülerinnen und Schülern schwer, den Zusammenhang in allgemeiner Form zu beschreiben. Argumentieren wird von den Schülerinnen und Schülern recht stark gemieden. Geforderte Begründungen werden weggelassen oder die gesamte Aufgabe wird nicht bearbeitet. Erkennbare Fortschritte sind eher gering und selten.

Die Stufe *Nominal Literacy* spielt bei den Lernenden dieser Studie nur eine geringe Rolle. In vielen Bereichen nimmt die Anzahl von Fehlvorstellungen und begrifflichen Schwierigkeiten stark ab. Diese Stufe stellt für die getesteten Personen, die durch die getätigte Auswahl nicht repräsentativ für alle Lernenden der Untersuchung sind, keine besondere Herausforderung dar.

Das bedeutendste Problemfeld, das sich in den Ergebnissen abzeichnet, ist das fehlende Bewusstsein für das Verhältnis von Mathematik und Realität. In Aufgabe 1) wurde deutlich, dass die Anzahl von sachlogisch begründeten Herangehensweisen mit gut einem Drittel sehr gering ist. Auch in anderen Aufgaben konnte festgestellt werden, dass der Sachkontext selten zu einer Rückinterpretation der Ergebnisse genutzt wird. Horrende Preise für Handy-Gespräche werden ebenso unkommentiert akzeptiert wie Bruchteile von Menschen (siehe z.B. Abbildung 45 auf S.123). Der Modellcharakter der Mathematik wird nur ansatzweise in Argumentationen, wie z.B. bei der Erklärung des Durchschnittsbegriffs, deutlich. Sinnlose Mathematisierungen wie die Vorstellung „1 Mensch und 1 Tasche“ für einen Durchschnittswert von 1,2 werden ohne Bezug zur Wirklichkeit konsequent weiter betrieben (siehe z.B.

Abbildung 44 auf S.122) und die Ergebnisse dieser sinnlosen Modellierungen akzeptiert. Insgesamt wird deutlich, dass der Modellierungsprozess und der damit verbundene Charakter und der Nutzen der Mathematik den Schülerinnen und Schülern tendenziell unbekannt ist. Bei dieser Schwäche, die auch einen Angelpunkt zu den Beliefsystemen darstellt, ist keine besondere Entwicklung zwischen den Testpunkten festzustellen. Die Lernenden bleiben diesbezüglich auf einem niedrigen Niveau.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass im Bereich von *Functional Literacy* deutliche Entwicklungen zu verzeichnen sind, die mit Sicherheit auch auf eine erweiterte Aufgabenkultur in den beteiligten Schulen zurückzuführen sind. Der Bereich von *Conceptual and Procedural Literacy* sowie die Beziehung von Mathematik und Realität bleiben für die Lernenden weiterhin Problemfelder, in denen weitere Fortschritte im Sinne einer angemessenen mathematischen Literalität wünschenswert wären. Dazu wird es erforderlich sein, diese Defizite gezielt anzugehen, was im Rahmen des Fazits dieser Arbeit noch konkretisiert wird.

3.3. Zusammenhänge zwischen Einstellungen und mathematischen Leistungen

Es konnten in den beiden Bereichen „Einstellungen“ und „mathematische Leistungen“ keine bedeutsamen Strukturen aufgedeckt werden. Damit können diese beiden Teile nicht auf der Einzelfallebene in Form von idealisierten Fällen in Bezug gesetzt werden.

Beide Erhebungen zeigen die Komplexität des jeweiligen Forschungsgegenstands auf. Die mathematischen Beliefsysteme von den Schülerinnen und Schülern sind nicht besonders determiniert. Dies zeigt sich auch bei Inkonsistenzen, die sich zwischen den Profilen dieser Untersuchung und den Daten aus der Gesamterhebung bei einzelnen Schülerinnen und Schülern ergeben (aber an dieser Stelle nicht diskutiert werden können).

Die Fähigkeiten, die zum Betreiben von Mathematik in einem mathematisch literalen Sinne notwendig sind, lassen sich über einzelne Aufgaben schwer erfassen, da das Fähigkeitssyndrom nur schlecht in separaten Dimensionen betrachtet werden kann.

Trotz dieser Probleme lassen sich die Entwicklungen beider Bereiche summativ in Beziehung setzen, indem man die Ergebnisse des gesamten Samples betrachtet. Dann wird deutlich, dass gewisse Verhältnisse und Entwicklungen Zusammenhänge andeuten.

Vergleicht man z.B. die Ausprägung von *Functional Literacy* mit den Einstellungen zu Aufgaben, so kann man feststellen, dass bei den Testpersonen nicht nur die Fähigkeit steigt, mathematische Verfahren in komplexeren Situationen sicher anzuwenden, sondern dass sich auch der entsprechende Bereich bei den Einstellungen entwickelt hat. Es verändern sich z.B. die Gründe für die Auswahl der Aufgabe recht deutlich. Die Anzahl in der Kategorie Knobeln und Denken stieg, wohingegen die Sicherheit beim Lösen und die Klarheit der Aufgabenstellung von Aufgabe b) nicht mehr die Bedeutung hat wie in Testpunkt 1. Die Testpersonen sind selbstbewusster beim Lösen mathematischer Probleme und sehen einen größeren Anreiz an komplexeren Aufgaben.

Betrachtet man das Bild von Aufgaben, so zeigen sich ebenfalls Zusammenhänge. Für viele Schülerinnen und Schüler bestehen Mathematikaufgaben aus recht schematischen Bestandteilen, die überwiegend formale Zielen verfolgen. Die Vorstellung vom kalkülorientierten Rechnen und das Fehlen sinngebender Kontexte ist in dem Sample weit verbreitet. Diese Vorstellungen korrespondieren mit entsprechenden Schwächen im Bereich der Aufgabenbearbeitung. Die Kompetenz, Mathematik sachlogisch anzuwenden und bei Mathematisierungen Ergebnisse innerhalb von Modellen rückzuinterpretieren, ist wenig ausgeprägt. Weder die Literalitätskomponente des Bildes von Mathematikaufgaben noch die mathematischen Leistungen haben sich in dieser Hinsicht bedeutsam geändert.

4. Zusammenfassende Bewertung

Entlang der in der Einleitung vorgestellten Fragestellungen sollen in diesem abschließenden Kapitel die Ergebnisse, Einsichten und die Ausblicke dargestellt werden.

In dieser Studie wird mathematische Literalität im Sinne der angelsächsischen Tradition als Kompetenz verstanden, Mathematik in jetzigen und späteren Lebenssituationen anzuwenden. Diese Kompetenz wird in Form von Zielen sowohl durch mehrere Fähigkeiten als auch durch bestimmte Haltungen (Beliefs) präzisiert.

In Bezug auf die Entwicklung der mathematischen Literalität der Lernenden im SINUS-Projekt in Hamburg innerhalb des Testzeitraums ergeben sich verschiedene Ergebnisse, von denen die wichtigsten hier nochmals kurz dargestellt werden sollen.
Die SINUS-Schulen in Hamburg sind spezifisch ausgewählte Schulen. Das Einzugsgebiet und die Innovationsbereitschaft von Schule und Kollegium erklären jeweils die bereits überdurchschnittlichen Werte zu Beginn der Evaluation. Der erzielte Zuwachs in den Leistungen entsprach dem durch eine Faustformel ermittelten Erwartungswert, der insbesondere unabhängig von dem absoluten Niveau ermittelt wird. Diese Praxis ist jedoch umstritten, bekannt ist, dass Zuwächse auf hohem Niveau schwerer zu erreichen sind. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass die Itemschwierigkeiten derselben Aufgaben beim zweiten Testpunkt systematisch niedriger geschätzt wurden. Dieser Umstand ließ sich testtheoretisch nicht beheben, wodurch eine weitere Steigerung der Leistungen der Testpersonen in den nicht verankerten Aufgaben vermutet werden kann. Damit wäre der reale Leistungszuwachs höher als der hier gemessene.
In den Beliefsystemen sind in den für SINUS zentralen Bereichen leicht positive Veränderungen festzustellen. Das Bild von Mathematikaufgaben verändert sich hin zu einem weiteren und anwendungsbezogeneren Bild. Das Interesse am Fach Mathematik sinkt zwar, tut dies aber weniger als bei der Vergleichsgruppe in TIMSS.
Im qualitativen Teil wird ebenfalls eine Entwicklung deutlich. Die Lernenden steigern sich oftmals in Hinblick auf die literalen Fähigkeiten. Besonders das Niveau *Functional Literacy* wird deutlich häufiger und sicherer erreicht. Die

Flexibilisierung von Routineverfahren und Prozeduren wird in diesem Bereich deutlich. Variierende Kontexte und Situationen stellen für die Testpersonen deutlich geringere Hürden dar und lassen sich durch eine erweiterte Aufgabenkultur erklären. Die nächst höhere Literalitätsstufe bleibt dennoch ein Problem. Das Finden von Zusammenhängen, das folgerichtige Ziehen von Schlüssen sowie das allgemeine Argumentieren fällt den Schülerinnen und Schülern nach wie vor schwer. Ebenso wird deutlich, dass sich die Aufgabenkultur im Bereich von Modellierungstätigkeiten nur wenig entwickelt hat. Das Verhältnis von Mathematik und Realität bleibt bei vielen Lernenden verschwommen. Diese Ergebnisse korrespondieren außerdem mit den Beliefs über Mathematik und Mathematikaufgaben. Für viele Lernende besteht Mathematik vornehmlich aus Rechnen und formalem Anwenden von Kalkülen. Authentische Anwendungen haben keine große Bedeutung.

Dies macht deutlich, dass zwar Erfolge des SINUS-Projekts in Hamburg in Bezug auf die gewünschte mathematische Literalität erzielt wurden, jedoch weitere Anstrengungen nötig sind, um die relativen Defizite in Zukunft zu minimieren. Damit ist festzuhalten, dass das SINUS-Projekt eindeutig einen Schritt in die richtige Richtung und eine gute Basis für weitergehende Fortschritte darstellt.

Literatur:

BARUK, Stella 1989: Wie alt ist der Kapitän?: über den Irrtum in der Mathematik, Basel.

BAUMERT, Jürgen; LEHMANN, Rainer et al. 1997: TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht. Deskriptive Befunde, Opladen.

BAUMERT, Jürgen; KÖLLER, Olav; LEHRKE, Manfred et al. 2000c: Anlage und Durchführung der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie zur Sekundarstufe II (TIMSS/III) – Technische Grundlagen, in: Baumert, Jürgen; Bos, Wilfried; Lehmann, Rainer (Hrsg.): TIMSS III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Pflichtschulzeit, Band 1, Opladen, S.31-84.

BAUMERT, Jürgen; STANAT, Petra; DEMMRICH, Anke 2001: PISA 2000: Untersuchungsgegenstand, theoretische Grundlagen und Durchführung der Studie, in: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.): PISA 2000, Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich, Opladen, S.15-68.

BORTZ, Jürgen; DÖRING, Nicola 2002: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, Berlin.

BUND-LÄNDER-KOMMISSION für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) (Hrsg.) 1997: Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“, Heft 60, Bonn.

BYBEE, Rodger W. 1999: Toward an Understanding of Scientific Literacy, in: Comfort, Kathy: Advancing Standards for Science and Mathematics Education: Views From the Field, Washington, DC, American Association for the Advancement of Science, auf http://ehrweb.aaas.org/ehr/forum am 31.3.2003.

CROPLEY, Arthur J. 2002: Qualitative Forschungsmethoden: eine praxisnahe Einführung, Eschborn bei Frankfurt am Main.

DEUTSCHE PISA-EXPERTENGRUPPE Mathematik; (Neubrand, Michael; Biehler, Rolf; Blum, Werner et al.) 2001: Grundlagen der Ergänzung des internationalen PISA-Mathematik-Tests in der deutschen Zusatzerhebung, In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, Vol. 33(2), S.45-59.

FLICK, Uwe 2002: Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung, Reinbek bei Hamburg.

GRIGUTSCH, Stefan 1996: Mathematische Weltbilder von Schülern. Struktur, Entwicklung, Einflußfaktoren, (unveröff.) Diss. Gerhard-Mercartor-Universität – Gesamthochschule Duisburg, Fachbereich Mathematik.

KELLE, Udo; KLUGE, Susanne 1999: Vom Einzelfall zum Typus, Opladen.

KLIEME, Eckhard; BAUMERT, Jürgen; KÖLLER, Olaf et al. 2000: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung: Konzeptuelle Grundlagen und die Erfassung und Skalierung von Kompetenzen, in: Baumert, Jürgen; Bos, Wilfried; Lehmann, Rainer (Hrsg.): TIMSS III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Pflichtschulzeit, Band 1, Opladen, S.85-133.

KLIEME, Eckhard; NEUBRAND, Michael; LÜDTKE, Oliver 2001: Mathematische Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse, in: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.): PISA 2000, Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich, Opladen, S.139-190.

KÖLLER, Olaf; BAUMERT, Jürgen; NEUBRAND, Johanna 2000: Epistemologische Überzeugungen und Fachverständnis im Mathematik- und Physikunterricht, in: Baumert, Jürgen; Bos, Wilfried; Lehmann, Rainer (Hrsg.): TIMSS III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Pflichtschulzeit, Band 2, Opladen, S.229-270.

KÖLLER, Olaf; KLIEME, Eckhard 2000: Geschlechtsdifferenzen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Leistungen, in: Baumert, Jürgen; Bos, Wilfried; Lehmann, Rainer (Hrsg.): TIMSS III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Pflichtschulzeit, Band 2, Opladen, S.373-404.

NCTM (National Council of Teachers of mathematics) (Hrsg.) 1989: Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics, Reston, VA.

NCTM (National Council of Teachers of mathematics) (Hrsg.) 2000: Principles and Standards for School Mathematics, Reston, VA.

NEUBRAND, Michael 2001: Die Konzepte „mathematical literacy“ und „mathematische Grundbildung“ in der PISA-Studie, in: Beiträge zum Mathematikunterricht, Vorträge auf der 35. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 5.-9. März 2001 in Ludwigsburg, Hildesheim, S.454-457.

PEHKONEN, Erkki 1993: Schülervorstellungen über Mathematik als verborgener Faktor für das Lernen, in: Beiträge zum Mathematikunterricht, S.303-306.

SHELL CENTER for Mathematical Education 2003: http://www.nottingham.ac.uk/education/shell/, 30.04.03.

SIBBERNS, Heiko; BAUMERT, Jürgen 2001: Stichprobenziehung und Stichprobengewichtung, in: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.): PISA 2000, Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich, Opladen, S.511-517.

STERN, Elsbeth 1992: Warum werden Kapitänsaufgaben „gelöst“? – Das Verstehen von Textaufgaben aus psychologischer Sicht, in: Der Mathematikunterricht, Heft 5, S.7-27.

SWAN, Michael, Shell Centre for Mathematical Education, Joint Matriculation Board (Hrsg.) 1985: The Language of Functions and Graphs, An Examination Module for Secondary Schools, Manchester.

TIMSS-SERVER 2003: TIMSS im Überblick, http://www.timss.mpg.de/ am 18.3.2003.

TÖRNER, Günter; GRIGUTSCH, Stefan 1994: „Mathematische Weltbilder“ bei Studienanfängern – eine Erhebung, in: Journal für Mathematikdidaktik, 15 (3/4), S.211-251.

Evaluation des Hamburger SINUS-Projekts von 2001-2003

Ergebnisse bezüglich Leistung und Einstellung zur Mathematik beschränkt auf die Jahrgangsstufen 7-9

ANHANG

Projektleitung: **Prof. Dr. Gabriele Kaiser**

Verantwortliche Mitarbeiter: **Eike Rath**

Torben Willander

Dezember 2004

Inhalt: ....Seite:

I. Organisatorische Details

In diesem Abschnitt finden sich organisatorische Details, die Testanweisungen und -instruktionen für die Schülerinnen und Schüler sowie für die Lehrerinnen und Lehrer.

1. Das Codierungssystem für die Evaluation des Sinus-Programms in Hamburg zur Anonymisierung der Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer.

Gewährleistung der Anonymität:

Grundsätzlich genießen alle an der Erhebung beteiligten Schülerinnen und Schüler, sowie Lehrerinnen und Lehrer Anonymität. Dieses wird durch folgende Codierung gewährleistet:

Der Schülerinnen- und Schüler-Code:

Jeder durch Schülerhand ausgefüllte Fragebogen wird mit einem siebenstelligen Zahlencode verschlüsselt:

Zifferncode: □□□□□□□	
Alter:_______	Geschlecht: m ○ w ○

1.Ziffer:

Die 1. Ziffer steht für die Schule. Die sechs Projekt-Schulen werden von 1 bis 6 durchnumeriert.

Dabei haben wir eingeteilt:

HR Fabriciusstraße	1
GS Walddörfer	2
GS Julius-Leber-Sch.	3
GY Lohbrügge	4
GY Friedrich-Ebert	5
HR Sportplatzring	6

2. Ziffer:

Die 2. Ziffer steht für den Jahrgang, in dem sich der Schüler bei Durchführung des Eingangstests befindet. Es gibt die Möglichkeiten 7 und 8.

<u>Ziffern 3-5:</u>

Diese Ziffern verschlüsseln die Identität der Schülerin / des Schülers. Der Koordinator an der jeweiligen Schule wird Listen anlegen, auf denen er den Schülerinnen und Schülern einer Stufe eine dreistellige Zahl zuordnet. Die dreistelligen Zahlen werden geblockt nach Kursen vergeben, z.B. die Zahlenbereiche von 1 bis 50 und 51 bis 100 usw.

Diese Listen verbleiben während des gesamten Projektzeitraums bei den Koordinatorinnen und Koordinatoren und werden für die zweite Befragung aufbewahrt.

<u>Ziffern 7 und 8:</u>

Diese zweistellige Zahl steht für die Lehrerin / den Lehrer, der den Mathematikunterricht gibt. Die Lehrerinnen und Lehrer werden vom Koordinator durchnummeriert.

Der Lehrer/innen-Code:

Zifferncode: ☐☐☐

Alter:_______ Geschlecht: m ○ w ○

Berufserfahrungsjahre: ______ Unterrichtete Schulform: _____________

Die Fragebögen der Lehrerinnen und Lehrer werden ebenfalls mit dem Schulcode versehen. (siehe Schülerinnen- und Schüler-Code)

Außerdem benutzen die Lehrerinnen und Lehrer die zweistellige Lehrer/innen-Zahl. Falls die Lehrpersonenvielfalt zehn Lehrpersonen pro Jahrgang nicht überschreiten sollte, reicht hierfür auch eine einstellige Zahl.

Alle weiteren Angaben werden zur Auswertung der Daten benötigt.

Autorisierte Aufhebung der Anonymität:

Damit besteht für die Forschungsgruppe keine Möglichkeit, die erhobenen Daten auf jemanden zurückzuführen.

In dem Forschungsvorhaben ist jedoch vorgesehen, im Rahmen einer Tiefenuntersuchung Interviews mit ausgewählten Lehrenden und eine Befragung von ausgewählten Schülerinnen und Schülern mit einem offenen Fragebögen durchzuführen.

Hierzu wird über den Koordinator / die Koordinatorin anonym angefragt, ob die betreffende Person bereit ist, ihre / seine Anonymität für diese Untersuchung aufzuheben.
Nur für den Fall, dass die / der Ausgewählte einwilligt, darf der Koordinator die Person bekannt geben.

2. Die Testanweisungen und -instruktionen für Lehrerinnen und Lehrer sowie Schülerinnen und Schüler

2.1. Informationen für die testdurchführende Lehrkraft (Testzeitpunkt 1)

- Lehrer verantwortlich für Testdurchführung
- Stapel erkennbar an (Lehrercode, Schule; Jahrgang)
- Lehrercodes verteilt durch Koordinatoren
- Inhalt des Stapels: Deckblatt (zum eintragen der Schülercodes), Testablaufansagen (vorlesen), Tests (A(weiß)+B(blau))
- Wir stehen für Fragen zur Verfügung
- Bitte darauf achten, dass der Name der Schüler auf dem letzten Blatt steht!!!!

Bitte nach dem Test / während der Abgabe:

- Codes auf die Tests schreiben;
- Schüler-Code-Blatt ausfüllen;
- letztes Blatt abreißen;
- alles im Anschluss an den Test (gr. Pause) wieder abgeben.
- Die Aufgaben bitte nicht im Nachhinein besprechen.
- Aufgaben vertraulich behandeln.
- Die Aufgaben bitte nicht im Nachhinein besprechen und vertraulich behandeln.

Umgang mit Schülern ohne Einverständnis:

- 1. Fall: Einverständnis nicht da:
  Mitschreiben, aber erst abgeben wenn das Einverständnis da ist abgeben, sonst vernichten.
- 2. Fall: Einverständnis liegt ablehnend vor:
  Nicht mitschreiben lassen! Anders beschäftigen.

2.2. Testablaufplan (Testzeitpunkt 1)

Ansagen:

- Die Kultusminister haben beschlossen, den Mathematikunterricht zu verändern und daher den Modellversuch SINUS ins Leben gerufen, bei dem eine andere Art von Mathematikunterricht erprobt werden soll.
- Während der nächsten zwei Jahre werdet ihr als Teilnehmer des Modellversuchs Sinus entsprechend speziell unterrichtet.
- Die Universität Hamburg soll nun versuchen herauszufinden, ob dieser etwas andere Mathematikunterricht Sinn macht. Dafür bekommt Ihr heute einen Test, mit dem man herausfinden will, wie Ihr über Mathematik denkt und wie gut Ihr bestimmte Aufgaben lösen könnt.
- In einem guten Jahr werdet Ihr dann erneut einen ähnlichen Test bekommen, um Veränderungen erkennen zu können.
- Es gibt A + B Tests
- Jeder Test ist in 2 Teile unterteilt,
- Für Teil 1 stehen höchstens 30 min zur Verfügung.
- Für Teil 2 stehen höchstens 60 min zur Verfügung.
- Alle Testteilnehmer beginnen zunächst mit Teil 1, warten dann beim Zwischenblatt *Test A* bzw. *Test B* und beginnen dann erneut gemeinsam mit dem Mathematiktest.
- Bitte tragt zuerst auf der ersten Seite euer Alter und Geschlecht ein. Der Kasten Zifferncode bleibt frei.
- Danach tragt bitte auf dem letzten Blatt euren Namen ein. Dieses Blatt wird später abgetrennt und statt dessen wird auf der ersten Seite von eurem Lehrer / eurer Lehrerin ein Zifferncode eingetragen. So weiß niemand wer den Test geschrieben hat.
- Aushändigen der Tests:
- Ansagen zu Fragen zum Mathematikunterricht (Teil 1):
- Ihr habt jetzt 30 Minuten Zeit
- Bitte kreuzt in jeder Zeile genau einmal etwas an.
- Bitte wartet bei der Seite Test A bzw. Test B, bis neue Ansagen kommen.
- Ansagen zu Mathematiktest I:
- Ihr habt jetzt 60 Minuten Zeit.
- Die Aufgaben werden langsam schwerer und es gibt einen Punkt pro Aufgabe.
- Fangt also am besten von vorn an.

- Es gibt Aufgaben, wo ihr die nötige Mathematik eventuell noch nicht kennt. Versucht diese Aufgaben dennoch zu lösen, so gut ihr es könnt.
- Es ist wichtig, dass Ihr euch Mühe gebt, damit der Test Sinn macht.
- Es sind keine Hilfsmittel (Lineal, Geodreieck, Taschenrechner,...) erlaubt.
- Schreibt die Antworten bitte in die dafür vorgesehenen Kästchen.
- Achtet bitte auf Einheiten
- Schreibt eure Nebenrechnungen mit auf das Aufgabenblatt.
- Viel Erfolg!

2.3. Informationen für die testdurchführende Lehrkraft (Testzeitpunkt 2)

- Lehrer verantwortlich für Testdurchführung
- Stapel erkennbar an (Lehrercode, Schule; Jahrgang)
- Bei neuen Kollegen Koordinator fragen, welcher Code!
- Inhalt des Stapels: Codeliste vom Koordinator, Testablaufansagen (vorlesen), Tests (A(weiß)+B(blau)), Arbeitsblätter für nicht teilnehmende Schülerinnen und Schüler
- Wir stehen für Fragen zur Verfügung
- **Es schreiben alle Schülerinnen und Schüler mit, die auch schon beim ersten Durchlauf teilgenommen haben** (siehe Codeblatt)
- Für GS: Alle SchülerInnen müssen in dem Differenzierungsniveau des Vorjahres schreiben!!!
- Die nicht mitschreibenden Schülerinnen und Schüler können sich mit dem beiliegenden Arbeitsblatt beschäftigen
- Bitte darauf achten, dass der Name der Schüler auf dem letzten Blatt steht!!!!

Bitte nach dem Test / während der Abgabe:

- Codes auf die Tests schreiben;
- Schüler-Code-Blatt ausfüllen;
- letztes Blatt abreißen;
- alles im Anschluss an den Test (gr. Pause) wieder abgeben.
- Die Aufgaben bitte nicht im Nachhinein besprechen.
- Aufgaben vertraulich behandeln.

- Die Aufgaben bitte nicht im Nachhinein besprechen und vertraulich behandeln.

2.4. Testablaufplan (Testzeitpunkt 1)

Ansagen:

- Es schreiben nur die Schülerinnen und Schüler mit, die auch schon beim ersten Durchlauf teilgenommen haben
- Ihr seid während des letzten Jahres, als TeilnehmerInnen des Modellversuchs Sinus entsprechend speziell unterrichtet worden.
- Die Universität Hamburg soll versuchen herauszufinden, ob dieser etwas andere Mathematikunterricht Sinn macht. Dafür bekommt Ihr heute einen zweiten Test, mit dem man herausfinden will, wie Ihr über Mathematik denkt und wie gut ihr bestimmte Aufgaben lösen könnt.
- Dieser Test wird dann mit dem Test vor einem Jahr verglichen und geschaut, ob sich etwas verändert hat.
- Es gibt wieder A + B Tests
- Jeder Test ist in 2 Teile unterteilt,
- Für Teil 1 stehen höchstens 30 min zur Verfügung.
- Für Teil 2 stehen höchstens 60 min zur Verfügung.
- Alle Testteilnehmer beginnen zunächst mit Teil 1, warten dann beim Zwischenblatt *Test A* bzw. *Test B* und beginnen dann erneut gemeinsam mit dem Mathematiktest.
- Bitte tragt zuerst auf der ersten Seite euer Alter und Geschlecht ein. Der Kasten Zifferncode bleibt frei.
- Danach tragt bitte auf dem letzten Blatt euren Namen ein. Dieses Blatt wird später abgetrennt und statt dessen wird auf der ersten Seite von eurem Lehrer / eurer Lehrerin der Zifferncode eingetragen. So weiß niemand, wer den Test geschrieben hat.
- *Aushändigen der Tests:*
- *Ansagen zu Fragen zum Mathematikunterricht (Teil 1):*
- Ihr habt jetzt 30 Minuten Zeit
- Bitte kreuzt in jeder Zeile genau einmal etwas an.
- Bitte wartet bei der Seite Test A bzw. Test B, bis neue Ansagen kommen.
- *Ansagen zu Mathematiktest I:*
- Ihr habt jetzt 60 Minuten Zeit.
- Die Aufgaben werden langsam schwerer und es gibt einen Punkt pro Aufgabe.
- Fangt also am besten von vorn an.

- Es gibt Aufgaben, wo ihr die nötige Mathematik eventuell noch nicht kennt. Versucht diese Aufgaben dennoch zu lösen, so gut ihr es könnt.
- Es ist wichtig, dass ihr euch Mühe gebt, damit der Test Sinn macht.
- Es sind keine Hilfsmittel (Lineal, Geodreieck, Taschenrechner,...) erlaubt.
- Schreibt die Antworten bitte in die dafür vorgesehenen Kästchen.
- Achtet bitte auf Einheiten
- Schreibt eure Nebenrechnungen mit auf das Aufgabenblatt.
- Viel Erfolg!

2.5. Die Testvorgaben (Testpunkt 1 und 2):

- Du hast für diesen Test 60 min Zeit.
- Es sind **keine** Hilfsmittel (Geodreieck, Lineal, Taschenrechner...) erlaubt!
- Schreibe deine Antwort in die dafür vorgesehenen Kästen.
- Achte auf Einheiten und schreibe deine Nebenrechnungen mit auf das Aufgabenblatt.

II. Quantitativer Teil: Items und Faktorenanalysen der Beliefobjekte

In diesem Abschnitt des Anhangs finden sich die verwendeten Testitems des Leistungstests und des Einstellungsfragebogens des quantitativen Untersuchungsteils. Außerdem ist angegeben, wie sich die Items auf die unterschiedlichen Testhefte verteilen und letztlich werden die Faktorenanalysen zu den verschieden Beliefobjekten dargestellt.

1. Die verwendeten Testitems des Leistungstests

Dem folgenden Abschnitt sind die verwendeten Leistungstestitems zu entnehmen.

Vor jedem Item findet sich ein Block mit allen wichtigen Informationen über das entsprechende Item. Hier finden sich spezifische Angaben zur Aufgabenklasse, zum Aufgabengebiet, zum Aufgabenkontext, zur Aufgabenherkunft sowie das Antwortformat, der Itemkennwert, die Lösungshäufigkeiten beider Testzeitpunkte. Danach folgt eine meist etwas Verkleinerte Darstellung der Aufgabe und letztlich werden die Kodierungsvorgaben dargestellt. Zu den Kodierungsvorgaben ist anzumerken, dass Grundsätzlich Lösungen auch richtige Angabe der Einheiten als korrekt bewertet werden konnten, Werte konnten als Bruch oder als Dezimalzahl angegeben werden.

Bei der Herkunft der Items werden folgende Abkürzungen verwendet:

- TIMSS (Third International Mathematics and Science Study),
- Hessen (Evaluation des BLK-Modellversuchsprogramms SINUS in Hessen),
- Kassel-Exeter (Items der Kassel-Exeter-Studie),
- WUM (Items aus der Fortbildung im Rahmen des Proramms „Weiterentwicklung der Unterrichtskultur im Fach Mathematik“ (SINUS in Baden-Württemberg)),
- Exploring Statistics (Items aus dem Buch: Exploring Statistics in the Elementary Grades, (Book Two)),
- Shell Center (Items aus dem Buch: Shell Center for Mathematical Education - The Language of Functions and Graphs) und
- Eigen (Items die für die SINUS-Evaluation in Hamburg hergestellt wurden).

Die zwei vorab folgenden Tabellen geben an, in welchen Testheften und an welcher Stelle innerhalb dieser die jeweiligen Items verwendet wurden.

Tabelle 1:Verteilung der Items auf die verschiedenen Testhefte zum Testzeitpunkt 1

Item	K1, UN A*	K1, UN B*	K1, ON A*	K1, ON B*	K2, UN A*	K2, UN B*	K2, ON A*	K2, ON B*	Item
I01					1	6			I01
I02	1	5			2	4			I02
I03	2	4	1	2	3	5	1	2	I03
I04	3	6	2	4	4	7	2	4	I04
I05	4	2							I05
I06	5	3							I06
I07			3	5	5	2			I07
I08							3	5	I08
I09			4	3	6	3	4	3	I09
I10	6	1	5	1	7	1	5	1	I10
I11					8	14	6	10	I11
I12	8	16	7	11	10	18	8	14	I12
I13	7	12	6	13	9	19	7	13	I13
I14			8	12			9	12	I14
I15	9	10	9	8	11	17	10	7	I15
I16	10	14	10	14	12	16	11	15	I16
I17	11	17	11	10	13	20	12	9	I17
I18	12	8	12	9	14	8	13	8	I18
I19	13	15			15	12			I19
I20	14	9			16	11			I20
I21	15	11			17	10			I21
I22			13	7	18	9			I22
I23	16	13			19	13			I23
I24							14	11	I24
I25	17	7	14	6	20	15	15	6	I25
I26			15	23			16	19	I26
I27			17	24			18	25	I27
I28			16	19			17	26	I28
I29	18	19			21	23			I29
I30			18	15			19	20	I30
I31			19	21			20	17	I31
I32			20	17			21	16	I32
I33	20	21	22	20	23	24	23	21	I33
I34	19	18	21	18	22	21	22	18	I34
I35			23	16			24	22	I35
I36							25	23	I36
I37	21	20	24	22	24	22	26	24	I37
Summe	21	21	24	24	24	24	26	26	**Summe**

* Folgende Abkürzungen wurden verwendet: Kohorte 1 (K1), Kohorte 2 (K2), Oberes Leistungsniveau (ON), Unteres Leistungsniveau (UN), Testheftversion A (A), Testheftversion B (B).

Tabelle 2:Verteilung der Items auf die verschiedenen Testhefte zum Testzeitpunkt 2

Item	K1, UN A*	K1, UN B*	K1, ON A*	K1, ON B*	K2, UN A*	K2, UN B*	K2, ON A*	K2, ON B*	Item
I01					1	6			I01
I02	1	5			2	4			I02
I03	2	4	1	2	3	5	1	2	I03
I04	3	6	2	4	4	7	2	4	I04
I05	4	2							I05
I06	5	3							I06
I07			3	5	5	2			I07
I08							3	5	I08
I09			4	3	6	3	4	3	I09
I10	6	1	5	1	7	1	5	1	I10
I11					8	14	6	10	I11
I12	8	16	7	11	10	18	8	12	I12
I13	7	12	6	13	9	19	7	13	I13
I14			8	12			9	11	I14
I15	9	10	9	8	11	17	10	7	I15
I16	10	14	10	14	12	16	11	14	I16
I17	11	17	11	10	13	20	12	9	I17
I18	12	8	12	9	14	8	13	8	I18
I19	13	15			15	12			I19
I20	14	9			16	11			I20
I21	15	11			17	10			I21
I22			13	7	18	9			I22
I23	16	13			19	13			I23
I24									I24
I25	17	7	14	6	20	15	14	6	I25
I26			15	23			15	18	I26
I27			17	24			17	24	I27
I28			16	19			16	25	I28
I29	18	19			21	23			I29
I30			18	15			18	19	I30
I31			19	21			19	16	I31
I32			20	17			20	15	I32
I33	20	21	22	20	23	24	22	20	I33
I34	19	18	21	18	22	21	21	17	I34
I35			23	16			23	21	I35
I36							24	22	I36
I37	21	20	24	22	24	22	25	23	I37
E01	22	24	25	27	25	27	26	28	E01
E02	23	23	26	26	26	26	27	27	E02
E03	24	25	27	28	27	28	28	29	E03
E04	25	22	28	25	28	25	29	26	E04
Summe	25	25	28	28	28	28	29	29	**Summe**

* Folgende Abkürzungen wurden verwendet: Kohorte 1 (K1), Kohorte 2 (K2), Oberes Leistungsniveau (ON), Unteres Leistungsniveau (UN), Testheftversion A (A), Testheftversion B (B).

I1	Itemkennwert (-schwierigkeit): **480,93**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,60 / 0,67)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Wie viel sind 25% von 60 kg?

Lösung	**Kodierung**
15 (kg)	falsch: 0 richtig: 1

I2	Itemkennwert (-schwierigkeit): **405,31**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,72 / 0,81)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Die Temperatur wechselt von –4°C auf 7°C. Um wie viel hat sich die Temperatur erhöht?

Lösung	**Kodierung**
11 (°C)	falsch: 0 richtig: 1

I3a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **515,78**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **1A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,53 / 0,71)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**		Itemkontext: **dekontextuell**

I3b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **556,96**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **1A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,45 / 0,60)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**		Itemkontext: **dekontextuell**

I3c	Itemkennwert (-schwierigkeit): **659,07**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **1A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,24 / 0,37)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**		Itemkontext: **dekontextuell**

I3d	Itemkennwert (-schwierigkeit): **618,12**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **1A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,32 / 0,46)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**		Itemkontext: **dekontextuell**

Berechne:

a) (-48) + (-12) =

b) (-48) - (-12) =

c) (-48) · (-12) =

d) (-48) : (-12) =

Lösung	Kodierung
(a) - 60	falsch: 0; richtig: 1
(b) - 36	falsch: 0; richtig: 1
(c) 576	falsch: 0; richtig: 1
(d) 4	falsch: 0; richtig: 1

I4a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **588,51**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,41 / 0,51)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I4b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **635,43**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,29 / 0,42)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I4c	Itemkennwert (-schwierigkeit): **704,68**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,15 / 0,29)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I4d	Itemkennwert (-schwierigkeit): **732,03**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,13 / 0,24)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Berechne:

a) $(-\frac{3}{2}) + (-\frac{5}{2}) =$ ☐ **c)** $(-\frac{3}{2}) \cdot (-\frac{5}{2}) =$ ☐

b) $(-\frac{3}{2}) - (-\frac{5}{2}) =$ ☐ **d)** $(-\frac{3}{2}) : (-\frac{5}{2}) =$ ☐

Lösung	**Kodierung**
(a) - 4 oder $(-\frac{8}{2})$	falsch: 0; richtig: 1
(b) 1 oder $(\frac{2}{2})$	falsch: 0; richtig: 1
(c) $\frac{15}{4}$	falsch: 0; richtig: 1
(d) $\frac{3}{5}$ oder $(\frac{6}{10})$	falsch: 0; richtig: 1

I5	Itemkennwert (-schwierigkeit): **357,85**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **2A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,80 / 0,86)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**		Itemkontext: **kontextuell**

Ich gehe um 8.35 Uhr von zu Hause weg und brauche 35 Minuten bis zur Schule. Um wie viel Uhr bin ich in der Schule?

Lösung	**Kodierung**
9.10 (Uhr)	falsch: 0 richtig: 1

I6a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **532,64**	Itemherkunft: **Eigen**
Aufgabenklasse: **1A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,40 / 0,51)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**		Itemkontext: **dekontextuell**

I6b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **272,78**	Itemherkunft: **Eigen**
Aufgabenklasse: **1A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,91 / 0,93)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**		Itemkontext: **dekontextuell**

I6c	Itemkennwert (-schwierigkeit): **447,21**	Itemherkunft: **Eigen**
Aufgabenklasse: **1A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,61 / 0,71)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**		Itemkontext: **dekontextuell**

I6d	Itemkennwert (-schwierigkeit): **348,95**	Itemherkunft: **Eigen**
Aufgabenklasse: **1A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,80 / 0,88)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**		Itemkontext: **dekontextuell**

Wie heißt die fehlende Zahl?

a) $\square$ **- 21 = 13**	
b) **7 ·** $\square$ **= 56**	
c) $\square$ **: 4 = 3**	
d) **9·** $\square$ **+ 3 = 39**	

Lösung		**Kodierung**
(a)	34	falsch: 0; richtig: 1
(b)	8	falsch: 0; richtig: 1
(c)	12	falsch: 0; richtig: 1
(d)	4	falsch: 0; richtig: 1

I7a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **528,35**	Itemherkunft: **Eigen**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,52 / 0,65)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I7b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **342,17**	Itemherkunft: **Eigen**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,89 / 0,91)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I7c	Itemkennwert (-schwierigkeit): **466,33**	Itemherkunft: **Eigen**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,67 / 0,77)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I7d	Itemkennwert (-schwierigkeit): **375,16**	Itemherkunft: **Eigen**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,84 / 0,89)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Bestimme x:

a) $x - 21 = 13$	**x =**
b) $7 \cdot x = 56$	**x =**
c) $x : 4 = 3$	**x =**
d) $9 \cdot x + 3 = 39$	**x =**

Lösung		**Kodierung**
(a)	34	falsch: 0; richtig: 1
(b)	8	falsch: 0; richtig: 1
(c)	12	falsch: 0; richtig: 1
(d)	4	falsch: 0; richtig: 1

I8a1	Itemkennwert (-schwierigkeit): **658,03**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,31 / 0,53)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I8a2	Itemkennwert (-schwierigkeit): **847,69**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,04 / 0,23)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I8b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **760,00**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,10 / 0,35)**	Itemkontext: **dekontextuell**

a) Löse jeweils nach x auf:

(1)	$x + 1 = 3 - x$	**x =**
(2)	$4 - 2x = 7 - x$	**x =**

b) Löse die Ungleichung nach x auf:

$3x + 4 < 13$	**x <**

Lösung	Kodierung
a1) (1) **x = 1**	falsch: 0; richtig: 1
a2) (2) **x = -3**	falsch: 0; richtig: 1
b) **x < 3**	falsch: 0; richtig: 1

I9a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **422,31**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,72 / 0,91)**	Itemkontext: **dekontextuell**

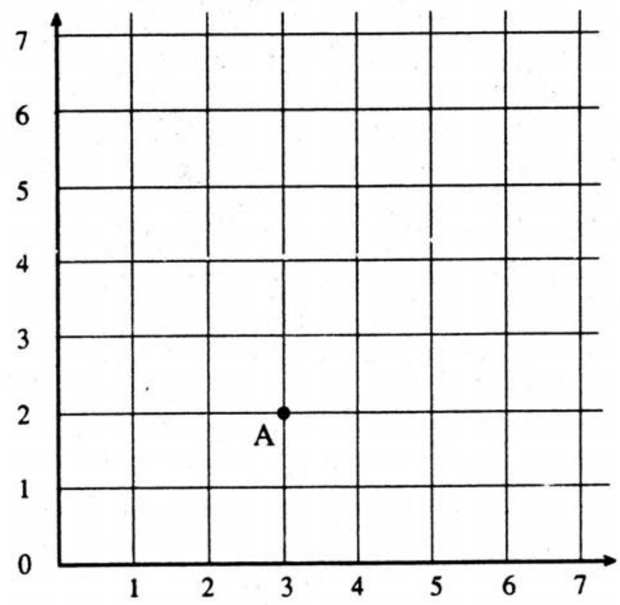
I9b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **461,59**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **Konstuktion**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,67 / 0,84)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Koordinaten:

a) Schreibe die Koordinaten von A auf.

x =	**y =**

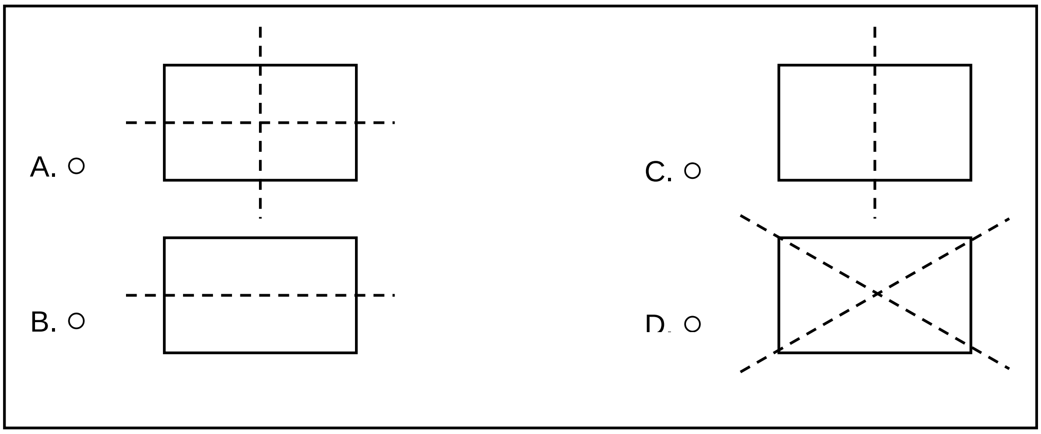
b) B ist der Punkt (6 | 5). Trage B in das Gitternetz ein.



Lösung		Kodierung
(a)	(3 | 2)	falsch: 0; richtig: 1
(b)	Punkt richtig eingetragen	falsch: 0; richtig: 1

I10	Itemkennwert (-schwierigkeit): **499,47**	Itemherkunft: **TIMSS (M2)**
Aufgabenklasse: **2A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,52 / 0,59)**	Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Geometrie**		Itemkontext: **dekontextuell**

Welche der Zeichnungen zeigt alle Symmetrie-Achsen eines Rechtecks?



Lösung	Kodierung
A.	richtig: 1
B.	falsch: 0
C.	falsch: 0
D.	falsch: 0

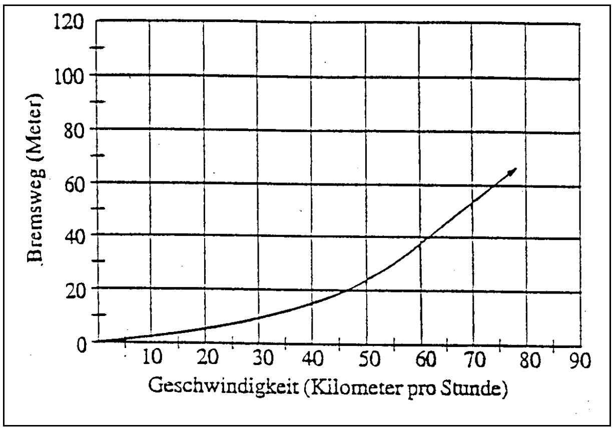
I11	Itemkennwert (-schwierigkeit): **616,67**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,38 / 0,50)**	Itemkontext: **dekontextuell**

200 DM werden auf ein Konto mit 7% Jahreszinsen angelegt. Wie viel Zinsen werden nach <u>einem</u> Jahr gezahlt?

Lösung	Kodierung
14 (DM)	falsch: 0 richtig: 1

I12	Itemkennwert (-schwierigkeit): **535,18**	Itemherkunft: **TIMSS (O1)**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,57 / 0,73)**	Itemkontext: **kontextuell**

Die Grafik zeigt zu verschiedenen Geschwindigkeiten eines Autos die Strecke, die man benötigt, um das Auto durch Betätigen der Bremse zum Anhalten zu bringen (Bremsweg).



A. ○ 48 km pro Stunde

B. ○ 55 km pro Stunde

C. ○ 70 km pro Stunde

D. ○ 160 km pro Stunde

Auf einer Landstraße fährt ein Auto. Es bremst und kommt nach 30 m zum Stillstand. Wie schnell ist es ungefähr gefahren?

Lösung	Kodierung
A.	falsch: 0
B.	richtig: 1
C.	falsch: 0
D.	falsch: 0

I13	Itemkennwert (-schwierigkeit): **505,34**	Itemherkunft: **TIMSS (D7)**
Aufgabenklasse: **1B**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,70 / 0,73)**	Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**		Itemkontext: **dekontextuell**

100g einer Speise haben 300 Kalorien. Wie viele Kalorien haben dann 30g derselben Speise?

A.	○	90
B.	○	100
C.	○	900

Lösung	Kodierung
A.	richtig: 1
B.	falsch: 0
C.	falsch: 0
D.	falsch: 0
E.	falsch: 0

I14a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **661,47**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Geometrie**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,28 / 0,45)**	Itemkontext: **dekontextuell**

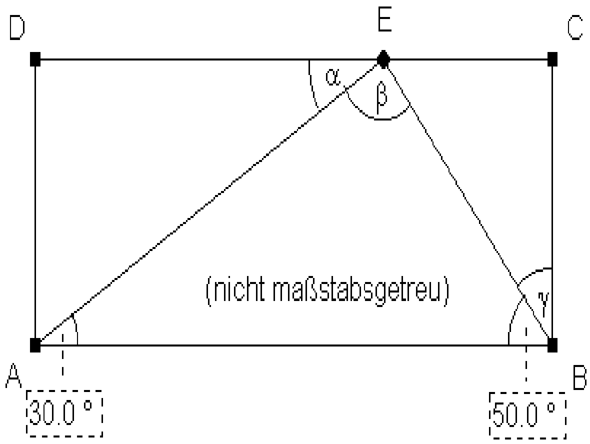
I14b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **597,46**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Geometrie**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,40 / 0,60)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I14c	Itemkennwert (-schwierigkeit): **601,85**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Geometrie**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,39 / 0,60)**	Itemkontext: **dekontextuell**

ABCD ist ein Rechteck. E ist ein Punkt auf DC.

Berechne die Winkelgrößen α, β und γ:

α =
β =
γ =



Lösung	Kodierung
α = 30 (30.0°)	falsch: 0; richtig: 1
β = 100 (100.0°)	falsch: 0; richtig: 1
γ = 40 (40.0°)	falsch: 0; richtig: 1

I15	Itemkennwert (-schwierigkeit): **602,71**	Itemherkunft: **TIMSS (V3)**
Aufgabenklasse: **2A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,41 / 0,46)**	Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**		Itemkontext: **dekontextuell**

Zur Herstellung einer bestimmten Farbe mischt Anna 5 Liter Rot, 2 Liter Blau und 2 Liter Gelb. Wie groß ist der Anteil der roten Farbe an der Gesamtmenge?

A. ○ $\frac{5}{2}$ B. ○ $\frac{9}{4}$

C. ○ $\frac{5}{4}$ D. ○ $\frac{5}{9}$

Lösung	**Kodierung**
A.	falsch: 0
B.	falsch: 0
C.	falsch: 0
D.	richtig: 1

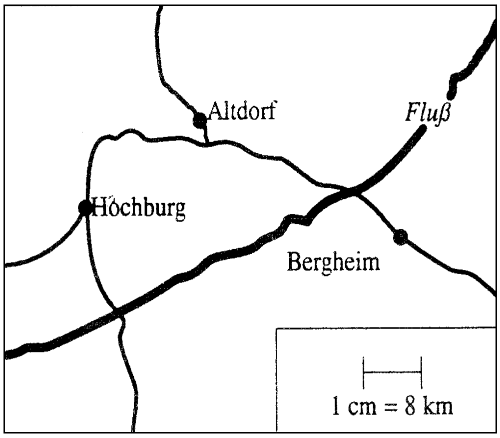
I16	Itemkennwert (-schwierigkeit): **483,65**	Itemherkunft: **TIMSS (J17)**
Aufgabenklasse: **2A**		Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Geometrie**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,66 / 0,73)**	Itemkontext: **kontextuell**

Ein Zentimeter auf der Karte entspricht 8 Kilometern in Wirklichkeit. Wie weit ist Altdorf von Bergheim in Wirklichkeit entfernt?

A. ○ 4km

B. ○ 16 km

C. ○ 35 km



Lösung	Kodierung
A.	falsch: 0
B.	falsch: 0
C.	richtig: 1
D.	falsch: 0

I17	Itemkennwert (-schwierigkeit):	Itemherkunft:
	486,90	**TIMSS (Q5)**
Aufgabenklasse: **2A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2):	Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**	**(0,66 / 0,69)**	Itemkontext: **kontextuell**

Drei Fünftel der Kinder einer Klasse sind Mädchen. Wenn 5 Mädchen und 5 Jungen dazukommen, welche der folgenden Aussagen über die Klasse ist dann wahr?

A. ○ In der Klasse gibt es mehr Mädchen als Jungen.

B. ○ Es gibt gleich viele Jungen wie Mädchen in der Klasse.

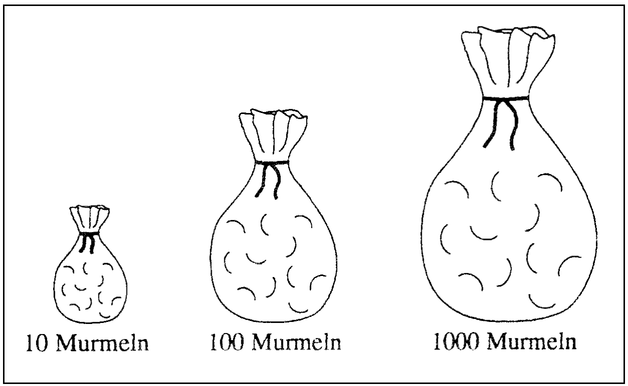
C. ○ In der Klasse gibt es mehr Jungen als Mädchen.

Lösung	**Kodierung**
A.	richtig: 1
B.	falsch: 0
C.	falsch: 0
D.	falsch: 0

I18	Itemkennwert (-schwierigkeit): **433,29**	Itemherkunft: **TIMSS (M3)**
Aufgabenklasse: **2A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,81 / 0,82)**	Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Stochastik**		Itemkontext: **kontextuell**

In jedem dieser Beutel gibt es nur eine rote Murmel.

Du sollst ohne hinzusehen aus einem der Beutel eine Murmel herausnehmen. Bei welchem Beutel ist die Chance am größten, dass du die rote Murmel ziehst?



A. ○ Bei dem Beutel mit den 10 Murmeln

B. ○ Bei dem Beutel mit den 100 Murmeln

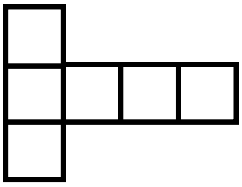
C. ○ Bei dem Beutel mit den 1000 Murmel

Lösung	Kodierung
A.	richtig: 1
B.	falsch: 0
C.	falsch: 0
D.	falsch: 0

I19a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **583,81**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Geometrie**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,34 / 0,41)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I19b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **607,99**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Geometrie**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,30 / 0,32)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Sechs Quadrate (Seitenlänge jeweils 1 cm) sind wie hier zusammengefügt:



(a) Wie groß ist de Umfang dieser Figur?

(b) Wie groß ist der Flächeninhalt dieser Figur?

Lösung	Kodierung
a) 14 (cm) b) 6 (cm^2)	falsch: 0; richtig: 1 falsch: 0; richtig: 1

I20	Itemkennwert (-schwierigkeit): **562,43**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,37 / 0,47)**	Itemkontext: **dekontextuell**

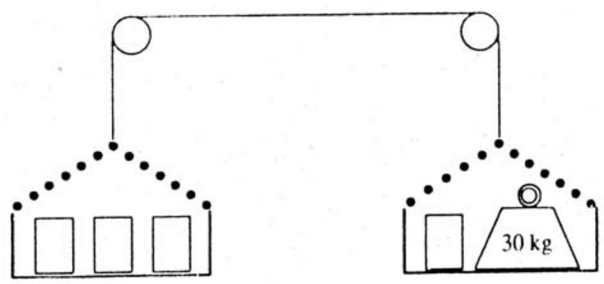
Sarah denkt sich eine Zahl. Sie verdoppelt diese, subtrahiert eins und erhält dreiunddreißig. Welches war ihre Zahl?

Lösung	**Kodierung**
17	falsch: 0; richtig: 1

I21	Itemkennwert (-schwierigkeit): **505,07**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **2A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,48 / 0,62)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Jeder Sack wiegt das Gleiche, und die Waage ist im Gleichgewicht.

Wie viel wiegt ein einzelner Sack?

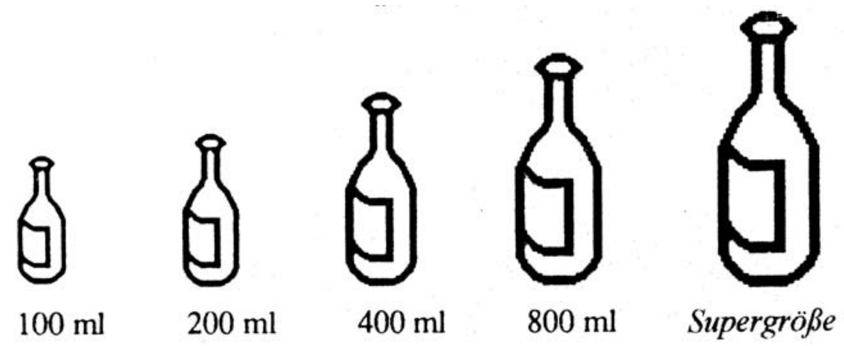


Lösung	**Kodierung**
15 (kg)	falsch: 0; richtig: 1

I22a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **467,10**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,66 / 0,77)**	Itemkontext: **kontextuell**

I22b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **619,07**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Algebra**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,26 / 0,47)**	Itemkontext: **kontextuell**

Ein Supermarkt verkauft Cola in vier verschiedenen Flaschengrößen.



Der Supermarkt führt eine supergroße Flasche ein, die bezüglich ihres Inhalts derselben Regel folgt wie die vier kleineren Flaschen.

a) Wie viel Cola enthält die supergroße Flasche?

Die Firma benutzt die Formel

Kosten = 0,1 · Inhalt (in ml)

um die Kosten zur Herstellung der Cola in Pfennigen zu bestimmen.

b) Was kostet es, die 400-ml-Flasche herzustellen?

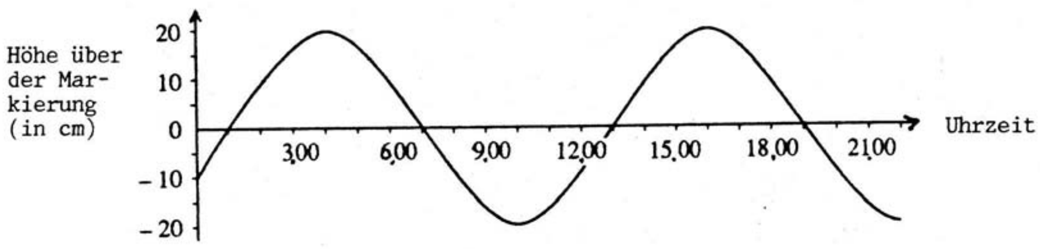
Lösung	Kodierung
(a) 1600 (ml)	falsch: 0; richtig: 1
(b) 40 (Pf)	falsch: 0; richtig: 1

I23a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **419,55**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,67 / 0,80)**	Itemkontext: **kontextuell**

I23b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **455,62**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,59 / 0,75)**	Itemkontext: **kontextuell**

I23c	Itemkennwert (-schwierigkeit): **546,84**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,33 / 0,57)**	Itemkontext: **kontextuell**

In einem Hafen wird das Ansteigen und Abfallen des Wasserstands täglich in regelmäßigen Abständen in Bezug auf eine feste Markierung an der Kaimauer festgehalten. Die Wasserstände eines Tages sind in folgendem Graphen zu sehen.



a) Lies näherungsweise den Wasserstand um 4.00 Uhr ab.

b) Lies näherungsweise den Wasserstand um 15.00 Uhr ab.

c) Lies näherungsweise ab, wann der Wasserstand zum ersten Mal 20 cm <u>unter</u> der Markierung liegt.

Lösung			**Kodierung**
(a)	20 (cm)	x ∈ [19;21]	falsch: 0; richtig: 1
(b)	17 (cm)	x ∈ [15;18]	falsch: 0; richtig: 1
(c)	10.00 (Uhr)	x ∈ [9.30 – 10.30]	falsch: 0; richtig: 1

I24a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **886,75**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **Konstuktion**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,06 / -)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I24b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **875,63**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **Konstuktion**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,06 / -)**	Itemkontext: **dekontextuell**

I24c	Itemkennwert (-schwierigkeit): **886,75**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **Konstuktion**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,06 / -)**	Itemkontext: **dekontextuell**

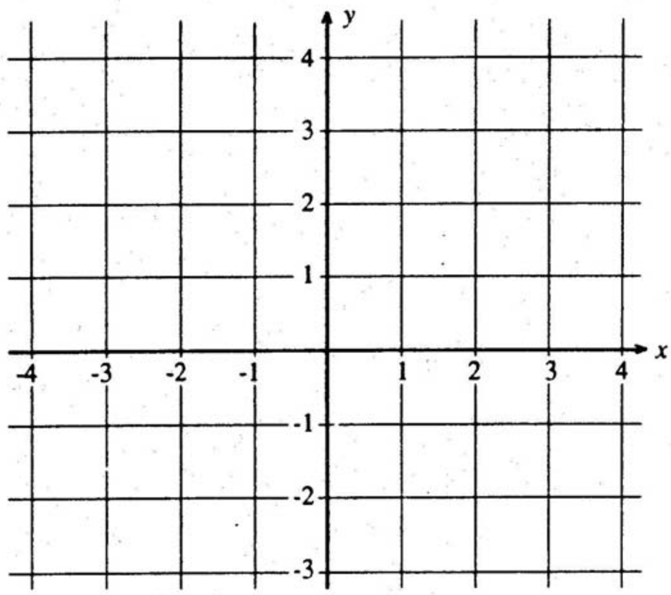
Zeichne in dieses Gitternetz die Geraden mit den folgenden Gleichungen ein:

a: x = -2

b: y = 1

c: y = x

Beschrifte deutlich jede Gerade.



Lösung		Kodierung
a	Parallele zur y-Achse d. x=-2	falsch: 0; richtig: 1
b	Parallele zur x-Achse d. y=1	falsch: 0; richtig: 1
c	Winkelhalbierende	falsch: 0; richtig: 1

I25	Itemkennwert (-schwierigkeit): **536,08**	Itemherkunft: **TIMSS (P8)**
Aufgabenklasse: **2A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,45 / 0,49)**	Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Geometrie**		Itemkontext: **dekontextuell**

In welchem Verhältnis steht bei einem Quadrat die Länge einer Seite zur Länge des Umfangs?

A. ○ $\frac{1}{1}$

B. ○ $\frac{1}{2}$

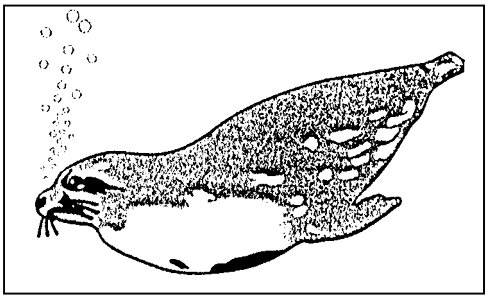
C. ○ $\frac{1}{3}$

D. ○ $\frac{1}{4}$

Lösung	**Kodierung**
A.	falsch: 0
B.	falsch: 0
C.	falsch: 0
D.	richtig: 1

I26	Itemkennwert (-schwierigkeit): **625,13**	Itemherkunft: **PISA**
Aufgabenklasse: **2B**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,37 / 0,51)**	Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Arithmetik**		Itemkontext: **kontextuell**

Schlafende Robbe



Eine Robbe muss atmen, auch wenn sie schläft. Martin hat eine Robbe eine Stunde lang beobachtet. Zu Beginn seiner Beobachtung befand sich die Robbe an der Wasseroberfläche und holte Atem. Anschließend tauchte sie zum Meeresboden und begann zu schlafen. Innerhalb von acht Minuten trieb sie langsam zurück an die Oberfläche und holte Atem. Drei Minuten später war sie wieder auf dem Meeresboden, und der ganze Prozess fing von vorne an.

Nach einer Stunde war die Robbe:

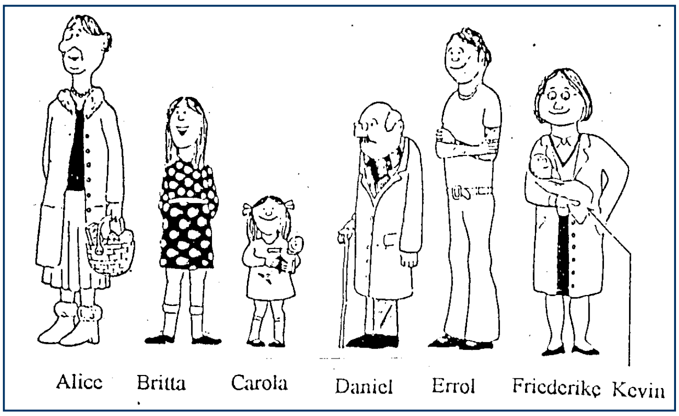
A. ○ auf dem Meeresboden

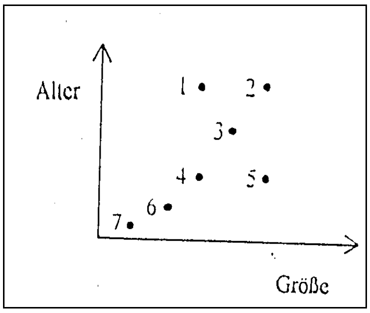
B. ○ auf dem Weg nach oben

Lösung	Kodierung
A.	falsch: 0
B.	richtig: 1
C.	falsch: 0
D.	falsch: 0

I27	Itemkennwert (-schwierigkeit): **654,10**	Itemherkunft: **Shell Center**
Aufgabenklasse: **2B**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,32 / 0,44)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **kontextuell**

Welche Person wird durch welchen Punkt in dem Graphen dargestellt?





Alice =

Britta =

Carola =

Daniel =

Errol =

Friederike =

Kevin =

Lösung	Kodierung
Alice = 2 Britta = 4 Carola = 6 Daniel = 1 Errol = 5 Friederike = 3 Kevin = 7	richtig: 1 falsch: 0

I28	Itemkennwert (-schwierigkeit): **591,22**	Itemherkunft: **TIMSS (N16)**
Aufgabenklasse: **2B**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,45 / 0,52)**	Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Algebra**		Itemkontext: **dekontextuell**

Claudia hatte einen Sack mit Murmeln. Sie gab die Hälfte davon Thomas und dann ein Drittel der Murmeln, die noch im Sack waren, Peter. Sie hatte dann sechs Murmeln übrig. Wie viele Murmeln waren am Anfang im Sack gewesen?

A. ○ 18

B. ○ 24

C. ○ 30

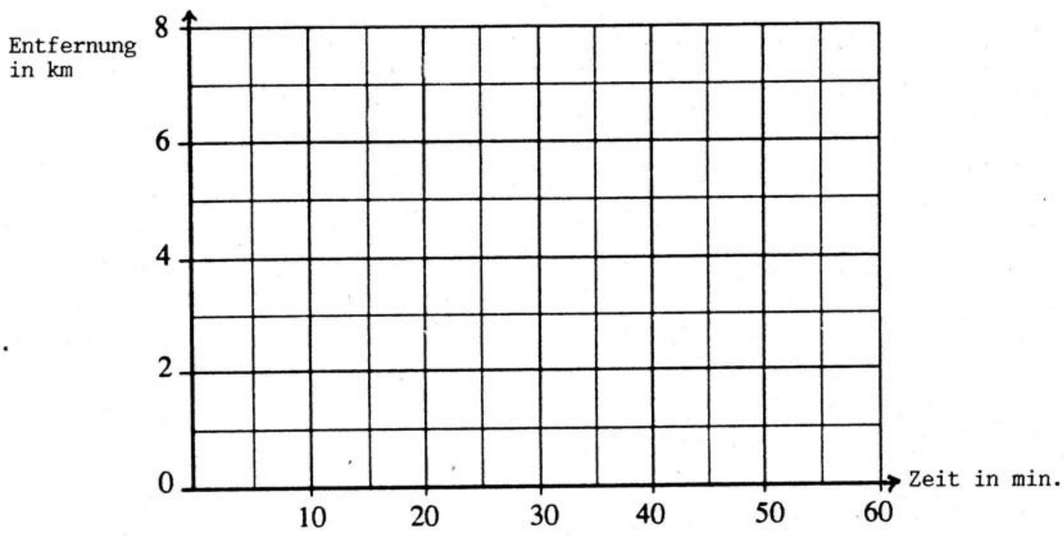
Lösung	Kodierung
A.	richtig: 1
B.	falsch: 0
C.	falsch: 0
D.	falsch: 0

I29a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **771,89**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **2A**		Antwortformat: **Konstuktion**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,04 / 0,14)**	Itemkontext: **kontextuell**

I29b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **655,23**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **2A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,16 / 0,29)**	Itemkontext: **kontextuell**

Karin nimmt an einem Lauf beim Schulsport teil. Sie läuft mit 12 km/h, muss aber nach 10 Minuten Laufen immer 10 Minuten Pause einlegen.

a) Zeichne einen Zeit-/Entfernungs-Graphen, der zeigt, wie Karin vorankommt.

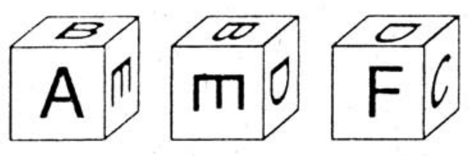


b) Wie weit ist sie nach 1 Stunde gekommen?

Lösung		**Kodierung**
a)	2km in 10min, 0 Steigung,...	falsch: 0; richtig: 1
b)	6 (km)	falsch: 0; richtig: 1

I30	Itemkennwert (-schwierigkeit): **584,49**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **2A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Geometrie**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,51 / 0,58)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Hier sind die drei Bilder eines Würfels. Auf den Seiten des Würfels stehen die Buchstaben A, B, C, D, E und F.



Welcher Buchstabe steht auf der Seite, die dem Buchstaben E gegenüberliegt?

Lösung	Kodierung
C	falsch: 0; richtig: 1

I31	Itemkennwert (-schwierigkeit): **867,09**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **2B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Geometrie**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,04 / 0,10)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Wie ändert sich der Oberflächeninhalt eines Würfels, wenn die Seitenlängen verdreifacht werden.

Lösung	Kodierung
Oberflächeninhalt verneunfacht sich / 9fach ...	falsch: 0 richtig: 1

I32	Itemkennwert (-schwierigkeit): **508,96**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **2B**		Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Stochastik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,69 / 0,73)**	Itemkontext: **kontextuell**

Wir haben vier Beutel; jeder enthält schwarze und weiße Kugeln:

Beutel	**A**	**:**	**12**	**schwarze**	**u.**	**4**	**weiße**
Beutel	**B**	**:**	**20**	**schwarze**	**u.**	**20**	**weiße**
Beutel	**C**	**:**	**20**	**schwarze**	**u.**	**10**	**weiße**
Beutel	**D**	**:**	**12**	**schwarze**	**u.**	**6**	**weiße**

Du sollst aus einem der Beutel eine Kugel herausnehmen (mit geschlossenen Augen).

Bei welchem Beutel hast du die besten Chancen, eine schwarze Kugel zu bekommen?

Lösung	Kodierung
Beutel A	falsch: 0 richtig: 1

I33a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **424,89**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,76 / 0,84)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Stochastik**		Itemkontext: **kontextuell**

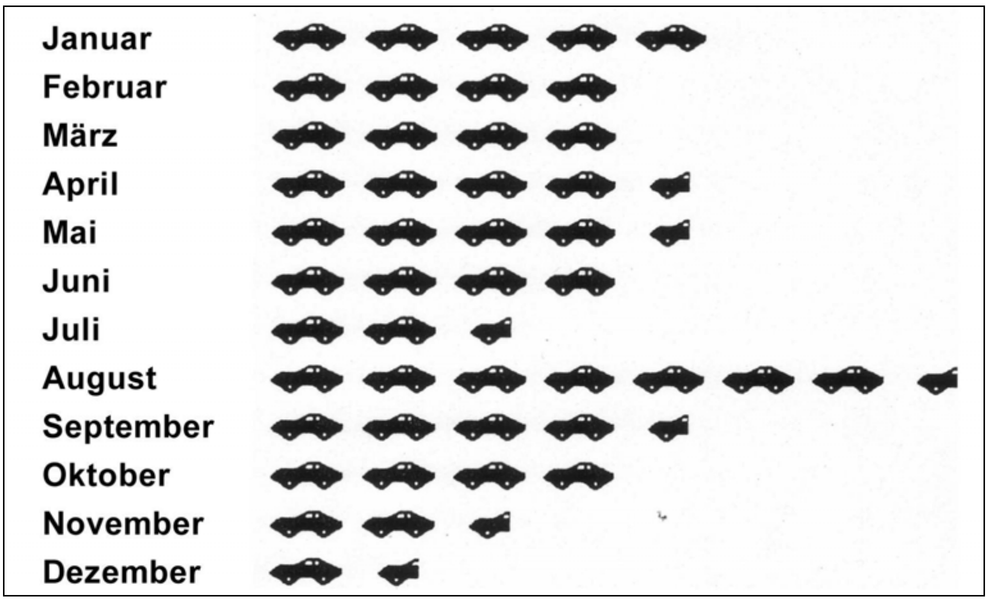
I33b1	Itemkennwert (-schwierigkeit): **264,83**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,94 / 0,97)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Stochastik**		Itemkontext: **kontextuell**

I33b2	Itemkennwert (-schwierigkeit): **472,84**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,69 / 0,74)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Stochastik**		Itemkontext: **kontextuell**

I33c	Itemkennwert (-schwierigkeit): **705,81**	Itemherkunft: **Kassel-Exeter**
Aufgabenklasse: **1B**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,19 / 0,24)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Stochastik**		Itemkontext: **kontextuell**

Die monatlichen Verkaufszahlen von Fantasia waren im Jahr 2000 wie folgt:

Jedes  **repräsentiert 50 000 verkaufte Autos.**



a) Wie viele Autos wurden im Februar verkauft?

b) (1) In welchem Monat wurden am wenigsten Autos verkauft?

(2) Wie viele Autos wurden in diesem Monat verkauft?

c) Wie viele Autos wurden insgesamt in 2000 verkauft?

Lösung		**Kodierung**
a)	200 000	falsch: 0; richtig: 1
b_1)	Dezember	falsch: 0; richtig: 1
b_2)	75 000 / 225 000 (T1) bzw. 20 000 (T2)[1]	falsch: 0; richtig: 1
c)	2 425 000	falsch: 0; richtig: 1

[1] Diese beiden Möglichkeiten ergeben sich aus dem Missverständnis, es handele sich um den aktuellen Monat, also den, in dem getestet wurde.

I34	Itemkennwert (-schwierigkeit): **513,66**	Itemherkunft: **TIMSS (F8)**
Aufgabenklasse: **2A**		Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Stochastik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,62 / 0,76)**	Itemkontext: **kontextuell**

Wenn eine Münze hochgeworfen wird, beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass sie auf Kopf landet, $\frac{1}{2}$. In vier aufeinanderfolgenden Würfen landet die Münze jedes Mal auf Kopf. Was passiert wahrscheinlich, wenn die Münze ein fünftes Mal geworfen wird?

A. ○ Es ist wahrscheinlicher, dass die Münze auf Zahl als auf Kopf landet.

B. ○ Es ist wahrscheinlicher, dass die Münze auf Kopf als auf Zahl landet.

C. ○ Es ist gleich wahrscheinlich, dass die Münze auf Kopf oder Zahl landet.

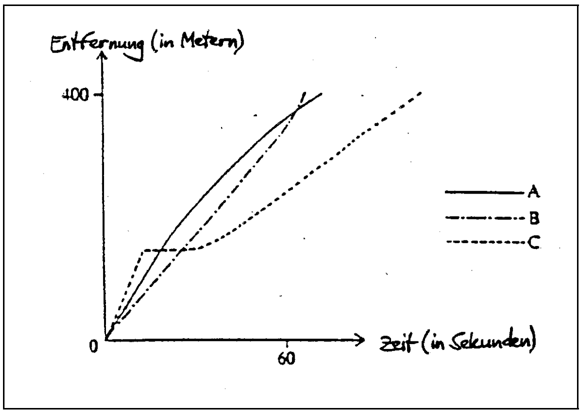
D. ○ Es wird noch mehr Information benötigt, um die Frage zu beantworten.

Lösung	**Kodierung**
A.	falsch: 0
B.	falsch: 0
C.	richtig: 1
D.	falsch: 0

I35a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **550,14**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **1B**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,56 / 0,68)**	Antwortformat: **kurze Antwort**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **kontextuell**

I35b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **693,33**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **3**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,22 / 0,37)**	Antwortformat: **Kurzaufsatz**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **kontextuell**

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



(a) Wie lange haben die drei Läufer jeweils für die 400 m gebraucht?

(b) Stell dir vor, du bist Sportreporterin oder Sportreporter. Schreibe einen kurzen Bericht (halbe Seite), in dem alle entscheidenden Phasen des Rennens vorkommen. Du brauchst dabei keine genauen Werte abzulesen.

(a)

(b)

Lösung	**Kodierung** (b: mind. 3 Punkte)
a) Läufer B, A, C (Reihenfolge)	falsch: 0; richtig: 1
b1) C vor A, B	falsch: 0; richtig: 1
b2) C stürzt	falsch: 0; richtig: 1
b3) A vor B, C	falsch: 0; richtig: 1
b4) kurz vor Ziel überholt B	falsch: 0; richtig: 1
b5) B gewinnt vor A, C	falsch: 0; richtig: 1

I36a1	Itemkennwert (-schwierigkeit): **537,30**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **2A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,62 / 0,77)**	
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **dekontextuell**

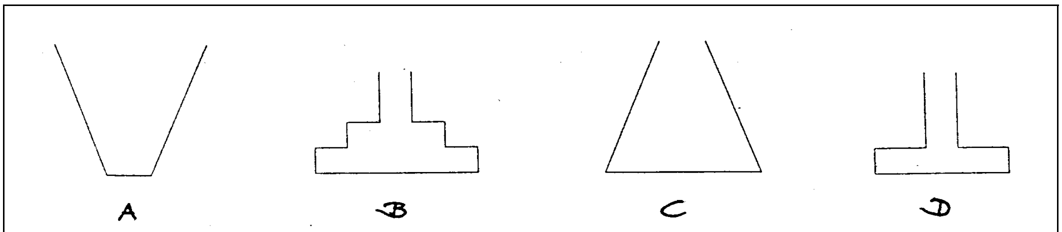
I36a2	Itemkennwert (-schwierigkeit): **616,36**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **2A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,45 / 0,59)**	
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **dekontextuell**

I36a3	Itemkennwert (-schwierigkeit): **592,72**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **2A**		Antwortformat: **kurze Antwort**
	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,49 / 0,66)**	
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **dekontextuell**

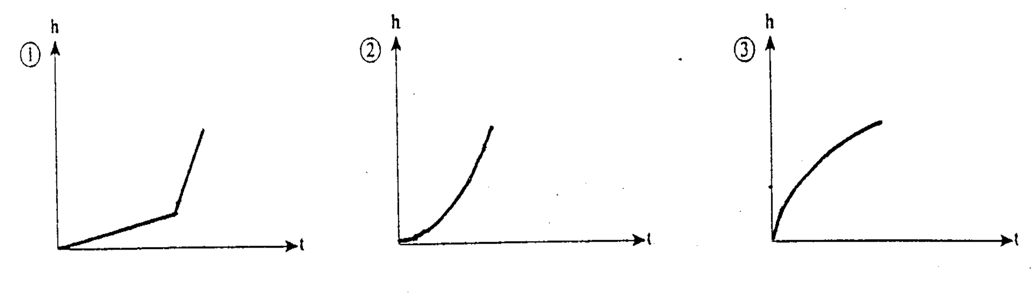
I36b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **712,91**	Itemherkunft: **Hessen**
Aufgabenklasse: **2B**		Antwortformat: **Konstuktion**
	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,21 / 0,40)**	
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **dekontextuell**

Beim gleichmäßigen Füllen eines Gefäßes mit Wasser steigt die Höhe des Wasserspiegels (Füllhöhe h) in Abhängigkeit von der Zeit (t). Die Zuordnung Zeit → Füllhöhe lässt sich grafisch im Koordinatensystem darstellen. Man spricht dann von Füll-Graphen.

Im folgenden Bild sind die Querschnitte verschiedener Gefäße gezeichnet.



Im nächsten Bild sind verschiedene Füll-Graphen skizziert.



a) Welcher Graph gehört zu welcher Gefäßform?

(1)	(2)	(3)

b) Skizziere einen Graphen zu dem Gefäß, das übrig geblieben ist.

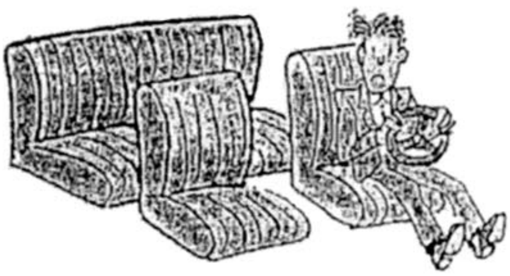
Lösung	**Kodierung**
(a) (1) = D	falsch: 0; richtig: 1
(2) = C	falsch: 0; richtig: 1
(3) = A	falsch: 0; richtig: 1
(b) Zwei Knicke (steiler werdend)	falsch: 0; richtig: 1

I37a	Itemkennwert (-schwierigkeit): **748,70**	Itemherkunft: **WUM**
Aufgabenklasse: **3**		Antwortformat: **Kurzaufsatz**
Aufgabengebiet: **Stochastik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,11 / 0,19)**	Itemkontext: **kontextuell**

I37b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **854,11**	Itemherkunft: **WUM**
Aufgabenklasse: **3**		Antwortformat: **Kurzaufsatz**
Aufgabengebiet: **Stochastik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,03 / 0,10)**	Itemkontext: **kontextuell**

I37c	Itemkennwert (-schwierigkeit): **867,49**	Itemherkunft: **WUM**
Aufgabenklasse: **3**		Antwortformat: **Kurzaufsatz**
Aufgabengebiet: **Stochastik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(0,04 / 0,07)**	Itemkontext: **kontextuell**

Wussten Sie,
...dass im Berufsverkehr im Durchschnitt nur 1,2 Personen in einem Auto sitzen?



a) Was bedeutet die Aussage in der Abbildung? Erkläre ausführlich.

b) Bei einer Kontrolle von 10 PKW entsprach die Anzahl der Insassen dem Durchschnitt. Wie waren die Autos besetzt? Gib alle Möglichkeiten an.

c) An einer Autobahn wurden 40 vorbeifahrende Autos gezählt. Davon waren 39 mit je einer Person besetzt. Keines der vorbeifahrenden Autos war ein Kleinbus. Jemand erzählt dir, dass im Durchschnitt die Autos mit 1,2 Personen besetzt waren. Geht das? Begründe deine Antwort.

Lösung	**Kodierung**
a) Bei einer bestimmten Anzahl von Autos wurden die Insassen gezählt. Die Zahl wurde durch die Anzahl der Autos geteilt. Ergebnis: 1,2 Oder qualitativ: Mehr allein, als zu zweit oder zu dritt	falsch: 0; richtig: 1
b) 2 Möglichkeiten 9 PKW mit 1 Person und 1 PKW mit 3 8 PKW mit 1 Person und 2 PKW mit je 2 Personen	falsch: 0; richtig: 1
c) Es geht nicht, weil im 40. Auto 9 Personen sitzen müssten. (es gab keinen Kleinbus o.ä.)	falsch: 0; richtig: 1

E1a1	Itemkennwert (-schwierigkeit): **628,74**	Itemherkunft: **Exploring Statistics**
Aufgabenklasse: **2A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(- / 0,40)**	Antwortformat: **Konstuktion**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **kontextuell**

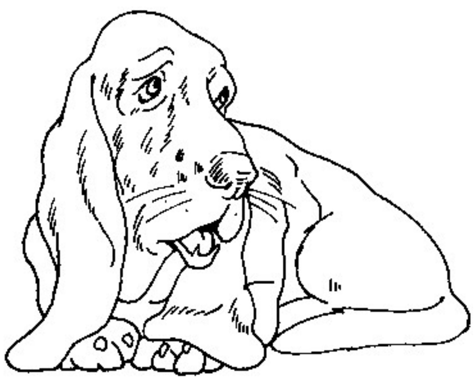
E1a2	Itemkennwert (-schwierigkeit): **745,72**	Itemherkunft: **Exploring Statistics**
Aufgabenklasse: **2A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(- / 0,18)**	Antwortformat: **Konstuktion**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **kontextuell**

E1b	Itemkennwert (-schwierigkeit): **613,19**	Itemherkunft: **Exploring Statistics**
Aufgabenklasse: **2A**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(- / 0,44)**	Antwortformat: **Kurzaufsatz**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **kontextuell**

E1c	Itemkennwert (-schwierigkeit): **607,59**	Itemherkunft: **Exploring Statistics**
Aufgabenklasse: **3**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(- / 0,45)**	Antwortformat: **Kurzaufsatz**
Aufgabengebiet: **Graphen/Funktionen**		Itemkontext: **kontextuell**

Eine Fabel

Ein Siamkater prahlte oft mit seiner Schnelligkeit und verspottete ständig den Familienhund, einen Basset, weil der so langsam sei. Eines Tages sagte der Basset: „Du magst über mich lachen, aber sollten wir jemals ein Rennen machen,



weiß ich, dass ich dich schlagen könnte.“

"Lächerlich!" spottete der Siamkater.

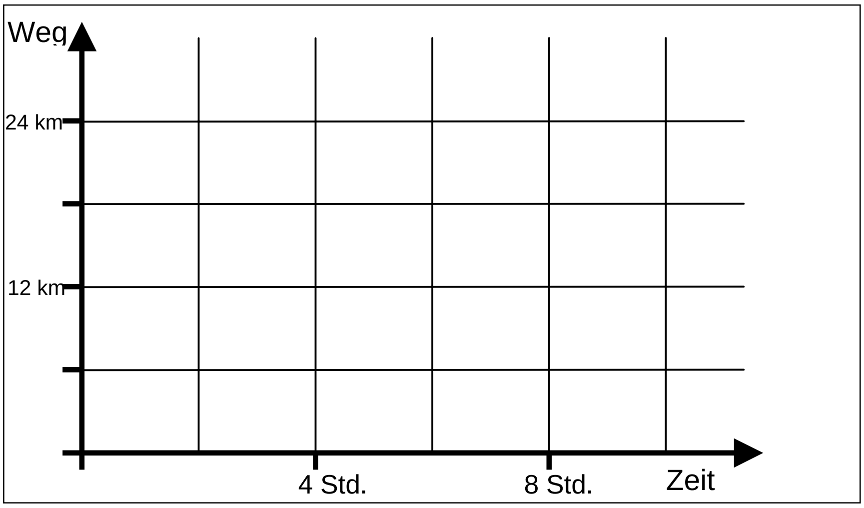
"Wirklich?" sagte der Basset. "Wir werden sehen. Bist du bereit?"

Sie entschieden sich für ein 26 Kilometer langes Rennen. Der Siamkater startete sofort mit überzeugender

Geschwindigkeit. Er entschied sich 2 Stunden mit einer Geschwindigkeit von 6 km/h zu laufen. Da er wusste, dass er viel Zeit hatte, entschied er sich, dann für 3 Stunden ein Nickerchen zu machen – eine Pause, wie man sie zum Abendessen eben braucht. Danach würde er weiter laufen wie vorher: 2 Stunden mit 6 km/h gefolgt von einem dreistündigen Nickerchen, usw.

Der Basset startete mit einer konstanten Geschwindigkeit von 3 km/h und dem Vorhaben, ohne Stopp bis zum Ziel zu laufen.

a) Zeichne zwei Graphen in das folgende Koordinatensystem, die die Geschwindigkeit des Hundes und des Katers beschreiben.



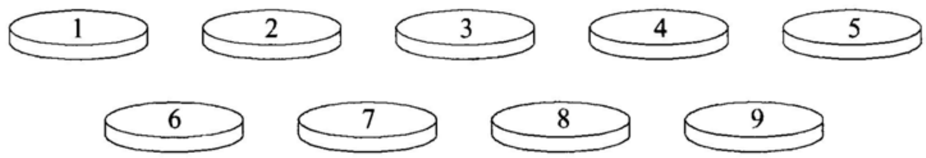
b) Begründe, wer das Rennen gewinnt.

c) Wie können die Regeln für das Rennen verändert werden, um einen anderen Rennausgang zu bekommen?

Lösung	**Kodierung**
a1) Graph der Katze richtig	falsch: 0; richtig: 1
a1) Graph des Hundes richtig	falsch: 0; richtig: 1
b) Der Hund + richtiger Graph / Begründung	falsch: 0; richtig: 1
c) keine Pause, andere Geschwindigkeit, andere Länge...	falsch: 0; richtig: 1

E2	Itemkennwert (-schwierigkeit): **540,87**	Itemherkunft: **TIMSS (N18)**
Aufgabenklasse: **2A**		Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Stochastik**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(- / 0,63)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Die neun abgebildeten Spielsteine werden in einem Sack gemischt.



Madeleine zieht einen Spielstein aus dem Sack. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie einen Spielstein mit einer geraden Zahl zieht.

A. ○ $\frac{1}{9}$

B. ○ $\frac{2}{9}$

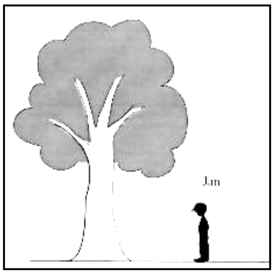
C. ○ $\frac{4}{9}$

D. ○ $\frac{1}{2}$

Lösung	Kodierung
A.	falsch: 0
B.	falsch: 0
C.	richtig: 1
D.	falsch: 0

E3	Itemkennwert (-schwierigkeit): **521,34**	Itemherkunft: **TIMSS (L8)**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Geometrie**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(- / 0,66)**	Itemkontext: **kontextuell**

Jan ist 1,5 m groß. Wie groß ist der Baum ungefähr?



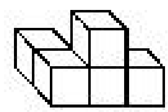
A. ○ 4 m

B. ○ 6 m

Lösung	Kodierung
A.	falsch: 0
B.	richtig: 1
C.	falsch: 0
D.	falsch: 0

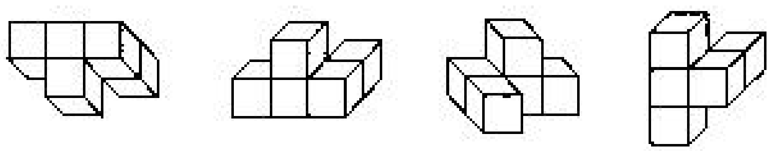
E4	Itemkennwert (-schwierigkeit): **478,31**	Itemherkunft: **TIMSS (K3)**
Aufgabenklasse: **1B**		Antwortformat: **multiple choice**
Aufgabengebiet: **Geometrie**	Lösungshäufigkeiten (T1 / T2): **(- / 0,72)**	Itemkontext: **dekontextuell**

Diese Figur wird in eine andere Lage gedreht.



Welche der folgenden Figuren erhält man, wenn man die oben stehende Figur dreht?

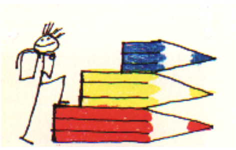
A. ○ B. ○ C. ○ D. ○



Lösung	Kodierung
A.	richtig: 1
B.	falsch: 0
C.	falsch: 0
D.	falsch: 0

2. Der verwendete Einstellungsfragebogen (Testpunkt 2)

Der Fragebogen vom Testpunkt 1 unterscheidet sich lediglich darin, dass der Fragenblock VII fehlt.



FRAGEN ZUM MATHEMATIK-UNTERRICHT II

Kreuze in jeder Zeile genau einmal an und ergänze auch im Feld Sonstiges, wenn dir etwas dazu einfällt! Du hast 30 Minuten Zeit zur Beantwortung.

1. Was heißt für dich Mathe-Unterricht?

	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	weiß nicht
Auswendig lernen	○	○	○
Formeln	○	○	○
Rechnen	○	○	○
Zeichnen	○	○	○
Logisch denken	○	○	○
Knobeln	○	○	○
Ausprobieren	○	○	○
Mathematische Probleme lösen	○	○	○
Etwas entdecken	○	○	○
Muster oder Regeln	○	○	○
Diskutieren	○	○	○
Begriffe lernen	○	○	○
Aufgaben aus dem Schulbuch	○	○	○

Begründen	○	○		○
Genauigkeit	○	○		○
Sonstiges:	○	○		○

2. Wie hoch ist dein Interesse am Fach Mathe?

sehr hoch	hoch	mittel	gering	nicht vorhanden
○	○	○	○	○

3. Ich habe Interesse am Fach Mathe...

Entscheide:	**trifft eher zu**	**trifft eher nicht zu**		**Diese Situation kam nicht vor**
...**wenn** mir der Unterricht Spaß macht	○	○		○
...**wenn** ich die Mathematik verstehe	○	○		○
...**wenn** die Mathematik nützlich ist	○	○		○
...**wenn** die Mathematik spannend ist	○	○		○
...**wenn** ich zeigen kann, was ich kann	○	○		○
...**wenn** ich selbst mitentscheiden kann, welche Aufgaben wir bearbeiten	○	○		○
...**wenn** ich mit anderen zusammenarbeiten kann	○	○		○
...**wenn** die Lehrperson sich für meine Ideen interessiert	○	○		○
...**wenn** ein mathematisches Problem auftritt	○	○		○
...**wenn** ich mich anstrengen muss	○	○		○
...**bei** leichten Aufgaben	○	○		○
...**bei** Knobelaufgaben	○	○		○

...**bei** Rechenspielen	○	○	○
...**bei** Mathewettbewerben	○	○	○
...**bei** Aufgaben aus dem richtigen Leben	○	○	○
...**bei** vielen kurzen Übungsaufgaben	○	○	○
...**bei** Aufgaben <u>ohne</u> Bezug zum Leben	○	○	○
...**beim** Rechnen	○	○	○
...**beim** Zeichnen	○	○	○
...**beim** Begründen	○	○	○
Sonstiges:	○	○	○

4. Wie wichtig ist Mathe deiner Meinung nach in der Welt?

ganz besonders wichtig	**sehr wichtig**	**mittel wichtig**	**wenig wichtig**	**gar nicht wichtig**
○	○	○	○	○

5. Wie sind Mathe-Aufgaben?

Mathe-Aufgaben...	**trifft eher zu**	**trifft eher nicht zu**	**weiß nicht**
...**haben** genau eine Lösung.	○	○	○
...**haben** manchmal Ergebnisse, von denen keiner sagen kann, ob sie richtig oder falsch sind.	○	○	○
...**haben** immer genau einen richtigen Rechenweg.	○	○	○

...**können** manchmal nur gelöst werden, indem man benötigte Zahlen schätzt.	○	○	○
...**haben** manchmal einen Bezug zum Leben.	○	○	○
...**haben** manchmal keine Lösung.	○	○	○
...**haben** nie was mit dem Leben zu tun.	○	○	○
Sonstiges:	○	○	○

6. Wie häufig hast du etwas, was du im Mathe-Unterricht gelernt hast, in deinem Alltag angewendet?

	sehr oft	**oft**	**selten**	**nie**
beim Einkaufen	○	○	○	○
im Haushalt/in der Familie	○	○	○	○
in anderen Schulfächern	○	○	○	○
bei der Bank/beim Sparen	○	○	○	○
beim Malen	○	○	○	○
beim Basteln	○	○	○	○
Sonstige Situation:	○	○	○	○

7. Hat sich dein Mathe-Unterricht im letzten Jahr verändert?

	trifft eher zu	**trifft eher nicht zu**	**weiß nicht**
Wir haben mehr in kleinen Gruppen gearbeitet.	○	○	○
Wir haben mehr Beispiele aus dem Alltag bearbeitet.	○	○	○

Die Art wie der/die Lehrer/in Unterricht macht, hat sich verändert.	○	○	○

3. Faktorenanalysen zu den einzelnen Beliefobjekten des Einstellungsfragebogens

Die folgenden Tabellen geben die Ergebnisse der Faktorenanalyse wieder. Unterhalb der Tabellen ist vermerkt, nach wie vielen Iterationen die Varimax-Rotation konvergiert ist.

3.1. Das Beliefobjekt „Bild von Mathematikunterricht“

Tabelle 3: Faktorenanalyse zum Beliefobjekt „Bild von Mathematikunterricht“

Dimensionen:	Schematisches Bild von MU	Exploratives Bild von MU	Wissensorientiertes Bild von MU	Visuell orientiertes Bild von MU
Auswendig lernen	-0,13	0,03	0,71	-0,04
Formeln	0,38	-0,11	0,17	0,18
Rechnen	0,51	-0,24	0,03	0,05
Zeichnen	-0,09	0,03	-0,14	0,81
Logisch denken	0,65	0,09	0,03	-0,10
Knobeln	0,38	0,45	-0,16	-0,11
Ausprobieren	0,07	0,65	-0,07	0,06
Mathematische Probleme lösen	0,59	0,05	-0,03	0,05
Etwas entdecken	-0,03	0,62	0,10	0,00
Muster oder Regeln	0,16	0,00	0,21	0,58
Diskutieren	-0,29	0,54	0,20	0,03
Begriffe lernen	0,14	0,11	0,71	0,07
Aufgaben aus dem Schulbuch	0,13	-0,31	0,33	0,08
Genauigkeit	0,40	-0,01	0,02	0,33

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.
Die Rotation ist in 5 Iterationen konvergiert.

3.2. Das Beliefobjekt „Bild von Mathematikaufgaben“

Tabelle 4: Faktorenanalyse zum Beliefobjekt „Bild von Mathematikaufgaben“

Dimensionen:	Weites Bild von MA	Bezug zum Leben
haben genau eine Lösung	-0,62	0,20
haben manchmal Ergebnisse, von denen keiner sagen kann, ob sie richtig oder falsch sind	0,68	0,15
haben immer genau einen richtigen Rechenweg	-0,43	0,44
können manchmal nur gelöst werden, indem man benötigte Zahlen schätzt	0,47	0,10
haben manchmal einen Bezug zum Leben	-0,04	-0,76
haben manchmal keine Lösung	0,57	-0,07
haben nie was mit dem Leben zu tun	0,05	0,76

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.
Die Rotation ist in 3 Iterationen konvergiert.

3.3. Das Beliefobjekt „Einschätzung der Bedeutung der Mathematik“

Tabelle 5: Faktorenanalyse zur „Anwendung von Mathematik im Alltag“

Dimensionen:	Alltägliche Situationen	Kreative Hobbys
beim Einkaufen	0,79	0,07
im Haushalt/in der Familie	0,59	0,30
in anderen Schulfächern	0,48	0,23
bei der Bank/beim Sparen	0,76	-0,07
beim Malen	0,07	0,86
beim Basteln	0,17	0,82

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.
Die Rotation ist in 3 Iterationen konvergiert.

3.4. Das Beliefobjekt „Interesse am Fach Mathematik“

Tabelle 6: Faktorenanalyse zur „Interesseförderung durch...“

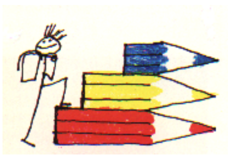
Dimensionen:	Anstrengungs-bezogene Heraus-forderung	Positive Affelte	Spielerische Dimension	Kurzschrittiges Verständnis	soziale Dimension	Realitäts-bezug
wenn mir der Unterricht Spaß macht	-0,07	0,65	-0,03	0,08	0,16	-0,03
wenn ich die Mathematik verstehe	-0,13	0,20	-0,32	0,25	-0,04	-0,03
wenn die Mathematik nützlich ist	0,20	0,25	0,09	0,01	-0,09	0,56
wenn die Mathematik spannend ist	-0,09	0,59	0,24	-0,13	-0,14	0,33
wenn ich zeigen kann, was ich kann	0,27	0,40	0,09	0,20	0,10	-0,07
wenn ich selbst mitentscheiden kann, welche Aufgaben wir bearbeiten	-0,16	0,03	0,16	0,03	0,61	0,12
wenn ich mit anderen zusammenarbeiten kann	-0,05	-0,03	0,06	0,12	0,65	-0,09
wenn die Lehrperson sich für meine Ideen interessiert	0,26	0,37	-0,10	-0,08	0,58	0,06
wenn ein mathematisches Problem auftritt	0,66	0,03	0,00	-0,20	-0,05	-0,01
wenn ich mich anstrengen muss	0,74	0,00	0,01	0,03	-0,18	0,08
bei leichten Aufgaben	-0,39	0,07	-0,03	0,54	0,14	-0,15
bei Knobelaufgaben	0,19	0,24	0,57	-0,19	-0,02	-0,05
bei Rechenspielen	-0,13	0,01	0,67	0,24	0,15	0,03
bei Mathewettbewerben	0,38	0,10	0,43	-0,09	0,05	-0,04
bei Aufgaben aus dem richtigen Leben	0,18	-0,04	0,03	0,17	0,09	0,73
bei vielen kurzen Übungsaufgaben	0,12	0,01	-0,03	0,75	0,05	0,10
bei Aufgaben ohne Bezug zum Leben	0,22	0,23	0,18	0,28	-0,09	-0,56
beim Rechnen	0,50	0,20	0,29	0,30	-0,22	0,07
beim Zeichnen	-0,12	-0,29	0,33	0,25	0,09	0,14
beim Begründen	0,55	-0,07	0,05	0,07	0,21	0,15

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

Die Rotation ist in 18 Iterationen konvergiert.

III. Qualitativer Teil: Aufgaben, Antworten und Zuordnungen im Einstellungsteil

1. Der verwendete Mathematiktest (Testzeitpunk 1)



MATHEMATIK-TEST

- Du hast für diesen Test 30 min Zeit.
- Taschenrechner sind nicht erlaubt!
- Erkläre deine Rechnungen möglichst ausführlich.
- Schreibe deine Nebenrechnungen mit auf das Aufgabenblatt oder gib die Extrazettel mit ab.
- Sieh dir alle Aufgaben an und entscheide, in welcher Reihenfolge du sie bearbeiten willst.

Aufgabe 1

1. Die Klasse 8a bekommt ihre Mathematikarbeit zurück, für die 45 Minuten Bearbeitungszeit zur Verfügung stand. Milena war schon nach 15 Minuten fertig, ihre Arbeit wurde mit 1 beurteilt. Rudi brauchte 30 Minuten und schrieb eine 2. Kannst du sagen, welche Note Tanja erhielt, die ihre Arbeit nach 45 Minuten abgab?

Begründe deine Antwort!

Deine Meinung zur Aufgabe 1:

Die Aufgabe war: **leicht** ○ ○ ○ ○ ○ **schwer**

interessant ○ ○ ○ ○ ○ **uninteressant**

Wie sehr hat die Aufgabe etwas mit deinem Leben zu tun?

2. Hosen werden zwei Wochen lang zu einem Einführungspreis von 50 € pro Stück angeboten. Danach wird der Preis um 10% erhöht. Als deshalb die Nachfrage stark nachlässt, wird der erhöhte Preis nun wieder um 10% gesenkt.
Peter meint: "Dann muss man ja jetzt genauso viel bezahlen wie vorher."

Was meinst du dazu? Begründe deine Antwort.

Aufgabe 2

Deine Meinung zur Aufgabe 2:

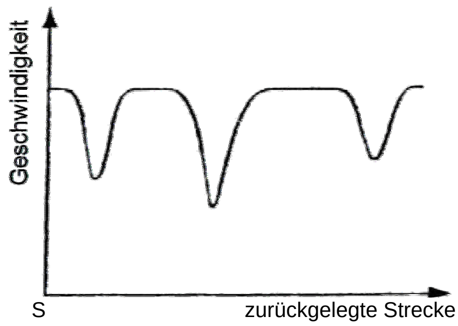
Die Aufgabe war:	**leicht**	○	○	○	○	○	**schwer**
	interessant	○	○	○	○	○	**uninteressant**

Wie sehr hat die Aufgabe etwas mit deinem Leben zu tun?

Aufgabe 3

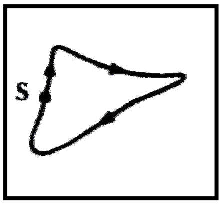
3. Formel 1 Strecke:

I. In dem nebenstehenden Diagramm ist die Geschwindigkeit eines Rennwagens, der sich in der zweiten Runde eines Rennens befindet, aufgetragen. Kreuze an, welche der folgenden Strecken zu dem angegebenen Geschwindigkeits-Strecke-Diagramm gehört?

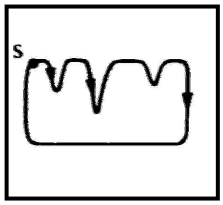


a) ○

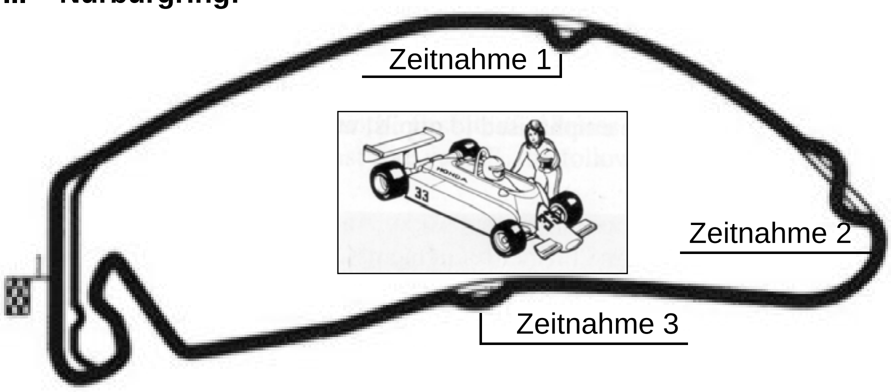
b) ○



c) ○

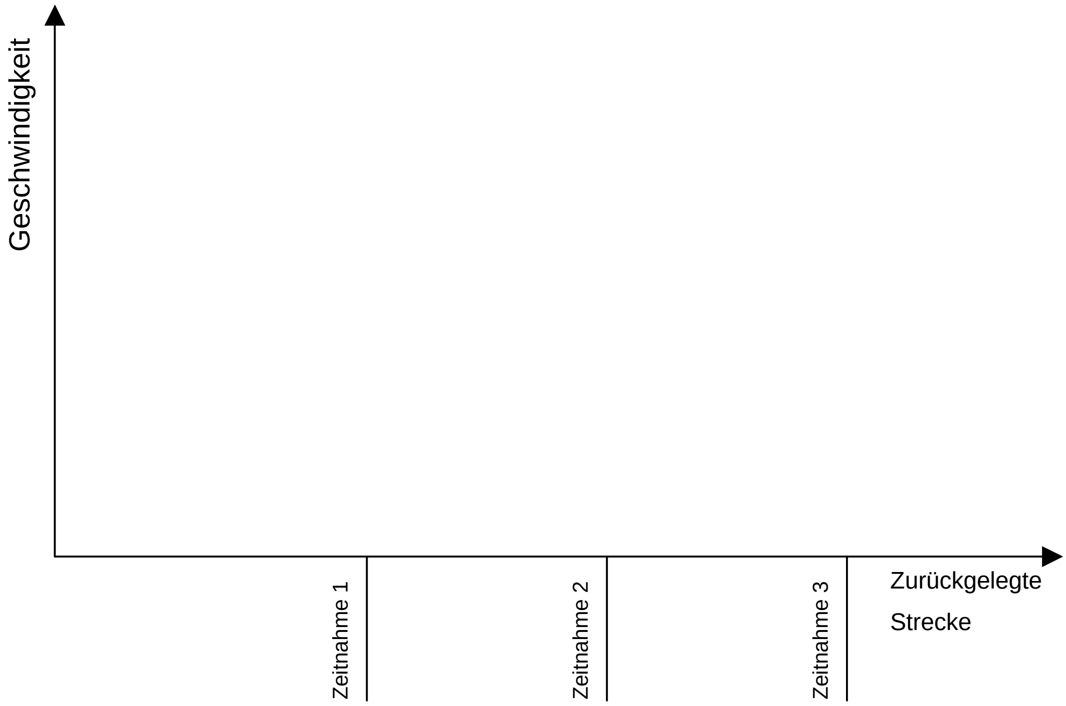


II. Nürburgring:



a) Stelle die Geschwindigkeit eines Rennwagens, der den Nürburgring einmal umrundet und in den Schikanen (Extrakurven bei den Zeitnahmestellen) geradeaus fährt, im unten angegebenen

Geschwindigkeits-Strecke-Diagramm dar. (Der Rennwagen ist in der 2. Runde).

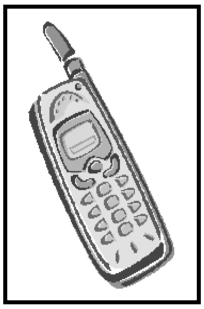


b) **Trage nun in dem Diagramm von a) in einer anderen Farbe die Veränderungen ein, die sich ergeben, wenn die Wagen durch die Schikanen müssen.**

c) **Erkläre den Verlauf des Geschwindigkeits-Strecke-Graphen von II a).**

Aufgabe 3

4. Handytarife:



Sarah will sich ein Handy kaufen und hat von ihren Freundinnen gehört, dass die Tarife *E-Plus Privat* und *VIAG-Interkom Genion City* die besten sind. Nun will sie die beiden Tarife miteinander vergleichen und errechnet die Gebühren für verschiedene Gespräche. Ihr fällt auf, dass sie dabei besonders auf die unterschiedliche Taktung achten muss.

TARIF (in DM pro Minute)	E-Plus Privat			VIAG-Interkom Genion City		
Grundpreis (pro Monat)	19,95 DM			19,95 DM		
Abrechnungstakt (in sec)[1] Erster Takt / alle weiteren	60/1			10/10		
	Hauptzeit	Nebenzeit	Wochenende	Hauptzeit	Nebenzeit	Wochenende
Festnetz Inland	0,99	0,39	0,15	0,99	0,29	0,15
Im eigenen Mobilfunknetz	0,59	0,39	0,39	0,29	0,29	0,29
Andere Mobilfunknetze	0,99	0,39	0,39	0,99	0,39	0,39
Cityoption[2]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
SMS In andere Netze / Ins Eigene Netz	0,39 / 0,39			0,39 / 0,29		

[1]Bei *E-Plus* ist der erste Takt 60 Sekunden lang. Weitere Gesprächszeit wird sekundengenau abgerechnet. Bei *Viag-Interkom* wird immer alle 10 Sekunden abgerechnet.

[2]Deutschlandweit eine Vorwahl auswählen und von überall für 15 Pf. in diesen Bereich telefonieren (Cityoption)

Hauptzeit: 8 -18 h / Nebenzeit: 18 - 8 h / Wochenende: Freitag 20 h – Sonntag 24 h

I.

a) Was kostet es, mit dem *E-Plus Privat* Tarif mittags 5 min. lang mit

jemandem zu telefonieren, der auch ein E-Plus-Handy hat?

Deine Meinung zur Aufgabe 3:

Die Aufgabe war: leicht ○ ○ ○ ○ ○ schwer

b) Was muss Sarah beim *Genion City* Tarif zahlen, wenn sie am Wochenende 3 min. ins Festnetz telefoniert hat und eine SMS an ein D1-Handy (d.h. anderes Netz) geschickt hat?

II.

a) Was kostet es, mit dem *Genion City* Tarif in der Hauptzeit bei einem D1-Handy (d.h. anderes Netz) anzurufen und 2 min. und 33 sec. zu telefonieren? Beachte die Taktung!

A u f g a b e 4

b) Was kostet ein 2 min. und 20 sec. langes Gespräch in die Stadt, auf die man eine Cityoption hat, beim *E-Plus Privat* Tarif?

III. Sarah stellt eine Liste der Gespräche auf, die sie diese Woche über das Handy ihrer Freundin geführt hat:

Gesprächszeit /-art:	Länge / Stück:
Wochenende / Cityoption	1 min. 16 sec.
Hauptzeit / Andere Mobilfunknetze	1 min. 20 sec.
Hauptzeit / Festnetz Inland	20 sec.
SMS ins D1-Netz	3

Vergleiche die Kosten für diese Gespräche bei den beiden Tarifen!

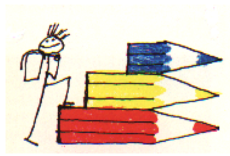
Deine Meinung zur Aufgabe 4:

Die Aufgabe war: leicht ○ ○ ○ ○ ○ **schwer**

interessant ○ ○ ○ ○ ○ **uninteressant**

Wie sehr hat die Aufgabe etwas mit deinem Leben zu tun?

2. Der verwendete Mathematiktest (Testzeitpunk 2)



MATHEMATIK-TEST

- Du hast für diesen Test 30 min Zeit.
- Taschenrechner sind nicht erlaubt!
- Erkläre deine Rechnungen möglichst ausführlich.
- Schreibe deine Nebenrechnungen mit auf das Aufgabenblatt oder gib die Extrazettel mit ab.
- Sieh dir alle Aufgaben an und entscheide, in welcher Reihenfolge du sie bearbeiten willst.

Aufgabe 1

1. Verena sammelt am Strand verschiedene Muscheln und legt zu Hause drei davon auf die Waage. Sie wiegen zusammen 27 g. Danach legt sie noch zwei weitere dazu. Welches Gesamtgewicht zeigt die Waage nun an?

Begründe deine Antwort!

Deine Meinung zur Aufgabe 1:

Die Aufgabe war: **leicht** ○ ○ ○ ○ ○ **schwer**

interessant ○ ○ ○ ○ ○ **uninteressant**

Wie sehr hat die Aufgabe etwas mit deinem Leben zu tun?

2. **Schuhe werden vier Wochen lang zu einem Einführungspreis von 75 € pro Paar angeboten. Danach wird der Preis um 10% erhöht. Als deshalb die Nachfrage stark nachlässt, wird der erhöhte Preis nun wieder um 10% gesenkt.**
Peter meint: "Dann muss man ja jetzt genauso viel bezahlen wie vorher."

Was meinst du dazu? Begründe deine Antwort.

Aufgabe 2

Deine Meinung zur Aufgabe 2:

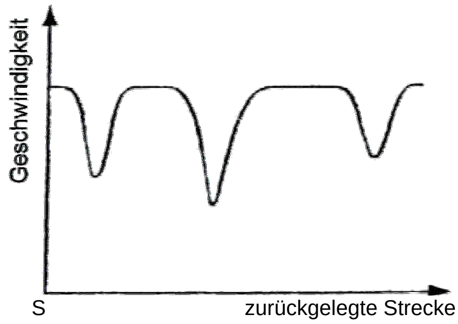
Die Aufgabe war:	**leicht**	○	○	○	○	○	**schwer**
	interessant	○	○	○	○	○	**uninteressant**

Wie sehr hat die Aufgabe etwas mit deinem Leben zu tun?

Aufgabe 3

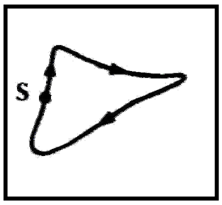
3. Formel 1 Strecke:

I. In dem nebenstehenden Diagramm ist die Geschwindigkeit eines Rennwagens, der sich in der zweiten Runde eines Rennens befindet, aufgetragen. Kreuze an, welche der folgenden Strecken zu dem angegebenen Geschwindigkeits-Strecke-Diagramm gehört?

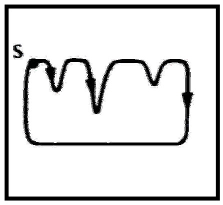


a) ○

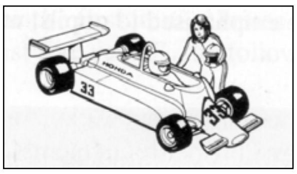
b) ○

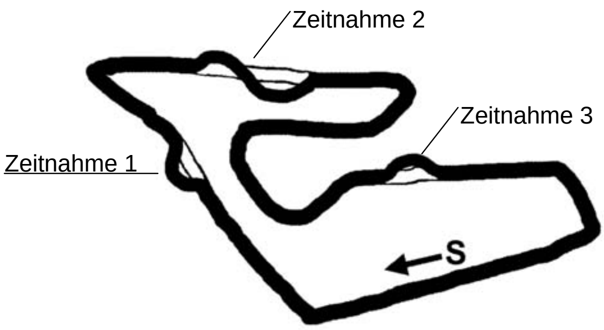


c) ○

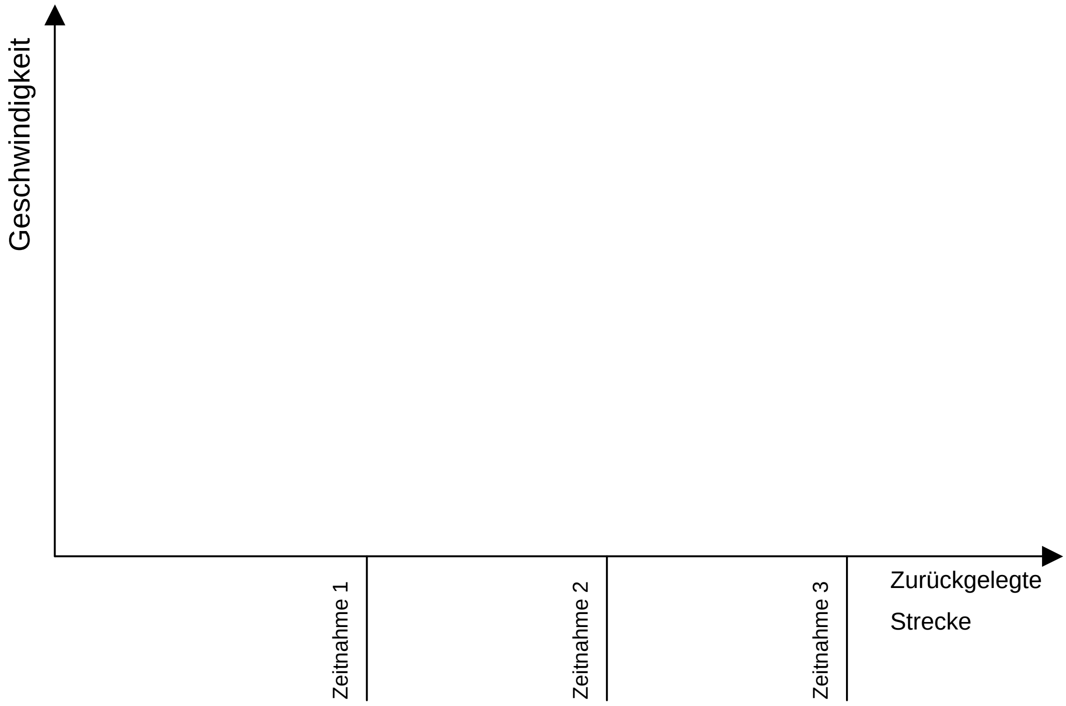


II. Großer Preis von Österreich





a) Stelle die Geschwindigkeit eines Rennwagens, der den Nürburgring einmal umrundet und in den Schikanen (Extrakurven bei den Zeitnahmestellen) geradeaus fährt, im unten angegebenen Geschwindigkeits-Strecke-Diagramm dar. (Der Rennwagen ist in der 2. Runde).



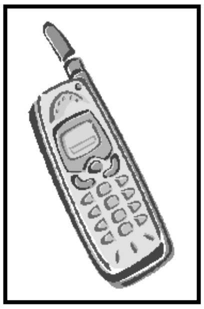
Aufgabe 3

b) **Trage nun in dem Diagramm von a) in einer anderen Farbe die Veränderungen ein, die sich ergeben, wenn die Wagen durch die Schikanen müssen.**

c) **Erkläre den Verlauf des Geschwindigkeits-Strecke-Graphen von II a).**

Deine Meinung zur Aufgabe 3:							
Die Aufgabe war:	**leicht**	○	○	○	○	○	**schwer**
	interessant	○	○	○	○	○	**uninteressant**
Wie sehr hat die Aufgabe etwas mit deinem Leben zu tun?							

4. Handytarife:



Sarah will sich ein Handy kaufen und hat von ihren Freundinnen gehört, dass die Tarife *T-D1* und *O_2* die besten sind. Nun will sie die beiden Tarife miteinander vergleichen und errechnet die Gebühren für verschiedene Gespräche. Ihr fällt auf, dass sie dabei besonders auf die unterschiedliche Taktung achten muss.

TARIF (in € pro Minute)	T-D1			O_2		
Grundpreis (pro Monat)	10,95 €			10,95 €		
Abrechnungstakt (in sec)[1] Erster Takt / alle weiteren	60/1			10/10		
	Hauptzeit	Nebenzeit	Wochenende	Hauptzeit	Nebenzeit	Wochenende
Festnetz Inland	0,49	0,19	0,09	0,49	0,19	0,07
Im eigenen Mobilfunknetz	0,29	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Andere Mobilfunknetze	0,69	0,39	0,39	0,60	0,30	0,30
Cityoption[2]	0,09	0,09	0,09	0,07	0,07	0,07
SMS In andere Netze / Ins Eigene Netz	0,19 / 0,19			0,19 / 0,12		

[1] Bei *T-D1* ist der erste Takt 60 Sekunden lang. Weitere Gesprächszeit wird sekundengenau abgerechnet. Bei *O_2* wird immer alle 10 Sekunden abgerechnet.

[2] Deutschlandweit eine Vorwahl auswählen und zu einem festen Preis (siehe Tabelle) in diesem Bereich telefonieren (Cityoption).

Hauptzeit: 8 -18 h / Nebenzeit: 18 - 8 h / Wochenende: Freitag 20 h – Sonntag 24 h.

Aufgabe 4

I.

a) Was kostet es, mit dem *T-D1* Tarif mittags 5 min. lang mit jemandem zu telefonieren, der auch ein D1-Handy hat?

b) Was muss Sarah beim *O_2* Tarif zahlen, wenn sie am Wochenende 3 min. ins Festnetz telefoniert hat und eine SMS an ein D1-Handy (d.h. anderes Netz) geschickt hat?

II.

a) Was kostet es, mit dem *O_2* Tarif in der Hauptzeit bei einem E-Plus-Handy (d.h. anderes Netz) anzurufen und 2 min. und 33 sec. zu telefonieren? Beachte die Taktung!

b) Was kostet ein 2 min. und 20 sec. langes Gespräch in die Stadt, auf die man eine Cityoption hat, beim *T-D1* Tarif?

III. Sarah stellt eine Liste der Gespräche auf, die sie diese Woche über das Handy ihrer Freundin geführt hat:

Gesprächszeit /-art:	Länge / Stück:
Wochenende / Cityoption	1 min. 16 sec.
Hauptzeit / Andere Mobilfunknetze	1 min. 20 sec.
Hauptzeit / Festnetz Inland	20 sec.
SMS ins E-Plus-Netz	3

Vergleiche die Kosten für diese Gespräche bei den beiden Tarifen!

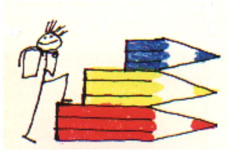
Deine Meinung zur Aufgabe 4:

Die Aufgabe war: **leicht** ○ ○ ○ ○ ○ **schwer**

interessant ○ ○ ○ ○ ○ **uninteressant**

Wie sehr hat die Aufgabe etwas mit deinem Leben zu tun?

3. Der Einstellungsfragebogen



FRAGEN ZUM MATHE-MATIKUNTERRICHT II

Beantworte die folgenden Fragen bitte möglichst ausführlich! Dafür hast du 15 Minuten Zeit.

I. Fragen zum Mathe-Unterricht

1. Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern?
   Wenn ja, worin?

2. Beschreibe in Stichworten, wie der Mathe-Unterricht in deiner Klasse normalerweise abläuft!

2.a)Was findest du daran besonders gut?

2.b) Was findest du daran weniger gut?

II. Fragen zu Mathe-Aufgaben

3. Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!

4. Gehören die folgenden Aufgaben zum Mathe-Unterricht? (Aufgaben nicht lösen!)

a) Welchen Anteil des Jahres ist es bei uns dunkel (Nacht), welchen ist es hell (Tag)?

b) $\frac{5}{6}+\frac{7}{11}=?$

Begründung:

5. a) Welche der beiden Aufgaben aus 4. würdest du lieber lösen?

b) Warum?

III. Fragen zur Bedeutung der Mathematik

6. a) Gibt es einige Situationen außerhalb der Schule, in denen du Mathematik zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?

b) Gibt es einige Situationen, in denen du später Mathematik vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?

4. Die Antworten der Testpersonen

Testperson: 1	weiblich	jg. 7/8	Schulform: H
(vpnr1: 18 / vpnr2: 18)	Alter: 12/14		Niveau: 2
Rasch: 589,05 / 632,45			Kurs-Nr.: 1

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Nein	Ja, es unterscheidet sich darin dass man viel mit Zahlen und Regeln zutun hat.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Wir kontrollieren die Hausaufgaben, dann erklärt uns unser Lehrer die Aufgaben und Anschließen kriegen wir neue Hausaufgaben auf.	Erst werden Hausaufgaben nachgeguckt, dann werden die Aufgaben erklärt. Anschließend muss man sie aus dem Buch rechnen und dann gibt es wieder neue Hausaufgaben.
Was findest du daran gut?	Das ist eigentlich leicht ist.	Eigendlich garnichts.
Was findest du daran weniger gut?	Das wir so viele Hausaufgaben auf aufkriegen.	Zu viele Hausaufgaben, Zuviel an der Tafel
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Eine typische Mathe-Aufgabe ist für mich normal mit plus, minus, mal geteilt.	Z.B.: Kürze so weit wie möglich oder Addiere die folgenden Aufgaben oder Zeichne die Dreiecke in dein Heft und beschrifte sie dann.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	a) nicht weil es nichts mit Mathe (rechnen) zu tun hat. b) Ja, weil es Bruchzahlen sind.	Ja, weil es zum Bruchrechnen gehört.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Weil es sehr leicht ist und Mathe mein Lieblingsfach ist.	Sie ist leichter
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Euro umrechnung, einkaufen	Beim Einkaufen, Uhrzeiten
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Als Mathematikerin. Zum Einkaufen	Einkaufen, Kontoabrechnungen, Miete, beim Beruf z.B. Kassiererin.

Testperson: 2	männlich	jg. 8/9	Schulform: H
(vpnr1: 81 / vpnr2: 498)	Alter: 14/15		Niveau: 2
Rasch: 559,22 / 481,48			Kurs-Nr.: 5

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Man mus nachdenken und auswendichlehrnen.	Mann muss logisch denken und mann brauch es auch im leben.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Wir vergleichen die Hausaufgaben am anfang der Stunde und wir machen den eine sache über mehrehre Stunden.	Zu langsam, man lernt zu wenig,
Was findest du daran gut?	-	nix, man langweilt sich nur
Was findest du daran weniger gut?	Man lang weielt sich beim hausaufgaben vergleichen. Wen wir mehre Stunden das Selbe tehme machen ist es auch langweilig	es ist langweilig wen man man lange an einem Thema Sitzt
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	128*18	311 +712 1023
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	-	a) Es ist auch eine Mathe aufgabe nur anders geschrieben ohne Zahlen aber man kann es auch rechnen b) b gehört zum Mathe Unterricht weil es da + und = und zahlen gibt
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Die Mathe aufgabe weil sie mir leichter fählt.	Es interesiert mich mehr
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	In Gescheften.	In geschäften
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Grafische berufe.	In der arbeit In Geschäften

Testperson: 3	männlich	jg**.** 8/9	Schulform: R
(vpnr1: 99 / vpnr2: 512)	Alter: 14/15		Niveau: 2
Rasch: 559,22 / 549,28			Kurs-Nr.: 6

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja, ist sehr interessant und nützlich für das spätere Leben.	Ja denn man muss rechnen antworten herausfinden und manchmal in Gruppen arbeiten
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Eigentlich immer viel krach durch mehrere Mitschüler. Dann Hausaufgaben kontrollieren. Danach entweder Zettel oder im Buch arbeiten. Dann gibt die Mathelehrerin Hausaufgaben auf.	- Hausaufgaben kontrollieren - dann etwas neues lernen oder aufgaben im Buch lösen
Was findest du daran gut?	Ich finde gut x Rechnungen gut und geteilt Aufgaben	Textaufgaben und andere Aufgaben wo man nachdenken muss
Was findest du daran weniger gut?	Gleichungen	Wenn sie zu leicht sind und wenn die Aufgaben zu lang sind
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	25067*371	Z.B. Herr Meier bezahlt pro Monat 321 Euro steuern. Wieviel bezahlt er 3 1/2 Monaten
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	a) Solche Aufgaben rechnen wir eher nicht. b) Bruchaufgaben kommen schon vor aber nicht so simple.	Nicht mehr so oft letztes Jahr war es noch so aber jetzt kommen viele neue Sachen
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Ich würde lieber Aufgabe b) rechnen weil ich Textaufgaben nicht gerade interesssant finde	Weil sie einen zum Denken bringt
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Eigentlich nur manchmal beim Einkauf.	Nein eigentlich nicht nur wenn ich was kaufen will aber das ist nur selten
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Das weiss ich jetzt nicht genau aber wahrscheinlich weil ich einen Job haben der was mit Computer zutun hat.	Wahrscheinlich in meinem Beruf denn ich will ein Beruf in denen Mathe gebrauchen kann. z.B. wenn man Rechnungen berechnen muss.

Testperson: 4	weiblich	jg**.** 7/8	Schulform: GS
(vpnr1: 119 / vpnr2: 63)	Alter: 12/14		Niveau: 2
Rasch: 518,54 / 543,85			Kurs-Nr.: 7

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ich weiss nicht, aber ich glaube schon. Ich finde Mathe spander als Englisch oder so, mann muss mehr Nachdenken und das bringt meistens Spaß.	Ja, bei Mathe kann man mit Zahlen arbeiten. Es gibt Aufgaben die etwas mit dem wirklichen Leben zu tun haben
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Locker, (meist) leise, alle sind dabei, spaßig	normal, manchmal laut, oft ruhig, witzig
Was findest du daran gut?	das es locker, leise und gleichzeitig Spaß macht und natürlich das alle dabei sind	Das wir nicht im Buch arbeiten, sondern auf Zetteln oder an der Tafel. Das unsere Lehrerin es witzig gestaltet.
Was findest du daran weniger gut?	ich find bis jetzt eigentlich alles gut.	Ich kann nicht so gut Geometrie, also finde ich fast alles was mit zeichnen zu tun hat weniger gut
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Ich weiß nicht, ich glaube das sie Spaß machen muss.	Sie muss verstentlich sein, es kann auch eine zum Knobeln sein, es dürfen nicht so viele Klammern drin sein
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Doch ich glaube schon, wenn man weiß wie man sie Rechnen muss sind sie doch ganz leicht, oder!	Ich denke a) ja, da sie etwas mit dem wirklichen leben zu tun hat. Ich denke b) ja, weil Bruch dazu gehört
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Weil sie mir leichter erscheint.	Die erste. Weil es für mich eine Knobelaufgabe ist.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Beim Einkaufen, wenn ich Schulden bezahlen muss (z.B. wenn ich in Raten bezahle).	Ja, z.B. beim Einkaufen oder wenn wir die Rechnung vergleichen.
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Beim Beruf, bei der Telefonrechnung...	Ja, z.B. wenn ich die Rechnung vergleichen will oder bei der Arbeit. Da muss ich sehen ob z.B. die Kasse stimmt.

Testperson: 5	weiblich	jg. 8/9	Schulform: GS
(vpnr1: 207 / vpnr2: 678)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 665,9 / 712			Kurs-Nr.: 13

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja denn es giebt ein anderes Thema (Mathe) - eigenständige denkweise - nur 1 richtige Lösung (nicht wie z.B. Deutsch wo man Dinge verschieden ausdrücken kann)	Im Fach Mathematik wird ein logisches Denken stärker gebraucht, als in vielen anderen Fächern. Man muss Zusammenhänge erkennen und die Schlusfolgerungen daraus ziehen können.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- kontrolieren der Hausaufgabe (Besprechen) - Übungsaufgaben (bzw. neue Rechenweise wird vorgestellt) - Arbeiten (Partnerarbeit/Einzelarbeit) - Besprechen - Hausaufgaben	- Hausaufgabenkontrolle - Besprechen d. Schwierigkeiten - Beispiel an der Tafel - Zettel verteilen/rechnen - (Kontrolieren gemeinsam) nicht immer - Rest zu Hause
Was findest du daran gut?	- Arbeiten mit Partner - neue Rechenwege kennelernen und verstehen	Es werden alle nicht verstandenen Dinge noch mal erläutert so das jeder die Chance hat es zu verstehen.
Was findest du daran weniger gut?	zu langes Besprechen (auf jede Frage nochmal eingehen)	Die viele Übungsaufgaben fördern jene Kinder wenig, die eigentlich mehr leisten können. Sie 'langweilen' sich im Unterricht fast schon.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Typisch mit Zahlen (Bruch usw.), Buchstaben (a,b,x,y), Rechenzeichen, Eine Lösung	Es gibt zwei Typen von Mathe-Aufgaben a.) Wurzel(7)*a*Wurzel(2)-3Wurzel(b)=Wurzel(c)*2Wurzel(b)-aWurzel(3):2 b.) Hänschen ist zwei Jahre alt. Seine Schwester ist 1 Jahr älter und sein Bruder ist 10 Jahre älter als er und seine Schwester zusammen. Wie alt sind sie?
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Ja, ich finde Mathe sollte nicht nur aus öden Zahlenaufgaben bestehen (wie es leider meißtens ist) sondern auch aus anderen Teilen wo man dann nachdenken kann. Aber so ist Mathe leider nicht. es sollte aber dazu gehören	Ja, sie gehören beide zum Mathe-Unterricht denn dieser Schließt Textaufgaben sowei Zahlen-Aufgaben ein.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	a	a
	Weil man dort nicht nur Zahlen hat, sondern mit anderen 'Produkten' arbeiten kann und die Lösung nicht 'sichtbar' ist. Man muss eher auf 'Schleichwegen zum Ergebnis kommen. So etwas finde ich spannend.	Weil es dabei um Dinge in unserer Umwelt geht, und nicht nur um Zahlen ohne Materiellen Wert.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Nein eher nicht.	Beim Vergleich von Preisen (Euro) wird sicher Mathe benötigt. Wenn man als Hobby zeichnet oder den Eltern einfach erzählen möchte wie gut man z.B. Wurzelrechnung schon kann.
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Beim Zeichnen oder berechnen von irgentwelchen Dingen. Vielleicht auch um die Dosis von Medikamenten zu errechnen (Für Ärzte) oder Beiträge schneiden, wenn, wenn man einen Beitrag macht (Medien/Mediengestalter/Reporter)	Beim Technischen Zeichnen, Hausbau oder um einfach im Einzelhandel einen Kassensturz durchzuführen.

Testperson: 6	männlich	jg**.** 8/9	Schulform: GS
(vpnr1: 234 / vpnr2: 702)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 582,73 / 539,33			Kurs-Nr.: 14

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	In den Fach Mathe muss man Rechnen und schreiben obwohl man auch in z.b. Physik Rechnen muss.	In dem Fach Mathe rechnet man und man schreibt nicht so viel auf wie in anderen Fächern. In Mathe bringen wir uns auch viel selber bei (Phytagoras & Euklid).
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Hausaufgaben vergleichen. Aufgaben im Buch oder Zettel machen. Aufgaben die man zeitlich nicht geschafft hat zuhause machen.	Kleine Rechnung am Anfang, Hausaufgaben kontrolieren, normal Arbeiten, Hausaufgaben aufbekommen.
Was findest du daran gut?	Das man wenn man etwas nicht versteht Nachbarn oder Lehrer fragen kann und man sich die Arbeit gut einteilen kann.	Das wir alles verstehen können da sich die/der Mathelehrer/in viel Zeit nehmen bis auch der letzte alles verstanden hat.
Was findest du daran weniger gut?	Das man zusätzlich noch Aufgaben bekommt die man zuhause machen soll	Das sehr viel Zeit für ein Thema draufgeht und wir in einem Jahr nicht so viel lernen. (aber genug)
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Vom Aussehen alleine eigendlich immer sehr schwer, aber wenn man den Sinn versteht ist es eigentlich einfach	Beschreibung, Frage, Aufgabe, Antwort.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Diese Aufgaben gehören dazu aber in der 7. a) ?	Ja aber solche wie b) hatten wir vor 2 Jahren. Jetzt sind sie so: $(5x^2)/(6y^3)+(7y)/(11x^3)=?$ a) Knobelaufgaben haben wir selten
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	Ich würde lieber aufgabe b lösen Weil sie aus Zahlen besteht.	b) würde ich lieber lösen. Weil ich lieber rechne als zu knobeln.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Wenn man im Katalog etwas bestellt alles zusammen rechnen. Beim Einkaufen alles zusammen rechnen. Von einer Sach 50% oder 15 usw mit 3Satz rechnen.	Beim einkaufen (beim abrechnen an der Kasse), an dem PC wenn ich eine CD brenne damit ich weiß wieviel Lieder ich raufbekomme.
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Bei der Arbeit. In allen täglichen Situationen etwas mit Rechnen zu tun haben.	Bei meinem 'Traumberuf', Ich möchte Architekt werden. Und auch wieder die gleichen wie bei 6.a). [vorige Frage!]

Testperson: 7	weiblich	jg**.** 8/9	Schulform: GS
(vpnr1: 244 / vpnr2: 712)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 737,31 / 812,35			Kurs-Nr.: 14

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Mathe ist finde ich eigendlich ein Fach in dem die Sachen meist logisch aufeinander aufbauen. Mathe ist auch in anderen Fächern zu finden.	In Mathe wird die Grundlage für andere Fächer gelegt. Dort
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- zuerst machen wir (häufig aber nicht immer) 5-min-Übungen, sozusagen zum aufwärmen - Hausaufgaben vergleichen - Aufgaben lösen, besprechen - (Meistens) Hausaufgaben bekommen	- Wir bekommen eine kleine Aufgabe zum aufwärmen (meist Wiederholung) - Wir kriegen einen Aufgabenzettel, klären noch einmal Fragen zur letzten Stunde oder setzen uns in Arbeitsgruppen zusammen.
Was findest du daran gut?	Die 5-min-Übungen, in denen noch mal kurz wiederholt wird was wir früher gemacht haben.	Das die Fragen nicht nur von der Lehrerin bearbeitet werden, sondern das sie uns mit einbezieht und uns selbst die Lösung erkennen lässt.
Was findest du daran weniger gut?	-	-
Beschreibe, wie für dich eine ***typische*** *Mathe-Aufgabe aussieht!*	-	Eine Aufgabe, die etwas knifflig ist, aber nach Nachdenken doch zu lösen
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	a) eigentlich schon aber ganz genau kann man es nicht berechnen, oder man würde zu lange brauchen b) ja, auch wenn es etwas langwelig ist. Besonders interessieren tut es mich nicht aber solche Aufgaben gibt es auch immer mal	a) Eine ähnliche Aufgabe wäre möglich, aber diese wohl eher nicht, da sich die Dauer von Helligkeit und wann es dunkel ist ja verändern. b) Ja.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	a	a
	a) Die 1. Aufgabe b) Die 2. Aufgabe wäre zwar einfacher aber nicht so interessant. Wie lange es hell und dunkel ist geht uns ja auch etwas an.	Eigentlich die erste. Sie ist interessant für das tägliche Leben. Man könnte vielleicht ein längeres Projekt machen, in dem man die Tag- und Nachtdauer im Sommer und Winter vergleicht.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Ja, beim Einkaufen, bei den Hausaufgaben natürlich, und bei der Umstellung auf Euro.	- Zeitumrechnung zu Australischer Zeit (Austausch) - Einkaufen
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Wenn man im Büro arbeitet und Rechnungen zu erledigen hat und seine Finanzen überprüft.	- Wenn ich am Computer arbeite, der ja auch in Zahlen speichert usw. - In der Geschätswelt

Testperson: 8	weiblich	jg**.** 7/8	Schulform: GS
(vpnr1: 302 / vpnr2: 273)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 575,49 / 585,44			Kurs-Nr.: 19

Frage	Antwort Testpunkt 1	Antwort Testpunkt 2
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	- Er unterscheidet sich darin, dass es um Zahlen geht, dass wir mit dem Zirkel und dem Geodreieck etwas zeichnen müssen. - wir kriegen keine Arbeitsblätter, wir zeichnen nur in unser Heft und arbeiten aus dem Buch.	Man muss rechnen. In diesem Fach kommen Zahlen vor.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- Begrüßung, danach Kontrolle der Hausaufgaben - Arbeiten im Heft (Aufgaben aus dem Buch) Vegleichung an der Tafel - Zum Schluss wird ab und zu ein kleines Quiz gemacht, das uns Spaß macht. - Danach bekommen wir Hausaufg. auf. - Schluss-	- Stillarbeit - Knobelaufgaben - ausführliche Erklärungen - gemeinsames Rechnen - aus dem Mathebuch Aufgaben rechnen - Arbeiten schreiben
Was findest du daran gut?	Am Unterricht finde ich gut, dass wir zum Schluss ein Spiel oder Quiz machen. Algemein ist der Unterricht gut, er macht Spaß.	Mir gefallen die Knobelaufgaben gut. Das Stillarbeiten mag ich auch sehr. Gut finde ich auch, dass wenn ich nichts verstehe, mein Lehrer alles ausführlich erklärt.
Was findest du daran weniger gut?	Weniger gut finde ich eigentlich gar nichts.	Nicht gut finde ich Thermenrechnen, dies hat leider eine Vertretung erklärt, weil mein Lehrer im Krankenhaus lag. Diese Vertretung konnte leider nicht so gut erklären!
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	- Entweder eine Textaufgabe. Wie zum Beispiel Eine Robbe braucht vom Grund bis zur Oberfläche 15 min. Wie oft kann sie auftauchen. - oder eine Aufg. mit Zahlen.	Eine Matheaufgabe sieht für mich so aus: Zahlen, mal, durch, plus oder Minus und ein Ergebnis.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	A) ich finde a gehört nicht zum Matheunterricht, weil man auf grund der Angaben nicht herausfinden kann, auf mathematische Weise, wann es Nacht oder Tag ist. B) gehört dazu, weil im Mathe-Unterricht Zahlen dazu gehören	a) Nein, diese Aufgabe gehört nicht zum Matheunterricht, weil dort keine Zahlen drin vorkommen. b) Ja, weil hier Zahlen drin vorkommen und ein plus erscheint.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	Weil ich Brüche besser Rechnen kann, als Erdumdrehungen und so ähnliche Aufgaben.	Ich würde Aufgabe b lieber lösen, weil Brüche zu rechnen für mich leichter ist, als herauszufinden wann es Nacht und wann es dunkel ist.
Gibt es einige Situa-tionen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Wenn ich mich mit Freunden treffe oder eine Fahrradtour oder einen Ausflug mache.	Beim Einkaufen (bezahlen) wenn ich auf den Bus warte (in wie vielen Minuten kommt der Bus, wann bin ich an meinem Ziel?)
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Um Geld zu zählen. Um vielleicht zu unterrichten, wenn ich Lehrerin werden möchte.	Mathe brauche ich mein ganzes Leben lang. z.B. bei den oben angegebenen Sachen. Wenn ich Gehalt bekomme.

Testperson: 9	männlich	jg. 7/8	Schulform: GS
(vpnr1: 348 / vpnr2: 309)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 539,33 / 619,79			Kurs-Nr.: 23

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja!: In Mathe geht es meist nur um Rechnen und logsiches Denken. In Deutsch z.B. muss man nur schreiben.	Ja: In Mathe wird viel mit Zahlen gearbeitet. Man muss sehr viel Rechnen und logisch denken. Außerdem ist es ein sehr gefragtes Fach, da man viele Rechnungen oder sonstiges im Altag gebrauchen kann und muss.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	1. Begrüßen 2. 10 Mathe Aufgaben zum Kopfrechnen 3. Vergleichen 4. Hausaufgaben vergleichen (oder abgeben) 5. Im Buch arbeiten (selten etwas spielen) 6. Hausaufgaben bekommen. 7. Verabschieden	Der Lehrer kommt rein prüft die Anweseheitsliste, begrüßt uns und fordert uns auf leise zu sein. Gelegentlich machen wir 10 Aufgaben zum Anfang um warm zu werden. Dann besprechen wir je nachdem was wir vorher gemacht haben oder lösen ein paar Aufgaben dazu oder fangen ein neues Thema an.
Was findest du daran gut?	1. Wenn wir 10 Aufgaben machen (gut zum Aufwärmen) 2. Wenn wir etwas spielen. 3. Herr L. macht öfter Scherze	Die 10 Aufgaben am Anfang!
Was findest du daran weniger gut?	HAUSAUFGABEN	Nichts, es sei denn ein Thema macht mir keinen Spaß oder ich verstehe es nicht.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Eine Erdnuss hat 3% Fett das sind 0,15g. Wieviel sind das bei 20 Erdnüssen? ----------- 1x1	In einer Matheaufgabe sollten folgende Zeichen auftreten (Es seidenn es ist eine Textaufgabe): +,- ,/,*
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Ja: warum denn nicht (addition mit Brüchen)	Ja, es sind typische Matheaufgaben die beim Thema bruchrechnung drannkommen.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	weil sie leichter aussieht. Weil ich es besser kann.	Weil es mir einfacher erscheint da die Zahlen schon vorgegeben sind.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	1. Einkaufen 2. Dinge zählen	Ja: Einkaufen, Spielen, Hausaufgaben,
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	1. Beruf	Ja: Auf der Arbeit, Einkaufen ...

Testperson: 10	weiblich	jg. **8/9**	Schulform: GS
(vpnr1: 414 / vpnr2: 732)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 593,57 / 594,48			Kurs-Nr.: 27

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ich finde, es unterscheidet sich darin, dass es deutliche Leistungs-unterschiede gibt. (1,2 und 1/2 Kurs) Außerdem ist die Meinung über das Fach oft geteilt, während einige mit Spass an komplizierte Sachen gehen, ägern sich andere schon bei kleinsten Übungen!	Ich finde ja! In Mathe kann man nicht über Lösungen diskutieren. In Mathe ist Lösung - Lösung und Rechenweg - Rechenweg. In Politik z.B. wird ja viel im Klassengespräch 'ausgehandelt'. Wenn man in Mathe mit einem Thema ein Problem hat ist es schwer dabei zu bleiben, während man sich ansonsten Unterthemen suchen kann.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- hinsetzen - Hausaufgaben vergleichen - Fragen u. Antworten zum jeweiligen Thema - neue Aufg. an der Tafel besprechen - Übungen zu neuen Aufg. --> Rest meist Hausaufg. Die Stimmung ist meist ziemlich lokker und wir dürfen uns auch mal leise unterhalten, die Arbeitsatmosphäre muss u bleibt fast immer erhalten!!	- Anwesenheitsliste - H.A. wer gemacht? Wer nicht? - H.A. kontrollieren / an der Tafel oder mündlich - evntuelle Probleme bei H.A. besprechen lösen - neue Seite im Buch angucken * Fragen dazu besprechen * Neues Besprechen * Aufgaben lösen aus Buch * Wenn Zeit/ *Aufgaben besprechen *Rest Hausaufgabe
Was findest du daran gut?	An Mathe??? Besonders Spass macht eigentlich nichts, nur Geometrie ist nicht so schwer und experimentiere gern mit Zirkeln!	Ich finde gut, dass wir in Gruppen arbeiten dürfen und das wir Probleme immer gleich Besprechen! UND (damit ihr zufrieden seid) Ich finde es gut, dass die Aufgaben Bezug zur Realität haben!
Was findest du daran weniger gut?	, dass man meiner Meinung nach viele Dinge lernt, die nicht so wahnsinnig wichtig sind! Allerdings habe ich kein wirkliches Problem damit!!	Durch die Gruppenarbeit ist es oft laut in der Klasse. Ich kann mich nur wirklich konzentrieren, wenn es leise ist.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	In einer typischen Mathe-Aufg. Sind Zahlen und Buchstaben enthalten! ((12a+4b)-(13u-5c))	In eine typischen Mathe-Aufgabe werde ich mit einem Problem und ein paar Zahlen konfrontiert. Daraus muss ich dann entschlüsseln Gegeben, Rechenweg, Lösung!
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Ich denke schon, dass beide Aufg. zum Unterricht gehören. Aufg. (a) ist etwas mehr zum nachdenken, während Aufg. (b) einfach zu lösen ist. (Wenn man es kann!) Ich finde es gehören beide zum Unterricht dazu damit es nicht zu leicht bzw. zu schwer wird.	Ja, ich denke schon. Es ist erstaunlich, was die sich heutzutage alles ausdenken um uns dazu zu bringen diese Aufgabe mit Brüchen interessiert zu lösen. Man merkt sich das Ganze oder, wegen dem Bezug Tag/Nacht, eher als irgendeine Aufgabe.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Ich finde das ewige rumgerätsel nicht so gut, sondern löse lieber klare Aufg.stellungen!	Lieber die Aufg. (a) mit Bezug auf Tag u. Nacht. Weil irgendeine Aufgabe uninteressant ist, eine mit Bezug auf Alltag wo man sich um entsprechende Daten selber kümmern muss ist spannender.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	zur Zeit eher weniger aber so allgemein beim - einkaufen (Preise!) - Zimmer gestalten (Maße)	Wenn ich mein Zimmer umstellen will, neue Gardinen, Weihnachtsgeld
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Vielleich studiere ich Architektur!!! Eher aber werde ich Grafikdesignerin und auch da muss ich z.B. beim gestalten von Werbeflächen mit bestimmter größe mit Zahlen und Formen umgehen können! Außerdem: STEUER, STROM-WasserRECHNUNGEN	-

Testperson: 11	männlich	jg**.** 8/9	Schulform: GS
(vpnr1: 417 / vpnr2: 734)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 737,31 / 712			Kurs-Nr.: 27

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Mathe unterscheidet sich z.B. darin das wir Normaler Weise nicht soviel Zahlen ins Heft schreiben und das wir in Mathe nicht soviel reden wie sonst.	Ja, wir rechnen, in den anderen Fächern Schreiben wir keine Matheaufgaben sondern Texte.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Erst ist es laut, dann kommt der Lehrer. Wir vergleichen vielleicht sogar die Hausaufgaben, dann wird es wieder laut. Dann müssen wir aufgaben berechnen.	Oft Interesant, manchmal auch langweilig, wir vergleichen die Hausaufgaben, danach müssen wir aufgaben aus dem Buch oder von einem Zettel rechnen.
Was findest du daran gut?	Das es mir häufig sogar spass macht.	Wir bekommen eigentlich nie Zettel und rechnen immer Aufgaben aus dem Buch.
Was findest du daran weniger gut?	Das einige ziemlich laut sind und irgendwelchen misst quatschen.	Das wir nie etwas richtig besprechen.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Schwer lösbar, etwas kompliziert	Erst leicht dann Schwieriger werdent.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Ja die Themen haten wir in den letzten drei Halbjahren Öfters im Unterricht.	Bei 'a)' wird es in brüchen oder in Prozent gerechnet um aufs Ergebniss zu Kommen. Bei 'b)' ist die Aufgabe mit Brüchen, diese gehören zur Mathematik
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?		a
	beide weil sie beide etwas schwerer sind.	Die 1., weil sie etwas schwieriger ist als die zweite, da sie erst in zahlen umgesetzt werden muss.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Ja es gibt Situationen wo ich Mathematik gebrauche, weil wir in den letzten 3-4 Jahren beim Haus bauen waren.	Nein
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Ja vielleicht wenn ich das werde was ich werden möchte (ITsystem Elektroniker).	Nein

Testperson: 12	männlich	jg**.** 8/9	Schulform: GS
(vpnr1: 426 / vpnr2: 743)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 665,9 / 712			Kurs-Nr.: 27

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja Man muss mehr überlegen und man muss keine Vokabeln lernen	Ja, weil man rechnen und nachdenken muss.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- aufgaben im Buch oder Zettel	Normalerweile vergleichen wir zuerst die Hausaufgaben und kriegen dann Aufgaben oder uns wird etwas neues erklert.
Was findest du daran gut?	man hat nicht so viele Zettel	-
Was findest du daran weniger gut?	man muss häufig abschreiben	-
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	- entweder eine Tabelle die man ergenzen mus - oder +-/* rechnen - oder eine Textaufgabe	9/8*10/4
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	[a) nein! b) ja!] bei b) muss man rechnen bei a) nicht	Ja, weil man bei a) und b) rechnen und überlegen muss
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Man muss dort rechnen.	Ich mag Textaufgaben lieber.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Zum Teil Brüche	Wenn ich einkaufe, rechne ich ungefähr aus wieviel ich bezahlen muss.
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	?	Wenn ich eine Wohnung kaufe oder miete Fläche berechnen Bei Steuern Prozentrechnen

Testperson: 13	männlich	jg. 8/9	Schulform: GS
(vpnr1: 451 / vpnr2: 555)	Alter: 14/16		Niveau: 2
Rasch: 559,22 / 570,07			Kurs-Nr.: 29

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Man Rechnet und zeichnet andere sachen immoment	Es bringt mir mehr Spaß als Deutsch und Mathe.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Lautstärke: Mittelmässig Die meisten Arbeiten mit	1. Hausaufgaben 2. Aufgaben rechnen 3. Fragen 4. Hausaufgaben
Was findest du daran gut?	Das Zeichnen und Taschenrechner	Das wir Fragen stellen wenn wir etwas nicht verstehen
Was findest du daran weniger gut?	Kopfrechnen	Hausaufgaben
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	1+1=2, 1*1=1, 1/1=1, 1-1=0	4. [siehe Aufgaben nächste Fragestellung!]
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Ja.	Ja, haben wir auch
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	a	b
	Es bringt mir mehr Spaß	Textaufgaben verstehe ich nicht sehr gut
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Beim Technischen Hilfswerk, da müßen wir manchmal Bohlen Außmessen und auch Flächen ausrechnen / müssen.	-
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Autoverkäufer	-

Testperson: 14	männlich	jg. 8/9	Schulform: GS
(vpnr1: 482 / vpnr2: 765)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 706,58 / 712			Kurs-Nr.: 31

Frage	Antwort Testpunkt 1	Antwort Testpunkt 2
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Er unterscheidet sich darin, dass wir viel mehr mündlich arbeiten und viel HA aufbekommen. Wir besprechen das aktuelle Thema mehr und dann wird auch oft im Buch selbstständig gearbeitet.	Im Matheunterricht arbeiten wir mehr mündlich.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- Hausaufgaben besprechen - Die Aufgabe werden vom Lehrer genannt und gelöst. - Zwischendurch werden schon einige Aufgaben gelöst (vom Lehrer)	- Einleitung zum Thema - Arbeiten im Buch
Was findest du daran gut?	Das selbständige Arbeiten in der Klasse.	Ich finde gut, dass wir viel mündlich und im Buch arbeiten.
Was findest du daran weniger gut?	Dass alle Hausaufgaben besprochen werden. Danach ist meist schon die Hälfte des Unterrichts vorbei.	Ich finde nicht gut, dass sich viele Aufgaben im Buch wiederholen.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Entweder genaues Zeichnen bzw. Geometrie oder richtig schwere Bruchaufgaben, Ausmultiplizieren, Faktorisieren.	Eine typische Matheaufgabe besteht aus einen mathematischen Problem
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	a) Solche Aufgaben haben wir noch nie bekommen, weil wir eher noch Zusatzaufgaben zum Thema bekommen. b) Solche Aufgaben gehören dazu weil man hier viel denken muss.	a) Nein b) Ja Wir arbeiten viel im Buch und mündlich, so dass wir mehr 'rechnen' als 'denken'.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Ich würde lieber Aufgabe 4b lösen, weil man dort auch viel rechnen kann. Die andere Aufgabe hat für mich keinen Sinn.	Weil man bei dieser Aufgabe etwas nachdenken muss.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	1. Bei Hausaufgaben 2. Z.B. beim Einkaufen. Ich rechne oft schon vorher aus wieviel meine Eltern bezahlen müssen.	Beim einkaufen überschlage ich den Preis, den ich bezahlen muss.
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Ja, gibt es. Mein 1. Praktikum mache ich bei der HASPA und ich möchte Bankkaufmann werden.	Ich möchte Bankkaufmann werden.

Testperson: 15	männlich	jg. 7/8	Schulform: GY
(vpnr1: 588 / vpnr2: 375)	Alter: 12/13		Niveau: 1
Rasch: 588,15 / 564,65			Kurs-Nr.: 37

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Mathematik unterscheidet sich nicht von allen Fächern. Z.B. Musik, da muss man auch einiges rechnen. Doch Mathe hat so gut wie gar nichts mit Englisch, Deutsch oder Kunst gemeinsam. Obwohl man für genaues Zeichnen in Kunst ein paar mathematische Kenntnisse benötigt.	Im Fach Mathe wird kein Logisches Denken benötigt. Oft sind die Aufgaben sinnlos! Es betsteht (meißt) nicht aus auswendig Lernen.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- Wiederholung. - Hausaufgaben checken. - nach reichlicher Wiederholung etwas Neues lernen. - das Neue Wiederholen.	- Hinsetzen - Zettel bekommen - erklärt bekommen - rechnen - Hausaufgabe besprechen - Ende.
Was findest du daran gut?	Ich finde es gut, weil wegen der reichlichen Wiederholung mehr im Kopf bleibt.	Guter Zeitvertreib
Was findest du daran weniger gut?	Zu viel Wiederholung verbraucht zu viel Zeit und ist überflüssig, da wir es auch zu Hause wiederholen.	Alles (das meißte) wird nicht im Leben benötigt.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Eine typische Matheaufgabe sollte unbedingt irgendwo einen Trick haben (z.B., dass nach mühsehligen rechnen null rauskommt).	- einfach - nicht zu viele Nebenrechnungen
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	a) So eine Aufgabe habe ich noch nie gesehen. Wir müssten zu erst herausfinden welche Anteil die Nacht und der Tag am Tag (24St.Tag) hat und das währe zu viel 'Gewusel'. b) Dies ist eine typische Schulaufgabe. Bei dieser Aufgabe müssen wir nur rechnen.	a): Nein, sowas habe ich noch NIE gesehen b): ja, denn man muss viele Regeln beherschen. Sowas kann ich gut.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Ich würde b lieber lösen, weil ich da nur umechnen und Addieren muss.	Wenn man logisch denken kann, ist diese Aufgabe sehr leicht.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Bei mir gibt es sogut wie keine Situationen bei denen M. benötigt wird.	Es gibt so gut wie keine Situationen.
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	-	Falls ich bei der Nasa arbeite, oder Komputer programiere.

Testperson: 16	männlich	jg. 7/8	Schulform: GY
(vpnr1: 598 / vpnr2: 383)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 657,76 / 644,2			Kurs-Nr.: 38

Frage	Antwort Testpunkt 1	Antwort Testpunkt 2
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja es unterscheidet sich von anderen Fächern, weil da logisches Denken und nicht viel ödes auswendiglernen gefördert wird	Es gibt für alles eine logische, einleuchtende Erklärung und man muss nicht auswendiglernen (wie z.B. in Fremdsprachen)
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- Hausaufgabenkontrolle - wenn jemand bei den Hausaufgaben etwas nicht verstanden oder viele es falsch gemacht haben Nachrechnen an der Tafel - Neue Aufgaben - Hausaufgaben	- Hausaufgabenkontrolle - Durchgehen der Hausaufgaben an der Tafel mit Erklärungen - Übungen - Abfrage der Übungen - neue Hausaufgaben
Was findest du daran gut?	- kein Auswendiglernen - logische Erklärungen	Man muss nicht viel lernen um gut mitzumachen.
Was findest du daran weniger gut?	Viele Widerholungen (Schreibkram)	die häufigen Wiederholungen. Nach der 3. Wiederholung sind die folgenden Aufgaben viel zu langweilig
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Zahl + oder - oder / oder * Zahl mit mehreren Ziffern	Man bekommt einen Rechenweg gezeigt mit dem man die Aus Zahlen und Zeichen bestehende Aufgabe lösen soll
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Aufgaben wie a) hatten wir nicht Aufgaben wie b) oft	zu b) Nein solche Aufgaben gehören nicht mehr zum Unterricht. Mit einfachen Brüchen sind wir schon lange durch. Zu a) Nein
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	konkrete Zahlen	-
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Ja Euro	-
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	keine Ahnung	-

Testperson: 17	männlich	jg. 7/8	Schulform: GY
(vpnr1: 612 / vpnr2: 394)	Alter: 12/13		Niveau: 1
Rasch: 657,76 / 793,36			Kurs-Nr.: 39

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja, denn es macht Spass	Ja, es macht mehr Spass und man rechnet viel.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- Hausaufgaben vergleichen - Aufgaben auf 'nem Zettel machen oder im Buch - Hausaufgaben aufkriegen	- Hausaufgaben - Thema behandeln - Hausaufgaben aufbekommen
Was findest du daran gut?	Aufgaben rechnen	Das man viel rechnet und Aufgaben lösen muss.
Was findest du daran weniger gut?	Das es meist so laut ist, während der Mathestunde und das wir wenig schaffen	Das wir so langsam vorran kommen.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Sie hat ein additions- oder multipliaktions- oder Subtraktions-Zeichen	Sie besteht aus Zahlen oder Diagrammen.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Ja, denn es hat mit Zahlen zu tun.	a) Ja, da es ein Problem ist und man viel rechnen muss. b) Ja, denn es ist eine normale Aufgabe.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Weil es leichter ist.	Ich würde a lieber lösen, weil es schwerer ist.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Ja, bei Computer- oder Playstationspielen und sonst auch ganz oft.	Ja, z.B. beim Einkaufen, ausrechnen wie viel Taschengeld ich im Jahr bekomme,...
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Ja, beim Einkaufen, an der Börse, usw.	Ja, beim Haus bau, beim Einreichten des Hauses, beim Einkaufen und beim Ausgaben ausrechnen, usw.

Testperson: 18	männlich	jg. 7/8	Schulform: GY
(vpnr1: 636 / vpnr2: 414)	Alter: 13/15		Niveau: 1
Rasch: 657,76 / 742,74			Kurs-Nr.: 40

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Wenn man am Anfang nicht mitarbeitet dan hat man die ganze Zeit über Probleme. Man muss alles verstehen. (Es ist wie Kartenhaus, wenn man eine Karte raus zieht, ist das ganze Haus kaput	Es macht mir am meisten Spass. Ich muss für Mathe auch nicht üben.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- Hausaufgaben kontrolieren - Hausaufgaben besprechen - (wenn es jemand nicht verstanden hat änliche Aufgabe besprechen) - Aufgaben selber lösen	- Hausaufgaben kontrolieren - Hausaufgaben besprechen - Arbeiten - Hausaufgaben geben - Hausaufgaben machen (wenn Zeit vorhanden)
Was findest du daran gut?	-	Wenn wir noch Zeit haben und HA machen können, dann mus man nicht alles zu Hause machen.
Was findest du daran weniger gut?	-	-
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Eine Textaufgabe in der das Thema, woran man gerade Arbeitet, eine Rolle spielt. (Eine Aufgabe in der ein neues Thema drinn ist und man soll herausfinden, wie es funktioniert.)	-
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	B) ja, weil das eine Rechenaufgabe is a) ja, weil man den Anteil berechnen soll von Nacht und Tag.	a) Es ist ein normale Textaufgabe, bloß dass es ein Beispiel aus dem Altag ist. b) ja Bruchaufgabe
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b weil das einfacher zu verstehen ist, und einfacher zu rechnen.	b weil man bei a) vielmehr rechnen muss
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	(Beim einkaufen habe ich früher noch in DM umgerechnet)	Beim Bezahlen. Wenn ich Geld habe und rechnen muss ob es ausreicht
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Beim Abitur, am Arbeitsplatz	In vielen Berufen braucht mann Mathematik. Wenn man Mathe studieren will

Testperson: 19	männlich	jg. 7/8	Schulform: GY
(vpnr1: 637 / vpnr2: 415)	Alter: 12/13		Niveau: 1
Rasch: 777,99 / 722,85			Kurs-Nr.: 40

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja, es unterscheidet sich darin das man wenn man z.B. das 1x1 nicht kann auch andere Sachen nicht kann. Es gibt Formeln.	Man kann Aufgaben auch durch ausprobieren lösen. Fast immer mehr Hausaufgaben. Aufgaben haben manchmal nicht nur eine Lösung.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Hausaufgaben besprechen, falls nicht verstanden an Tafel vorrechnen, Aufgaben zu Thema oder neues Thema anfangen.	1. Hausaufgaben nachsehen 2. Hausaufgaben kontrolle 3. Lehrerin zeigt (sagt) Aufgaben 4. wir lösen 5. kontrollieren 6. Erklären 7. Hausaufgaben für nächste Stunde (Lehrerin sagt)
Was findest du daran gut?	Neues Thema anfangen, Hausaufgaben besprechen	(Hausaufgaben) kontrollieren
Was findest du daran weniger gut?	Immer wieder wiederholen, falls jemand es nicht versteht immer nachrechnen.	Hausaufgaben für nächste Stunde (Lehrerin sagt)
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Es gibt nur eine Lösung.	Sie enthält Zahlen und Verknüpfungszeichen
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	a) Nein, denn es währe viel zu aufwendig den man müsste für jeden Tag hell/dunkel berechnen. Es kommt darauf an wo man wohnt. (Nordpol, Europa, am Äquator) b) Ja, es gibt nur eine Lösung.	a) ja, denn es ist eine Textaufgabe und hat mit unserer Umwelt zu tun b) ja, es ist eine normale Rechenaufgabe
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	Ich würde die Aufgabe b) lieber mögen des es gibt nur eine Lösung.	Sie ist einfacher und schneller, Bei a) musste man für jeden Tag den Anteil von dunkel und hell berechnen. Das ist sehr mühsam
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Ja, ich gehe in einen Kurs einer Talentförderung	Nur bei Hausaufgaben
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Ja, in der Arbeit, und fast überall anders.	Ja, Kassierin muss Wechselgeld geben, Länge, Umfang, Flächeninhalt berechnen. Eigentlich in fast jeden Beruf.

Testperson: 20	weiblich	jg. 8/9	Schulform: GY
(vpnr1: 668 / vpnr2: 803)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 640,58 / 604,42			Kurs-Nr.: 42

Frage	Antwort Testpunkt 1	Antwort Testpunkt 2
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Mathe hat etwas mit Logik zu tun. Wenn du Mathe von Anfang an nicht verstehst, ist es sehr schwer, hinterher einzusteigen. In Mathe muss man viel nachdenken. In den meisten anderen Fächern hat alles einen Zusammenhang und man braucht gar nicht wirklich nachzudenken um auf das Ergebnis zu kommen, aber in Mathe schon. Mit Formeln und im Allgemeinen in Mathe kann man gut experimentieren.	Mathe ist ein Fach, wo man auch wirklich 'Nachdenken' muss. Man muss bisschen Knobeln und arbeitet nicht immer nur nach vorgegebenen Formeln. Außerdem gibt's in Mathe oft mehr als eine Lösung. Das unterscheidet Mathe von anderen Fächern.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- Lehrerin kommt rein - sorgt für Ruhe - Hausaufgabenkontrolle - Hausaufgabenbesprechung - 1-2 kleine Aufgaben werden im Unterricht berechnet - Stunde zu Ende - Lehrerin gibt Hausaufgeben auf (in unserer Klasse läuft der Matheunterricht sehr problematisch ab, da wir uns mit unserer Lehrerin überhaupt nicht verstehen)	Die Lehrerin kommt rein. Wir besprechen die Hausaufgaben. Bei Bedarf bearbeiten wir noch andere Mathe-Aufgaben zum gleichen Thema. Wir lernen was dazu, und bekommen weitere Hausaufgaben zu dem 'Unterhema'
Was findest du daran gut?	Dass die Hausaufgaben ausführlich und gut besprochen werden.	Dass die Aufgaben so lange besprochen werden bis man es wirklich versteht.
Was findest du daran weniger gut?	Dass wir so wenig Zeit haben, etwas Neues (neues Thema) anzufangen und so auch viel für zu Hause zu tun haben.	Dass wir jedes Mal strikt nach diesem Plan arbeiten.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Typisch für Mathe sind Formeln, woran man sich gut orientieren kann.	Eine typische Mathe-Aufgabe ist für mich eine Formel mit Variablen und Gleichungen sind auch für mich typisch.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Eindeutig: Ja! Diese Aufgabe ist zwar aus dem Alltag, aber Mathe wird ja oft im Alltag gebraucht.* Noch ein gutes Beispiel dafür sind Graphen. *) zu b): Das ist auch typisch für Mathe. Diese Aufgabe kann man auch dem Alltag anpassen.	Ja, ich denke schon. Sie haben zwar auch etwas mit unserer Umwelt zu tun, aber Mathe wird ja auch oft im Leben gebraucht. Nur denke ich, dass man hier nicht sehr genau sein kann. [Also nicht gleich sondern ungefähr, in Zeichen]
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	Ich würd es lieber lösen, weil ich in Mathe strikt rechne. Man muss mir meist etwas vorgeben, sodass ich ganz einfach danach rechne, damit ich Spaß in Mathe hab. Mehrere Lösungsmöglichkeiten, Ungenauigkeit,... Gefallen mir zwar in anderen Fächern, aber nicht in Mathe. Da mag ich nur präzises Rechnen.	Weil da die Zahlen schon vorgegeben sind und ich nicht erst nachdenken muss.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Nein	Nein!
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Hab vor, mit PC's zu arbeiten.	Im Beruf! Ich möchte gerne Richtung Mathe studieren, da mir Mathe leicht fällt.

Testperson: 21	männlich	jg. 8/9	Schulform: GY
(vpnr1: 690 / vpnr2: 824)	Alter: 14/15		Niveau: 1
Rasch: 692,11 / 697,54			Kurs-Nr.: 42

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja, Mathematik unterscheidet sich von anderen Fächer denn man muss mehr nachdenken als sonst. Man muss mehr Zusammenhänge erkennen als sonst.	Mathematik ist ein Fach indem man auch nachdenken muss. Man muss manchmal selber den rechenweg heraus finden. Es gibt nicht immer nur einen Weg um auf das Ergebnis zu kommen.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- nicht kompliziert - organsisiert - ruhig	Wir kriegen ein neues Thema und beschreiben es. Danach kriegen wir verschiedene Aufgaben zum Üben. Am Ende besprechen wir dann gemeinsam den Rechenweg und die Lösung.
Was findest du daran gut?	Man muss sich nicht besonders anstrengen um alles mitzubekommen denn der Unterricht ist leicht.	Wir besprechen die Aufgaben sehr ausführlich.
Was findest du daran weniger gut?	Wir machen viele Themen die keinen interessieren.	Man versteht nicht immer alles. Zum Beispiel nicht jeden Rechenschritt.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	-	Ich finde in der Mathematik gibt's keine typischen Aufgaben. Alle sind verschieden.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	b ja und a nicht ganz. B ist eine Zahlenaufgabe man muss rechnen die Antwort zu Frage a könnte man auch berechnen das heißt es ist auch eine Rechenaufgabe.	a) Sie ist nur zum Teil mathematisch. Weil man sie auch ausrechnen kann. b) Sie ist eine typische Mathe Aufgabe.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?		a
	Ich würde lieber gar keine lösen, denn beide Aufgaben sind zu leicht und dann würde ich a nehmen weil da mehr nachdenken muss um auf das Ergebnis zu kommen.	Die zweite Aufgabe ist mir zu leicht und kommt schnell auf das Ergebnis. Bei der ersten Aufgabe muss man mehr nachdenken.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Normalerweise wende ich Mathematik nicht außerhalb der Schule an.	-
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Ich glaube schon aber ich weiß nicht welche	-

Testperson: 22	weiblich	jg**.** 8/9	Schulform: GY
(vpnr1: 714 / vpnr2: 847)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 721,04 / 812,35			Kurs-Nr.: 43

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ich finde schon das es sich unterscheidet in den anderen Fächern muss auch viel aus dem allgemeinwissen beigetragen werden und in Mathe ist es so dass man logisch nachdenken muss.	Ich finde schon, da in Mathe eigentlich alles eine Logik hat in einigen anderen Fächern ist es nicht so.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- Hausaufgaben besprechen (wenn solche aufgegeben wurden) - Am Thema weiter arbeiten oder ein neues anfangen - Aufgaben zum Thema rechnen und Fragen beantworten	- Hausaufgaben vergleichen - Fragen klären - Übungsaufgaben beim neuen Thema - zusammen erarbeiten wie es geht - Übung
Was findest du daran gut?	Das man Fragen stellen kann und sie beantwortet werden von jemanden der es richtig erklären kann	Für die die einiges nicht so gut verstehen wird viel geübt und erklärt
Was findest du daran weniger gut?	Wenn Lehrer/in die Frage nicht verstehen oder nicht die Antwort bekommt auf die Frage die man gestellt hat.	Es ist immer das Gleiche und irgendwann wirds langweilig
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Sie sollte nicht zu leicht sein, so dass man schon überlegen muss und aber trotzdem noch auf das Ergebnis kommt und den Rechenweg versteht.	Eine typische Aufgabe ist für mich Addition, Subtraktion, usw. mit allen mögliche Zahlen.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Ja, sie gehören dazu. a) Es ist eine Aufgabe die, die Realität wiedergibt.Sie sind beide logisch. Bruchrechnug ist wichtig fürs Leben.	Ich denke schon, denn es ist zum Ausrechnen, hat aber auch was mit der realität zutun und ist daher sehr interessant
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	a	a
	Es ist interessanter als Aufgabe B	Die Erste, denn es sagt mir was über die Wirklichkeit, die zweite ist nur so zum rechnen
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Ich denke man benutzt die Mathematik immer außerhalb der Schulzeit. Wenn man zum beispiel wissen will in wie viel Tagen, Minuten und Monaten man geburtstag hat	- beim Einkaufen - Um Ausgaben und Einnahmen zu errechnen - Euro Umrechnung in DM
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Ich möchte vielleicht Architektin werden. Und ich denke da wird Mathematik sehr viel benötigt.	Wenn man sich irgendetwas kauft zB ein Auto o. Haus, dann muss man ja wissen obman bei der Bank schulden machen muss und sie wieder abzahlen kann.

Testperson: 23	männlich	jg. 7/8	Schulform: GY
(vpnr1: 762 / vpnr2: 451)	Alter: 12/13		Niveau: 1
Rasch: 657,76 / 657,76			Kurs-Nr.: 46

Frage	Antwort Testpunkt 1	Antwort Testpunkt 2
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja, weil es für uns später den größten Nutzen hat. Mathematik ist für das spätere Leben sehr wichtig und unterscheidet sich so von z.B. Bio oder Kunst.	Mathe ist für das spätere Leben sehr wichtig. Deshalb ist der Matheunterrricht auch sehr wichtig.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- ganz nett - sehr ausführlich	- nicht aufregend, was nicht heißt, dass er totall langweilig ist. - es kann manchmal ganz interesant sein
Was findest du daran gut?	z.B. Geometrie finde ich interesant, dass ist einer der guten Teile des Matheunterrichts	-
Was findest du daran weniger gut?	Manchmal wird es uninteressant (z.B. Wiederholungen)	-
Beschreibe, wie für dich eine ***typische*** *Mathe-Aufgabe aussieht!*	Eine typische Mathe-Aufgabe muss auf jeden Fall logisch sein. Ausserdem muss es in einer Mathe-Aufgabe natürlich Zahlen geben.	Eine typische Mathe-Aufgabe besteht aus Zahlen, Strichen (+,-,...) und aus Punkten (*,/,...).
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Also, b) auf jeden Fall, dass ist eine typische additions Aufgabe. Aus a) könnte man mit ein paar Zahlen, eine machen, aber so ist es für mich keine Frage für den M.-Unterricht.	b) gehört auf jeden Fall dazu. Es ist halt eine typische Mathe-Aufgabe. a) ist eine Aufgabe die man mall so neben bei vielleicht macht. Aber sie ist keine typische Mathe-Aufgabe
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	a	b
	Es währe einfach mal eine spannende Sache heraus zufinden wie lange es bei uns im Jahr hell und wie lange es bei uns dunkel ist.	Ich möchte lieber b. lösen.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Natürlich beim Einkaufen (vorallem seit es den Euro gibt)	Beim Einkauf natürlich. - beim Kochen - um
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Sicherlich in den meisten Berufen.	- im Beruf

Testperson: 24	weiblich	jg**.** 7/8	Schulform: GY
(vpnr1: 766 / vpnr2: 455)	Alter: 12/13		Niveau: 1
Rasch: 600,81 / 722,85			Kurs-Nr.: 46

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	-	Ja, es werden viele Formeln und Regeln gelernt.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- Formeln abfragen - Aufgaben (im Buch) mündl. oder schriftlich rechnen - Neuheiten von der Tafel abschreiben, mit diesem Thema Aufgaben rechnen.	Am Anfang werden manchmal Formeln abgefragt. Dann rechnet der Lehrer an der Tafel etwas neues vor. Damit lösen wir zusammen Aufgaben aus dem Buch und anschließend rechnet jeder alleine, während der Lehrer rumgeht und Fragen beantwortet bzw. Aufgaben von Schülern anguckt.
Was findest du daran gut?	Jeder Schüler kommt mind. Einmal dran.	Die Aufgaben die mit der gesamten Klasse gerechnet werden.
Was findest du daran weniger gut?	Der Stoff wird nicht lange erklärt. Der Lehrer nimmt Schüler dran, die es wissen; wenn dann jmd. sagt, er hätte es nicht verstanden, guckt er ihn groß an und erklärt es evtl. nicht noch einmal.	Zu ungenaue Beschreibung an der Tafel / zuviel mathematische fachbegriffe, so dass ich wenig verstehe
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	- Mit vielen x und y, Klammern und Brüchen - Textaufgaben	Viele Zahlen, häufig Brüche mit Unbekannten (x,y,...)
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	a) gehört eigentlich weniger dazu, da man, um die Aufgabe lösen zu können, Allgemeinwissen wissen muss; es gehört nicht zum Matheunterricht! b) gehört dazu; wir rechnen jetzt zwar keine Brüche mehr aber in der 6. Klasse rechneten wir mit Brüchen.	a) nicht. Das ist eher Bio, denn das hat ja wenig mit rechnen sondern mit Wissen zu tun. b) ja, hat etwas mit Rechnen, nicht mit Wissen zu tun.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	a	b
	Ich weiß in etwa, wie lange es hell und wie lange es dunkel ist. Allerdings müsste bei der Aufgabe noch eine nähere Beschreibung gemacht werden, wann das zählt (Sommer, Winter,...) Außerdem geht es schneller zu rechnen.	Es geht schneller zu Rechnen. Bei a) muss man erst lange überlegen, dann kann man evtl. rechnen.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Ja, allerdings nur wenig: - beim Einkaufen - beim Gesellschaftsspiel	Wenn ich etwas kaufe, einen Prozentsatz mit Dreisatz ausrechne,
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	- wenn ich als Kassiererin (als Studentin) jobbe	Beim Groß-Einkauf, beim Prozente ausrechnen

Testperson: 25	männlich	jg**.** 7/8	Schulform: GY
(vpnr1: 780 / vpnr2: 466)	Alter: 12/13		Niveau: 1
Rasch: 614,37 / 703,87			Kurs-Nr.: 47

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja, z.B. muss bzw. kann man mehr im Kopf rechnen (machen). Es geht nicht unbedingt um Muskelkraft. Man muss nicht so viele Vokabeln lernen wie in anderen Fächern.	Ja, er unterscheidet sich. Man muss mehr mit dem Kopf arbeiten.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	1. Kopfechnen 2. Hausaufgabenbesprechung 3. Verschiedene Aufgaben 4. Hausaufgaben werden aufgegeben	- Kopfrechnen - Hausaufgaben - mehrere Aufgaben - Aufgebung der Hausaufgaben
Was findest du daran gut?	Das Kopfrechnen am Anfang	Das Kopfrechnen
Was findest du daran weniger gut?	-	-
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Kettenaufgaben z.B. (-4*5+11/6-13/18))*5	113*110=.....
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	1. Nein. Dieses hat eher mit Erdkunde zu tun als mit Mathematik 2. Ja. Bruchrechnung führen wir eigentlich jedesmal mal im Mathematikunterricht durch.	Es haben beide was mit Brüchen zu tun, somit geht es was in a.) deutlich wird um Anteile. Bei a.) würde die Aufgabe noch weiter gehen.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	bei b.) kann man sich bei der Lösung ziemlich sicher sein. Bei a.) bräuchte man erst noch einmal extra Quellen, um das Ergebnis zu ermitteln	Weil b.) schon genaue Daten angegeben sind. Bei a.) müsste man erst die entsprechenden Daten raussuchen.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Beim Einkaufen: durch die Umstellung zum Euro. Um etwas zu zeichnen (--> Geometrie)	Beim Einkaufen, beim Zeichnen, beim Umrechnen von Euro in DM
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Für meinen Beruf. Um es eventuell meinen Kindern beizubringen.	siehe a.), beim Beruf

Testperson: 26	männlich	jg**.** 8/9	Schulform: GY
(vpnr1: 812 / vpnr2: 873)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 628,83 / 658,66			Kurs-Nr.: 49

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja, in Mathe muß man im Gegensatz zu anderen Fächern logisch denken können, das hängt allerdings auch vom Lehrer ab. Manche machen nur irgendwelche langweiligen Aufgaben aus dem Buch.	Es hängt sehr viel vom Lehrer und seiner Methodik des Unterrichts ab, ob man gut oder Schlecht ist oder ob es Spaß macht oder nicht. Außerdem lässt das Fach Raum für Spielereien z.B. mit Zahlen.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Der Lehrer kommt rein stellt eine logik Aufgabe, wenn die gelöst ist machen wir irgendetwas zum Thema.	Leider hat sich mein Matheunterricht durch einen Lehrerwechsel sehr zum Schlechten gewendet. Man weiß vor Stundenbeginn was gemacht wird und wie der Unterricht endet. Der Lehrer kommt rein, rechnet mit uns knappe 3 Seiten im Buch im Kopf, bis es klingelt und verlässt dann den Raum.
Was findest du daran gut?	Das durch diese Logik Aufgabe die ganze Atmosphäre etwas aufgelockert wird und man nicht irgendwelche langweiligen Aufgaben rechnet.	Gar nichts.
Was findest du daran weniger gut?	Eigentlich nichts, ich bin so zufrieden mit dem Matheunterricht.	Es ist einfach nur stupides rechnen und er sorgt auch nicht für Abwechslung z.B. durch mathematische Knobeleien usw.
Beschreibe, wie für dich eine ***typische*** *Mathe-Aufgabe aussieht!*	Gibt es nicht.	Eine Textaufgabe, bei der man über verschiedene Wege zur Lösung kommt.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	a.) Auch, aber so was sind nicht die Aufgaben von denen der Matheunterricht lebt. b.) Diese Aufgabe erscheint mir irgendwie interessant, das hat nämlich für mich mehr mit Mathe zu tun als Aufgabe b.) [wirklich b!]	Auch, aber der Anteil solcher Aufgaben am Unterricht sollte möglichst klein gehalten werden, da sie kein besonderes Denkvermögen beanspruchen. Wobei a.) schon interessant ist im Gegensatz zu b.)
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	a	a
	Ich würde lieber a.) lösen, weil man dort mehr nachdenken muß. Solche Aufgaben wie b.) werden auf die Dauer nämlich langweilig.	Weil man hier Knobeln und Nachdenken kann und muss.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Ja, irgendwelche Mengen beim Einkaufen zusammen rechnen und gucken ob nicht die große Sache günstiger ist, als zwei kleine.	Beim Einkaufen, kochen und viele Bereiche mehr, in denen man es teilweise aber nicht merkt.
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Im Studium, bei der Steuer usw.	Ich denke im Berufsleben wird es noch viel mehr Situationen geben, die ich mir jetzt noch gar nicht vorstellen kann.

Testperson: 27	weiblich	jg**.** 8/9	Schulform: GY
(vpnr1: 823 / vpnr2: 882)	Alter: 14/15		Niveau: 1
Rasch: 753,59 / 712			Kurs-Nr.: 49

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Es unterscheidet sich von den meisten anderen Fachern, da man logisch denken und kombinieren muss	-
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	User Lehrer kommt herein begrüßt uns nur selten und fängt meistens sofort an Aufgaben an die Tafel zu schreiben. Nachdem wir uns mit den Aufgaben beschäftigt haben kotrollieren wir ggf. die Hausaufgaben. Danach Erklärt der Lehrer etwas oder wir bearbeiten Aufgaben aus dem Buch. von einem Zettel...	- Der Lehrer kommt herein. - Hausaufgaben werden kontrolliert - mündliche(s) Abfrage/Rechnen von Aufgaben im Buch - Neue Hausaufgaben
Was findest du daran gut?	Wir schaffen relativ viele Aufgaben und kommen mit dem Stoff ganz gut voran.	- Man hat mehr Chancen seine Lösung zu sagen - es werden mehr Aufgaben gerechnet
Was findest du daran weniger gut?	Der Lehrer könnte wenigstens manchmal etwas näher auf einige, nicht von allen verstandene, Aufgaben eingehen	- Die schweren Aufgaben werden nicht so ausführlich besprochen - Da immer nur das Ergebnis gesagt wird kann man nicht den Rechenweg verfolgen
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Eine Matheaufgabe die ich rechne beinhaltet Zahlen, Platzhalter usw. bei denen ich mathematische Gesetze anwenden muss. Bei einer Textaufgabe erwarte ich Hinweise darauf wie ich zu den Zahlen kommen kann.	In letzter Zeit werden nur Aufgaben aus dem Buch gerechnet, wo man eine Zusammenstellung aus Zahlen und 'Mathematischen Zeichen' vorgegeben hat. Keine Textaufgaben.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Die Aufgabe b gehört auf jeden Fall in den Unterricht (Bruchrechnung) Aufgabe a kann man auch berechnen ich finde aber, das sie eher zur Physik gehört	Eher Aufgabe b in diesem Schuljahr wurden im Unterricht keine Textaufgaben behandelt sondern nur so ähnliche Aufgaben wie b.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Aufgabe b ist leichter also würde ich diese wählen. Aufgabe a ist viel komplizierter als Aufgabe b.	Ich finde a interessanter man muss dort nachdenken und die Aufgabe ist auch aus dem Alltag. B ist zwar einfacher aber nicht so interessant.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Beim Einkaufen rechne ich das Ruckgeld selber noch einmal aus	- Beim Einkaufen - Beim Fahradfahren wenn ich weiß wie lang die Strecke ist und welches Tempo ich normalerweise fahre
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Später brauche ich Mathematik um [Rest wurde durchgestrichen!]	- in meinem Beruf - bei den Steuerabrechnungen

Testperson: 28	weiblich	jg. 8/9	Schulform: GY
(vpnr1: 891 / vpnr2: 938)	Alter: 14/15		Niveau: 1
Rasch: 771,67 / 812,35			Kurs-Nr.: 52

Frage	Antwort Testpunkt 1	Antwort Testpunkt 2
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Nein, kaum, außer dass wir fast durchgängig Rechenaufgaben lösen.	Ich habe in Mathe (meistens) weniger Schwierigkeiten als in anderen Fächern, weil man alles logisch ableiten kann.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Zuerst: Hausaufgaben vergleichen, auf Wunsch wird die Aufgabe auf der Tafel vorgeführt. Das kann schon mal 20-35 min. dauern. Oft besprechen wir Klassenprobleme in der Mathestunde, da unser Mathelehrer gleichzeitig unser Klassenlehrer ist. Dann machen wir Aufgaben zum Thema, das wir gerade machen. Oder wir fangen ein neues Thema an und der Lehrer erklärt es uns. Wenn jemand nach einer bestimmten Frist einen Zettel nicht mitbringt, muß er für die Klasse Süßigkeiten kaufen. Die essen wir dann in den letzten 5 Minuten.	Unser Lehrer klärt ein paar Klassengeschäfte - 10 min. Wir besprechen die Hausaufgabe - 15 min. Unser Lehrer zeigt uns ein neues Thema - 15 min. Wir schreiben die Hausaufgabe zu morgen auf - 5 min.
Was findest du daran gut?	Wir konnen die Hausaufgaben vergleichen und sehen, was wir falsch gemacht haben.	Wir können die Hausaufgaben ausführlich besprechen
Was findest du daran weniger gut?	Wir verlieren viel Zeit mit den Hausaufgaben, obwohl es auch sehr nützlich ist. Aber der Lehrer hat so weniger Zeit für ein neues Thema.	Unser Lehrer kann nicht so gut erklären, und wenn ich mal etwas nicht verstehe, muß ich andere Schüler fragen.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Eine Rechenaufgabe aus Brüchen oder eine Gleichung	eine Rechenaufgabe zum Thema
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	a) Nein b) Ja Wir machen fast nie Textaufgaben, immer nur Rechenaufgaben	a) Wir machen höchstens 2 Textaufgaben im Jahr, und das nur in Arbeiten b) Falls das eine Rechenaufgabe im Allgemeinen sein soll, dann ja
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	a	a
	Textaufgaben sind spannender. Da muß man erst selbst eine Gleichung aufstellen, und das ist interessanter. Man kann sie auch auf das tägliche Leben beziehen.	Es ist einmal etwas Neues, und ich mag Textaufgaben sowieso lieber als Rechenaufgaben
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Wohl kaum. Wenn, dann merke ich nicht, dass ich Mathematik anwende, da für mich diese Gedankengänge nur logisch sind.	Einkaufen --> zählen, ob mein Geld ausreicht Weihnachtsgeschenk basteln (da ist es mehr Geometrie)
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Vielleicht, wenn man ausrechnen muß, wie viel Geld man im Monat verbraucht.	Im Beruf werde ich Mathe ganz bestimmt brauchen

Testperson: 29	männlich	jg. 8/9	Schulform: GY
(vpnr1: 896 / vpnr2: 942)	Alter: 13/14		Niveau: 1
Rasch: 737,31 / 728,27			Kurs-Nr.: 52

Frage	Antwort Testpunkt 1	Antwort Testpunkt 2
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja, denn in vielen anderen Fächern, wie z.B. Geschichte hat man schon eine Lösung. In Mathematik sucht man die Lösung und den Rechenweg und meistens kann man es auf mehrere Arten versuchen.	Ja, es wird mehr logisches Denken gefordert. Man braucht in vielen Situationen eine größere Konzentration
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Wir versuchen Aufgaben aus dem Buch gemeinsam zu lösen; Es werden Aufgaben aufgegeben die jeder alleine lösen muss; dann vergleichen wir gemeinsam und suchen die Fehler; Wenn jemand Fragen hat kann er sie immer stellen; Hausaufgaben werden verglichen	Der Lehrer erklärt. Gemeinsame Beweisfindung. Fragen werden geklärt. Wir lernen die Formeln. Gemeinsam werden Aufgaben zum Thema bearbeitet.
Was findest du daran gut?	Jeder kann Fragen Wir lösen fast alles zusammen Man erkennt seine Fehler	Wir arbeiten zusammen auf ein Ziel hinaus.
Was findest du daran weniger gut?	Wir müssen sehr viele Formeln lernen ohne sie beweisen zu können Man wendet diese Formlen einfach an ohne richtig zu wissen was sie bedeuten --> es wäre besser, wenn wir eine Formel kennen lernen, sie erst einmal gemeinsam beweisen würden.	Der Lehrer erklärt zu viel, er sollte eher die Schüler nach vorne und sie vorrechnen lassen.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	zwei oder mehrere Zahlen od. Brüche werden miteinander multipliziert, dividiert, subtrahiert od. addiert.	Viele Zahlen, die zusammen ein logische Lösung ergeben
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	a.) [durchgestrichen: nein, denn hier muss man kaum rechnen und für die Mathematik ist es eigentlich völlig uninteressant] Ja, denn diese Anteile sind nicht immer gleich, also wird man auf einige Probleme stoßen; diese Aufgabe zu bearbeiten wäre sehr interessant. b.) ja denn man muss den Lösungsweg finden und zusammenrechnen	a) Nein, nicht genau. Diese Aufgabe könnte eine Textaufgabe sein, sie pass aber eher in die Physik/Erdkunde. b) Ja, zwei logische Zahlen ergeben eine nachvollziehbare Lösung
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	a	a
	Weil diese Aufgabe interessanter zu lösen ist als die zweite	Textaufgaben sind meist interessanter, da hinter den Aufgaben ein best. Sinn steckt.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	- bei meinem Bruder (5. Kl.) - Einkaufen	a.) Einkaufen, Essen kochen, Computer, Gesellschaftspiele, Hobby (Modellbahn), usw.
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	- Beruf - alltägliches Leben: z.B. Einkaufen, Kochen..	Beruf, siehe oben, Hobby (Modellbahn), Handwerkliche Aufgaben, usw.

Testperson: 30	männlich	jg. 7/8	Schulform: R
(vpnr1: 969 / vpnr2: 189)	Alter: 12/13		Niveau: 2
Rasch: 589,05 / 680,36			Kurs-Nr.: 56

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ja es unterscheidet sich weil mann Rechnen Muss und es auch ferschiedene Aufgaben gibt	Ja, weil mann fiel logischer denken muss und man manchmal Zeichnen muss bei Deutsch zum Beispiel nicht
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Buch aufschlagen, Nummern Rechnen, Kontrolieren, Hausaufgaben	anfangs laut, bei manchen verwirrung, Hausaufgabenkontrolle, ein paar aufgaben rechnen und danach Hausaufgaben
Was findest du daran gut?	Weil es nicht so schwer ist (mit einigen außnahmen) und weil man verschidene Rechnungen lernt	Ich will später Architekt werden und da ist es wichtig die Flache der Wohnund und so weiter zu berechnen.
Was findest du daran weniger gut?	die 5 stelligen oder mehrzaligen aufgaben.	Wenn z.B. eine kurze aufgabe steht und sie dann mindestens 5x so lang wird beim ausrechnen.
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Mit Mal oder geteilt und mit Kommerzahlen	Sie muss nicht zu einfach sein weil es dan keine Lust macht sie auszurechnen.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Eigentlich nicht weil 5/6 schon fast ein ganzer Tag ist oder Nacht.	b. ja, wir haben aber schon bruchgleichungen.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	Aufgabe (b) weil es etwas mit Bruchen zutun hat	Weil ich a nicht so gut verstehe was mit 'Anteil des Jahres' gemeint ist.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	am Bus weil man immer rechnen muss wann der Bus kommt oder in wie viel Minuten.	Im laden z.B. Rechne ich manchmal vorher aus wiefiel damit ich schon das passende Geld habe und manchmal nur aus lust zähle ich was.
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Als Architekt weil ich dann auch die Fleche des Hauses berechnen muss.	Fieleich als Architekt oder Automechaniker.

Testperson: 31	männlich	jg**.** 8/9	Schulform: H
(vpnr1: 990 / vpnr2: 600)	Alter: 13/14		Niveau: 2
Rasch: 640,58 / 628,83			Kurs-Nr.: 57

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Eigentlich nicht! In jeden Fach ist es immer sehr laut. Man kan sich selten auf den Unterricht konzentrieren	Eigentlich nicht. Man muss überall viel lernen! Besonders in Mathe. Wie z.B. alle möglichen Rechenarten.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Erst vergleichen wir die Hausaufgaben. Dan bekommen wir aufgaben die Wir rechnen müssen, Jeder bekommt verschiedene Aufgaben. Am ende sagt unsere Lehrerin die Hausaufgaben Mit den wir gelich anfangen dürfen	Wir kriegen arbeitsanweisungen, und dan machen wir sie. Und dan bekommen wir Hausaufgaben auf!
Was findest du daran gut?	Das wir die Hausaufgaben schon anfangen dürfen. Falls wir es nicht können, können wir unsere Lehrerin fragen.	Das die Hausaufgaben einfach sind
Was findest du daran weniger gut?	Das wir verschiedene Aufgaben kriegen. Da können wir uns nicht ganz gegenseitig fragen können	Das man immer aufpassen muss
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Eine aufgabe schwer zu lösen ist, aber doch sehr einfach ist	Schwere Zahlen, und einfach zu losen
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Ja! Bei (a) ist es eine Prozent aufgabe, und bei (b) ist es eine Bruch aufgabe. Beides gehört deswegen zum Mathe-Unterricht	Ja, weil das normale aufgaben sind!
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	Weil ich eigentlich sehr gut Brüche rechnen kan.	b! Weil bruchrechnung einfacher ist!
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Nein ich wende nichts ausserhalb der Schule an. Ausser für Arbeiten	Beim PC, wen ich im internet bin! Beim Einkaufen! Hausaufgaben! Fußball!
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Ja! Bei der späteren Job! Beim Konto.	Im Job! Beim Konto! Beim Autokauf!

Testperson: 32	männlich	jg. 8/9	Schulform: H
(vpnr1: 995 / vpnr2: 605)	Alter: 13/14		Niveau: 2
Rasch: 583,63 / 559,22			Kurs-Nr.: 57

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ich find Mathe interesanter als viele andere Fächer. Ich kapiere die Aufgaben und Formeln schneller als sonst.	Ich finde das Fach Mathe leichter als einige andere Fächer. Ansonsten unterscheiden sich die Fächer nicht.
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	hinsetzen, die Hausaufgaben vergleichen, (H.A. besprechen), An Tafel wenn neue Aufgaben kommen die erklären wie sie gehen, dann Aufgaben für Stunde aufgeben, am ende der Stunde die Aufgaben vergleichen, und neue Hausaufgaben aufgeben	Hausaufgaben konntrolieren, neu festlegen, und den Plan führ diese Stunde durch arbeiten.
Was findest du daran gut?	Wenn man gefragt wird und die richtige Antwort weiß. Wenn man etwas zum Unterricht beitragen kann.	Das Hausaufgaben einfach und wenig sind
Was findest du daran weniger gut?	Wenn der Lehrer ein vor der Klasse an die Tafel holt oder sagt die Aufgabe ist falsch obwohl sie so leicht ist.	Das man die Formel können muss
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Eine typische Mathe Aufgabe ist für mich mit plus, minus, mal und geteilt. Aber auch ausrechnen von Flächen gehört dazu.	Mit Plus, Minus, geteilt und mal. Und das man ein bischen an ihr sitzt.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Ich find das (a) mehr in die Naturwissenschaft gehört. (b) ist eine typische Mathe Aufgabe	Ja bei (a) muss man ausrechnen wielange es hell und dunkel ist b ist ein Typische Mathe aufgabe
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	weil ich die Aufgabe schon einmal hatte.	sie ist kurzer
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	In der Umstellung von DM in Euro.	Bein einkaufen Beim hobby
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	Wenn ich eine bestimmte menge Geld habe und mehrere Sachen kaufen. Rechne ich in etwa aus was sie kosten	Im Job

Testperson: 33	männlich	jg. 8/9	Schulform: R
(vpnr1: 1066 / vpnr2: 664)	Alter: 14/15		Niveau: 2
Rasch: 610,75 / 580,92			Kurs-Nr.: 60

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Mathe unterscheidet sich von anderen Fächern, weil man in Mathe mit zahlen arbeitet (rechnet) und in allen anderen Fächern muss man normalerweise immer viel schreiben und das mit Buchstaben. In Mathe muss man zahlen ausrechnen und das ist nicht immer leicht.	Ich denke in Mathe gibt es immer eine Lösung. man kann alles was man mit zahlen zu tun hat in Mathe, immer zu einer Losung kommen wenn man in anderen Fachern wie Z.B. Spanisch ein Wort nicht übersetzen kann dann kann man das auch nicht wenn man da noch lange dran uberlegt
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	- An die Tafel kommen und eine Aufgabe vorrechnen - Hausaufgaben vergleichen. - sich melden wenn man etwas nicht verstanden hat (das macht aber fast nie einer) - man kriegt Aufgaben die man rechnen soll, - Dann werden die Aufgaben noch ein bisschen verglichen - Und dann kriegen wir Hausaufgaben	- Sachen auf den Tisch packen. - Es wird kurz geredet - Wenn Hausaufgaben auf waren werden die Kontrolliert - der Lehrer geht meistens rum und schaut sich die Hausaufgaben an. - dann werden wieder alle aufgeschrieben die keine Hausaufgaben haben - und dann wird verglichen
Was findest du daran gut?	- Das ich manchmal etwas verstehe - und wenn ich es kann (also wenn ich im Unterricht mich auch mal melde und dann die Aufgabe richtig habe	Aber ich finde es gut wenn ich in diesem Gebiet gut bin weil dann habe ich spaß am lernen
Was findest du daran weniger gut?	Wenn ich etwas nicht verstanden habe dann verstehe ich das irgendwie nicht so schnell, auch wenn der Lehrer es mir erklärt. Und wenn ich die Aufgabe an der Tafel	Wenn etwas so schweres an Mathe aufgaben kommt das ich es nicht losen kann
Beschreibe, wie für dich eine ***typische*** *Mathe-Aufgabe aussieht!*	30+60	-
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Nein die Aufgabe kann ich. Weil ich Bruche kann	Ja weil sie zu lösen ist (b) ist eine losbare Bruchaufgabe) und a muss man : nehmen
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	a
	Die Bruchaufgabe, weil ich die kann	die mit der Nacht und Hell sache weil mann die ich denke doch ganz einfach losen kann
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Wenn ich mir sachen kaufen will dann muss ich mir das ausrechnen	Im Supermarkt
Gibt es einige Situa-tionen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	wenn ich im Supermarkt arbeite	Bei Rechnungen

Testperson: 34	weiblich	jg. 8/9	Schulform: R
(vpnr1: 1068 / vpnr2: 666)	Alter: 13/14		Niveau: 2
Rasch: 655,95 / 688,5			Kurs-Nr.: 60

Frage	**Antwort Testpunkt 1**	**Antwort Testpunkt 2**
Unterscheidet sich das Fach Mathe von anderen Fächern? Wenn ja, worin?	Ich glaube bei Mathe ist das so: Man muss die Aufgaben verstehen, nicht lernen. In der Grundschule musste man die Zahlen und das ein mal eins noch lernen. Jetzt muss man die Aufgaben kapieren, was ich normalerweise nicht tue.	Ja. In anderen Fächern wie z.b. Englisch muss man üben. In Mathe nützt üben meistens nichts wenn man es nicht verstanden hat
Beschreibe in Stichworten, wie der MU in deiner Klasse normalerweise abläuft!	Unser Lehrer kommt in die Klasse, sagt das wir unsere Hausaufgaben rausholen sollen, und fragt wer sie nicht gemacht hat. Nachdem sich die halbe Klasse gemeldet hat, beschließt unser Lehrer die Hausaufgaben gemeinsam an der Tafel zu rechnen. Am ende kommen dann noch Übungsaufgaben und ein Berg Hausaufgaben, die die halbe Klasse nicht macht	- Der Lehrer kommt rein - Hausaufgaben kontrolle - Aufgaben an der Tafel - Aufgaben im Buch - Hausaufgaben aufgeben - Schluss
Was findest du daran gut?	- Dass ich fast nie an die Tafel gehen muss. - Dass der Unterricht auch spannend sein kann Wenn ich das Thema gerade gut kann	Dass man es nach spätestens einer Woche begriffen hat.
Was findest du daran weniger gut?	Die vielen Hausaufgaben am Ende der Stunde	Dass es langweilig ist
*Beschreibe, wie für dich eine **typische** Mathe-Aufgabe aussieht!*	Eine Typische aufgabe gibt es nicht. Früher dachte ich das Mathe nur aus solchen leichten Aufgaben besteht wie 10+23 oder 20+40. Aber die Aufgaben werden natürlich schwerer.	Typische Matheaufgaben sind für mich alle Aufgaben.
Gehören die folgenden Aufgaben zum MU? a) Anteil hell/dunkel. b) Bruchaddition. Begründung	Nur solche wie frage b)	Ja. Wir nehmen Text und rechenaufgaben durch.
Welche der beiden Aufgaben würdest du lieber lösen? Warum?	b	b
	Ich würde lieber Aufgabe b) lösen weil ich da auch genau weiß was ich machen soll	Weil sie einfacher zu rechnen ist, und weil ich Bruchrechnen besser kann.
Gibt es einige Situationen <u>außerhalb der Schule</u>, in denen du M. zur Zeit anwendest? Wenn ja, welche?	Eigentlich nur beim Bezahlen an der Kasse	Beim Einkaufen.
Gibt es einige Situationen, in denen du später M. vielleicht benötigen wirst? Wenn ja, welche?	In meinem Job vielleicht. Ich weiß es nicht	Ja. Vielleicht im Job.

5. Zuordnung von Äußerungen

Charakteristika von Mathematik und Mathematikunterricht

Legende: Charakteristika von MU / Unterschiede zu anderen Fächern

d : dynamisch, schöpferisch, spielerisch
l : Logik, logisches Denken
n : Nutzen, Anwendung der Mathematik
r : Rechnen und Regellernen
s : System (eigenständiges)
fz : fehlende Zuordnung

Nr	Inhalte	Testpersonen in I	Testpersonen in II	Subkategorien
2	Kein Auswendiglernen wird gefördert	16		d
3	man muss nicht auswendiglernen		16,15	d
12	Spielerischer Umgang / gut Ausprobieren	20	26	d
13	Man muss Zusammenhänge erkennen	21	5	d
20	man muss kombinieren	27		d
23	in M. sucht man man die Lösung und den Rechenweg	29	21	d
24	es gibt verschiedene Lösungsansätze und -wege	29	21	d
29	man muss Aufgaben verstehen, nicht üben	34	34	d
45	Aufgaben haben nicht nur eine Lösung		19,20	d
46	Man kann Aufg. auch durch Ausprobieren lösen		19	d
47	Man muss knobeln		20	d
48	nicht nur mit vorgegebenen Formeln arbeiten		20	d
55	man muss Antworten finden		3	d
57	man Schlussfolgerungen aus Zusammenhängen ziehen können		5	d
1	Logisches Denken wird gefördert	16		l
9	M. hat etwas mit Logik zu tun	20		l
10	Viel nachdenken, um auf Ergebnis zu kommen	20,21,4,2	20,21	l
16	Man muss logisch (mehr) denken	22,26,27,9	29,30,2,5,9	l
15	Nutzen für das spätere Leben	23,3		n
17	Wichtig für das spätere Leben	23	23,2	n
30	M. hat nichts mit anderen Fächern gemeinsam, außer, dass man auch mal rechnen oder andere m. Kenntnisse anwenden muss	15		n
36	M. ist auch in anderen Fächern zu finden	7		n
56	Es gibt Aufgaben, die etwas mit dem wirklichen Leben zu		4	n

	tun haben			
59	in Mathe ist Grundlage für andere Fächer		7	n
60	man kann vieles im Alltag gebrauchen		9	n
8	Es gibt Formeln	19		r
21	Rechenaufgaben lösen	28		r
25	man muss rechnen	30,9,6	3,8	r
28	mit Zahlen arbeiten (Rechnen)	33,8	1,4,8,9	r
43	man rechnet viel		17,6,9	r
49	es werden viele Formeln und Regeln gelernt		24	r
52	man muss z.B. alle möglichen Rechenarten lernen		31	r
53	man kann in M. mit dem Wissen bei unbekannten Aufgaben zu einer Lösung kommen, wohingegen es in anderen Fächern ohne das jeweilige spezielle Wissen nicht geht.		33	r
54	man hat viel mit Regeln zu tun		1	r
11	In M. hat nicht alles einen Zusammenhang	20		s
14	In M. hat braucht man kein Allgemeinwissen	22		s
19	Es gibt aber auch langweilige, sinnlose Aufgaben (negativ logisches Denken)	26	15	s
37	In M. gibt es eine eigenständige Denkweise	5		s
38	es gibt nur eine richtige Lösung	5	33	s
39	man kann in M. Dinge nicht verschieden ausdrücken	5	10	s
41	man kann in M. nicht diskutieren		10	s
4	man muss auswendiglernen	2		fz
5	Es macht Spaß	17,4	17,18	fz
6	in M. baut vieles aufeinander auf (Problem)	18,19,20	10	fz
7	Man muss alles verstehen	18		fz
18	nicht so viele Vokabeln	25		fz
22	in anderen Fächern hat man schon eine Lösung	29		fz
26	ich finde M. interessanter	32,4,3		fz
27	ich verstehe die Inhalte schneller	32		fz
31	deutliche Leistungsunterschiede	10		fz
32	Meinungsunterschiede über das Fach (Freude/Ärger)	10		fz
33	es wird mehr mündlich gearbeitet	14	14	fz
34	genaues Zeichnen	8	30	fz
35	Inhalte bauen logisch aufeinander auf	7		fz
40	keine Unterschiede	1,31		fz
42	es gibt für alles eine logische, einleuchtende Erklärung		16,22,28	fz
44	M. fällt mir leicht		18,32	fz
50	man muss sich konzentrieren		29	fz
51	eigentlich nicht, man muss überall viel lernen		31	fz
58	in M. bringen wir uns viel selbst bei		6	fz

Typische Mathematikaufgaben

Legende: Typische MA
z : Zahlenrechnen
s : Standardaufgaben
t : Textaufgaben
b : besondere Betrachtung
fz : fehlende Zuordnung

Nr	Inhalte	Testpersonen in I	Testpersonen in II	Sub-kat
13	gibt es nicht	26,34	21	b
33	alle Aufgaben		34	b
6	besteht aus Formeln	20	20	s
10	Unbekannte, Klammern und Brüche	24		s
14	beinhaltet Zahlen und Platzhalter, bei den man math. Gesetze anwenden muss	27		s
17	Gleichungen	28	20	s
20	Zahlen, Buchstaben, Rechenzeichen	5,10		s
24	Bruchaufgaben, Faktorisieren, Ausmultiplizieren	14		s
29	Zahlen, Brüche, Unbekannte		24	s
3	Textaufgabe zum Thema	18		t
4	Textaufgabe zur Erarbeitung eines neuen Themas	18		t
11	Textaufgaben	24,8,9	3,5	t
15	Textaufgabe, bei der Hinweise auf Zahlen gegeben sind	27		t
30	Eine TA, bei der man auf verschiedenen Wegen zur Lösung kommt		26	t
35	es kann auch eine zum Knobeln sein		4	t
9	es müssen Zahlen vorkommen	23		z
12	Ketten von Grundrechenoperationen	25		z
16	Rechenaufgabe aus Brüchen	28		z
22	Aufgabe mit Zahlen	8		z
27	besteht aus Zahlen und Verknüpfungszeichen		16,17,19,23,27	z
31	Rechenaufgabe zum Thema		28,5,6	z
2	Grundrechenarten	16,17,29,30,32,33,1,2,3,9	22,25,32,2,8,9	z
1	sollte einen Trick haben	15		fz

5	es gibt nur eine Lösung	19,5		fz
7	nicht zu leicht (nachdenken), aber man muss sie lösen können	22	30,31,32,7	fz
8	sie muss logisch sein	23		fz
18	Berechnung von Flächen	32		fz
19	Sie muss Spaß machen	4		fz
21	Vom Aussehen immer schwer, nachdem man den 'Sinn' verstanden hat einfach	31,6		fz
23	Zeichnen (Geometrie)	14	1	fz
25	einfach, wenig Nebenrechnungen		15	fz
26	es wird nach gezeigtem Muster gelöst		16	fz
28	besteht aus Diagrammen		17	fz
32	Viele Zahlen, logische Lösung		29	fz
34	konkrete Aufgabe'	9,8	1,5,3	fz
36	Problem inkl. Zahlen gestellt		10	fz
37	mathematisches Problem		14	fz

Charakteristika von Mathematikaufgaben

Legende: Kriterien für Aufgaben

gehört nicht dazu, weil ...:

z : Zahlen fehlen

f : gehören in anderes Fachgebiet

k : Aufgabe ist zu komplex

gehört dazu, weil ...:

d : Denken

r : Realität

s : Schlüsselwortstrategie

fz : fehlende Zuordnung

Nr	Aufg	Inhalte	Testpersonen in I	Testpersonen in II	Sub-kat
14	a	die Anteile sind veränderlich; deshalb wird man man auf einige Probleme stoßen	29		d
19	a	M. sollte nicht nur aus Zahlenaufgaben bestehen, sondern auch aus Teilen, wo man nachdenken kann.	5		d
23	a	ist etwas mehr zum Nachdenken	10		d

25	a	es ist ein Problem, bei dem man viel rechnen muss		17	d
11	a	gehört eigentlich weniger dazu, da man Allgemeinwissen benötigt	24		f
16	a	gehört eher zu den Naturwissenschaften, Erdkunde	32,27,25	24,29	f
17	a	nicht, weil es nichts mit Mathe (Rechnen) zu tun hat	1		f
22	a	gehört nicht dazu, weil man nicht auf m. Weise herausfinden kann, wann es Nacht oder Tag ist	8		f
28	a	hat nicht mit Rechnen, sondern mit Wissen zu tun		24	f
55	a	nur logisches Denken			f
2	a	das wäre zu viel 'Gewusel'	15		k
6	a	viel zu aufwendig	19		k
20	a	man kann es aber nicht ganz genau berechnen	7	20	k
21	a	man würde aber zu lange brauchen	7		k
29	a	würde noch weiter gehen		25	k
37	a	nein, mehr denken		14	k
7	a	Aufg ist aus dem Alltag und M. wird häufig im Alltag gebraucht	20	20	r
9	a	Es ist eine Aufg., die die Realität wiedergibt	22	22,4	r
26	a	eine normale TA; ein Beispiel aus dem Alltag		18,19	r
30	a	ist eine TA		5	r
4	a	es hat etwas mit Zahlen zu tun	17		s
5	a	weil man einen Anteil berechnen soll	18		s
8	a	nicht ganz; man kann aber auch rechnen	21	21	s
12	a	kann man auch berechnen	27	22,32,2	s
15	a	ist eine Prozentaufgabe	30		s
34	a	Bruchaufgabe		9,10	s
10	a	mit ein paar Zahlen könnte man eine daraus machen; so ist es aber keine	23		z
33	a	nicht, weil keine Zahlen enthalten sind		8	z
1	a	So eine Aufg habe ich noch nie gesehen	15,14	15	fz
3	a	so etwas hatten wir noch nie	16		fz
13	a	nein, da wir fast nie TA machen, sondern nur Rechenaufgaben durchführen	28	27,28	fz
18	a	nein, da wir solche eher nicht rechnen	3		fz
24	a	ist keine Aufgabe zu einem m. Thema	14		fz
27	a	keine typische MA; kann man aber mal nebenbei machen		23	fz
31	a	Knobelaufgaben haben wir selten		6	fz
32	a	eher nicht, da die Anteile veränderlich sind		7	fz

35	a	Verpackung, um die Motivation zu steigern (Bruchrechnung)		10	fz
36	a	Kontext erzeugt bessere Behaltensleistung		10	fz
38	b	haben wir oft	16		fz
39	b	es hat etwas mit Zahlen zu tun	17		fz
40	b	weil es eine Rechenaufgabe ist	18	19,28,2,8,14	fz
41	b	es gibt nur eine Lösung	19		fz
42	b	ist eine Zahlenaufgabe - man muss einfach rechnen	21,15		fz
43	b	ist eine typische Additionsaufgabe	23		fz
44	b	Bruchrechnung führen wir häufig durch	25	9	fz
45	b	man muss einen Lösungsweg finden und zusammenrechnen	29		fz
46	b	ist eine Bruchaufgabe	30,1,3	18,4,5	fz
47	b	ist eine typische Matheaufgabe	32,20	21,23,32	fz
48	b	ist aber zu langweilig	7	6	fz
49	b	weil Zahlen dazu gehören	8		fz
50	b	ist einfach zu lösen	10		fz
51	b	hier muss man viel denken	14		fz
52	b	man muss viele Regeln beherrschen		15	fz
53	b	eine normale Aufgabe		17	fz
54	b	zwei logische Zahlen ergeben eine nachvollziehbare Lösung		29	fz

Argumente bei der Auswahl der Aufgabe

Legende: Präferenzargumente

<u>lieber a:</u>

r : Realität, Sinn

d : Denken, Knobeln

<u>lieber b:</u>

e : einfach

s : Sicherheit

k : Klarheit

fz : fehlende Zuordnung

Nr	Aufg	Inhalte	Testpersonen in I	Testpersonen in II	Sub-kat
2	a	weil man da (mehr) nachdenken muss (Knobeln)	21,26	21,26,27,3,4,14	d
5	a	Aufgaben wie b werden langweilig	26		d
8	a	es ist interessanter, selbst eine Gleichung aufzustellen	28		d
10	a	weil die Lösung nicht direkt sichtbar ist; man muss auf Schleichwegen zum Ergebnis kommen	5		d
12	a	weil es schwerer ist (b zu leicht)		17,21	d
14	a	bei b muss man nur rechnen		22	d
45	a	interessanter, weil Nachdenken/knobeln	5		d
21	b	weil es leichter /schneller (zu rechnen) ist	17,18,27,1,2,4,9,24	19,24,31,32,34,1,9	e
22	b	weil es einfacher zu verstehen ist	18		e
29	b	Aufg. a ist viel komplizierter	27		e
40	b	weil man bei a viel mehr rechnen muss		18	e
41	b	es ist mühsam, das für jeden Tag zu berechnen		19	e
42	b	man muss nicht viel nachdenken		20	e
30	b	weil sie etwas mit Brüchen zu tun hat	30		s
31	b	weil ich gut (besser) mit Brüchen rechnen kann	31,8,9	34,8	s
32	b	weil ich die Aufg. schon mal hatte	32		s
33	b	weil ich die kann	33		s
34	b	weil ich genau weiß, was ich machen soll	34		s
43	b	weil ich a nicht verstehe		30	s
19	b	weil man nur umrechnen und addieren muss	15		k
20	b	weil man konkrete Zahlen hat	16,6	20,25,9	k
23	b	es gibt nur eine Lösung	19		k
24	b	weil ich in M. strikt rechne	20		k
25	b	mehrere Lösungsmöglichkeiten, Ungenauigkeiten... Gefallen zwar in anderen Fächern, aber nicht in M.	20		k
26	b	Präzises Rechnen nach klaren Vorgaben	20		k
28	b	bei a bräuchte man noch Extraquellen, um das Ergebnis zu ermitteln	25	25	k
36	b	das ewige rumgerätsel leid	10		k
37	b	löse lieber klare Aufgabenstellungen	10		k
38	b	die andere Aufg. hat keinen Sinn	14		k
39	b	man kann hier viel rechnen	14		k
44	b	ich rechne lieber (als Knobeln)		6	k
4	a	ist eine spannende (wichtige) Frage	23,7	7	r
7	a	TA haben etwas mit dem Leben zu tun	28		r
9	a	weil nicht nur Zahlen, sondern reale Produkte	5	5	r

13	a	sagt etwas über die Wirklichkeit (Alltagsbezug)		22,27,5,7,10	r
16	a	hinter TA steht ein Sinn		29	r
46	a	interessannter, weil Realität	22,5,7	27,10	r
47	a	TA spannender, weil sie einen Sinn hat		29	r
1	0	beide sind zu leicht	21		fz
3	a	ist interessanter (spannender)	22,29,5,7	27,2,10	fz
6	a	Textaufgaben sind spannender	28	28,29	fz
11	a	wenn man logisch denken kann, ist diese Aufg. sehr leicht		15	fz
15	a	ist mal was Neues		28	fz
17	a	man könnte ein Projekt daraus machen		7	fz
18	a	weil man sich die Daten selbst beschaffen muss		10	fz
27	b	bei der Lösung kann man sich ziemlich sicher sein	24		fz
35	b	weil TA nicht gerade interessant sind	3		fz