



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Die (Un)Gerechtigkeit der Zentralmatura in Mathematik

**Eine empirische Untersuchung der Auswirkungen unterschiedlicher
erstsprachlicher Voraussetzungen auf Textverständnis und Aufgabenlösung in
der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung**

Verfasserin

Nina Steinhardt

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190 406 299

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Lehramtsstudium UF Mathematik UF Psychologie und
Philosophie

Betreuer:

Dr. Andreas Ulovec

Danksagung

Ich möchte meinem Betreuer, Dr. Andreas Ulovec, für seine Zeit, seine Unterstützung und seine wertvollen Ratschläge im Entstehungsprozess dieser Arbeit danken.

Desweiteren möchte ich mich bei Herrn Mag. Waba, Direktor des Schulschiffs, und Frau Mag. Siegl, Direktorin des GRg12 Rosasgasse, für die Möglichkeit bedanken, an ihren Schulen meine Untersuchung durchzuführen, bedanken sowie für die organisatorischen Mühen, die sie dafür auf sich nahmen. Mein Dank richtet sich auch an die Lehrerinnen, die mir ihre Unterrichtszeit für die Durchführung meiner Untersuchung zur Verfügung stellten, sowie an alle Schülerinnen und Schüler, die an der Untersuchung teilnahmen.

Ich danke meinen Studienkolleginnen und –kollegen für alle Unterlagen, Hilfestellungen und vor allem für euren Beistand und die Zeit, die wir miteinander verbrachten. Ihr habt mein Studium zu einer großartigen Erfahrung gemacht.

Mein größter Dank gilt meiner Mutter und meinen Schwestern Marlies und Manuela, die mir während meines gesamten Studiums und in jeder Lebenslage beiseite standen. Ohne eure Unterstützung, euren Trost, eure Liebe und euren unbeugsamen Glauben in mich und meine Fähigkeiten wäre diese Arbeit vermutlich nicht zustande gekommen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
2.	Standardisierte Reifeprüfung	9
	Ziele	9
2.1.	Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik.....	10
2.1.1.	Inhaltsbereiche	10
2.1.2.	Prüfungsstruktur	10
2.1.3.	Feldtestungen.....	11
3.	Verständnis von mathematischen Textaufgaben	13
3.1.	Textverständnis	13
3.1.1.	Teilfähigkeiten	14
3.1.2.	Textverständnis im Kontext von Migration.....	15
3.2.	Besonderheiten beim Verstehen mathematischer Textaufgaben	17
3.2.1.	Prozesse beim Verstehen von mathematischen Textaufgaben.....	18
3.2.2.	Spezifische Schwierigkeiten	19
3.3.	Bewertung der Textschwierigkeit mathematischer Aufgaben.....	22
3.3.1.	Lesbarkeitsformeln.....	22
3.3.2.	Subjektive Bewertungsmodelle.....	24
4.	Empirischer Teil	27
4.1.	Stichprobe.....	27
4.2.	Untersuchungsinstrument.....	28
4.3.	Verfahren zur Datenauswertung	30
4.4.	Ergebnisse.....	31
4.4.1.	Deutsch- und Mathematiknote nach Erstsprache	31
4.4.2.	Aufgabenlösung und Textverständnis in den Aufgaben aus der SSR Mathematik nach Erstsprache	35
4.4.3.	Aufgabenlösung und Textverständnis in den Aufgaben aus der SSR Mathematik.....	40
4.4.4.	Textverständnis und Textschwierigkeit.....	44
4.4.5.	Konkrete Probleme im Textverständnis in den Aufgaben aus der SSR Mathematik.....	46
4.5.	Übereinstimmung der Ergebnisse mit den Zielen der SSR Mathematik	49

Abbildungsverzeichnis	51
Tabellenverzeichnis	52
Quellenverzeichnis.....	53
Literaturquellen	53
Internetquellen.....	54
Anhang.....	57
Teil 1: Fragebogen zur eigenen Person	
Teil 2: Fragebogen 1a	
Teil 2: Fragebogen 1b	
Teil 2: Fragebogen 1c	
Teil 2: Fragebogen 1d	
Teil 2: Fragebogen 1e	
Teil 2: Fragebogen 2a	
Teil 2: Fragebogen 2b	
Teil 2: Fragebogen 2c	

1. Einleitung

Die PISA-Studie aus dem Jahr 2006, die einen naturwissenschaftlichen Schwerpunkt hatte, zeigte bezüglich der Mathematikleistungen einen enormen Rückstand von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund auf.¹ Sie erzielten im Durchschnitt 71 Punkte weniger als „einheimische“ Schülerinnen und Schüler und waren zudem in den Spitzengruppen unter- und in den Risikogruppen überrepräsentiert.² Im Rahmen der Untersuchung wurde zwischen Migrantinnen und Migranten erster bzw. zweiter Generation unterschieden, die der ersten Generation (das sind Schülerinnen und Schüler, die nicht in Österreich geboren wurden) schnitten dabei relativ schlechter ab als die der zweiten. Die Ursachen dieser enormen Leistungsdifferenz zwischen Schülerinnen und Schülern mit und ohne Migrationshintergrund werden dabei in erster Linie auf andere sozioökonomische Bedingungen und auf Ungerechtigkeiten im österreichischen Bildungswesen zurückgeführt.³

Angesichts der zudem ermittelten Leistungsdifferenz von 61 Punkten⁴ hinsichtlich der Lesefähigkeit, also der Fähigkeit, die Information in schriftsprachlichen Texten zu erfassen, zu nutzen und darüber zu reflektieren, wirft sich die Frage auf, welche Bedeutung den unterschiedlichen ersprachlichen Voraussetzungen vielleicht auch in mathematischen Kontexten, gerade in der Bearbeitung von Textaufgaben, zukommt. Penner⁵ weist darauf hin, dass die Leistungen von fremdsprachigen Schülerinnen und Schülern bei Textaufgaben schlechter ausfallen als die von Schülerinnen und Schülern mit deutscher Erstsprache, bei der Durchführung arithmetischer Operationen hingegen im Normalbereich liegen.

Die Frage nach dem Einfluss von unterschiedlichen sprachlichen Voraussetzungen auf die Lösung mathematischer Textaufgaben ist besonders in Aussicht auf die standardisierte schriftliche Reifeprüfung (kurz SSR) von Bedeutung, bei der ein großer Teil der Aufgaben die mathematische Modellierung eines schriftsprachlich dargelegten Problems erfordert. In Kapitel 2 dieser Arbeit werden die Ziele der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung

¹ Vgl. BIFIE. (o.J.). *PISA 2006*.

² Vgl. Breit. 2009. *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund*.

³ Vgl. Ebd.

⁴ Vgl. Ebd.

⁵ Vgl. Penner. *Sprachentwicklung und Sprachverstehen bei Ausländerkindern*. In: Wegener (Hrsg.). 1998. *Eine zweite Sprache lernen*: 241-242.

allgemein sowie spezifische Ziele und das Prüfungsformat im Fach Mathematik vorgestellt. Die SSR soll diesen Zielen zufolge gleiche Rahmenbedingungen und Fairness für alle Schülerinnen und Schüler gewährleisten und ich möchte in dieser Arbeit ermitteln, wie weit sie diesen Ansprüchen auch gerecht wird.

Ziel ist es, herauszufinden, wie unterschiedliche Voraussetzungen in Bezug auf die Erstsprache von Schülerinnen und Schülern das Verständnis von Textaufgaben aus der SSR Mathematik und darauf aufbauend deren mathematische Lösung beeinflussen. Die SSR kann schließlich nur bestanden werden, wenn die richtigen mathematischen Lösungen in einem Großteil der Aufgaben ermittelt und oftmals zusätzlich schriftsprachliche Interpretationen dieser Lösung gegeben werden können. In Kapitel 3 werden die (nicht-mathematischen) Kompetenzen, die zum Textverständnis (und damit in weiterer Folge auch zur Lösung) von mathematischen Textaufgaben erforderlich sind, erarbeitet.

In Kapitel 4 werden Vorgehensweise und Ergebnisse der empirischen Untersuchung dargestellt, die in vier achten Klassen an insgesamt zwei Wiener Schulen durchgeführt wurde. Ziel der Untersuchung war es, den Stellenwert und Einfluss von Textverständniskompetenzen und also der individuellen sprachlichen Voraussetzungen von Schülerinnen und Schülern für die Lösung der Beispiele im Rahmen der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung im Fach Mathematik zu ermitteln. Dabei wurden die Leistungen von Schülerinnen und Schülern aus drei erstsprachlichen Kategorien D1, D1 *Erstsprachlich deutsch mit nicht-erstsprachlich deutschen Eltern*, D1, D2 *Erstsprachlich deutsch mit nicht-erstsprachlich deutschen Eltern* und D2 *Nicht-erstsprachlich deutsch* miteinander verglichen und auf Unterschiede hin untersucht.

Anschließend möchte ich klären, ob und in welchem Ausmaß diese impliziten Voraussetzungen mit den Zielen der standardisierten Reifeprüfung hinsichtlich Fairness und fachlicher Qualifikation verträglich sind.

2. Standardisierte Reifeprüfung

Die flächendeckende Einführung der standardisierten Reifeprüfung erfolgt voraussichtlich ab dem Schuljahr 2014/15 an den Allgemeinbildenden Höheren Schulen und im darauffolgenden Jahr in den Berufsbildenden Höheren Schulen, auf die ich in dieser Arbeit jedoch nicht näher eingehen möchte.

Dazu sind im Rahmen der neuen Reifeprüfung drei voneinander unabhängige Teilbereiche vorgesehen:

1. eine vorwissenschaftliche Arbeit
2. drei oder vier schriftliche Klausuren
3. zwei oder drei mündliche Prüfungen

Die Themenfindung bei der vorwissenschaftlichen Arbeit sowie die Fragen im Zuge der mündlichen Prüfungen werden schulautonom festgelegt, die Aufgabenstellungen zu den schriftlichen Prüfungen werden jedoch für alle Schülerinnen und Schüler in den Fächern Deutsch, Kroatisch, Slowenisch, Ungarisch, Mathematik, Englisch, Französisch, Italienisch, Spanisch, Griechisch und Latein für vom BIFIE erstellt und sind damit einheitlich. Das bedeutet auch, dass die schriftliche Prüfung in je einem dieser Fächer landesweit am selben Tag stattfinden muss.⁶

Ziele

Das Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des österreichischen Schulwesens (kurz BIFIE) führt *„langfristige und dauerhafte Qualitätssteigerung und –sicherung“* als *„übergeordnetes Ziel“* der Schaffung standardisierter Prüfungsformate an. Durch die Standardisierung sollen *„zuverlässige Aussagen über tatsächlich erworbenes Wissen und Können“*⁷ ermöglicht und gewährleistet werden.

Frau Dr. Claudia Schmied, Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur, sieht in der standardisierten Reifeprüfung eine Möglichkeit, *„gleiche Rahmenbedingungen für alle*

⁶ Vgl. BIFIE. 2012. *Standardisierte Reife- und Diplomprüfung*.

⁷ Ebd.

Schülerinnen und Schüler“ zu schaffen sowie „gesicherte Qualität und Fairness beim Schulabschluss“⁸ zu gewährleisten.

Ob die neue Reifeprüfung diesen Anforderungen – zumindest im Fach Mathematik – tatsächlich gerecht wird, möchte ich im Weiteren untersuchen.

2.1. Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik⁹

Der Erwerb der für die standardisierte schriftliche Reifeprüfung (SSR) in Mathematik relevanten Kompetenzen soll kompetente Entscheidungsfähigkeit als mündiger Bürger beziehungsweise als mündige Bürgerin sowie die Vermittlung zwischen Experten und Expertinnen des Faches einerseits und Laien andererseits durch MaturantInnen ermöglichen.¹⁰

Es sollen also im Zuge der SSR Mathematik solche Kompetenzen geprüft werden, die für den kompetenten Umgang mit dem Fach grundlegend und zugleich gesellschaftlich relevant sind.

2.1.1. Inhaltsbereiche

Darauf aufbauend wurde ein lehrplankonformer Katalog an Grundkompetenzen generiert, die in vier Themenbereiche gegliedert werden:

- *Algebra und Geometrie* (z.B. Zahlenmengen, Gleichungen, Vektoren)
- *Funktionale Abhängigkeiten* (Darstellung und Eigenschaften von Funktionen)
- *Inhaltsbereich Analysis* (z.B. Änderungsmaße, Differenzieren, Integrieren)
- *Wahrscheinlichkeit und Statistik* (z.B. Häufigkeiten, Verteilungen)

2.1.2. Prüfungsstruktur

Es werden zwei Typen von Aufgaben geprüft:

- **Typ 1-Aufgaben** entsprechen den angeführten Grundkompetenzen. Zur Bearbeitung dieser Aufgaben stehen 120 Minuten zur Verfügung.
Diese Aufgaben werden entweder als „falsch“ oder „richtig“ beurteilt.

⁸ BMUKK. 2012. *Reifeprüfung neu*.

⁹ Vgl. BIFIE. 2012. *Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik*.

¹⁰ Vgl. Fischer. (o.J.). *Höhere Allgemeinbildung*. Typoskript. Universität Klagenfurt.

- **Typ 2-Aufgaben** sind in bis zu sechs voneinander unabhängige Teilaufgaben unterteilt. Bei diesen Aufgaben müssen verschiedene Grundkompetenzen vernetzt und in verschiedenen Kontexten verwendet werden.

Nach Abgabe der Typ 1-Aufgaben stehen zur Bearbeitung dieser Aufgaben weitere 150 Minuten zur Verfügung.

Bei den Aufgaben, die allesamt vor Einsatz einer Begutachtung hinsichtlich inhaltlicher und didaktischer Aspekte untersucht werden, finden sich sechs verschiedene Antwortformate:

- | | |
|---------------|--------------------|
| 1. offen | 4. Multiple Choice |
| 2. halboffen | 5. Zuordnung |
| 3. Lückentext | 6. Konstruktion |

2.1.3. Feldtestungen

Durch die Durchführung von Feldtestungen sollen angemessene Schwierigkeitsgrade sowie Validität und Reliabilität der im Zuge der SSR zu bearbeitenden Aufgaben sichergestellt werden. Die Auswertung der erhobenen Daten werden zur etwaigen Korrektur und zur Entwicklung neuer Aufgaben herangezogen.¹¹

Bislang fanden auch vier Pilottests, in denen die SSR Mathematik in vollem Umfang durchgeführt wurde, statt: im März 2010, Oktober 2010, Oktober 2011 sowie im März 2012.¹² Kritisch anzumerken ist dabei jedoch, dass 60 Pilotschulen sich freiwillig zur Teilnahme gemeldet hatten, lediglich 20 wurden durch das Projektteam *Standardisierte schriftliche Reifeprüfung aus Mathematik – Sicherung von mathematischen Grundkompetenzen*, das für die Entwicklung der SSR Mathematik zuständig ist, ausgewählt. Laut eigener Stellungnahme des Teams durch Werner Peschek wurde „[b]ei der Auswahl [...] darauf geachtet, [...] dass überproportional viele Schulen vertreten sind, in denen eher leistungsschwache Mathematikklassen erwartet werden“.¹³

Da die teilnehmenden Schulen jedoch nicht öffentlich genannt werden, ist diese Auswahl für Außenstehende nicht nachvollziehbar.

¹¹ Vgl. BIFIE. 2012. *Feldtestungen*.

¹² Vgl. Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. 2009. *Zentralisierte schriftliche Zentralmatura aus Mathematik*.

¹³ Peschek. 2010. *W. Peschek zur Stellungnahme des BG/BRG Gänserndorf*.

3. Verständnis von mathematischen Textaufgaben

Jeder (Nachhilfe-)Lehrer und jede (Nachhilfe-)Lehrerin kennt die Problematik von Textaufgaben: Auch wenn die behandelten Inhalte verstanden wurden und die verwendeten Operationen durchgeführt werden können, scheitern Schülerinnen und Schüler nur allzu oft an diesen Aufgaben. Ihre Bewältigung erscheint als nicht lehr- bzw. lernbar und das mathematische *Know-How* scheint dafür nicht auszureichen. Häufig ist dabei die Umsetzung des Aufgabentextes in eine Rechnung oder Grafik unmöglich und daher sind es gerade Textaufgaben, die bei einer Schularbeit nicht selten mit null Punkten bewertet werden. Haben die Schülerinnen und Schüler zudem noch eine andere Erstsprache als die Unterrichtssprache, so ist anzunehmen, dass diese Schwierigkeiten in noch größerem Maße anzutreffen sind. (In dieser Arbeit werde ich mich auf Deutsch als Unterrichtssprache beschränken.)

In diesem Kapitel möchte ich deshalb mit der Variable *Text* auseinandersetzen. Dazu werde ich im ersten Teil den Terminus *Textverständnis* näher erläutern und die dafür benötigten Teilfähigkeiten herausarbeiten. Zudem werde ich mich in diesem Teil mit den Besonderheiten bei der Entwicklung von Textverständnis im Kontext von Migration auseinandersetzen. Im zweiten Teil werde ich die Besonderheiten beim Verstehen mathematischer Textaufgaben durchleuchten, einzelne Prozesse, die daran beteiligt sind, herausarbeiten und mich mit den spezifischen Schwierigkeiten auseinandersetzen. Ziel des dritten Teils wird sein, mathematische Textaufgaben hinsichtlich ihrer Textschwierigkeit zu bewerten und diese Bewertung im Hinblick auf die empirische Untersuchung auch zu quantifizieren.

3.1. Textverständnis

Textverständnis bezeichnet im Folgenden die rezeptive Komponente von *Textkompetenz*, also die Fähigkeit, „*Texte eigenständig [zu] lesen und damit erworbene Informationen für sein weiteres Denken, Sprechen oder Schreiben [zu] nutzen.*“¹⁴

¹⁴ Portmann-Tselikas. 2002. *Textkompetenz und unterrichtlicher Spracherwerb*: 14.

Textverständnis bildet die Grundlage für die (selbstständige) Aneignung von Wissen und auch für das Lösung von (schriftlich formulierten oder in Gedanken in einer Sprache verarbeiteten) Problemstellungen und die Beantwortung von Fragen, beispielsweise im Rahmen eines Tests oder einer Prüfung, und stellt damit eine Bedingung für eine erfolgreiche Lernkarriere im Rahmen von Schule und Universität dar.

Man darf in diesem Zusammenhang jedoch nicht den Fehler begehen, Textverständnis mit Sprachverständnis bzw. Sprachkompetenz gleichzusetzen und auf diese zu reduzieren. Springsits bemerkt dazu in ihrer Arbeit zur Textkompetenz, dass *„sprachliches Wissen und Können zwar eine notwendige aber keine hinreichende Voraussetzung [sind], um adäquat mit Texten umgehen zu können.“*¹⁵ Sprachliches Können allein gewährleistet demnach Textverständnis, also das Erfassen der gesamten *Bedeutung* eines Textes, nicht, ist jedoch grundlegend hierfür. Den Stellenwert sprachlichen Könnens beim Verstehen von Texten zu ermitteln, erfordert eine differenzierte Betrachtung aller Teilfähigkeiten, derer Textverständnis bedarf.

3.1.1. Teilfähigkeiten

Im sogenannten *Davis-Reading-Test* wurden über faktorenanalytische Überprüfungen folgende für das Verständnis eines Textes relevante Teilfähigkeiten identifiziert¹⁶:

1. Kenntnis von Wortbedeutungen (*„knowledge of word meanings“*)
2. Schlussfolgerndes Denken während des Lesens (*„reasoning in reading“*)
3. Konzentration auf die wörtliche Bedeutung (*„literal sense meaning“*)
4. Fähigkeit, der Textstruktur zu folgen (*„following the structure of a passage“*)
5. Erkennen der Stimmung und literarischen Techniken des Autors (*„recognizing the mood and literary techniques of a writer“*)

Die *Kenntnis von Wortbedeutungen* bezeichnet die Kenntnis des vorkommenden Vokabulars, bei wissenschaftlichen Texten schließt das auch die Beherrschung von Fachtermini ein.

Die Konzentration auf die wörtliche Bedeutung ist – gerade im Kontext von mathematischen Textaufgaben – beispielsweise bei Präpositionen (z.B. „unter“, „vor“) oder *Key-Words* (z.B. Meereshöhe) von großer Bedeutung.¹⁷

¹⁵ Springsits. 2009. *Mathe kann ich auch*: 12.

¹⁶ Davis. 1972. *Psychometric research on comprehension in reading*: 663.

¹⁷ Vgl. 3.2.2. Spezifische Schwierigkeiten

Die *Fähigkeit, der Textstruktur und –gliederung zu folgen* schließt die Kenntnis über Regeln und Eigenheiten der Satzstruktur der (deutschen) Sprache ein; zudem erleichtert fachspezifisches Wissen das Verständnis der Struktur eines Textes.

Bei genauer Betrachtung dieser erforderlichen Teilfähigkeiten wirft sich folgende Frage auf: „[H]at denn Textverständnis gar nichts mit der Grammatik der Sprache, der Sätze und deren Verständnis zu tun?“¹⁸

In diesem Zusammenhang ist es nötig, einen Blick auf die Bedingungen des Davis-Reading-Tests zu werfen: Die Fähigkeit zur korrekten Dekodierung der enthaltenen Information, also die Fähigkeit zu „wörtlichem Lesen“ wurde darin vorausgesetzt. Eine Testung De Lanceys (1963) von 600 Schülerinnen und Schülern mit sinnlosen Silben, die bestimmte grammatikalische Funktionen erfüllten, ergab, dass grammatikalisches Vermögen, also die Fähigkeit, nach den Regeln der Grammatik Klassen zu bilden, für dieses „wörtliche Lesen“ von Bedeutung sei, aber nicht für das darauf aufbauende Textverständnis.¹⁹

3.1.2. Textverständnis im Kontext von Migration

Migration oder der damit verbundene Bilingualismus stellen die Entwicklung von Textverständnis oftmals vor zusätzliche Schwierigkeiten. Der Erwerb welcher Teilfähigkeiten ist dadurch affiziert und wird also durch den Bilingualismus erschwert?

Cummins²⁰ geht davon aus, dass es sprachbezogene Fertigkeiten gibt, die sprachübergreifend sind und solche, die sprachgebunden sind. Er veranschaulicht diese Theorie im Eisbergmodell sprachlicher Interdependenz (*Iceberg Model of Language Interdependence*):

¹⁸ Groeben. 1982. *Leserpsychologie: Textverständnis – Textverständlichkeit*: 22.

¹⁹ Vgl. Groeben. 1982. *Leserpsychologie: Textverständnis – Textverständlichkeit*: 23.

²⁰ Vgl. Cummins. 1979. *Linguistic Interdependence and the Educational Development of Bilingual Children*: 222-251.

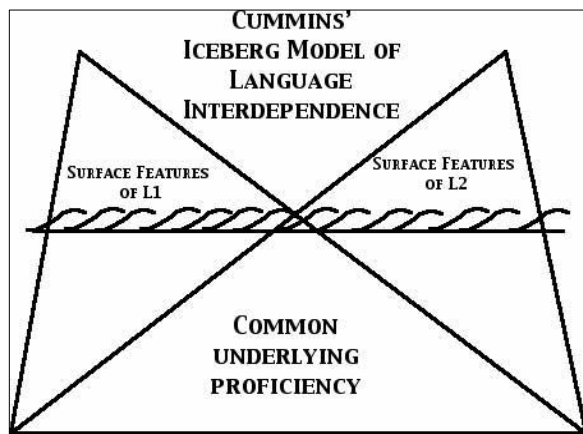


Abbildung 1: Eisbergmodell nach Cummins²¹

Die Oberflächenerscheinungen sind sprachgebunden an die Erstsprache L1 bzw. die Zweitsprache L2. Dazu gehören grammatikalische Regelsysteme sowie das Vokabular einer Sprache. Cummins fasst diese Fertigkeiten unter dem Begriff BICS (=Basic Interpersonal Communicative Skills) zusammen. Bei Kindern, die täglich mit der Zweitsprache konfrontiert sind, beispielsweise in der Schule, entwickeln sich diese Fertigkeiten relativ schnell – so ist zum Beispiel nach etwa zwei Jahren eine altersübliche Konversation möglich.²²

Aufbauend auf BICS entwickelt sich Cummins zufolge CALP (=Cognitive Academic Language Proficiency). CALP umfasst kognitiv-akademische Fertigkeiten, die beispielsweise bei der Ausführung begrifflicher Operationen und der Problemlösung in einer Sprache (z.B. in der Zweitsprache) benötigt werden, und nicht an eine Einzelsprache gebunden sind. CALP kann demnach in der Erstsprache L1 erworben und dann in einer zweiten Sprache L2 genutzt werden, sobald BICS als Grundlage in dieser Sprache erworben wurde. Die Fähigkeiten, die CALP umfasst, werden auch als *literacy-related skills* bezeichnet, da sie besonders für den Umgang mit Schriftsprache wesentlich sind. Der Erwerb dieser Fähigkeiten kann selbst bei ständiger Konfrontation mit schriftlichen Texten eine Lernzeit von bis zu zehn Jahren erfordern. Das bedeutet aber auch, dass Schülerinnen und Schüler in der mündlichen Kommunikation völlig unauffällig sein und dennoch Schwierigkeiten mit schriftsprachlichen Texten haben können.²³

²¹ <http://www.jillrobbins.com/gwu/sattp.html> [Stand: 02.12.2012]

²² Vgl. Belke. 2006. *Methoden des Sprachunterrichts in multilingualen Lerngruppen*: 842-843.

²³ Vgl. Ebd.

Erinnern wir uns der Teilfähigkeiten von Textverständnis, die Davis identifiziert hat, so fallen die Fähigkeiten 2-4, also die Konzentration auf die wörtliche Bedeutung, schlussfolgerndes Denken sowie die Fähigkeit, der Struktur und Gliederung des Textes zu folgen, in den Bereich des CALP, setzen also (wie im Davis-Reading-Test die Fähigkeit zu „wörtlichem Lesen“) BICS voraus und können erst nach einer langjährigen Lernzeit erworben werden.

Gerade für Schülerinnen und Schüler mit Deutsch als Zweitsprache, also jene, die die Sprache im Kleinkindalter nicht oder nur in sehr geringem Ausmaß hören und sprechen, die auch in ihrer Erstsprache wenig mit schriftsprachlichen Texten konfrontiert sind, gestaltet sich der Erwerb dieser Fähigkeiten als langwieriges Unterfangen und findet bei ungenügender Förderung womöglich nur unzureichend statt. Im Hinblick auf den Erwerb von Textverständnis als Grundlage für Wissenserwerb empfiehlt sich demnach ein Ausbau des Erstsprachenunterrichts.

3.2. Besonderheiten beim Verstehen mathematischer Textaufgaben

Die Lösung einer mathematischen Textaufgabe vollzieht sich auf mehreren aufeinander aufbauenden Ebenen:

1. *Erfassen des Angabentextes und der Aufgabenstellung:* In verschiedenen Aufgaben kommt der Angabe größere oder geringere Bedeutung zu – je nachdem, ob die darin enthaltenen Aussagen für die nächste Ebene, die mathematische Modellbildung, zentral sind oder hierfür unwesentliche Erläuterungen enthalten.
2. *Bildung eines adäquaten mathematischen Modells:* Die geeignete mathematische Modellbildung zu einer Aufgabe kann nur dann erfolgen, wenn ein möglichst hohes Maß an zentralen Aussagen des Textes erfasst und diese auch als für die Modellbildung zentral erkannt wurden.
3. *Lösung innerhalb des mathematischen Modells:* Die Lösung innerhalb des Modells beschränkt sich auf mathematisches Operieren und ist nur mehr indirekt durch Textverständnis affiziert.

4. *Interpretation der Lösung innerhalb des Modells:* Bei einigen Aufgaben ist die Lösung innerhalb des Modells zudem in schriftlicher Form zu interpretieren und sind sich aus der Lösung ergebende Schlussfolgerungen zu ziehen.

Hier soll auf die erste Lösungsebene, das Verstehen des mathematischen Textes, näher eingegangen werden. Textverständnis erfordert in mathematischen Kontexten neben den allgemeinen Teilfähigkeiten für Textverständnis ein besonderes Vokabular, darunter einerseits Fachtermini, die im Rahmen des Unterrichts definiert werden, und andererseits Begriffe aus der Bildungssprache, einer erweiterten Form von Umgangssprache. Beispielsweise ist ein intuitives Verständnis für die Verwendung von Artikeln und Quantoren vonnöten, um eine Aufgabenstellung adäquat erfassen zu können.

In diesem Abschnitt möchte ich mich mit den Prozessen, die sich beim Verstehen einer mathematischen Textaufgabe vollziehen, auseinandersetzen und spezifische Schwierigkeiten, die sich im Verstehensprozess *mathematischer* Texte vor allem für Schülerinnen und Schüler mit nicht-deutscher Erstsprache ergeben, erarbeiten.

3.2.1. Prozesse beim Verstehen von mathematischen Textaufgaben

Kintsch und Greeno²⁴ zufolge setzt sich die Lösung mathematischer Textaufgaben aus Textverständnis und Aspekten zur mathematischen Modellbildung zusammen.

Penner²⁵ erarbeitete folgende Subprozesse im Verstehensprozess mathematischer Textaufgaben. Er bezieht sich dabei auf die Forschungsergebnisse von Kintsch²⁶ und Graesser et al.²⁷:

²⁴ Vgl. Kintsch/ Greeno. 1985. *Understanding and Solving Word Arithmetic Problems*: 109-110.

²⁵ Vgl. Penner. 1998. *Sprachentwicklung und Sprachverstehen bei Ausländerkindern*: 249.

²⁶ Vgl. Kintsch, Walter. 1994. *The Psychology of Discourse Processing*.

²⁷ Vgl. Graesser et al. 1994. *Question asking and answering*.

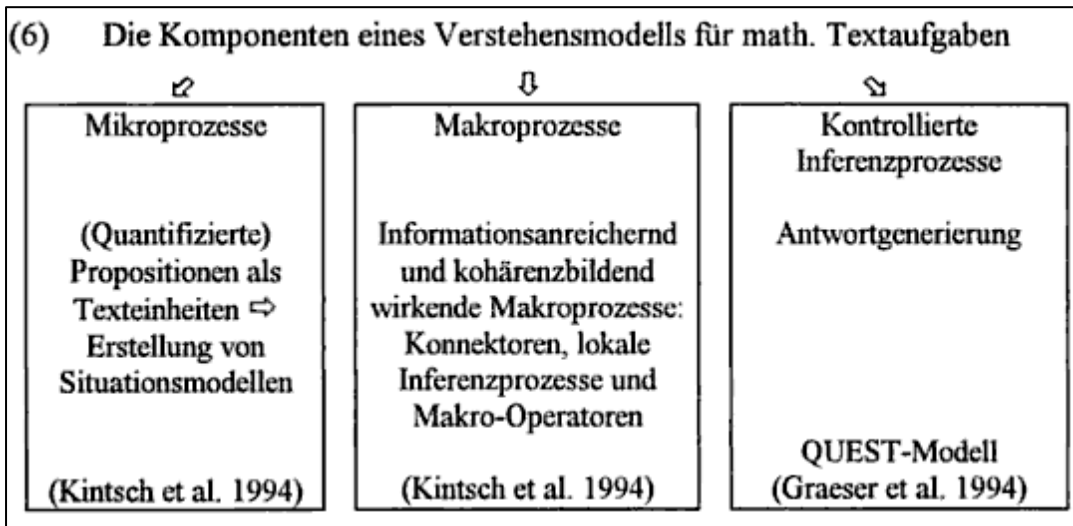


Abbildung 2: Subprozesse im Verstehensprozess mathematischer Textaufgaben²⁸

Vergleichen wir die angeführten Prozesse mit den von Davis formulierten Teilfähigkeiten, so lässt sich Folgendes erkennen: Die Ebene der Mikroprozesse entspricht in der Komponente *Textverständnis* dem Erfassen grammatikalischer Klassen und gehört damit der Teilfähigkeit des *wörtlichen Lesens* an.

Die Ebene der Makroprozesse beinhaltet *lokale Inferenzprozesse*, also das schlussfolgernde Denken. Auf dieser Ebene finden sich zudem die *Konnektoren*, das sind „funktionale Elemente, die die Propositionen aufeinander beziehen und für Textkohärenz sorgen“²⁹, darunter *Satzverknüpfers*, *pronomiale Bindung* und die „Deutung von generischen, definiten und indefiniten Nominalphrasen“³⁰. Diese funktionalen Elemente gewährleisten die Erfassung der zugrunde liegenden Satzstruktur.

3.2.2. Spezifische Schwierigkeiten

Im Bereich der Nominalphrase ortet Penner (teilweise massive) Defizite (besonders) bei Kindern mit nicht-deutscher Erstsprache.³¹ In diesen Bereich fallen die Artikel und Quantoren, denen in mathematischen Textaufgaben eine besondere Bedeutung zukommt.

²⁸ Penner. 1998. *Sprachentwicklung und Sprachverstehen bei Ausländerkindern*: 249.

²⁹ Ebd.: 249.

³⁰ Ebd.: 249.

³¹ Vgl. Ebd.: 241.

Artikel

Die Distribution des Artikels hängt in der Nominalphrase vom Diskurs, in dem die Phrase gebraucht wird, ab. Folgendes Beispiel soll diesen Sachverhalt verdeutlichen: Die Aussagen „Ein/Der Hund hat einen Schwanz“ und „Ein/Der Hund hat mich gebissen“ unterscheiden sich weder in der Nominalphrase noch im Prädikat, dennoch beschreibt erstere eine Eigenschaft und bezieht sich auf *alle* Hunde, während die zweite Aussage auf *einen bestimmten* Hund referiert.

Hat eine Nominalphrase *generische Bedeutung* (wie im ersten Beispiel), d. h. bezieht sie sich auf eine Gattung oder Gruppe, so ergeben sich dabei immense Schwierigkeiten vor allem für Schülerinnen und Schüler mit nicht-deutscher Erstsprache. In einer Testung von Kindern der vierten Klasse Volksschule in der deutschsprachigen Schweiz konnten nur 46% der Kinder mit nicht-deutscher Erstsprache (vs. 85% der normalentwickelten Kinder mit deutscher Erstsprache) Fragen wie „*Hat ein Hund einen Schwanz?*“ oder „*Hat eine Katze Schwänze?*“³² korrekt beantworten.³³

Folgendes Beispiel soll verdeutlichen, wie die falsche Distribution eines Artikels in der Nominalphrase in einem mathematischen Kontext auswirkt:

Beispiel: Gegeben sei die Funktion $f = -2e^{x^2}$.
Welche Eigenschaften hat die Exponentialfunktion?

Eine generische Deutung des Artikels „die“ würde in dieser Aufgabe die Angabe der Eigenschaften der allgemeinen Exponentialfunktion e^x erfordern. Versteht man die Frage aber in Bezug auf die oben genannte Funktion – was im Zusammenhang sinnvoll, aber nicht notwendig ist – so wären „streng monoton fallend“ und „nur negative Funktionswerte“ Merkmale dieser speziellen Funktion, die für die e^x gerade *nicht* zutreffen.

Quantoren

Die Unterscheidung der Allquantoren „alle“ und „jede“ ist ähnlich der Distribution von Artikeln in der Nominalphrase nicht rein aufgrund von globalen Prinzipien möglich und muss also im Diskurs betrachtet werden. Die Untersuchung an Textaufgaben ergab, dass sich für

³² Penner. 1998. *Sprachentwicklung und Sprachverstehen bei Ausländerkindern*: 252.

³³ Vgl. Ebd.: 252.

Kinder mit nicht-deutscher Erstsprache besonders in solchen Beispielen Probleme ergaben, die eine Unterscheidung zwischen diesen Quantoren erforderten.³⁴

Ist die Nominalphrase wie im Fall der fremdsprachigen Schülerinnen und Schülern in der Untersuchung Penner noch unvollständig erworben, so wird auf heuristische Strategien und Defaultlösungen zurückgegriffen.³⁵

Beispiel: Vater hat zwei verschiedene Münzen in der Tasche. Jede hat mehr Wert als ein Einfrankenstück. Wie viel Geld hat Vater in der Tasche?³⁶

58% der fremdsprachigen Kinder (vs. 16% der deutschsprachigen Kinder) antworteten statt mit Fr 7.- mit Fr 1,50, Fr 1,20 etc. Die Interviews, die Penner im Anschluss durchführte, zeigten, dass die Schülerinnen und Schüler die Angabe so aufgefasst hatten, dass beide Münzen zusammen mehr wert sein müssten als ein Einfrankenstück. So gesehen haben sie die Aufgabe *mathematisch* richtig gelöst, auch wenn die Antwort *falsch* ist.³⁷

Vokabular

In der Studie von Gogolin et al.³⁸ erhielten 20 Schülerinnen und Schüler mit russischer Muttersprache die Aufgabe, mathematische Textaufgaben zu paraphrasieren. Dabei fiel auf, dass zentrale Begriffe in den Textaufgaben den Jugendlichen Probleme bereiteten bzw. ihnen gar nicht bekannt waren, so z.B. der Begriff *Meereshöhe*. Die Begriffe wurden zerlegt und die einzelnen Teile in ihren Bedeutungen – sofern diese bekannt waren – weiterverwendet.³⁹

Strukturwortschatz

Desweiteren war eine „*Vernachlässigung des Strukturwortschatzes*“⁴⁰ zu beobachten, d. h. die Bedeutung der verwendeten Präpositionen wie „unter“ und „über“ wurde nicht in ihrer vollen Tragweite erkannt.

³⁴ Vgl. Penner. 1998. *Sprachentwicklung und Sprachverstehen bei Ausländerkindern*: 255-260.

³⁵ Ebd.: 252-253.

³⁶ Ebd.: 255.

³⁷ Vgl. Ebd.: 255.

³⁸ Gogolin et al. 2004. *Mathematiklernen im Kontext sprachlich-kultureller Diversität*.

³⁹ Vgl. Kaiser/ Schwarz. 2009. Können Migranten wirklich nicht rechnen?: 68-69.

⁴⁰ Ebd.: 69.

3.3. Bewertung der Textschwierigkeit mathematischer Aufgaben

Um die Schwierigkeit des Textes in mathematischen Textaufgaben bewerten zu können, werden im Folgenden verschiedene Modelle aus der Linguistik dargestellt und anhand von Beispielen veranschaulicht.

3.3.1. Lesbarkeitsformeln

Lesbarkeitsformeln ermöglichen die Quantifizierung von objektiv feststellbaren Merkmalen eines Textes. Die bekannteste ist die „Reading Ease“-Formel von Flesch⁴¹:

$$RE = 206,835 - 0,846 \text{ wl} - 1,015 \text{ sl}$$

RE bezeichnet dabei *Reading Ease*, also die Leseschwierigkeit, wl die Anzahl der Silben pro 100 Worte und sl die durchschnittliche Anzahl von Worten pro Satz. Das Ergebnis streut dabei im Englischen zwischen 0 und 100, wobei ein Text mit 0 Punkten als praktisch unlesbar gilt und ein Text mit 100 Punkten als maximal lesbar.⁴²

Zur Bewertung deutschsprachiger Texte ist aufgrund der durchschnittlich höheren Silbenanzahl eine Verschiebung des Bewertungsrahmens nötig, wie sie Mihm vorgenommen hat:

Reading Ease für deutsche Texte (entsprechender R-E- Score für englische Texte)		Charakteristik	Typischer Text	Mittlere Wortlänge	Mittlere Satzlänge
-20 bis +10	(0-30)	sehr schwer	wissenschaftl. Abhandlung	über 2,20	über 30
+10 bis 30	(30-50)	schwierig	Fachliteratur	1,90	25
30 bis 40	(50-60)	anspruchsvoll	Sachbuch, Roman (z.B. „Budden- brooks“)	1,78	21
40 bis 50	(60-70)	normal	Roman (z.B. „Stiller“)	1,70	~ 17
50 bis 60	(70-80)	einfach	Unterhaltungs- literatur (z.B. „Karl May“)	1,62	14
60 bis 70	(80-90)	leicht	Heftchenroman	1,54	11
70 bis 80	(90-100)	sehr leicht	Comics	unter 1,45	unter 9

Abbildung 3: Reading Ease-Werte und Schwierigkeit bei deutschen Texten⁴³

⁴¹ Flesch. 1948. *A New Readability Yardstick*: 225.

⁴² Vgl. Groeben. 1982. *Leserpsychologie: Textverständnis – Textverständlichkeit*: 177.

⁴³ Ebd.: 179.

Um den Reading-Ease Wert jedoch besser mit dem Ergebnis aus dem folgenden Modell vergleichbar zu machen, möchte ich den Bewertungsrahmen wieder zwischen 0 und 100 legen. Dazu wird die Formel wie folgt angepasst:

$$RE = 206,835 - 0,846 \text{ wl} - 1,015 \text{ sl} + 20$$

Der Wert, der sich daraus ergibt, ist nun gleich zu beurteilen wie die Ergebnisse für englischsprachige Texte, es müssen also in die Werte in der Klammer zur Bewertung herangezogen werden.

Betrachten wir die folgende Angabe aus einer Aufgabe zu den Grundkompetenzen aus einem Pilottest für die standardisierte schriftliche Reifeprüfung im Fach Mathematik im Jahr 2012, so ergibt sich die Schwierigkeit des Textes im Sinne der Reading Ease wie folgt:

Schatten

Ein Immobilienmakler sucht eine schattige Wohnung in Wien und möchte wissen, ob die südseitig gelegene Terrasse einer von ihm besichtigten Wohnung auch im Sommer noch im Schatten des gegenüberliegenden Hauses liegt.

Im Internet findet er die Information, dass die Sonne am 21. Juni zu Mittag ihren Höchststand erreicht. Dieser beträgt in Wien ca. 65°. ⁴⁴

Diese Angabe enthält 52 Wörter in 3 Sätzen, die sich aus insgesamt 100 Silben zusammensetzen. Die Wörtlänge, d. i. die Anzahl der Silben pro 100 Wörter berechnet sich daraus wie folgt:

$$\text{wl} = \frac{\text{Anzahl Silben}}{\text{Anzahl Wörter}} \cdot 100 = \frac{100}{52} \cdot 100 \approx 192,308$$

Die drei Sätze beinhalten je 31, 16 und 5 Wörter. Daraus ergibt sich die durchschnittliche Anzahl von Worten pro Satz sl:

$$\text{sl} = \frac{31+16+5}{3} = 17,3$$

Eingesetzt in die Formel zur Berechnung der Reading Ease für deutschsprachige Texte erhält man $RE \approx 47$, also einen schwierigen Text auf dem Niveau von Fachliteratur.

⁴⁴ http://www.uni-klu.ac.at/idm/downloads/Pilottest4_Testheft_D4.pdf: 9 [Stand: 02.12.2012]

3.3.2. Subjektive Bewertungsmodelle

Der Einwand ist natürlich gerechtfertigt, dass das Modell der Reading Ease viele Aspekte, die (gerade in mathematischen Textaufgaben) bedeutsam sind, vernachlässigt. Es bedarf also eines Modells, das mehrere Dimensionen von Text bewertet, beispielsweise des Modells zur Bewertung der Einfachheit von Texten von Langer, Schulz von Thun und Tausch:

Einfachheit	++ + 0 - --	Kompliziertheit
einfache Darstellung		komplizierte Darstellung
kurze, einfache Sätze		lange, verschachtelte Sätze
geläufige Wörter		ungeläufige Wörter
Fachwörter erklärt		Fachwörter nicht erklärt
konkret		abstrakt
anschaulich		unanschaulich

Abbildung 4: Merkmalsbild der Einfachheit eines Textes⁴⁵

Dabei wird die Einfachheit mit ++, +, 0, - oder -- bewertet – je nachdem, ob die Eigenschaften der linken oder rechten Seite völlig bzw. teilweise überwiegen. Die Bewertung 0 bedeutet, dass die Eigenschaften der linken und rechten Seite gleich stark vorhanden sind.

Um die Einfachheit eines Textbeispiels vergleichen zu können, möchte ich diese Bewertung in Bezug auf die einzelnen Merkmale vornehmen und die Messung quantifizieren, indem ich eine Skala von 0 bis 4, bei der 0 – und 4 ++ entspricht, einführen. Die Bewertungen der einzelnen Merkmale werden addiert und die Summe mit dem Faktor 4,16 multipliziert. Durch die Multiplikation ergibt sich eine Streuung zwischen 0 und 100 bezüglich der Einfachheit von Texten.

Betrachten wir noch einmal das Beispiel *Schatten*: Die in dieser Angabe verwendeten Wörter sind zu einem großen Teil geläufig, die Darstellung ist jedoch wenig anschaulich und die Schwierigkeit dieser Aufgabe liegt meines Erachtens in der Erstellung einer Skizze, die den Sachverhalt darstellt. Es ergibt sich folgendes Merkmalsbild bezüglich der Einfachheit des Textes:

⁴⁵ Langer/ Schulz von Thun/ Tausch. 1990. *Sich verständlich ausdrücken*: 16

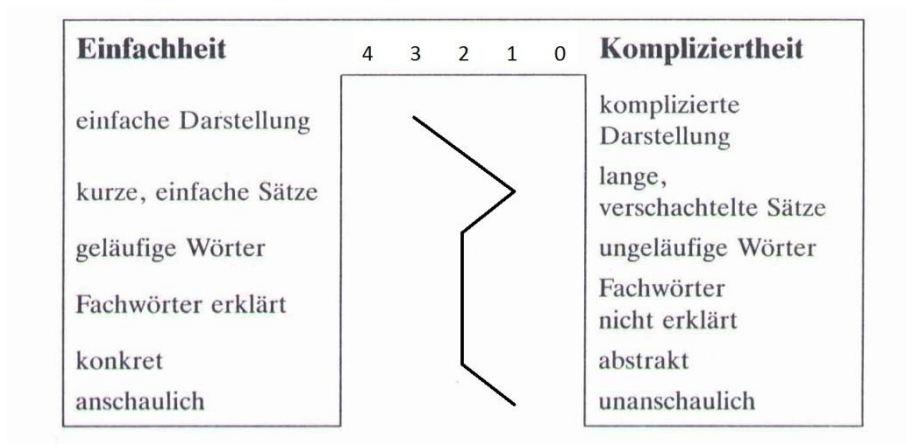


Abbildung 5: Merkmalsbild der Einfachheit von *Schatten*

In einer Skala von 0 bis 100, wobei 0 einen sehr schwierigen und 100 einen extrem einfachen Text bezeichnet, nimmt *Schatten* den Wert 46 an und ist demnach als mittelmäßig einfacher bzw. komplizierter Text einzustufen.

4. Empirischer Teil

4.1. Stichprobe

Die empirische Untersuchung zu dieser Arbeit wurde in zwei Schulen, dem GRG 21 „Bertha von Suttner“ sowie dem GRG 12 Rosasgasse in jeweils zwei achten Klassen durchgeführt. Es ergab sich dabei eine Stichprobe von 90 Schülerinnen und Schülern. In der folgenden Tabelle soll veranschaulicht werden, wie sich die Stichprobe in Bezug auf Schülerinnen und Schüler mit Deutsch als Erst- beziehungsweise als Zweitsprache zusammensetzt.

Schülerinnen und Schüler, die Deutsch als Erstsprache erlernten und bei denen mindestens ein Elternteil ebenfalls in einem deutschsprachigen Land geboren ist, wurden in der Kategorie *D1, D1* zusammengefasst. Schülerinnen und Schüler, die angaben, dass sie die deutsche Sprache mit *0 Jahren* erlernt hatten, deren Eltern beide in einem nicht-deutschsprachigen Land geboren sind, wurden in der Kategorie *D1, D2* zusammengefasst, und Schülerinnen und Schüler, die angaben, dass sie Deutsch erst später, also in einem Alter größer 0 Jahre erlernt hatten, in der Kategorie *D2*.

	D1, D1	D1, D2	D2	Gesamt
Schulschiff 1	16	2	3	21
Schulschiff 2	17	3	3	23
Rosasgasse 8A	14	1	0	15
Rosasgasse 8B	17	5	9	31
Gesamt	64	11	15	90

Tabelle 1: Stichprobenpopulation

Die beiden Schulen waren im Vorfeld ausgewählt worden, da sich bei ihnen aufgrund ihrer Lage im 21. und im 12. Wiener Gemeindebezirk sowie aufgrund von Empfehlungen eine gute Durchmischung von Schülerinnen und Schülern mit Deutsch als Erst- und als Zweitsprache erwarten ließ. Leider war in den untersuchten achten Klassen – wie anhand der Tabelle veranschaulicht wird – diese Durchmischung der SchülerInnenpopulation nur mehr bedingt gegeben.

4.2. Untersuchungsinstrument

Zur empirischen Untersuchung wurde ein Fragebogen⁴⁶ verwendet, der in zwei Teile unterteilt war: Im ersten Teil wurden Daten zu Geschlecht, sozioökonomischem Hintergrund, Sprachbiografie sowie die Jahresnoten in Deutsch und Mathematik aus dem vergangenen Schuljahr erhoben.

Sozioökonomischer Hintergrund

In Anlehnung an die Datenerhebung der PISA-Studie⁴⁷ wurden Beruf und höchste abgeschlossene Ausbildung beider Elternteile erhoben.

Sprachbiografie

Zur Untersuchung des Zusammenhangs von Textkompetenz und Aufgabenlösung wurden im ersten Teil des Fragebogens das Geburtsland der Schülerin beziehungsweise des Schülers erhoben sowie das Herkunftsland der Eltern. Da das Geburtsland nicht unmittelbar das sprachliche Umfeld bestimmt, wurde zudem erfragt, ab welchem Alter die Deutsche Sprache erlernt wurde und welche Sprache im Kindergarten – insofern dieser besucht wurde – sowie in der Volksschule dominierten. Desweiteren sollten die Schülerinnen und Schüler auf einer Intervallskala ankreuzen, wie häufig sie zuhause Deutsch sprechen. Die Skala reichte dabei von *nie (=0)* bis *ausschließlich (=4)*.

Teil 2

Im zweiten Teil des Fragebogens sollten die Schülerinnen und Schüler zwei Aufgaben aus den Grundkompetenzen der schriftlichen standardisierten Reifeprüfung Mathematik beziehungsweise eine Teilaufgabe aus den komplexeren Teil-2-Aufgaben paraphrasieren und diese anschließend lösen.⁴⁸

Es wurden insgesamt acht verschiedene Fragebögen ausgegeben, darunter fünf, in denen jeweils zwei Typ-1-Aufgaben aus einem Inhaltsbereich gestellt wurden (Fragebögen 1a – 1e) und drei Fragebögen aus unterschiedlichen Inhaltsbereichen, die jeweils eine Teilaufgabe aus den Typ-2-Aufgaben enthielten (Fragebögen 2a – 2c)⁴⁹. Beim Austeilen der Fragebögen

⁴⁶ Fragebogen siehe Anhang

⁴⁷ Vgl. BIFIE. 2009. *PISA 2009: Internationaler Schülerfragebogen*.

⁴⁸ Die hier verwendeten SSR-Mathematik-Aufgaben wurden bereits in Feldtestungen erprobt und wurden vom BIFIE zur Veröffentlichung freigegeben.

⁴⁹ Für die ausformulierten Beispiele siehe Anhang

wurde auf eine möglichst gute Durchmischung geachtet, sodass in jeder Klasse insgesamt alle Aufgaben gelöst wurden.

Vor der Untersuchung war den Aufgaben nach den in Kapitel 3 erläuterten Verfahren jeweils eine *Reading Ease* sowie ein Wert für die subjektive Schwierigkeit des Aufgabentextes zugewiesen worden.

Nummer im Fragebogen	Nummer bei BIFIE	Bezeichnung	Reading Ease	subj. Textschwierigkeit	Thema
1a/1	A202	Männer und Frauen	33	42	lineare GLS
1a/2	A2	Hallenbad	86	66	lineare Funktionen
1b/1	B214	Quadratische Pyramide	48	58	Vektoren im $\mathbb{R}^3$
1b/2	D405	Punkte und Pfeile	67	67	Vektoren im $\mathbb{R}^2$
1c/1	B216	Bakterienwachstum	55	50	exp. Wachstum
1c/2	A206	Radioaktivität - Halbwertszeit	32	38	radioaktiver Zerfall
1d/1	B220	Brillenträger(innen)	44	46	bedingte WS
1d/2	D424	Konfidenzintervalle	22	25	Konfidenzintervalle
1e/1	B19	Billard	53	63	Trigonometrie
1e/2	D409	Schatten	57	48	Trigonometrie
2a	D493a	Einkommenssteuer in Ö	17	29	u.a. Prozente
2b	D491 (Teile)	Anstieg einer Geraden	-3	33	Darstellung von Geraden
2c	B293a	Nettojahreseinkommen	15	25	u.a. arithmet. Mittel

Tabelle 2: In der Untersuchung verwendete Aufgaben aus der SSR Mathematik

Obwohl versucht wurde, besonders im Hinblick auf ihre Textschwierigkeit heterogene Aufgaben auszuwählen, wird anhand dieser Tabelle ersichtlich, dass die Aufgabentexte zum Großteil eine sehr hohe Schwierigkeit aufweisen. Erinnern wir uns an die Bewertung der Textschwierigkeit durch Mihm⁵⁰, der zufolge ein Text mit einer Reading Ease unter 30 Punkten als sehr schwierig, zwischen 30 und 50 als schwierig und zwischen 50 und 60 als anspruchsvoll einzustufen ist, so wird ersichtlich, dass die Textschwierigkeit bei elf dieser dreizehn Beispiele als hoch einzustufen ist. Die drei ausgewählten Aufgaben vom Typ 2 sind hinsichtlich ihrer schriftsprachlichen Angabe und Aufgabenstellung sogar als *sehr schwer* einzustufen und mit wissenschaftlichen Abhandlungen vergleichbar.

⁵⁰ Vgl. 3.3.1 Lesbarkeitsformeln – Abb. 3

4.3. Verfahren zur Datenauswertung

Korrelationskoeffizient

Der Korrelationskoeffizient ist ein Maß für die Stärke des Zusammenhangs zweier Merkmale. Der Korrelationskoeffizient r nimmt Werte zwischen -1 und 1 an, wobei Werte von $|r| \approx 0,1$ üblicherweise als schwacher Zusammenhang, Werte $|r| \approx 0,3$ als mittlerer und Werte $|r| \approx 0,5$ oder größer als starker Zusammenhang bezeichnet werden.⁵¹ Dieser Wert zwischen -1 und 1 kann durch eine Transformation in sogenannte *z-Werte* standardisiert werden, die angeben, ob und wie weit ein Wert oberhalb (positives z) oder unterhalb (negatives z) des Mittelwertes liegt.⁵² Die Fisher-Z-Transformation von Korrelationskoeffizienten erleichtert so den Vergleich mehrerer Korrelationen und ermöglicht eine Prüfung der Korrelationsunterschiede auf Signifikanz.⁵³

T-Test für unabhängige Stichproben

Mithilfe dieses Verfahrens können die Mittelwerte zweier unabhängiger Populationen miteinander verglichen und auf signifikante Unterschiede geprüft werden. Der T-Test setzt eine Normalverteilung der erhobenen Daten voraus, ist aber gegenüber leichten Verletzungen dieser Bedingung relativ resistent.⁵⁴

Mann-Whitney-U-Test

Der *U-Test* oder auch *Rangsummentest* prüft, ob zwischen den Messwerten zweier unabhängiger Stichproben ein signifikanter Unterschied besteht. Im Gegensatz zum T-Test, der den Unterschied der Mittelwerte zweier Populationen misst, prüft der U-Test, ob sich in der zentralen Tendenz der Messwerte innerhalb zweier Gruppen signifikante Unterschiede feststellen lassen. Desweiteren setzt der U-Test keine Normalverteilung der Werte voraus und stellt dadurch eine sinnvolle Ergänzung zur Auswertung der Daten mithilfe des T-Tests dar.⁵⁵

⁵¹ Vgl. z.B. Sedlmeier/ Renkewitz. 2008. *Forschungsmethoden und Statistik in der Psychologie*: 221.

⁵² Vgl. Sedlmeier/ Renkewitz. 2008. *Forschungsmethoden und Statistik in der Psychologie*: 222.

⁵³ Vgl. Bortz. 2005⁶. *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*: 218-221.

⁵⁴ Vgl. Sedlmeier/ Renkewitz. 2008. *Forschungsmethoden und Statistik in der Psychologie*: 404-407.

⁵⁵ Vgl. Ebd.: 582-589.

4.4. Ergebnisse⁵⁶

4.4.1. Deutsch- und Mathematiknote nach Erstsprache

Im Rahmen der durchgeführten schriftlichen Befragung wurden die Jahresnote aus der siebten Klasse in den Fächern Deutsch und Mathematik erhoben. Anhand dieser Werte soll nun untersucht werden, ob sich zwischen erstsprachlich und nicht-erstsprachlich deutschen Schülerinnen und Schülern Unterschiede in der Benotung beider Fächer beziehungsweise in der Korrelation der Noten feststellen lassen.

Mittelwerte

Dazu wurden zu Beginn die Notenmittelwerte der Kategorien *Deutsch als Erstsprache mit mindestens einem erstsprachlich deutschen Elternteil (D1, D1)*, *Deutsch als Erstsprache mit nicht erstsprachlich deutschen Eltern (D1, D2)* und *Deutsch als Zweitsprache (D2)* sowie die zugehörige Standardabweichung berechnet.

	D1, D1	D1, D2	D2	Gesamt
arithmetisches Mittel Deutschnote	2,54	2,82	2,73	2,61
Standardabweichung	1,08	1,08	1,28	1,10
arithmetisches Mittel Mathematiknote	2,94	2,64	3,13	2,93
Standardabweichung	1,08	1,12	1,25	1,11

Tabelle 3: Mittelwerte Deutsch- und Mathematiknote nach Erstsprache

Vergleich der Mittelwerte anhand des T-Tests

Die errechneten Mittelwerte wurden alsdann mithilfe eines T-Tests auf signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien D1, D1 und D1, D2 beziehungsweise D1, D1 und D2 hin untersucht. Dabei wurde von einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha=0,05$ ausgegangen.

	empirischer t-Wert	Freiheitsgrade	kritischer t- Wert
D1, D1 – D1, D2 Deutschnote	0,76	72	1,66
D1, D1 – D2 Deutschnote	0,57	76	1,66
D1, D1 – D1, D2 Mathematiknote	0,81	72	1,66
D1, D1 – D2 Mathematiknote	0,59	76	1,66

⁵⁶ Alle Ergebnisse aus der Untersuchung finden sich im Detail auf der beiliegenden CD-Rom.

Tabelle 4: Vergleich der Deutsch- und Mathematiknotenmittelwerte nach Erstsprache

Der empirische t-Wert liegt beim Vergleich der Deutschnotenmittelwerte sowohl der Kategorien D1, D1 und D1, D2 als auch der Kategorien D1, D1 und D2 unterhalb des kritischen t-Werts und zeigt daher keinen signifikanten Unterschied zwischen diesen Kategorien an. Es kann demnach in dieser Untersuchung kein signifikanter Unterschied zwischen den Deutschnoten „einheimischer“ SchülerInnen (Kategorie D1, D1) und MigrantInnen erster (D2) beziehungsweise zweiter (D1, D2) Generation nachgewiesen werden.

Auch im Vergleich der Mathematiknotenmittelwerte der Kategorien D1, D1 und D1, D2 beziehungsweise D1, D1 und D2 liegt der empirische t-Wert unter dem kritischen – es kann somit für das Fach Mathematik kein signifikanter Unterschied zwischen den Notenmitteln „einheimischer“ SchülerInnen und MigrantInnen erster beziehungsweise zweiter Generation festgestellt werden.

Vergleich der Tendenzen anhand des U-Tests

Neben dem Vergleich der Mittelwerte anhand des T-Tests wurde die Tendenz der Noten innerhalb der jeweiligen Kategorien mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests auf signifikante Unterschiede zwischen den ersprachlichen Kategorien untersucht. Dieses Testverfahren bietet gegenüber dem T-Test den Vorteil, dass es keine Normalverteilung der Daten voraussetzt, und wurde auch aus diesem Grund zur Absicherung der Ergebnisse aus dem T-Tests ausgewählt.

	U	U'	μ	σ	z	p
D1, D1 – D1, D2 Deutschnote	399	294	346,5	65,81	0,80	0,21
D1, D1 – D2 Deutschnote	511	434	472,5	78,87	0,49	0,31
D1, D1 – D1, D2 Mathematiknote	293	400	346,5	65,81	0,81	0,21
D1, D1 – D2 Mathematiknote	527,5	417,5	472,5	78,87	0,70	0,24

Tabelle 5: Vergleich der Tendenzen der Deutsch- und Mathematiknoten nach Erstsprache

Die p-Werte in der letzten Spalten geben die Wahrscheinlichkeit des jeweils beobachteten U-Werts an. Sowohl im Vergleich von ersprachlich deutschen SchülerInnen mit ersprachlich deutschen Eltern und ersprachlich deutschen SchülerInnen mit nicht-ersprachlich deutschen Eltern (D1, D1 – D1, D2) als auch beim Vergleich von ersprachlich

deutschen SchülerInnen mit erstsprachlich deutschen Eltern und nicht-erstsprachlich deutschen SchülerInnen (D1, D1 – D2) ergibt sich bei den Deutschnoten eine Wahrscheinlichkeit p des U-Werts, die über der Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha=0,05$ liegt, weshalb sich kein signifikanter Unterschied in der Tendenz der Deutschnoten innerhalb der jeweiligen Kategorien feststellen lässt.

Auch im Vergleich der Mathematiknoten erhalten wir p-Werte größer α und damit einen nicht signifikanten Unterschied zwischen den Kategorien D1,D1 und D1, D2 beziehungsweise D1, D1 und D2.

Korrelation von Deutsch- und Mathematiknote nach Erstsprache

Neben den Notenmittelwerten und den Tendenzen wurden die Korrelationen, also die Stärke des Zusammenhangs von Deutsch- und Mathematik innerhalb der Kategorien D1, D1; D1, D2 und D2 berechnet. Neben dem Korrelationskoeffizienten r sind in der folgenden Tabelle die z-transformierten Werte angeführt, die – wie in 4.3. erläutert – einen besseren Vergleich der Korrelationskoeffizienten ermöglichen.

Erstsprache	r	z
D1, Eltern D1	0,56	0,63
D1, Eltern D2	0,02	0,02
D2	0,74	0,95
Gesamt	0,53	0,59

Tabelle 6: Korrelation Deutsch- und Mathematiknote nach Erstsprache

Vergleicht man die Korrelation von Deutsch- und Mathematiknote der erstsprachlich deutschen SchülerInnen mit erstsprachlich deutschen Eltern (D1, D1) und der nicht-erstsprachlich deutschen SchülerInnen, so lässt sich eine tendenziell höhere Korrelation zwischen den beiden Noten in der Kategorie D2 erkennen. Der Korrelationsunterschied lässt sich durch Division der Differenz zweier Fisher-transformierter Koeffizienten durch die zugehörige Standardabweichung auf Signifikanz prüfen.⁵⁷ Vergleicht man mit diesem Verfahren die beiden Korrelationskoeffizienten der Kategorien D1, D1 und D2, so ergibt sich (bezüglich einer angenommenen Normalverteilung der Korrelationen) ein z-Wert von 1,00,

⁵⁷ $z = \frac{z_1 - z_2}{\sigma_{(z_1 - z_2)}}$ mit $\sigma_{(z_1 - z_2)} = \sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}$ (Vgl. Bortz. 2005⁶. *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*: 220)

der unter dem für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha=0,05$ kritischen z-Wert von 1,65 liegt. Eine Signifikanz des Unterschiedes zwischen den Korrelationen der beiden Kategorien kann demnach in der vorliegenden Untersuchung nicht nachgewiesen werden.

Resümee

Insgesamt konnten sich in dieser Untersuchung keine signifikanten Unterschiede in den Mittelwerten oder der Tendenz der Deutsch- und Mathematiknoten zwischen erstsprachlich deutschen SchülerInnen mit erstsprachlich deutschen Eltern – beziehungsweise „einheimischen“ SchülerInnen, wie sie im Zusammenhang mit der PISA-Studie genannt werden⁵⁸ - und erstsprachlich deutschen SchülerInnen mit nicht-erstsprachlich deutschen Eltern beziehungsweise MigrantInnen zweiter Generation oder zwischen „einheimischen“ SchülerInnen und nicht-erstsprachlich deutschen SchülerInnen beziehungsweise MigrantInnen erster Generation feststellen lassen. Es zeigt sich demnach innerhalb der Stichprobe für AHS-Schülerinnen und Schüler der achten Klasse *kein Leistungsunterschied* in Deutsch oder Mathematik (gemessen an den Noten) zwischen den Kategorien nach Erstsprache.

Dennoch lässt sich eine Tendenz erkennen, wonach die Deutsch- und Mathematiknote von Schülerinnen und Schüler mit Deutsch als Zweitsprache einen stärkeren Zusammenhang aufweisen als bei Schülerinnen und Schülern mit Deutsch als Erstsprache und erstsprachlich deutschen Eltern.. In der vorliegenden Untersuchung konnte der Korrelationsunterschied zwischen den beiden Kategorien D1, D1 und D2 jedoch nicht als signifikant ausgewiesen werden – dies bedürfe einer Untersuchung an einer größeren Stichprobe vor allem in der Kategorie D2.

⁵⁸ Vgl. OECD. 2011. *PISA im Fokus*: 1.

4.4.2. Aufgabenlösung und Textverständnis in den Aufgaben aus der SSR Mathematik nach Erstsprache

Die Aufgaben aus der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung in Mathematik, die im Rahmen der Untersuchung von den Schülerinnen und Schülern zu lösen und zu paraphrasieren waren, wurden jeweils in zwei Dimensionen – *Aufgabenlösung* und *Textverständnis* – bewertet. Um die Bewertung in allen Beispielen zu normieren, wurden die prozentuellen Anteile der erreichten Punkte von den zu erreichenden Punkten ermittelt. Neben der Kategorisierung der so gewonnenen Daten nach Aufgaben wurde eine Kategorisierung nach Erstsprache vorgenommen.

Mittelwerte

Folgende Tabelle zeigt die erreichten Mittelwerte für Aufgabenlösung und Textverständnis in den Kategorien *erstsprachlich deutsch mit mindestens einem erstsprachlich deutschen Elternteil* (D1, D1), *erstsprachlich deutsch mit nicht erstsprachlich deutschen Eltern* (D1, D2) und *nicht erstsprachlich deutsch* (D2) sowie die zugehörige Standardabweichung σ . Ziel dieser Kategorisierung war herauszufinden, ob zwischen den Mittelwerten dieser Kategorien über alle Aufgaben hinweg signifikante Unterschiede bestehen.

	Aufgabenlösung		Textverständnis	
Erstsprache	Mittelwert	σ	Mittelwert	σ
D1, D1	31%	42%	68%	27%
D1, D2	41%	49%	69%	29%
D2	30%	42%	67%	31%
Gesamt	32%	43%	68%	28%

Tabelle 7: Mittelwerte zu Aufgabenlösung und Textverständnis nach Erstsprache

Die Mittelwerte der Kategorien D1, D1 und D1, D2 beziehungsweise D1, D1 und D2 (sowie die Mittelwerte der Kategorien D1, D2 und D2, die hier nicht explizit geprüft wird) zeigen weder in der Aufgabenlösung noch im Textverständnis einen signifikanten Unterschied. Auch der T-Test bestätigt diese Beobachtung:

Vergleich der Mittelwerte anhand des T-Tests

	empirischer t-Wert	Freiheitsgrade	kritischer t- Wert
D1, D1 – D1, D2 Aufgabenlösung	0,85	102	1,66

D1, D1 – D2 Aufgabenlösung	0,10	107	1,66
D1, D1 – D1, D2 Textverständnis	0,13	102	1,66
D1, D1 – D2 Textverständnis	0,15	107	1,66

Tabelle 8: Vergleich der Aufgabenlösungs- und Textverständnismittelwerte nach Erstsprache

Da die aus den Daten errechneten empirischen t-Werte im Vergleich der Kategorien D1, D1 und D1, D2 beziehungsweise D1, D1 und D2 sowohl bei der Aufgabenlösung als auch beim Textverständnis unter dem (für eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha=0,05$) kritischen t-Wert liegen, kann zwischen den Mittelwerten dieser Kategorien kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Vor allem konnte für diese Stichprobe *nicht* gezeigt werden, dass die nicht-erstsprachlich deutschen Schülerinnen und Schüler in den ausgewählten Aufgaben aus der SSR Mathematik durchschnittlich schlechtere Ergebnisse erzielen als erstsprachlich deutsche Schülerinnen und Schüler.

Vergleich der Tendenzen anhand des U-Tests

Neben den Mittelwerten wurden die Tendenzen der Ergebnisse in Bezug auf Aufgabenlösung und Textverständnis innerhalb der Kategorien D1,D1, D1,D2 und D2 mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests auf signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien D1, D1 und D2 beziehungsweise D1, D1 und D2 hin geprüft:

	U	U'	μ	σ	z	P
D1, D1 – D1, D2 Aufgabenlösung	760,5	647,5	704	111,00	0,51	0,31
D1, D1 – D2 Aufgabenlösung	899	949	924	130,15	-0,19	0,58
D1, D1 – D1, D2 Textverständnis	720	688	704	111,00	0,14	0,44
D1, D1 – D2 Textverständnis	927	921	924	130,15	0,02	0,49

Tabelle 9: Vergleich der Tendenzen in Aufgabenlösung und Textverständnis nach Erstsprache

Die Wahrscheinlichkeit des jeweiligen U-Werts liegt beim Vergleich der Tendenzen in der Aufgabenlösung liegt sowohl zwischen den Kategorien D1, D1 und D1, D2 als auch zwischen den Kategorien D1, D1 und D2 unter der Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha=0,05$ – der Vergleich der jeweiligen Kategorien zeigt also keine signifikant unterschiedlichen Tendenzen.

Auch im Vergleich der für das Textverständnis erreichten Prozentpunkte der Kategorien D1, D1 und D1, D2 beziehungsweise D1, D1 und D2 ergeben sich Wahrscheinlichkeitswerte p

größer α und lassen sich demnach keine signifikanten Unterschiede in den Tendenzen innerhalb der jeweiligen Kategorien feststellen.

Korrelation von Aufgabenlösung und Textverständnis nach Erstsprache

Die Korrelation der erreichten Prozentpunkte bezüglich Aufgabenlösung und Textverständnis gibt die Stärke des Zusammenhangs dieser beiden Dimensionen an. Da das Textverständnis der Aufgabenlösung vorausgeht, wird also mit der Korrelation gemessen, wie stark das Textverständnis einer Aufgabe ihre Lösung beeinflusst.

In der folgenden Tabelle sind die Korrelationskoeffizienten r sowie die sich durch die Fisher-Z-Transformation ergebenden z -Werte für den Zusammenhang von Aufgabenlösung und Textverständnis über alle Beispiele hinweg bei erssprachlich deutschen SchülerInnen mit erssprachlich deutschen Eltern (D1, D1), bei erssprachlich deutschen SchülerInnen mit nicht-erssprachlich deutschen Eltern (D1, D2) sowie bei nicht-erssprachlich deutschen SchülerInnen (D2) angeführt.

Erstsprache	r	z
D1, Eltern D1	0,54	0,60
D1, Eltern D2	0,56	0,63
D2	0,81	1,13
Gesamt	0,58	0,66

Tabelle 10: Korrelation Aufgabenlösung und Textverständnis nach Erstsprache

Wie aus der Tabelle ersichtlich wird, weisen die Dimensionen Aufgabenlösung und Textverständnis insgesamt und in den einzelnen Kategorien mit Korrelationskoeffizienten $r > 0,5$ einen starken Zusammenhang auf.

Besonders an den z -transformierten Korrelationskoeffizienten lässt sich ein tendenziell starker Unterschied in der Stärke des Zusammenhangs von Textverständnis und Aufgabenlösung zwischen erssprachlich deutschen und nicht-erssprachlich deutschen Schülerinnen und Schülern erkennen, wobei dieser Zusammenhang für letztere deutlich stärker ist. Prüft man die z -transformierten Korrelationskoeffizienten der Kategorien D1, D1 und D2 durch Division der Differenz der beiden Werte durch die gemeinsame Standardabweichung⁵⁹ auf Signifikanz, so erhält man einen z -Wert von 2,02. Der kritische z -

⁵⁹ Vgl. 4.4.1. Deutsch- und Mathematiknote nach Erstsprache

Wert liegt bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha=0,05$ bei 1,65 und damit unter dem empirischen z-Wert. Es lässt sich demnach *ein signifikanter Unterschied* zwischen der Korrelation von Aufgabenlösung und Textverständnis der Kategorien D1, D1 und D2 feststellen.⁶⁰

Resümee

Zwischen den Mittelwerten bezüglich Aufgabenlösung und Textverständnis der Kategorien D1, D1 und D1, D2 beziehungsweise D1, D1 und D2, also zwischen „Einheimischen“ und Migranten zweiter beziehungsweise erster Generation ließ sich in dieser Untersuchung kein signifikanter Unterschied feststellen. Die Ergebnisse verschiedener Studien wie PISA⁶¹, denen zufolge Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund im Durchschnitt signifikant schlechter abschneiden als „einheimische“, konnte in dieser Stichprobe in der achten Klasse AHS nicht nachgewiesen werden.

Auch in der Tendenz der erreichten Prozentpunkte innerhalb der Kategorien zeigte sich weder in Bezug auf die Aufgabenlösung noch in Bezug auf das Textverständnis ein signifikanter Unterschied zwischen „einheimischen“ SchülerInnen und MigrantInnen erster beziehungsweise zweiter Generation. Es gibt also bei den MigrantInnen erster und zweiter Generation relativ gesehen ungefähr gleich viele mit sehr guten beziehungsweise schlechten Ergebnissen wie bei „einheimischen“ SchülerInnen.

Aus dem Vergleich der Mittelwerte und der Tendenzen folgt, dass – zumindest in der untersuchten Stichprobe von vier achten Wiener AHS-Klassen – Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund bei den Aufgaben der SSR Mathematik insgesamt nicht schlechter abschneiden als Schülerinnen und Schüler ohne Migrationshintergrund.

Sehr wohl konnte bei SchülerInnen mit nicht-deutscher Erstsprache bezüglich der SSR-Aufgaben ein signifikant stärkerer Zusammenhang von Textverständnis und Aufgabenlösung festgestellt werden. Für diese Gruppe ist das Verstehen des Angabentextes und der

⁶⁰ Auch beim Vergleich des z-transformierten Korrelationskoeffizienten aller erstsprachlich deutscher SchülerInnen (also den Kategorien D1,D1 und D1,D2) mit dem Koeffizienten der nicht-erstsprachlich deutschen SchülerInnen ergibt sich ein Wert $z=2,05$, der über dem kritischen z-Wert von 1,65 liegt und damit einen signifikanten Unterschied zwischen den Korrelationen innerhalb dieser beiden Kategorien anzeigt. Da die Kategorie D1,D2 jedoch sehr heterogen bezüglich des Umgangs mit Deutsch als Erstsprache ist, beschränke ich mich hier auf den Korrelationsunterschied der Kategorien D1,D1 und D2.

⁶¹ Vgl. BIFIE. 2010. *PISA 2009. Internationaler Vergleich von Schülerleistungen*: 42.

Aufgabenstellung demnach von größerer Bedeutung für die Lösung der Aufgabe als für SchülerInnen mit deutscher Erstsprache.

Zwischen dem Verstehen von Angabe und Aufgabenstellung und der korrekten Lösung der Aufgabe liegen die Bildung eines adäquaten mathematischen Modells sowie die korrekte mathematische Lösung innerhalb dieses Modells.⁶² Die Bildung eines für die konkrete Aufgabe adäquaten mathematischen Modells setzt Textverständnis, also das richtige Verständnis zentraler Aussagen des Textes voraus und kann bei Verständnisproblemen bezüglich des Angabentextes und der Aufgabenstellung häufig nicht oder nur unzureichend erfolgen – insbesondere dann, wenn für die Modellbildung zentrale Aspekte miss- oder nicht verstanden wurden. Die mathematische Lösung innerhalb des Modells ist vom Textverständnis nur mehr indirekt affiziert.

Die Lösung einiger Aufgaben wie 1a/1 *Männer und Frauen* bedarf zudem der Interpretation der mathematischen Lösung innerhalb des Modells – bei 1a/1 dient die mathematische Lösung beispielsweise nur als Begründung der schriftsprachlich zu formulierenden Antwort.

In diesem Zusammenhang geht aus der Auswertung der Daten hervor, dass Schülerinnen und Schüler mit nicht-deutscher Erstsprache für die Bildung eines adäquaten mathematischen Modells und die etwaige Interpretation der Lösung deutlich stärker darauf angewiesen sind, möglichst viele Aspekte des Aufgabentextes zu erfassen (also ein möglichst hohes Textverständnis zu erreichen) als Schülerinnen und Schüler mit Deutsch als Erstsprache. Werden zentrale Aussagen des Textes nicht erfasst, so gelingt es dieser Gruppe deutlich weniger, den Text in einem Maß zu verstehen, das die Bildung des jeweils adäquaten mathematischen Modells und die (etwaige) Interpretation der Lösung innerhalb dieses Modells ermöglicht.

Umgekehrt ist das Verstehen möglichst aller zentralen Aussagen des Angabentextes in der Kategorie der Schülerinnen und Schüler mit nicht-deutscher Erstsprache in höherem Ausmaß ein Indikator für eine adäquate mathematische Modellbildung und anschließende Interpretation der mathematischen Lösung der Aufgabe als bei erstsprachlich deutschen Schülerinnen und Schülern.

⁶² Vgl. 3.2. Besonderheiten beim Verstehen mathematischer Textaufgaben

4.4.3. Aufgabenlösung und Textverständnis in den Aufgaben aus der SSR Mathematik

Nach dem Vergleich der in den Dimensionen Aufgabenlösung und Textverständnis über alle Aufgaben hinweg erreichten Punkte zwischen den erssprachlichen Kategorien in 4.4.2. werden in diesem Kapitel die in den einzelnen Aufgaben erreichten Prozentpunkte verglichen.

Mittelwerte

Die folgende Tabelle zeigt die Mittelwerte der Prozentpunkte in den Dimensionen Aufgabenlösung und Textverständnis, die in jeder Aufgabe erzielt wurden sowie die jeweils zugehörige Standardabweichung σ .

Beispiel	Bezeichnung	Lösung	σ	Textverständnis	σ
1a/1	Männer und Frauen	85,0%	31,6%	95,0%	10,5%
1a/2	Hallenbad	20,0%	36,3%	64,0%	25,3%
1b/1	Quadratische Pyramide	33,5%	45,2%	68,3%	27,6%
1b/2	Punkte und Pfeile	18,0%	25,2%	86,3%	17,2%
1c/1	Bakterienwachstum	8,5%	28,9%	60,5%	19,8%
1c/2	Radioaktivität - Halbwertszeit	75,0%	41,0%	73,8%	21,3%
1d/1	Brillenträger(innen)	73,0%	48,3%	87,5%	13,2%
1d/2	Konfidenzintervalle	20,0%	44,7%	55,0%	41,1%
1e/1	Billard	27,0%	43,9%	85,5%	16,8%
1e/2	Schatten	16,5%	35,4%	44,5%	20,8%
2a	Einkommenssteuer in Ö	0,0%	0,0%	39,7%	8,6%
2b	Anstieg einer Geraden	21,5%	20,0%	34,5%	36,4%
2c	Nettojahreseinkommen	3,0%	8,3%	44,5%	30,0%

Tabelle 11: Mittelwerte zu Aufgabenlösung und Textverständnis in den einzelnen Aufgaben

Um einen besseren Überblick über die in den jeweiligen Aufgaben erreichten Prozentpunkte zu geben und für den anschließenden Vergleich dieser Werte soll folgendes Diagramm die in der Tabelle angeführten Mittelwerte veranschaulichen.

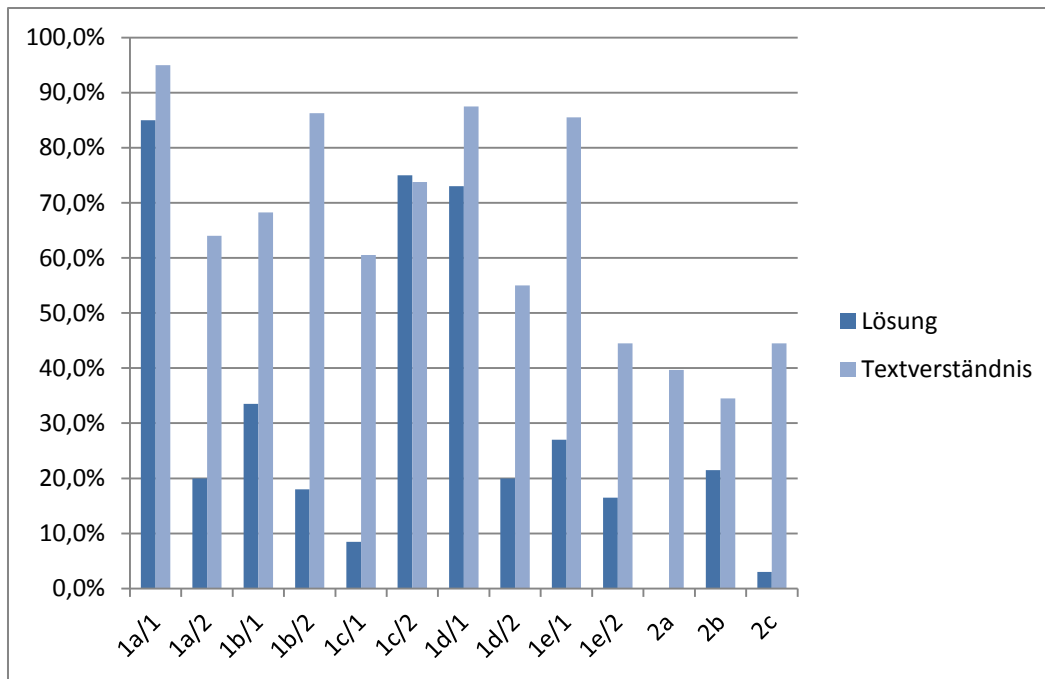


Abbildung 6: Mittelwerte zu Aufgabenlösung und Textverständnis in den einzelnen Aufgaben

Die in der Dimension Aufgabenlösung erreichten Werte fielen insgesamt äußerst schlecht aus – nur in drei Aufgaben, *1a/1 Männer und Frauen*, *1c/2 Radioaktivität – Halbwertszeit* und *1d/1 Brillenträger(innen)* liegen die Mittelwerte über 50%. Zwei dieser Aufgaben, nämlich *1a/1 Männer und Frauen* und *1d/1 Brillenträger(innen)* nehmen neben *1e/1 Billard* auch in der Dimension Textverständnis die höchsten Mittelwerte an.

Die durchschnittlich schlechtesten Ergebnisse wurden in der Dimension Aufgabenlösung bei den Aufgaben *1c/1 Bakterienwachstum*, *2a Einkommenssteuer* und *2c Nettojahreseinkommen* erzielt. In Aufgabe *2a* konnte insgesamt kein einziger Punkt erzielt werden und auch in Aufgabe *2c* wurde ein Fragebogen mit 0,5 und alle anderen mit 0 Punkten bewertet. Insgesamt fielen die Ergebnisse zur Aufgabenlösung in den Aufgaben des zweiten Typs noch einmal deutlich schlechter aus als bei den sogenannten Grundkompetenzen. In der Dimension Textverständnis wurden bei diesen Aufgaben, also bei *2a*, *2b* und *2c*, zudem die niedrigsten Mittelwerte erzielt.

Korrelation Aufgabenlösung und Textverständnis

Von den drei Aufgaben, in denen durchschnittlich die meisten Prozentpunkte in der Dimension Aufgabenlösung erzielt werden konnten, wurden zwei auch in der Dimension Textverständnis am besten bewertet. Auch von den drei Aufgaben, die bezüglich der Aufgabenlösung am schlechtesten bewertet wurden, erhielten die Schülerinnen und Schüler

in zweien im Textverständnis durchschnittlich am wenigsten Punkte. Es scheint demnach ein starker Zusammenhang der Dimensionen Textverständnis und Aufgabenlösung zu bestehen. Berechnet man die Korrelation der in diesen beiden Dimensionen erreichten Prozentpunkte, so ergibt sich über alle Aufgaben hinweg ein Korrelationskoeffizient $r=0,58$ und es bewahrheitet sich diese Annahme.

Folgende Tabelle zeigt die Korrelationskoeffizienten und z-transformierten Koeffizienten, die sich im Vergleich der in jeder Aufgabe in Aufgabenlösung und Textverständnis erzielten Prozentpunkte ergeben.

Beispiel	Bezeichnung	r	z
1a/1	Männer und Frauen	-0,04	-0,04
1a/2	Hallenbad	0,81	1,13
1b/1	Quadratische Pyramide	0,92	1,59
1b/2	Punkte und Pfeile	0,63	0,74
1c/1	Bakterienwachstum	0,63	0,74
1c/2	Radioaktivität - Halbwertszeit	0,53	0,59
1d/1	Brillenträger(innen)	0,22	0,22
1d/2	Konfidenzintervalle	0,61	0,71
1e/1	Billard	0,36	0,38
1e/2	Schatten	0,78	1,05
2a	Einkommenssteuer in Ö ⁶³	-	-
2b	Anstieg einer Geraden	0,94	1,74
2c	Nettojahreseinkommen	-	-
Gesamt		0,58	0,66

Tabelle 12: Korrelation von Aufgabenlösung und Textverständnis nach Aufgabe

Betrachtet man die Korrelationen von Textverständnis und Aufgabenlösung in Bezug auf die einzelnen Aufgaben, so zeigt sich, dass besonders bei den Aufgaben, in denen die besten Leistungen in beiden Dimensionen erzielt wurden, wie 1a/1 Männer und Frauen und 1d/1

⁶³ Zu Aufgabe 2a und 2c konnte für den Zusammenhang von Aufgabenlösung und Textverständnis kein Korrelationskoeffizient ermittelt werden, da die Aufgabe nicht in einem Fall annähernd korrekt gelöst wurde, d.h. im Fall von 2a erzielten alle teilnehmenden SchülerInnen 0 Punkte und im Fall von 2c konnte nur eine Aufgabe „besser“, nämlich mit 0,5 von 2 Punkten, bewertet werden.

Brillenträger(innen) kein Zusammenhang beziehungsweise ein Zusammenhang erzielt wird, der unter dem Gesamtkorrelationskoeffizienten liegt.

Die in der Tabelle fett markierten Aufgaben, in denen hingegen ein weitaus stärkerer Zusammenhang besteht als insgesamt, weisen allesamt geometrische Bezüge auf, teilweise enthalten sie auch schriftsprachliche Beschreibungen von Lageverhältnissen. In diesen Aufgaben konnten in der Aufgabenlösung im Durchschnitt nur Werte zwischen 20% und 33% erzielt werden⁶⁴.

Scheinbar ist Textverständnis bei dieser Aufgabengruppe ein noch stärkerer Indikator für die korrekte Lösung der Aufgabe. Werden die Textelemente in einer solchen Aufgabe also zu einem hohen Teil erfasst, so kann die Aufgabe mit hoher Wahrscheinlichkeit auch korrekt gelöst werden. Wird der Text jedoch nur unzureichend verstanden, so kann mit einer hohen Wahrscheinlichkeit keine korrekte oder gar keine Lösung der Aufgabe erfolgen. Gerade bei geometrischen Aufgaben, bei welchen es die schriftsprachlich dargelegten Informationen in eine Skizze als mathematisches Modell zu transformieren gilt, innerhalb dessen eine mathematische Lösung entwickelt werden kann, kommt dem Verstehen des Textes also eine noch größere Bedeutung zu.

⁶⁴ Vgl. Tabelle 11

4.4.4. Textverständnis und Textschwierigkeit

Wie in 4.4.2. gezeigt wurde, besteht ein starker Zusammenhang zwischen dem Textverständnis und der korrekten Lösung einer Aufgabe, der innerhalb der Kategorie D2 *nicht-erstsprachlich deutsche Schülerinnen und Schüler* ($r=0,81$) deutlich über dem Korrelationskoeffizienten für Schülerinnen und Schüler mit deutscher Erstsprache liegt ($r=0,54$ für D1,D1 beziehungsweise $r=0,56$ für D1,D2). Da dem Textverständnis für die Lösung der Aufgaben im Rahmen der SSR Mathematik demnach insbesondere für diese Gruppe eine große Bedeutung zukommt, soll in diesem Kapitel der Einfluss der – für einen Großteil dieser Aufgaben sehr hohen – Textschwierigkeit auf das Textverständnis untersucht werden.

Folgende Tabelle zeigt die in den jeweiligen Aufgaben in der Dimension Textverständnis erreichten Prozentpunkte und die im Vorfeld vorgenommene Bewertung der Textschwierigkeit der einzelnen Aufgaben mithilfe von Reading Ease und subjektiver Textschwierigkeit.

Zur Erinnerung: Ein Text mit sehr niedrigen Werten in Reading Ease beziehungsweise subjektiver Textschwierigkeit gilt als besonders schwer, ein Text mit sehr hohen Werten in Reading Ease beziehungsweise subjektiver Textschwierigkeit gilt als besonders leicht zu lesen. In beiden Bewertungsmodellen werden die Texte mit 0 bis 100 Punkten hinsichtlich ihrer Textschwierigkeit bewertet, in seltenen Fällen extrem schwieriger Texte ergeben sich negative Reading-Ease-Werte.

Aufgabe	Bezeichnung	Reading Ease	subjektive Textschwierigkeit	Mittelwerte Textverständnis
1a/1	Männer und Frauen	33	42	95,0%
1a/2	Hallenbad	86	66	64,0%
1b/1	Quadratische Pyramide	48	58	68,3%
1b/2	Punkte und Pfeile	67	67	86,3%
1c/1	Bakterienwachstum	55	50	60,5%
1c/2	Radioaktivität - Halbwertszeit	32	38	73,8%
1d/1	Brillenträger(innen)	44	46	87,5%
1d/2	Konfidenzintervalle	22	25	55,0%
1e/1	Billard	53	63	85,5%
1e/2	Schatten	57	48	44,5%
2a	Einkommenssteuer in Ö	17	29	39,7%
2b	Anstieg einer Geraden	-3	33	34,5%
2c	Nettojahreseinkommen	15	25	44,5%

Tabelle 13: Textschwierigkeit und Mittelwerte Textverständnis in den einzelnen Aufgaben

Berechnet man den Zusammenhang zwischen den Bewertungen der Textschwierigkeit und den in einer Aufgabe durchschnittlich im Textverständnis erreichten Prozentpunkte, so ergibt sich im Vergleich von Reading Ease und Textverständnis ein Korrelationskoeffizient von $r=0,48$ ($z=0,52$) und im Vergleich von subjektiver Textschwierigkeit und Textverständnis $r=0,56$ ($z=0,63$). Es besteht demnach ein starker Zusammenhang zwischen der Textschwierigkeit und dem Textverständnis in den untersuchten Aufgaben aus der SSR Mathematik.

Resümee

Beispiele mit hoher Textschwierigkeit (also niedrigen Werten in Reading Ease und subjektiver Schwierigkeit) und daraus resultierendem niedrigen Textverständnis können von Schülerinnen und Schülern mit nicht-deutscher Erstsprache, für die das Textverständnis nach 4.4.2. in hohem Maß ein Indikator für die korrekte Lösung der Aufgabe ist, mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit richtig gelöst werden als von erstsprachlich deutschen Schülerinnen und Schülern.

Die durchschnittlich sehr hohe Textschwierigkeit der SSR Mathematik-Aufgabentexte, die stark mit dem Verständnis dieser Texte zusammenhängt, kann demnach als Erschwernis für nicht-erstsprachlich deutsche Schülerinnen und Schüler angesehen werden, die für die richtige Lösung der Aufgabe in noch höherem Ausmaß auf das Verständnis möglichst des gesamten Aufgabentextes angewiesen sind.

4.4.5. Konkrete Probleme im Textverständnis in den Aufgaben aus der SSR Mathematik

In diesem Kapitel sollen die häufigsten Fehler und Probleme im Textverständnis besonders jener Aufgaben erörtert werden, die nach Kapitel 4.4.3. die höchste Korrelation zwischen Textverständnis und Aufgabenlösung aufwiesen:

Aufgabe 1a/2 Hallenbad

In dieser Aufgabe wurde die erklärende Angabe von einem Großteil der Schülerinnen und Schüler vollständig erfasst, dennoch führten Verständnisfehler in Bezug auf die *Aufgabenstellung* vielerorts dazu, dass die mathematische Aufgabe gar nicht oder nicht richtig gelöst werden konnte. Dabei zeigten sich vor allem Defizite im Vokabular und im Strukturwortschatz, beispielsweise wurde das Wort „veranschaulichen“ oftmals nicht im Sinne von „Einzeichnen eines Graphen in das Koordinatensystem“ aufgefasst, sondern es wurde beispielsweise ein Gleichungssystem erstellt oder Teile des gegebenen Graphen wurden markiert. Die zweite Aufgabenstellung, deren Lösung durch die erste Aufgabe zumindest begünstigt wird, zeigte sich, dass die Wörter „gesamt“ und „niedriger“ nicht in ihrer vollen Tragweite erfasst werden konnten, weshalb die Aufgabenstellung beispielsweise so übersetzt wurde, dass hier gefragt sei, „wie viel normale Besucher mehr bezahlen“ oder der Preis von Nicht-Mitgliedern und Mitgliedern für ein Jahr (mit 2920€ für Nicht-Mitglieder) berechnet wurde.

Aufgabe 1b/1 Quadratische Pyramide

Bei dieser Aufgabe bestand die Schwierigkeit bezüglich Textverständnis in der Erfassung des Strukturwortschatzes – vielerorts konnte aus der Formulierung „senkrecht über dem Mittelpunkt M des Basisquadrats“ nicht der damit sich vollziehende Übergang aus der xy-Ebene ins Dreidimensionale erfasst werden. Häufig wurde die Höhe daraufhin in die y-Koordinate der Pyramidenspitze eingetragen.

Aufgabe 1c/2 Radioaktivität – Halbwertszeit

Zwischen Textverständnis und Aufgabenlösung besteht in dieser Aufgabe eine geringere Korrelation ($r=0,53$) als in den Aufgaben 1a/2 ($r=0,81$) und 1b/1 ($r=0,92$). Es konnte häufig die Höchstpunktezahl in der Dimension Aufgabenlösung erreicht werden, auch wenn nicht alle Elemente des Textes korrekt erfasst wurden. Beim Textverständnis stellte der Begriff „Halbwertszeit“, der im Rahmen der Aufgabe nicht weiter erläutert wurde, bei vielen

Schülerinnen und Schülern das größte Problem dar, wie anhand der folgenden Beispiele zur Interpretation des Begriffes deutlich wird:

Halbwertszeit: Beschreibt, wie viel Material (in dem Fall radioaktiv) in der Hälfte der Zeit nicht mehr vorhanden bzw. noch vorhanden ist.

Die Radioaktivität sinkt und wird kleiner.

Halbwertszeit: Zeit, in der sich ein Wert halbiert hat.

Die Halbwertszeit für den radioaktiven Zerfall beschreibt eine Größe, die angibt, wie viel von einem Stoff nach einer bestimmten Zeit vorhanden ist.

Obwohl der Begriff der Halbwertszeit häufig falsch oder ungenau interpretiert wurde, gelang es dem Großteil der Schülerinnen und Schüler, die Aufgabe korrekt zu lösen. Möglicherweise wurde die Lösung durch die Vorgabe eines beschrifteten Koordinatensystems erleichtert und damit einer Übertragung von Missinterpretationen der Halbwertszeit in das mathematische Modell vorgebeugt.

Aufgabe 1e/2 Schatten

Aus der – meines Erachtens – relativ ungenauen Formulierung, dass der „Höchststand der Sonne [...] in Wien ca. 65° “ betrage, ist nur dann die Lage des Winkels zu erkennen, wenn man weiß, wie der Stand der Sonne gemessen wird. Viele Schülerinnen und Schüler trugen den angegebenen Winkel deshalb an der falschen Stelle in ihre Skizze ein und in Folge davon war es ihnen nicht mehr möglich, die Aufgabe richtig zu lösen, das heißt ein richtiges Endergebnis zu produzieren. Bezüglich des Strukturwortschatzes fiel auf, dass oftmals nicht erfasst werden konnte, dass es im Rahmen der Aufgabe der Schatten des gegenüberliegenden Hauses zu ermitteln war.

Aufgabe 2b Anstieg einer Geraden

In der sehr langen Aufgabenstellung zu diesem Beispiel fiel es den Schülerinnen und Schülern scheinbar schwer, die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Passagen und Sätzen herzustellen. Der zweite Satz, der unter anderem dazu aufforderte, insbesondere auf die Parameterdarstellung einer Geraden einzugehen, konnte oftmals nicht in Verbindung mit dem ersten Satz erfasst werden, der die eigentliche Aufgabe formulierte, unterschiedliche Möglichkeiten zur Darstellung des Anstiegs einer Geraden zu beschreiben. Dieser erste Satz wurde in der Lösung der Aufgabe oftmals nicht mehr beachtet, sondern es wurde alleine auf

die Parameterdarstellung einer Geraden ohne besonderen Fokus auf deren Anstieg eingegangen.

Resümee

Insgesamt lassen sich die Schwierigkeiten, die bei den untersuchten Aufgaben aus der schriftlichen standardisierten Reifeprüfung Mathematik in der Dimension *Textverständnis* auftraten, in wie folgt zusammenfassen:

1. Unkenntnis von Wortbedeutungen

Bei Davis wird die Kenntnis von Wortbedeutung als die Teilfähigkeit mit der größten Relevanz für das Verständnis eines Textes angeführt. Das Vokabular, das in der Formulierung der untersuchten Aufgaben verwendet wurde, entstammte zu einem großen Teil der (allgemeinen) Bildungssprache und der mathematischen Fachsprache und war den Schülerinnen und Schülern oftmals nicht geläufig, wodurch die Begriffe nicht vollständig erfasst werden konnten.

2. Schwierigkeiten, der Textstruktur zu folgen

Die Schülerinnen und Schüler waren vielerorts nicht in der Lage, der komplexen Struktur vor allem jener Beispiele mit geometrischem Bezug und der Beschreibung von Lagebeziehungen in der Aufgabenstellung zu folgen.

3. Vernachlässigung des Strukturwortschatzes

Vor allem in den Aufgaben mit geometrischem Bezug, in denen keine Skizze angegeben war, sondern die Lageverhältnisse im Aufgabentext beschrieben wurden, ist die Erfassung von Präpositionen wie „senkrecht über“ oder „gegenüber“ von immenser Bedeutung. Werden diese nicht in ihrer vollen Tragweite erfasst, dann können die Schülerinnen und Schüler die beschriebenen Lageverhältnisse nicht in das mathematische Modell übertragen und haben keine Möglichkeit, in diesem inadäquaten Modell eine richtige Lösung zu erzeugen.

Die Kenntnis von Wortbedeutung und die Fähigkeit, der Textstruktur zu folgen, finden sich unter den Teilfähigkeiten für das Textverständnis nach Davis in Kapitel 3.1.1, die Kenntnis des spezifisch mathematischen Vokabulars sowie das Erfassen des Strukturwortschatzes stellen erforderliche Teilfähigkeiten für das Erfassen spezifisch mathematischer Texte nach Kapitel 3.2.2 dar.

4.5. Übereinstimmung der Ergebnisse mit den Zielen der SSR Mathematik

Nun möchte ich die Ergebnisse aus meiner Untersuchung den Zielen der schriftlichen standardisierten Reifeprüfung allgemein und speziell für das Fach Mathematik gegenüberstellen:

Die standardisierte Reifeprüfung soll, wie bereits in Kapitel 2 näher erläutert, zuverlässige Aussagen über tatsächliches Wissen und Können ermöglichen und zudem faire Rahmenbedingungen für alle Schülerinnen und Schüler sowie Fairness beim Schulabschluss gewährleisten. Gleiche Rahmenbedingungen sind aber, wie aus der Untersuchung hervorgeht, insofern nicht gegeben, als für Schülerinnen und Schüler mit Deutsch als Zweitsprache ein deutlich höherer Zusammenhang ($r=0,81$ bzw. $z=1,13$) zwischen dem Verständnis des Aufgabentextes und ihrer Lösung besteht als bei ersprachlich deutschen Schülerinnen und Schülern mit ersprachlich deutschen Eltern ($r=0,54$ bzw. $z=0,60$). Diese Gruppe ist demnach für die Lösung der Aufgabe wesentlich stärker darauf angewiesen, möglichst viele Aspekte des Textes zu erfassen.

Dies wird insbesondere durch die durchschnittlich sehr hohe Textschwierigkeit der Aufgabentexte, die stark mit dem Textverständnis in den einzelnen Aufgaben korreliert, erschwert. In Aufgaben mit besonders hoher Textschwierigkeit, wie in den Typ-2-Aufgaben, mindert das aus der höheren Textschwierigkeit resultierende niedrigere Textverständnis besonders bei Schülerinnen und Schülern mit Deutsch als Zweitsprache die Chancen, die Aufgabe korrekt zu lösen. Es wäre demnach anzudenken, die Textschwierigkeit in den Aufgaben der SSR Mathematik auf ein für die Formulierung der Problemstellung erforderliches Mindestmaß von Textschwierigkeit zu reduzieren, um möglichst gleiche Rahmenbedingungen für alle Schülerinnen und Schüler zu schaffen.

Den Zielen der SSR Mathematik zufolge soll ein Maturant oder eine Maturantin als VermittlerIn zwischen ExpertInnen des Faches und Laien zu fungieren in der Lage sein und über kompetente Entscheidungsfähigkeit verfügen. In der Untersuchung konnte gezeigt werden, dass ein starker Zusammenhang zwischen dem Verständnis des Aufgabentextes und der Aufgabenlösung besteht, dass Textverständnis also in hohem Maße eine Voraussetzung für die korrekte Lösung der Aufgabe und damit insgesamt auch für das Bestehen der Mathematikmatura darstellt. Das Verständnis deutschsprachiger Texte ist demnach eine implizit mitgeprüfte Kompetenz im Rahmen der SSR Mathematik, die hierbei jedoch – im

Gegensatz zu Prüfungen in Deutsch oder in Fremdsprachen – nicht im Sinne einer fachlichen Qualifikation argumentierbar ist.

Um den Einfluss der Textkompetenz auf das Bestehen der SSR Mathematik zu reduzieren, sollte das Vokabular möglichst einfach gehalten und die Texte nach Möglichkeit gut strukturiert werden, um das Erfassen der Textstruktur zu erleichtern. In den Aufgaben mit geometrischen Bezügen könnte das Textverständnis durch das Verwenden von Skizzen oder Fotografien, die meines Erachtens zudem deutlich besser geeignet sind, reale Problemstellungen abzubilden als schriftsprachliche Beschreibungen, in der Angabe erhöht werden.

Interessanterweise konnte zwischen den Schülerinnen und Schülern der Kategorien D1, D1 *Erstsprachlich deutsch mit erstsprachlich deutschen Eltern*, D1, D2 *Erstsprachlich deutsch mit nicht-erstsprachlich deutschen Eltern* und D2 *Zweitsprachlich deutsch* bezüglich der untersuchten Aufgaben kein signifikanter Unterschied in den Mittelwerten von Aufgabenlösung oder Textverständnis festgestellt werden. Möglicherweise wurden die Unterschiede, die sich beispielsweise in den Untersuchungen zu den Bildungsstandards ergaben, durch die Auswahl von hinsichtlich der Erstsprache sehr heterogenen Klassen und also von Schülerinnen und Schülern mit verschiedenem sprachlich-kulturellem, aber aufgrund des Einzugsgebietes ähnlichem sozio-ökonomischem Hintergrund minimiert.

Insgesamt ist auch festzustellen, dass Schülerinnen und Schüler aller erstsprachlicher Kategorien große Schwierigkeiten hatten, die Aufgaben aus der standardisierten Reifeprüfung korrekt zu lösen. Dies ist auch insofern interessant, als die Feldtestungen bislang nur an solchen Schulen durchgeführt wurden, die sich freiwillig zur Teilnahme gemeldet hatten. Ob der mathematische Schwierigkeitsgrad und die Textschwierigkeit der Aufgaben für die flächendeckende Einführung der Zentralmatura auf diesem Niveau gehalten werden können, wird voraussichtlich erst aus dem für Mai 2013 geplanten flächendeckenden Probelauf hervorgehen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eisbergmodell nach Cummins.....	16
Abbildung 2: Subprozesse im Verstehensprozess mathematischer Textaufgaben.....	19
Abbildung 3: Reading Ease-Werte und Schwierigkeit bei deutschen Texten	22
Abbildung 4: Merkmalsbild der Einfachheit eines Textes.....	24
Abbildung 5: Merkmalsbild der Einfachheit von <i>Schatten</i>	25
Abbildung 6: Mittelwerte zu Aufgabenlösung und Textverständnis in den einzelnen Aufgaben	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stichprobenpopulation	27
Tabelle 2: In der Untersuchung verwendete Aufgaben aus der SSR Mathematik	29
Tabelle 3: Mittelwerte Deutsch- und Mathematiknote nach Erstsprache	31
Tabelle 4: Vergleich der Deutsch- und Mathematiknotenmittelwerte nach Erstsprache.....	32
Tabelle 5: Vergleich der Tendenzen der Deutsch- und Mathematiknoten nach Erstsprache.	32
Tabelle 6: Korrelation Deutsch- und Mathematiknote nach Erstsprache	33
Tabelle 7: Mittelwerte zu Aufgabenlösung und Textverständnis nach Erstsprache	35
Tabelle 8: Vergleich der Aufgabenlösungs- und Textverständnismittelwerte nach Erstsprache	36
Tabelle 9: Vergleich der Tendenzen in Aufgabenlösung und Textverständnis nach Erstsprache	36
Tabelle 10: Korrelation Aufgabenlösung und Textverständnis nach Erstsprache	37
Tabelle 11: Mittelwerte zu Aufgabenlösung und Textverständnis in den einzelnen Aufgaben	40
Tabelle 12: Korrelation von Aufgabenlösung und Textverständnis nach Aufgabe.....	42
Tabelle 13: Textschwierigkeit und Mittelwerte Textverständnis in den einzelnen Aufgaben	45

Quellenverzeichnis

Literaturquellen

- Belke, Gerlind. 2006. *Methoden des Sprachunterrichts in multilingualen Lerngruppen*. In: Bredel, Ursula/ Günther, Hartmut/ Klotz, Peter/ Ossner, Jakob/ Sieber-Ott, Gesa (Hrsg.). 2006². *Didaktik der deutschen Sprache*. Bd. 2. Paderborn: Ferdinand Schöningh: 840-853.
- Bortz, Jürgen. 2005⁶. *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer: 218-221.
- Cummins. 1979. *Linguistic Interdependence and the Educational Development of Bilingual Children*. In: Review of Educational Research, Vol. 49(2): 222-251.
- Davis, Frederick B. 1972. *Psychometric research on comprehension in reading*. In: Reading Research Quarterly, Vol.7(4): 628-678.
- Fischer, Roland. (o.J.). *Höhere Allgemeinbildung*. Typoskript. Universität Klagenfurt.
- Flesch, Rudolf. 1948. *A New Readability Yardstick*. In: Journal of Applied Psychology, 32(3): 221-233.
- Gogolin, Ingrid/ Kaiser, Gabriele/ Roth Hans-Joachim/ Deseniss, Astrid/ Hawighorst, Britta/ Schwarz, Inga. 2004. *Mathematiklernen im Kontext sprachlich-kultureller Diversität*. Unveröffentlichter Abschlussbericht an die DFG. Universität Hamburg.
- Graesser, Arthur. C./ McMahan Cathy L./ Johnson, Brenda K. 1994. *Question asking and answering*. In: Gernsbacher, Morton (Hrsg.). 1994. *Handbook of Psycholinguistics*. San Diego: Academic Press: 517-538.
- Groeben, Norbert. 1982. *Leserpsychologie: Textverständnis – Textverständlichkeit*. Münster Westfalen: Aschendorff: 18-24, 173-179.
- Kaiser, Gabriele/ Schwarz, Inga. 2009. *Können Migranten wirklich nicht rechnen? Zusammenhänge zwischen mathematischer und allgemeiner Sprachkompetenz*. In: SCHÜLER. Wissen für Lehrer, 2009: 68-69.
- Kintsch, Walter. 1994. *The Psychology of Discourse Processing*. In: Gernsbacher, Morton (Hrsg.). 1994. *Handbook of Psycholinguistics*. San Diego: Academic Press: 721-739.
- Kintsch, Walter/ Greeno, James G. 1985. *Understanding and Solving Word Arithmetic Problems*. In: Psychological Review, Vol.92(1): 109-129.
- Langer, Inghard/ Schulz von Thun, Friedemann/ Tausch, Reinhard. 1990⁴. *Sich verständlich ausdrücken*. München: Ernst Reinhard: 15-17.

Penner, Zvi. *Sprachentwicklung und Sprachverstehen bei Ausländerkindern. Eine Pilotstudie bei Schulkindern in der deutschen Schweiz*. In: Wegener, Heide (Hrsg.). 1998. *Eine zweite Sprache lernen: empirische Untersuchungen zum Zweitspracherwerb*. Tübingen: Narr: 241-261.

Portmann-Tselikas, Paul R. 2002. *Textkompetenz und unterrichtlicher Spracherwerb*. In: Paul R. Portmann-Tselikas/ Sabine Schmölzer-Eibinger (Hrsg.): *Textkompetenz. Neue Perspektiven für das Lernen und Lehren*. Innsbruck: Studien-Verlag: 13-43.

Sedlmeier, Peter/ Renkewitz, Frank. 2008. *Forschungsmethoden und Statistik in der Psychologie*. München: Pearson.

Springsits, Brigitte. 2009. *Mathe kann ich auch*. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Universität Wien.

Internetquellen

Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. 2009. *Zentralisierte schriftliche Zentralmatura aus Mathematik*. <http://www.uni-klu.ac.at/idm/inhalt/495.htm> [Stand: 09.10.2012]

BIFIE. (o.J.) PISA 2006. <https://www.bifie.at/node/92> [Stand: 04.12.2012]

BIFIE. 2009. *PISA 2009: Internationaler Schülerfragebogen*.
https://www.bifie.at/system/files/dl/PISA-2009_fragebogen-schueler-international.pdf
[Stand: 15.04.2013]

BIFIE. 2010. *PISA 2009. Internationaler Vergleich von Schülerleistungen*.
https://www.bifie.at/system/files/buch/pdf/2010-12-07_pisa-2009-ersteergebnisse.pdf :
Seite 42. [Stand: 18.04.2013]

BIFIE. 2012. *Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik*.
<https://www.bifie.at/node/1442> [Stand: 24.09.2012]

BIFIE. 2012. *Feldtestungen*. <https://www.bifie.at/node/82> [Stand: 09.10.2012]

BIFIE. 2012. *Standardisierte Reife- und Diplomprüfung*. <https://www.bifie.at/srdp> [Stand: 24.09.2012]

BMUKK. 2012. *Reifeprüfung neu*.
<http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefungneu.xml> [Stand: 24.09.2012]

Breit, Simone. 2009. *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund*. <https://www.bifie.at/buch/815/5/2> [Stand: 04.12.2012]

OECD. 2011. *PISA im Fokus*. <http://www.oecd.org/berlin/50062132.pdf> : Seite 1. [Stand: 17.04.2013]

Peschek, Werner. 2010. *W. Peschek zur Stellungnahme des BG/BRG Gänserndorf*.
http://www.uni-klu.ac.at/idm/downloads/Peschek_an_Bleier.pdf [Stand: 09.10.2012]

Anhang

Teil 1: Fragebogen zur eigenen Person

1. Sind Sie männlich oder weiblich?

☐ männlich

☐ weiblich

2. Welchen Beruf übt Ihre Mutter derzeit aus? *(Wird zurzeit kein Beruf ausgeübt, dann geben Sie bitte den Beruf an, der zuletzt ausgeübt wurde.)*

3. Was ist die höchste abgeschlossene Ausbildung Ihrer Mutter?

☐ keine

☐ Volksschule

☐ Pflichtschule

☐ Lehre

☐ weiterführende Schule ohne Matura

☐ Studium

☐ Matura

4. Welchen Beruf übt Ihr Vater derzeit aus? *(Wird zurzeit kein Beruf ausgeübt, dann geben Sie bitte den Beruf an, der zuletzt ausgeübt wurde.)*

5. Was ist die höchste abgeschlossene Ausbildung Ihres Vaters?

☐ keine

☐ Volksschule

☐ Pflichtschule

☐ Lehre

☐ weiterführende Schule ohne Matura

☐ Studium

☐ Matura

6. In welchem Land sind Sie geboren?

Wenn Sie nicht in Österreich geboren sind, in welchem Alter kamen Sie nach Österreich?

Alter: _____

7. In welchem Alter erlernten Sie Deutsch? *(Wenn Sie bereits von Geburt an Deutsch lernten, tragen Sie bitte 0 ein!)*

Alter: _____

8. In welchem Land sind Ihre Eltern geboren?

Mutter: _____ Vater: _____

9. Besuchten Sie mindestens ein Jahr lang einen Kindergarten?

☐ ja

☐ nein

Wenn ja: Welche Sprache wurde dort gesprochen?

☐ nur Deutsch

☐ Deutsch und _____

☐ nur _____

10. Was war die Unterrichtssprache in Ihrer Volksschule? *(Im Falle einer bilingualen Volksschule ist eine Mehrfachnennung möglich!)*

☐ Deutsch

☐ andere: _____

11. Wie häufig sprechen Sie zuhause Deutsch?

☐ ausschließlich

☐ fast ausschließlich

☐ manchmal

☐ fast nie

☐ nie

12. Welche Note hatten Sie im letzten Schuljahr im folgenden Unterrichtsfach?

Deutsch: ☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

Mathematik: ☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

Teil 2: Aufgaben aus der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung Mathematik

- a) Geben Sie folgenden Aufgaben (Angabe + Aufgabenstellung) in eigenen Worten wieder! Beziehen Sie dabei auch etwaige Grafiken mit ein und erläutern Sie die Begriffe, die für die Lösung des Beispiels bedeutsam sind! (z.B. Jahresgebühr)
- b) Lösen Sie die Aufgaben anschließend!

1. Männer und Frauen

Es sei M die Anzahl der Männer und F die Anzahl der Frauen in einem bestimmten Raum.

Zwei Behauptungen werden gemacht:

- (1) Es sind 11 Männer mehr im Raum als Frauen.
- (2) $F = 2 \cdot M$

Aufgabenstellung:

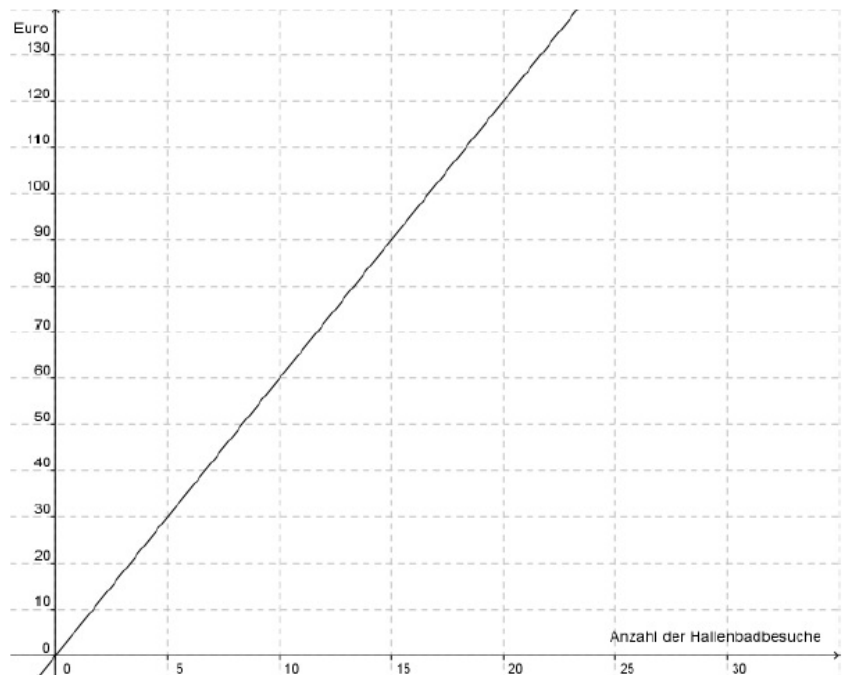
Ist es möglich, dass die in (1) und (2) genannten Behauptungen beide zugleich wahr sind?

Falls *ja*: Wie viele Personen befinden sich im Raum?

Falls *nein*: Begründen Sie, warum das nicht möglich ist!

2. Hallenbad

Durch eine lineare Funktion wird der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Hallenbadbesuche und den dafür zu bezahlenden Eintrittsgebühren modelliert (siehe Grafik). Wenn man Mitglied beim Schwimmklub ist, zahlt man zwar eine Klub-Jahresgebühr von 45 Euro, aber jeder Besuch des Hallenbads kostet dann jeweils nur die Hälfte.



Aufgabenstellungen:

Veranschaulichen Sie in der gegebenen Grafik den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Hallenbadbesuche innerhalb eines Jahres und dem insgesamt zu bezahlenden Betrag für ein Klubmitglied!

Lesen Sie aus der Grafik ab, ab wie vielen Hallenbadbesuchen jährlich dieser gesamte Betrag für Klubmitglieder niedriger als für Nicht-Mitglieder ist!

Teil 2: Aufgaben aus der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung Mathematik

- a) Geben Sie folgenden Aufgaben (Angabe + Aufgabenstellung) in eigenen Worten wieder! Beziehen Sie dabei auch etwaige Grafiken mit ein und erläutern Sie die Begriffe, die für die Lösung des Beispiels bedeutsam sind! (z.B. Basisquadrat)
- b) Lösen Sie die Aufgaben anschließend!

1. Quadratische Pyramide

Stellen Sie sich eine gerade quadratische Pyramide vor: Das Basisquadrat ABCD liegt in der xy-Ebene und hat die Seitenlänge 6; der Eckpunkt A liegt im Koordinatenursprung. Die Spitze S der Pyramide liegt senkrecht über dem Mittelpunkt M des Basisquadrats; die Höhe der Pyramide beträgt 10.

Aufgabenstellung:

Wie lauten die Koordinaten der Spitze S?

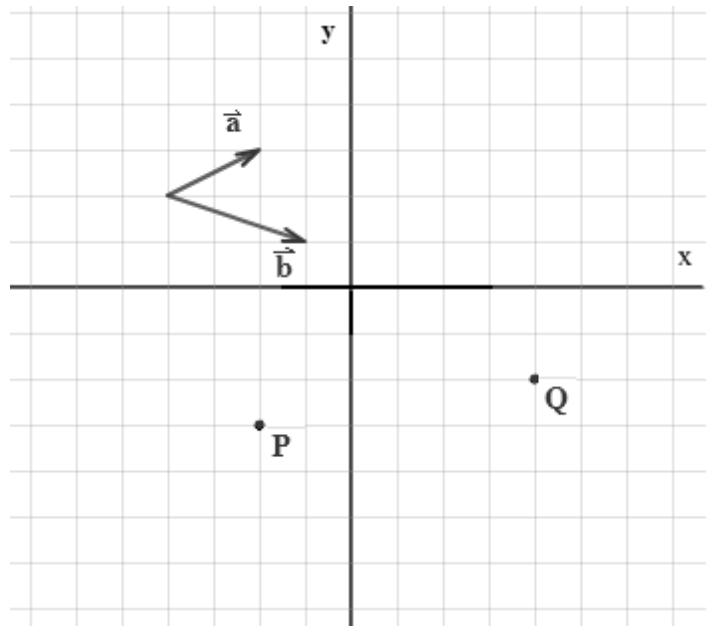
S = (..... | |)

2. Punkte und Pfeile

Im abgebildeten Koordinatensystem sind die Vektoren $\vec{a}$ und $\vec{b}$ als Pfeile sowie P und Q als Punkte eingezeichnet.

Aufgabenstellungen:

- (i) Zeichnen Sie den Pfeil $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$ ausgehend vom Punkt P ein.
- (ii) Zeichnen Sie jenen Punkt R ein, für den $R = Q - \vec{b}$ gilt.



Teil 2: Aufgaben aus der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung Mathematik

- a) Geben Sie folgenden Aufgaben (Angabe + Aufgabenstellung) in eigenen Worten wieder! Beziehen Sie dabei auch etwaige Grafiken mit ein und erläutern Sie die Begriffe, die für die Lösung des Beispiels bedeutsam sind! (z.B. Halbwertszeit)
- b) Lösen Sie die Aufgaben anschließend!

1. Bakterienwachstum

Die Anzahl $B(t)$ der Bakterien einer Bakterienkultur wächst stündlich um einen konstanten Prozentsatz p . Man kann diesen Prozess durch eine Funktion mit

$$B(t) = B(0) \cdot a^t \quad (a \in \mathbb{R}^+)$$

beschreiben (t in Stunden).

Aufgabenstellung:

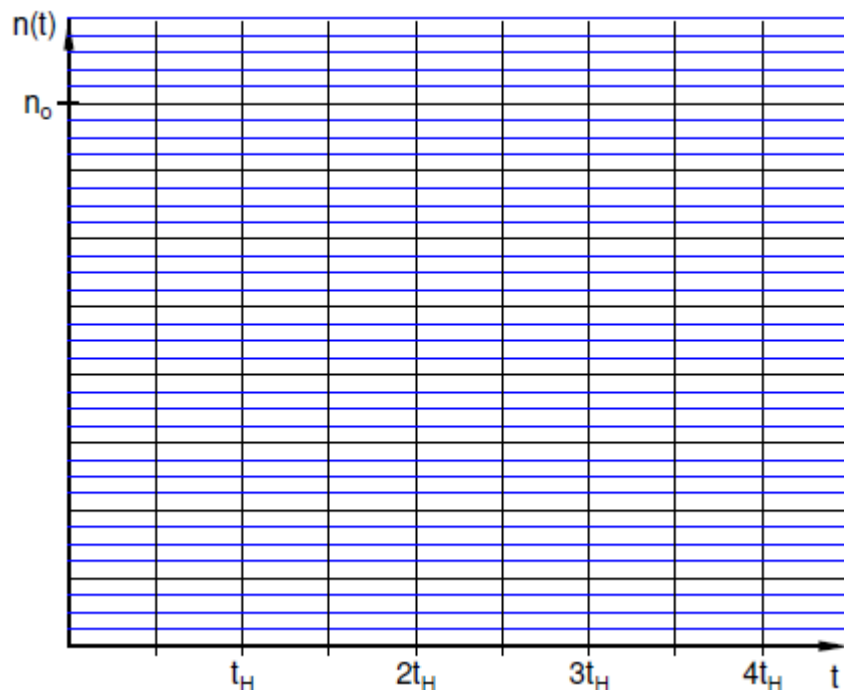
Wie hängen a und p zusammen?

2. Radioaktivität – Halbwertszeit

Für den radioaktiven Zerfall ist die Halbwertszeit t_H eine charakteristische Größe.

Aufgabenstellung:

Zeichnen Sie im Diagramm die Zahl der noch vorhandenen Kerne eines radioaktiven Elements zu den Zeitpunkten t_H , $2 \cdot t_H$, $3 \cdot t_H$, $4 \cdot t_H$ ein, wenn zur Zeit $t = 0$ die Anzahl der radioaktiven Kerne n_0 beträgt!



Teil 2: Aufgaben aus der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung Mathematik

- a) Geben Sie folgenden Aufgaben (Angabe + Aufgabenstellung) in eigenen Worten wieder! Beziehen Sie dabei auch etwaige Tabellen mit ein und erläutern Sie die Begriffe, die für die Lösung des Beispiels bedeutsam sind! (z.B. Stichprobenumfang)
- b) Lösen Sie die Aufgaben anschließend!

1. Brillenträger(innen)

Die folgende Tabelle enthält Informationen über Geschlecht und Sehvermögen einer Gruppe von 200 Personen:

	Männer	Frauen	Summe
Brille	40	25	65
keine Brille	100	35	135
Summe	140	60	200

Aufgabenstellung:

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine zufällig ausgewählte Person mit Brille ein Mann ist?

$P(\text{Mann} \mid \text{Brille}) = \dots\dots\dots$

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein zufällig ausgewählter Mann Brillenträger ist?

$P(\text{Brille} \mid \text{Mann}) = \dots\dots\dots$

2. Konfidenzintervalle

Zwischen dem Stichprobenumfang und der Intervallbreite sowie der Wahrscheinlichkeit („Sicherheit“) eines Konfidenzintervalls besteht ein Zusammenhang.

Aufgabenstellung:

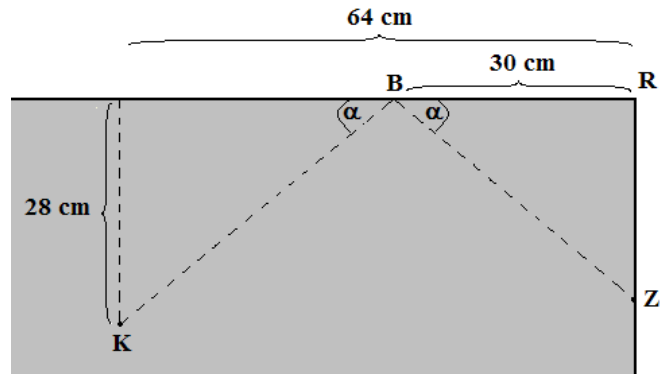
- (i) Wie wirkt sich (bei gleich bleibendem Stichprobenumfang n) eine Verringerung der Wahrscheinlichkeit γ auf die Intervallbreite 2ε aus?
- (ii) Wie wirkt sich (bei gleich bleibender Wahrscheinlichkeit γ) eine Vergrößerung der Intervallbreite 2ε auf den Stichprobenumfang n aus?

Teil 2: Aufgaben aus der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung Mathematik

- a) Geben Sie folgenden Aufgaben (Angabe + Aufgabenstellung) in eigenen Worten wieder! Beziehen Sie dabei auch etwaige Grafiken mit ein und gehen Sie besonders auf die Punkte ein, die für die Lösung des Beispiels bedeutsam sind!
- b) Lösen Sie die Aufgaben anschließend!

1. Billard

Die angegebene Zeichnung stellt einen Ausschnitt eines Billardtisches dar. Eine Billardkugel bewegt sich geradlinig vom Punkt K zum Punkt B und von dort geradlinig weiter zum Punkt Z.



Aufgabenstellung:

Berechnen Sie den Abstand zwischen Z und der rechten oberen Ecke R des Billardtisches! Runden Sie das Ergebnis auf Millimeter!

2. Schatten

Ein Immobilienmakler sucht eine schattige Wohnung in Wien und möchte wissen, ob die südseitig gelegene Terrasse einer von ihm besichtigten Wohnung auch im Sommer noch im Schatten des gegenüberliegenden Hauses liegt.

Im Internet findet er die Information, dass die Sonne am 21. Juni zu Mittag ihren Höchststand erreicht. Dieser beträgt in Wien ca. 65° .

Aufgabenstellung:

Geben Sie eine Formel an, mit der man (für den 21. Juni in Wien) die Länge s des Schattens eines Hauses mit der Höhe h berechnen kann!

Lösung: $s =$ _____

Teil 2: Aufgabe aus der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung Mathematik

- a) Geben Sie folgende Aufgabe (Angabe + Aufgabenstellung) in eigenen Worten wieder! Beziehen Sie dabei auch die Tabellen mit ein und erläutern Sie die Begriffe, die für die Lösung des Beispiels bedeutsam sind! (z.B. Tarifzone)
- b) Lösen Sie die Aufgabe anschließend!

Einkommenssteuer in Österreich

Zur Berechnung der Einkommensteuer wird das zu versteuernde Jahreseinkommen e nach bestimmten Tarifzonen in einzelne Einkommensteile zerlegt; von jedem dieser Einkommensteile ist ein bestimmter Prozentsatz als Steuer zu entrichten. Diesen Prozentsatz nennt man "Grenzsteuersatz" der jeweiligen Tarifzone (siehe Tabelle 1).

für Einkommensteile ...	gilt ein Grenzsteuersatz von ...
bis einschließlich 11 000 €	0%
ab 11 000 € bis einschließlich 25 000 €	36,5%
ab 25 000 € bis einschließlich 60 000 €	43,2143%
über 60 000 €	50%

Tabelle 1: Grenzsteuersätze

Aufgabenstellung:

Die für ein zu versteuerndes Jahreseinkommen von e zu entrichtende Einkommenssteuer st kann für jede Tarifzone nach einer bestimmten Formel berechnet werden. Tragen Sie die entsprechenden Formeln in die folgende Tabelle 2 ein!

Stufe	Einkommen e (in €)	Einkommensteuer st (in €)
0	$e \leq 11\,000$	$st = 0$
1	$11\,000 < e \leq 25\,000$	$st =$
2	$25\,000 < e \leq 60\,000$	$st =$
3	$e > 60\,000$	$st =$

Tabelle 2: Berechnung der Einkommensteuer

Teil 2: Aufgabe aus der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung Mathematik

- a) Geben Sie folgende Aufgabe (Angabe + Aufgabenstellung) in eigenen Worten wieder! Erläutern Sie die Begriffe, die für die Lösung des Beispiels bedeutsam sind! (z.B. Anstieg einer Geraden)
- b) Lösen Sie die Aufgabe anschließend!

Anstieg einer Geraden

Geraden werden in verschiedenen Kapiteln der Schulmathematik aus unterschiedlichen Blickwinkeln angesprochen bzw. behandelt. Insbesondere wird der Anstieg der Geraden auf recht unterschiedliche Arten beschrieben.

Aufgabenstellung:

Beschreiben Sie unterschiedliche Möglichkeiten, den Anstieg einer Geraden darzustellen und zeigen Sie Zusammenhänge zwischen diesen Darstellungen auf! Gehen Sie dabei insbesondere auf die Parameterdarstellung einer Geraden, auf die Steigung einer linearen Funktion sowie auf Steigungsangaben (Steigungswinkel und Angabe in Prozent) ein!

(Geben Sie jeweils eine allgemeine Erläuterung, ein konkretes Beispiel sowie eine illustrierende Skizze an!)

Teil 2: Aufgabe aus der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung Mathematik

- a) Geben Sie folgende Aufgabe (Angabe + Aufgabenstellung) in eigenen Worten wieder! Beziehen Sie dabei auch die Tabelle mit ein und erläutern Sie die Begriffe, die für die Lösung des Beispiels bedeutsam sind! (z.B. Verteilungsmaß)
- b) Lösen Sie die Aufgabe anschließend!

Nettojahreseinkommen

Die folgende Tabelle veranschaulicht die Verteilung der Nettojahreseinkommen der 2008 in Österreich unselbständig Erwerbstätigen (ohne Lehrlinge), das sind insgesamt 3,856.469 Personen.

	Verteilungsmaße des Nettojahreseinkommens der im Jahre 2008 in Österreich unselbständig Erwerbstätigen					
	10%	25%	50%	75%	90%	arithm. Mittel
	... der unselbständig Erwerbstätigen hatten 2008 ein Nettojahreseinkommen von weniger als Euro					
Frauen	1.724	6.491	14.009	20.541	28.175	14.979
Männer	3.403	13.629	21.066	28.926	40.578	23.337
Insgesamt	2.317	9.151	17.759	25.277	34.932	19.421

Quelle: Statistik Austria

Aufgabenstellung:

Ermitteln Sie die Anzahl der im Jahre 2008 in Österreich unselbständig erwerbstätigen Frauen bzw. Männer!

Lebenslauf

Persönliche Informationen

Name: Nina Steinhardt

Geburtsort: Wien

Staatsbürgerschaft: Österreich

Ausbildung

1996 - 2000 Volksschule Hebbelplatz 2, 1100 Wien

2000 - 2007 Bundesrealgymnasium Wien 10, Laaerbergstraße 25-29

2007 - 2008 Bundesrealgymnasium Wien 23, Draschestraße 90-92

Abschluss: AHS Matura mit ausgezeichnetem Erfolg

2008 Studium der Betriebswirtschaft an der Wirtschaftsuniversität Wien

Studienwechsel nach dem 1. Semester

2009 - 2013 Studium des Lehramtes Mathematik und Psychologie und Philosophie
an der Universität Wien