universität wien

Diplomarbeit

Mathematische Schulkenntnisse in Bezug auf intra- und extrapersonale Einflussgrößen

Eine empirische Untersuchung an MaturantInnen und PsychologiestudentInnen im Hinblick auf die mathematischen Anforderungen im Psychologiestudium

Verfasser

Otto Nuhsbaumer

Angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Oktober 2008

Studienkennzahl: A 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuerin: Mag. Dr. Karin Waldherr

Persönliches Vorwort

Zwischen der ersten Idee und dem letzten Satz dieser Diplomarbeit liegen mehr als acht Jahre, in denen das Ziel über weite Strecken für mich unerreichbar schien. Umso mehr freue ich mich, die Arbeit unter vereinten Kräften letztendlich doch abgeschlossen zu haben.

In der Überzeugung, dass Erfolge nie an einer Person zu messen sind, möchte ich an dieser Stelle allen Menschen, die mich in der langen Zeit meines Studiums und besonders während der Endphase in liebevoller Weise begleitet und unterstützt haben, von Herzen danken.

Mein spezieller Dank gilt Frau Mag. Dr. Karin Waldherr für die individuelle und hilfreiche Betreuung sowie für die rasche Korrektur dieser Arbeit.

Ebenso möchte ich mich bei Herrn MMag. Dr. Ivo Ponocny für seine wertvollen Anregungen während der Planungs- und Durchführungsphase bedanken.

Nicht zuletzt sei natürlich den zahlreichen SchülerInnen und StudentInnen für ihre Teilnahme an der Untersuchung sowie allen ProfessorInnen und DirektorInnen für die Ermöglichung der Erhebung an den Schulen ebenfalls gedankt.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit über mathematische Kenntnisse von MaturantInnen und PsychologiestudentInnen gründet sich auf der aus langjähriger Erfahrung intensiven Studentenlebens resultierenden, persönlichen Einschätzung des Autors, dass die statistische Ausbildung bzw. das Fach *Methodenlehre* für viele Studierende *die* Hürde im Rahmen des Psychologiestudiums darstellt, die es im ersten Studienabschnitt zu überwinden gilt. Wissenschaftlich untermauert wird diese aus unsystematischer Beobachtung studentischen Alltags aufgestellte Annahme durch eine Reihe empirischer Untersuchungen. DIEHL (1993, S. 18f) beispielsweise kommt zu dem Ergebnis, dass Statistiklehrveranstaltungen bei deutschen PsychologiestudentInnen im Vergleich zu anderen Lehrveranstaltungen des Studiums wenig beliebt sind und führt diesen Umstand auf Schwierigkeiten sowohl kognitiver als auch affektiver Art zurück; bei einem nicht unbedeutsamen Teil der Studierenden rufe die Methodenlehre sogar aversive Reaktionen hervor.

Für Lehrende an den methodischen Abteilungen der Universitäten ist es von erheblichem Interesse, welche mathematischen Vorkenntnisse Studierende aus der Schule tatsächlich mitbringen. Neben anderen betont etwa HASTINGS (1983, S. 221) die Bedeutung mathematischen Vorwissens für das Erlernen und Verstehen statistischer Konzepte. Keinesfalls kann und soll dies allerdings heißen, dass es Aufgabe der Universitäten wäre, etwaige grobe Defizite der StudentInnen aus Inhalten des schulischen Lehrplans im Rahmen des Studiums auszugleichen. Dennoch stellt dieser Informationsaspekt für die universitäre Lehre selbst – nämlich die Beantwortung der Frage, mit welchem mathematischen Wissen die PsychologiestudentInnen auf die Universität kommen – eines der Hauptmotive für die Entstehung der vorliegenden Arbeit dar.

Zunächst soll im ersten Kapitel eine Zusammenschau über allgemeine Bildungs- und Lehrziele des Mathematikunterrichts in die „Welt der Mathematik“ einführen. Daran anschließend wird die vieldiskutierte Evaluationsstudie *PISA* im Überblick vorgestellt; der Fokus wird dabei auf die Ergebnisse der österreichischen SchülerInnen bezüglich ihrer mathematischen Kenntnisse und Fähigkeiten gelegt. Der theoretische Teil der Arbeit schließt mit der Erörterung unterschiedlicher wissenschaftlicher Ansätze und Theorien zum Einfluss intra- und extrapersonaler Faktoren auf Leistung im Allgemeinen sowie speziell auf mathematische Leistung.

Die ab Kapitel 4 beschriebene, empirisch durchgeführte Untersuchung lehnt sich an jene von HEILMANN (1999) an; bei letzterer wurden Unterschiede verschiedener Persönlichkeits- und Umweltfaktoren zwischen TeilnehmerInnen bzw. SiegerInnen am deutschen Bundeswettbewerb für Mathematik sowie einer repräsentativen Stichprobe von MaturantInnen statistisch geprüft. In der vorliegenden Arbeit soll nun die Population aus MaturantInnen der AHS und PsychologiestudentInnen – unterteilt in drei mathematische Leistungsgruppen – in Bezug auf mehrere personale Einflussfaktoren getestet werden. Leistungsmotivation in ihren verschiedenen Facetten einerseits sowie Einflüssen durch Eltern und Familie andererseits werden dabei zentrale Bedeutung beigemessen. Die Datenerhebung erfolgt durch Vorgabe eines eigens für die Untersuchung erstellten Persönlichkeitsfragebogens sowie 14 mathematischer Aufgaben. Es gilt zu prüfen, ob sich die drei mathematischen Leistungsgruppen hinsichtlich ihrer Ausprägung in den verschiedenen Einflussfaktoren signifikant unterscheiden. Darüber hinaus werden die Ergebnisse aus den Mathematikaufgaben deskriptiv-statistisch dargestellt. Das letzte Kapitel ist der Interpretation und Diskussion der Ergebnisse gewidmet.

1. Ziele des Mathematikunterrichts

Wer sich mit dem Mathematikunterricht beschäftigt, muss sich in erster Linie überlegen, warum Mathematik überhaupt gelehrt wird bzw. was man im oder mit dem Mathematikunterricht eigentlich erreichen will (REICHEL, 1998, S. 104ff). Dieser Frage soll im vorliegenden ersten Kapitel dieser Arbeit durch einen kurzen Einblick in Theorie und Ziele des Lehrplans der Allgemeinbildenden Höheren Schule sowie einen „Ausflug“ in die Welt der Mathematik jenseits von Zahlen, Rechenoperationen und Faktenwissen nachgegangen werden. Erst an diese allgemeinen Ziele des Lehrplans schließt der zweite, wenn auch nicht weniger bedeutsame Aspekt der konkreten Lehrinhalte an – verbunden mit der Frage, was im Mathematikunterricht erreicht werden *kann*. Die Auffassung, welche mathematischen Inhalte für den Unterricht sowohl sinnvoll, als auch zumutbar sind, unterliegt im Laufe der Zeit stetiger Veränderung. Stoffgebiete, die etwa Anfang des 20. Jahrhunderts unter „Höherer Mathematik“ als Überforderung für die SchülerInnen interpretiert wurden, später aber dennoch Einzug in den Lehrplan fanden (wie beispielsweise die Differentialrechnung), werden heute als selbstverständlich angesehen. Nach REICHEL (1998, S. 104) stellt die erste Frage, mit welchem Ziel Mathematik überhaupt unterrichtet wird, ein normatives Problem dar, das es unabhängig vom „Zeitgeist“ abzuhandeln gilt.

1.1. Der Lehrplan

Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts wird dem Mathematikunterricht die „im allgemeinen wichtige Aufgabe“ beigemessen, „an der Ausbildung des Denkvermögens der Schüler mitzuwirken, sie zur Betätigung eines selbständigen Urteils anzuleiten, das Verständnis der Naturgesetze zu erleichtern und nicht in geringerem Maße als jeder andere Unterrichtszweig den sprachrichtigen, klaren Ausdruck der Gedanken zu fördern“ (K.K. MINISTERIUM FÜR KULTUS UND UNTERRICHT, 1913, S. 179) – Ziele, die in den heutigen Lehrplänen inhaltlich nach wie vor verankert, wenn auch weit differenzierter ausgeführt sind.

Nach dem aktuellen Lehrplan der AHS-Oberstufe des BUNDESMINISTERIUMS FÜR UNTERRICHT, KUNST UND KULTUR wird zwischen „Mathematischen Kompetenzen“, „Aspekten der Mathematik“ sowie „Beiträgen zu Bildungsbereichen“ unterschieden (2004, S. 1f). Die mathematische Beschreibung von Strukturen und Prozessen der uns umgebenden Welt, die daraus resultierende vertiefte Einsicht in Zusammenhänge und das Lösen von Problemen durch mathematische Verfahren und Techniken sind dabei zentrale Anliegen des Mathematikunterrichts. Folgende Ausführung stellt die allgemeine Bildungs- und Lehraufgabe des Mathematikunterrichts dar; einzelne Stoffgebiete sowie deren konkrete Lehr- und Lernziele werden hier nur exemplarisch, im Zuge der „Mathematischen Kompetenzen“ erwähnt, bleiben im Detail aber unberücksichtigt. Da die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte empirische Untersuchung ausschließlich auf mathematischen Kenntnissen von Personen knapp vor bzw. nach der Matura beruht, beschränkt sich die Vorstellung des Lehrplans an dieser Stelle auf den der AHS-Oberstufe.

1.1.1. Mathematische Kompetenzen

Der Mathematikunterricht soll einen wesentlichen Beitrag leisten, dass SchülerInnen ihrer Verantwortung für lebensbegleitendes Lernen besser nachkommen können. Dies geschieht vor allem durch die Erziehung zu analytisch-folgerichtigem Denken und durch die Vermittlung von mathematischen Kompetenzen, die für viele Lebensbereiche grundlegende Bedeutung haben. Folgende Kompetenzen gilt es zu differenzieren:

- Kompetenzen, die sich auf *Kenntnisse* beziehen, äußern sich im Vertrautsein mit mathematischen Inhalten aus den Bereichen Zahlen, Algebra, Analysis, Geometrie und Stochastik.

- Kompetenzen, die sich auf *Begriffe* beziehen, äußern sich in der Fähigkeit, mathematische Begriffe mit adäquaten Grundvorstellungen zu verknüpfen. Die SchülerInnen sollen Mathematik als spezifische Sprache zur Beschreibung von Strukturen und Mustern, zur Erfassung von Quantifizierbarem und logischen Beziehungen sowie zur Untersuchung von Naturphänomenen erkennen.

- Kompetenzen, die sich auf *mathematische Fertigkeiten und Fähigkeiten* beziehen, äußern sich im Ausführen der folgenden mathematischen Aktivitäten:

    - *Darstellend - interpretierendes Arbeiten* umfasst alle Aktivitäten, die mit der Übersetzung von Situationen, Zuständen und Prozessen aus der Alltagssprache in die Sprache der Mathematik und zurück zu tun haben; auch der innermathematische Wechsel von Darstellungsformen gehört zu diesen Aktivitäten.

- Unter *formal - operativem Arbeiten* sind alle Aktivitäten zu verstehen, die auf Kalkülen bzw. Algorithmen beruhen, die das Anwenden von Verfahren, Rechenmethoden oder Techniken erfordern.
- *Experimentell - heuristisches Arbeiten* wird für alle Aktivitäten benötigt, die etwa mit zielgerichtetem Suchen nach Gesetzmäßigkeiten, mit Variation von Parametern oder dem Aufstellen von induktiv gewonnenen Vermutungen zu tun haben; auch das Ausführen von Simulationen, das Untersuchen von Grenz- und Spezialfällen sowie das Übergehen zu Verallgemeinerungen gehören in der experimentellen Phase zu diesen Aktivitäten.
- *Kritisch - argumentatives Arbeiten* ist bei allen Aktivitäten gefordert, die mit Argumentieren, Hinterfragen, Ausloten von Grenzen und Begründen zu tun haben; das Beweisen heuristisch gewonnener Vermutungen ist ein Schwerpunkt dieses Tätigkeitsbereichs.

(vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT, KUNST UND KULTUR, 2004, S. 1)

1.1.2. Aspekte der Mathematik

Beim Erwerben der verschiedenen, eben vorgestellten Kompetenzen ist es Ziel, dass die SchülerInnen Mathematik unter den vielfältigen, im Folgenden angeführten Aspekten erfahren lernen.

- Dem *schöpferisch - kreativen Aspekt* nach versteht sich Mathematik als eine Schulung des Denkens, in der Arbeitstechniken vermittelt, Strategien aufgebaut, Phantasie angeregt und Kreativität gefördert werden.

- Unter dem *sprachlichen Aspekt* ist Mathematik als ein elaboriertes Begriffsnetz, ein ständiges Bemühen um exakten Ausdruck zu verstehen, in dem die Fähigkeit zum Argumentieren, Kritisieren und Urteilen entwickelt sowie die sprachliche Ausdrucksfähigkeit sensibilisiert werden.

- Der *erkenntnistheoretische Aspekt* von Mathematik erklärt diese als eine spezielle Form der Erfassung unserer Erfahrungswelt; sie ist eine spezifische Art, die Erscheinungen der Welt wahrzunehmen und durch Abstraktion zu verstehen; Mathematisierung eines realen Phänomens kann die Alltagserfahrung wesentlich vertiefen.

- Dem *pragmatisch - anwendungsorientierten Aspekt* nach ist Mathematik ein nützliches Werkzeug und Methodenreservoir für viele Disziplinen und Voraussetzung für viele Studien bzw. Berufsfelder.

- Unter dem *autonomen Aspekt* bilden mathematische Gegenstände und Sachverhalte als geistige Schöpfungen eine deduktiv geordnete Welt eigener Art, in der Aussagen – von festgelegten Prämissen ausgehend – stringent abgeleitet werden können; Mathematik befähigt damit, dem eigenen Denken mehr zu vertrauen als fremden Meinungsmachern und fördert so den demokratischen Prozess.

- Mit dem *kulturell - historischer Aspekt* von Mathematik ist die maßgebliche Rolle mathematischer Erkenntnisse und Leistungen in der Entwicklung des europäischen Kultur- und Geisteslebens gemeint, die Mathematik zu einem unverzichtbaren Bestandteil der Allgemeinbildung macht.

(vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT, KUNST UND KULTUR, 2004, S. 1f)

1.1.3. Beiträge zu Bildungsbereichen

Dem Konzept des Mathematikunterrichts nach soll dieser einen relevanten Beitrag zur Entwicklung der SchülerInnen in den unterschiedlichsten Bildungsbereichen leisten.

- *Sprache und Kommunikation:* Mathematik ergänzt und erweitert die Umgangssprache vor allem durch ihre Symbole und ihre Darstellungen, sie präzisiert Aussagen und verdichtet sie; neben der Muttersprache und den Fremdsprachen wird Mathematik so zu einer weiteren Art von Sprache.

- *Mensch und Gesellschaft:* Der Unterricht soll aufzeigen, dass Mathematik in vielen Bereichen des Lebens (Finanzwirtschaft, Soziologie, Medizin usw.) eine wichtige Rolle spielt.

- *Natur und Technik:* Viele Naturphänomene lassen sich mit Hilfe der Mathematik adäquat beschreiben und damit auch verstehen; die Mathematik stellt eine Fülle von Lösungsmethoden zur Verfügung, mit denen Probleme bearbeitbar werden.

- *Kreativität und Gestaltung:* Mathematik besitzt neben der deduktiven auch eine induktive Seite; vor allem das Experimentieren an neuen Aufgabenstellungen und Problemen macht diese Seite sichtbar, bei der Kreativität und Einfallsreichtum gefördert werden.

- *Gesundheit und Bewegung:* Durch die Bearbeitung mathematisch beschreibbarer Phänomene aus dem Gesundheitswesen und dem Sport können Beiträge zu diesem Bildungsbereich geleistet werden.

(vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT, KUNST UND KULTUR, 2004, S. 2)

1.2. Mathematik jenseits des Rechnens

Seit Plato schon spielt die Mathematik eine auch erzieherische Rolle, und seit rund 200 Jahren wird mit wechselnden Theorien immer wieder verheißen, man könne mit Mathematik mehr als bloßes Wissen, Fertigkeiten und diszipliniertes Verhalten transportieren. Selbst schwache oder auch uninteressierte SchülerInnen werden durch den über Jahre – mehrere Stunden pro Woche – dauernden Mathematikunterricht spezifisch beeinflusst, und zwar jenseits der rein fachlichen Fertigkeiten (vgl. REICHEL, 2000b, S. 517f). Diesbezügliche wissenschaftliche Erkenntnisse liegen allerdings weitestgehend im Dunkel und bleiben – jedenfalls in der pädagogischen Literatur – meist eher allgemein.

Jeder Unterricht, so auch der Mathematikunterricht, hat sicherlich auch die Aufgabe, die SchülerInnen auf das spätere „Leben" vorzubereiten. Was das aber bedeutet und welche konkreten Forderungen das künftige (Berufs-) Leben der heutigen SchülerInnen stellen wird, ist umso unschärfer, je komplexer die Gesellschaft ist. Selbstverständlich soll man im Mathematikunterricht auch elementares Rechnen lernen, etwa Prozentrechnen, Tabellen und Skizzen deuten und selbst anfertigen oder statistische Aussagen kritisch lesen können. Auch die Handhabung von Taschenrechnern und Computern gehören zu den Kulturtechniken von heute, ohne die man in Zukunft nicht auskommen wird. Dennoch ist es darüber hinaus Aufgabe des Mathematikunterrichts, seinen individuellen Beitrag zu leisten, urteilende Menschen heranzubilden, Menschen, die ihre Handlungen aus Denkkraft, Einsicht und Überblick ableiten und verantworten, Menschen, die sich nicht damit begnügen, fremdbestimmte Verfahren auszuführen und ihre Befriedigung aus der mehr oder minder ordentlichen Durchführung derselben ableiten (vgl. REICHEL, 1998, S. 105).

Welchen Beitrag Mathematik in der Reihe verschiedener Unterrichtsfächer zur Allgemeinbildung leistet, formuliert REICHEL (1998) so:

> Die Allgemeinbildenden höheren Schulen sind sicherlich nicht primär dazu da, Scheckausfüllen, Autofahren, Streitkultur, Medienumgang zu lehren oder Sexualprobleme zu diskutieren, kurz: Anweisungen für das sogenannte Alltagsleben zu geben. Der Grund, warum stattdessen Literatur, Geschichte, Latein, Naturwissenschaften, Religion/Ethik oder eben Mathematik gelehrt wird, liegt darin, dass jeder dieser Gegenstände mit seinen typischen Sichtweisen und Abstraktionen die sogenannte Allgemeinbildung erst ausmacht, auf der alles andere sinnvoll fußen soll. Jedes Problem, angefangen vom Waldsterben, über die Volkswirtschaft, den Europagedanken, den Nationsbegriff bis hin zur AIDS-Problematik kann ja entweder historisch, juridisch, ökonomisch, physiologisch, biologisch oder soziologisch gedeutet und behandelt werden, und neben anderem eben auch unter Anwendung der mathematisch-statistischen „Brille“. Keine der angeführten Sichtweisen erfasst das Ganze, aber das Ganze kann nicht ohne Behandlung auf diesen einzelnen Abstraktionsstufen erkannt werden. Freilich muss aber jeweils deutlich werden, dass eine und welche Sichtweise eingenommen wird, und welche „Beschneidungen“ und Einseitigkeiten dabei auftreten können. (S. 106)

Für Lehrende bedeutet dies konkret, den Unterricht stets in dem Bewusstsein zu gestalten, dass Bildung *durch* Mathematik bzw. die Entwicklung mathematikspezifischer Fähig- und Fertigkeiten, die über das Faktenwissen hinausreichen, Aufgabe des Mathematikunterrichts sind, und sich nicht mit der Vermittlung von Mathematik im Sinne einer „oberflächlichen, leicht abprüfbaren Weltsicht mit ein paar Zahlen garniert“ zu begnügen (REICHEL, 2000a, S. 9f). Auf einige dieser Bildungsziele des Mathematikunterrichts, die „jenseits des Rechnens“ liegen soll nun noch näher eingegangen werden.

Mithilfe von Begriffen und Modellen gewinnt der Mensch durch Verallgemeinerungen erst die Möglichkeit, bestimmte Phänomene zu verstehen, über vergangene Erfahrungen zu reflektieren und künftige Handlungsweisen zu planen. Die Mathematik stellt nun ein für viele Situationen geeignetes System von Begriffen und Beziehungen zur Verfügung, das zur Erfassung der Umwelt und zur möglichst klaren Kommunikation eine große Hilfe bieten kann. Die Arbeitsweisen der Mathematik verlangen dabei in besonderem Maße die Fähigkeit des Abstrahierens, gedanklichen Ordnens und Strukturierens (vgl. GRAUMANN, 1998, S. 47f). In diesem Zusammenhang spricht REICHEL (2000a, S. 7) vom Aufbau einer formal-wissenschaftlichen Haltung, die zwar konkretes mathematisches sowie allgemein naturwissenschaftliches Wissen voraussetze, daraus aber nicht bestehe. Zum Beitrag der Mathematik bezüglich sprachlicher Entwicklung gibt REICHEL (2000a, S. 11) das „schrittweise Exaktifizieren unscharfer Alltagsbegriffe“ an und nennt als Beispiel die Frage nach der „Mitte eines Dreiecks“, die es genauer zu definieren gilt. (Kann etwa der Umkreismittelpunkt eines Dreiecks, der auch außerhalb des Dreiecks liegen kann, als dessen „Mitte“ bezeichnet werden?) Für REICHEL (2000a, S. 14f) können die Weckung von *Neugier* sowie die Gewinnung *rationaler Distanziertheit* ebenfalls durch den Mathematikunterricht gefördert und anhand konkreter mathematischer Aufgaben auch veranschaulicht werden. Rationale Distanziertheit meint dabei die Fähigkeit, sich mit Problemen auseinanderzusetzen, die über die eigene Lebenswelt hinausgehen, zu denen man keinen direkten persönlichen Bezug herstellen kann. Diese rein spekulativen, theoretischen Fragen seien charakteristisch für wissenschaftliches Arbeiten im Sinne der Geisteswissenschaften, das die Mathematik unter allen Schulfächern in besonderer Weise betreibe.

Zusammenfassend können drei Dimensionen der Mathematik dargestellt werden. Zum ersten liefert sie ein Handwerkszeug für bestimmte Probleme (pragmatische Dimension), zum zweiten Begriffe, Zusammenhänge und Strukturen, mit denen wir viele Zustände und Abläufe der Welt besser verstehen können

(Aufklärungsdimension) und zum dritten fördert die Beschäftigung mit Mathematik bestimmte Denkweisen (Persönlichkeitsdimension), mit denen wir unsere Welt besser erfassen und Probleme effizienter lösen können. Insbesondere sind hierbei die Fähigkeiten des Abstrahierens, Ordnens, Strukturierens und Systematisierens als wesentliche Charakteristika der Mathematik zu nennen. Mathematik erfordert dabei nicht nur lineares und algorithmisches Denken, sondern stellt ein weites Feld für die Erforschung von Zusammenhängen und funktionalen Abhängigkeiten in verschiedensten Bereichen dar. Ein derart kreatives, suchendes und vernetztes Denken – unter Berücksichtigung mehrerer Perspektiven – wird aufgrund immer komplexerer Systeme in Ökologie und Ökonomie mehr und mehr von Relevanz (vgl. GRAUMANN, 1998, S. 48f).

2. Die PISA-Studie

PISA (*Program for International Students Assessment*) bezeichnet eine international angelegte, 1996 initiierte und 1998 gestartete Evaluationsstudie auf dem Gebiet der pädagogischen Forschung, die ein gemeinsames Projekt der Staaten der OECD (*Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung*) darstellt. Im Rahmen von PISA arbeiten die Regierungen der OECD-Länder daran, die an Schulleistungen gemessenen Ergebnisse ihrer Bildungssysteme in regelmäßigen Abständen und innerhalb eines gemeinsamen, international vereinbarten Rahmens zu bewerten. Dadurch soll eine neue Basis für den bildungspolitischen Dialog und die Zusammenarbeit bei der Definition und Operationalisierung von Bildungszielen geschaffen werden. In die als Kooperationsprojekt angelegte PISA-Studie fließen wissenschaftliche Fachkenntnisse aus allen teilnehmenden Staaten ein. Der Einsatz internationaler Expertengruppen soll dabei gewährleisten, dass die im Rahmen von PISA eingesetzten Instrumente zur Leistungsmessung international valide sind, dem kulturellen und curricularen Kontext aller beteiligten Länder Rechnung tragen, eine realistische Basis für die Messung darstellen und den Schwerpunkt auf bildungspolitische Relevanz legen. PISA versteht sich dabei als fortlaufendes, längsschnittlich angelegtes Programm, das eine langfristige Beobachtung von Entwicklungstrends im Wissens- und Kompetenzbestand von SchülerInnen aus den verschiedenen Ländern und unterschiedlichen demografischen Untergruppen erlaubt. Da es ein Ziel von PISA ist, den kumulativen Ertrag von Bildungssystemen gegen Ende der Pflichtschulzeit zu erfassen, wird die Untersuchung an 15-/16-jährigen SchülerInnen der Allgemeinbildenden und Berufsbildenden Schulen durchgeführt. In jeder Erhebungswelle wird einer von drei zentralen

Fachbereichen detailliert untersucht, während die anderen beiden in kleinerem Umfang miterhoben werden. Diese „Hauptdomäne“ war im Jahr 2000 die Lesekompetenz, im Jahr 2003 die Mathematik-Kompetenz und im Jahr 2006 die Naturwissenschafts-Kompetenz. In Zukunft finden weiterhin im Drei-Jahres-Zyklus Erhebungen statt, die alle neun Jahre eine ausführliche Leistungsanalyse und alle drei Jahre ein „Check-up“ der jeweiligen drei Grundkompetenzen ermöglichen. Die Festlegung der Testinhalte beruht auf einem dynamischen Modell des lebenslangen, lebensbegleitenden Lernens. Folglich decken die Testaufgaben von PISA nicht nur die im Lehrplan vorgesehenen Stoffgebiete ab, sondern auch wesentliche Kenntnisse und Fähigkeiten, die als Voraussetzung für erfolgreiches Lernen im späteren Leben bewertet werden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Beherrschung von fächerübergreifenden Kompetenzen sowie auf der Fähigkeit, innerhalb eines Kompetenzbereiches aufgrund nachhaltig vernetzten Wissens mit unterschiedlichen, praxisbezogenen Situationen und Problemen umgehen zu können. Dieser Fokus auf den Bezug zur Praxis wird auch als Begründung für die Auswahl der drei Fachkompetenzen (Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften) angegeben, die für das alltägliche, gesellschaftliche Leben von besonderer Relevanz seien (vgl. HAIDER & REITER, 2004, S. 10ff).

Die Testungen selbst werden in jedem teilnehmenden Land an einer Stichprobe von mindestens 4500 SchülerInnen durchgeführt; die Auswahl der Schulen erfolgt dabei mittels Zufallsprinzip. Zum Einsatz kommt eine Reihe eigens für die jeweils aktuelle Erhebung erstellter Aufgaben, die einer Testdauer von sieben bis acht Stunden entsprechen. Die einzelnen SchülerInnen bearbeiten über eine Testzeit von zwei Stunden jeweils unterschiedliche Kombinationen aus diesem Itempool. Der als *Papier-und-Bleistift-Test* angelegten Messung der Grundkompetenzen folgt die Beantwortung eines Fragebogens zur eigenen Person sowie zu persönlichen Erfahrungen aus Schule und Familie. Die Tests bestehen aus einer Mischung von

Multiple-Choice-Aufgaben sowie Items, für die die SchülerInnen eigene, offene Antworten ausarbeiten müssen. (Für den Bereich der Mathematik-Kompetenz sind im folgenden Kapitel 2.1. vier Aufgaben beispielhaft angeführt.) Die Ergebnisse der Tests und Befragungen werden im internationalen Vergleich von der OECD selbst veröffentlicht; Berichte mit Profilen der Kenntnisse und Fähigkeiten sowie kontextbezogenen Indikatoren über einen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen und persönlichen Merkmalen der SchülerInnen des jeweils eigenen Landes, liefern die nationalen Projektzentren (vgl. HAIDER & REITER, 2004, S. 17).

2.1. PISA 2003

In PISA 2003 stellte die Mathematik-Kompetenz die Hauptdomäne dar, was bedeutet, dass die Leistungen der SchülerInnen in diesem Bereich besonders umfangreich und differenziert untersucht wurden. Zwei Drittel aller Testaufgaben waren der Mathematik gewidmet. Neben den anderen beiden Kompetenzbereichen Lesen und Naturwissenschaft wurde in PISA 2003 ein weiterer Fachbereich, nämlich Problemlöse-Kompetenz, ergänzend erhoben. In Österreich setzte sich die Stichprobe aus insgesamt knapp 4600 SchülerInnen zusammen. Die folgende Abhandlung beschränkt sich auf Konzept- und Ergebnisdarstellung der Mathematik-Kompetenz mit Fokus auf Österreich. Eine umfassende Information über die gesamte Studie gibt etwa das ZVB – PROJEKTZENTRUM FÜR VERGLEICHENDE BILDUNGSFORSCHUNG (2007).

Nach Auffassung der OECD ist Mathematik-Kompetenz „die Fähigkeit einer Person, die Rolle zu erkennen und zu verstehen, die die Mathematik in der Welt spielt, fundierte mathematische Urteile abzugeben und sich auf eine Weise mit der

Mathematik zu befassen, die den Anforderungen des gegenwärtigen und künftigen Lebens dieser Person als konstruktivem, engagiertem und reflektiertem Bürger entspricht“ (HAIDER & REITER, 2004, S. 24). Hinsichtlich dieser Fachkompetenz wird zwischen mathematischen *Inhalten*, *Prozessen* und *Situationen* unterschieden (HAIDER & REITER, 2004, S. 24):

- *Inhalt der Mathematik:* Der Inhalt dieses Kompetenzbereichs ist durch vier Leitideen, die als essentielle Bestandteile der Mathematik gelten, organisiert: *„Größen“* (Erkennen numerischer Muster, Anwenden von Zahlen zur Darstellung von Mengen, Verarbeiten und Verstehen von Zahlen etc.), *„Raum und Form“* (Kenntnisse über Proportionen von Objekten und deren relative Positionen, Verstehen der Zusammenhänge zwischen geometrischen Formen und Bildern etc.), *„Veränderung und Zusammenhänge“* (Erkennen von Veränderungsprozessen und Zusammenhängen in unterschiedlichen mathematischen Darstellungsformen und das Übersetzen von einer Darstellungsform in eine andere etc.) und *„Unsicherheit“* oder *„Ungewissheit“* (Sammeln, Analysieren und Darstellen von Daten, Wahrscheinlichkeit und Schlussfolgerung). Da bei der Erhebung 2003 der Schwerpunkt auf die Mathematik-Kompetenz gelegt wurde, sind die Leistungen der SchülerInnen in diesem Bereich nicht nur auf einer Gesamt-Leistungsskala dargestellt, sondern darüber hinaus nach den eben genannten vier Leitideen in Form von Subskalen differenziert.

- *Mathematische Prozesse:* Als charakteristische mathematische Prozesse, die bei der Lösung von Aufgaben benötigt werden, gelten: *Denken und Schlussfolgern; Argumentieren; Kommunizieren; Modellbildung; Probleme formulieren und lösen; Repräsentieren; Anwenden symbolischer, formaler und technischer Sprache; Anwenden von Hilfsmitteln*. Es wird davon ausgegangen, dass diese Prozesse von den SchülerInnen bei der Lösung von Mathematik-Aufgaben in unterschiedlichen Ausprägungsstufen vollzogen werden. Jeder der acht mathematischen Prozesse wird in drei aufeinander aufbauende Kompetenz-Cluster unterteilt: *Reproduktionscluster* (Reproduzieren von praktiziertem Material und Ausführen von Routine-Operationen), *Beziehungscluster* (Integration, Verbindung und geringe Erweiterung von praktiziertem Material bzw. Lehrstoff) und *Reflexionscluster* (fortgeschrittenes logisches Denken, Argumentation, Abstraktion, Verallgemeinerung und Übertragung auf neue Kontexte).

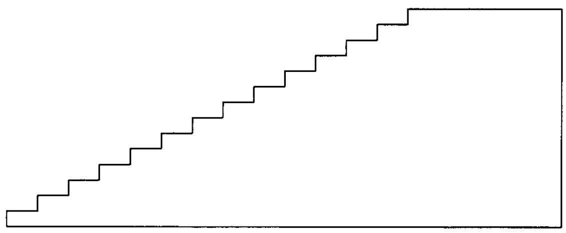
- *Situationen:* PISA-Mathematikaufgaben werden in den Kontexten *persönliches* Umfeld, *erzieherisches/berufliches* Umfeld, *öffentliches* Umfeld und *wissenschaftliches* Umfeld dargeboten.

Bei der Erstellung der mathematischen Aufgaben wird einerseits jedes einzelne Beispiel einer der vier mathematischen Inhaltsgruppen, andererseits jede zu beantwortende Frage einer von sechs Kompetenzklassen zugeordnet. Im Folgenden werden vier Aufgaben exemplarisch vorgestellt, die jeweils einer anderen Inhaltsgruppe entstammen:

Die „Treppen-Aufgabe“ ist der Gruppe *„Raum und Form“* entnommen und wird mit Kompetenzklasse 1 bewertet; sie zählt somit zu den einfachsten Aufgaben:

Beispiel „TREPPE“

Die folgende Abbildung zeigt eine Treppe mit 14 Stufen und einer Gesamthöhe von 252 cm:



Wie hoch ist jede der 14 Stufen? Höhe: .... cm.

Die „Wechselkurs-Aufgabe“ zählt zur Subskala *„Größen“*. Die Fragen 1 und 2 gehören der Kompetenzklasse 1 an, die Frage 3 der Kompetenzklasse 3:

Beispiel „WECHSELKURS

Mei-Ling aus Singapur wollte für 3 Monate als Austauschstudentin nach Südafrika gehen. Sie musste einige Singapur Dollar (SGD) in Südafrikanische Rand (ZAR) wechseln.

Frage 1:
Mei-Ling fand folgenden Wechselkurs zwischen Singapur Dollar und Südafrikanischen Rand heraus: 1 SGD = 4,2 ZAR
Mei-Ling wechselte zu diesem Wechselkurs 3000 Singapur Dollar in Südafrikanische Rand.

Wie viele Südafrikanische Rand hat Mei-Ling erhalten?

Frage 2:
Bei ihrer Rückkehr nach Singapur 3 Monate später hatte Mei-Ling 3900 ZAR übrig.
Sie wechselte diese in Singapur Dollar zurück, wobei sie bemerkte, dass sich der Wechselkurs geändert hatte: 1 SGD = 4,0 ZAR

Wie viele Singapur Dollar hat erhalten?

Frage 3:
Während dieser 3 Monate hat sich der Wechselkurs von 4,2 auf 4,0 ZAR pro SGD geändert.

War es zum Vorteil von Mei-Ling, dass der Wechselkurs bei ihrer Rückkehr 4,0 ZAR statt 4,2 ZAR betrug, als sie ihre Südafrikanischen Rand in Singapur Dollar zurückwechselte?
Erkläre deine Antwort.

Das Beispiel „Herzschlag“ gehört zur Gruppe „*Veränderung und Zusammenhänge“.*

Frage 1 und Frage 2 sind jeweils Items der Kompetenzklasse 2:

Beispiel „HERZSCHLAG“

Aus gesundheitlichen Gründen sollten die Menschen ihre Anstrengungen, zum Beispiel im Sport, begrenzen, um eine gewisse Herzfrequenz nicht zu überschreiten. Lange Zeit wurde der Zusammenhang zwischen der empfohlenen maximalen Herzfrequenz einer Person und dem Alter der Person durch die folgende Formel beschrieben:

Empfohlene maximale Herzfrequenz = 220 – Alter

Jüngste Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Formel ein wenig verändert werden sollte. Die neue Formel lautet wie folgt:

Empfohlene maximale Herzfrequenz = 208 – (0,7· Alter)

Frage 1:
In einem Zeitungsartikel hieß es: „Ein Ergebnis der Anwendung der neuen Formel an Stelle der alten ist, dass die empfohlene maximale Anzahl der Herzschläge pro Minute für junge Leute leicht abnimmt und für alte Leute leicht zunimmt."

Ab welchem Alter nimmt die empfohlene maximale Herzfrequenz durch die Einführung der neuen Formel zu? Gib deinen Lösungsweg an.

Frage 2:
Die Formel *Empfohlene maximale Herzfrequenz = 208 – (0,7· Alter)* wird auch verwendet, um zu bestimmen, wann körperliches Training am wirksamsten ist. Untersuchungen haben gezeigt, dass körperliches Training am wirksamsten ist, wenn der Herzschlag bei 80% der empfohlenen maximalen Herzfrequenz liegt.

Schreib eine Formel für die Berechnung der Herzfrequenz für das wirksamste körperliche Training in Abhängigkeit vom Alter auf.

Das „Erdbeben-Beispiel“ wird der mathematischen Inhaltsgruppe „*Unsicherheit*“ zugeordnet und mit Kompetenzklasse 3 bewertet:

> Beispiel „ERDBEBEN“
> Ein Dokumentarfilm über Erdbeben und darüber, wie oft Erdbeben auftreten, wurde gesendet. Er enthielt eine Diskussion über die Vorhersagbarkeit von Erdbeben.
>
> Ein Geologe erklärte: „In den nächsten zwanzig Jahren liegt die Wahrscheinlichkeit, dass in Zedstadt ein Erdbeben auftritt, bei zwei zu drei.“
>
> Welche der folgenden Aussagen gibt die Bedeutung *der Aussage des Geologen* am besten wieder?
>
> A $\frac{2}{3} \cdot 20 = 13{,}3$ deshalb wird es in 13 bis 14 Jahren von jetzt an gerechnet in Zedstadt ein Erdbeben geben.
>
> B $\frac{2}{3}$ ist mehr als $\frac{1}{2}$, deshalb kann man sicher sein, dass es in Zedstadt irgendwann während der nächsten 20 Jahre ein Erdbeben geben wird.
>
> C Die Wahrscheinlichkeit, dass es in Zedstadt irgendwann während der nächsten 20 Jahre ein Erdbeben geben wird, ist höher als die Wahrscheinlichkeit für kein Erdbeben.
>
> D Man kann nicht sagen, was passieren wird, weil niemand sicher sein kann, wann ein Erdbeben auftritt.

Alle vier ausgewählten Aufgaben entstammen der „Sammlung aller freigegebenen PISA – Mathematik – Aufgaben“ (ZVB – PROJEKTZENTRUM FÜR VERGLEICHENDE BILDUNGSFORSCHUNG, 2007). Aufgaben der Kompetenzklassen vier, fünf und sechs dürften anscheinend nicht veröffentlicht worden sein.

2.1.1. Ergebnisse

Zur Darstellung der Ergebnisse von PISA 2003 bedarf es vorab kurzer, grundlegender Erläuterungen. Analog zu den sechs Kompetenzklassen der einzelnen Items wird jeder Schülerin / jedem Schüler in Abhängigkeit der individuellen Testleistung eine von sechs Leistungsstufen zugeschrieben. Die internationale „PISA-Skala“ wurde hinsichtlich der Mathematik-Kompetenz so angelegt, dass der OECD-Mittelwert bei „500“ liegt und die Standardabweichung jeweils 100 Punkte beträgt. Folglich haben zwei Drittel aller TestteilnehmerInnen Mathematikscores zwischen 400 und 600 Punkten (vgl. HAIDER & REITER, 2004, S. 17).

Die 15-/16-jährigen österreichischen SchülerInnen erzielen auf der Mathematik-Gesamtskala durchschnittlich 506 Punkte und liegen somit etwa im Durchschnitt der OECD-Staaten, der eben 500 Punkte beträgt. Unter allen 40 an PISA 2003 teilgenommenen Nationen bedeutet dies für Österreich den 18. Rang, innerhalb der 29 OECD-Staaten den 15. Rang. An der Spitze liegen Hongkong (550 Punkte), Finnland (544) und Korea (542). Das beste europäische Land ist somit Finnland, als bestes Nachbarland Österreichs schneidet Liechtenstein mit 536 Punkten ab. Die deutschsprachigen Länder reihen sich insgesamt von Liechtenstein über die Schweiz (527) und Österreich (506) bis zu Deutschland (503) und Luxemburg (493). *Tabelle 1* zeigt die Gesamtergebnisse aller Teilnehmerstaaten, die absteigend nach dem Mittelwert sortiert sind. Es wird dabei auch ersichtlich, welche Länder sich signifikant zu Österreich unterscheiden.

Tabelle 1: Mittelwerte der Mathematik-Gesamtskala aller Teilnehmerländer von PISA 2003

sign. besser als Österreich		kein sign. Unterschied		sign. schlechter als Österreich	
Hongkong - China	550	Tschechische Republik	516	Luxemburg	493
Finnland	544	Island	515	Polen	490
Korea	542	Dänemark	514	Ungarn	490
Niederlande	538	Frankreich	511	Spanien	485
Liechtenstein	536	Schweden	509	Lettland	483
Japan	534	Österreich	506	USA	483
Kanada	532	Deutschland	503	Russische Föderation	468
Belgien	529	Irland	503	Portugal	466
Macau - China	527	Slowakische Republik	498	Italien	466
Schweiz	527	Norwegen	495	Griechenland	445
Australien	524			Serbische Republik	437
Neuseeland	523			Türkei	423
				Uruguay	422
				Thailand	417
				Mexiko	385
				Indonesien	360
				Tunesien	359
				Brasilien	356

Die Streuung der Mathematikleistung, d. h. die Verteilung der Leistungen zwischen den besten und den schlechtesten SchülerInnen, zeigt in Österreich Werte im OECD-Schnitt – 305 Punkte liegen in Österreich zwischen den obersten und den untersten fünf Prozent der Verteilung. Deutlich größere Leistungsdifferenzen verzeichnen Österreichs Nachbarländer Deutschland (338 Punkte), die Schweiz (325) und Liechtenstein (324). Die besten Leistungen bei gleichzeitig sehr geringer Streuung erbringen die finnischen SchülerInnen – sie belegen den ersten Rang in der OECD, bei einer Streuung von nur 274 Punkten. Den größten Abstand verzeichnet Belgien mit 360 Punkten – die besten belgischen SchülerInnen werden nur von Hongkong übertroffen, während ihre schwächsten fünf Prozent sogar deutlich hinter den österreichischen liegen.

Den größten Anteil an SchülerInnen, die Spitzenleistungen (Ergebnisse auf Leistungsstufe sechs) erbringen, kann Hongkong vorweisen (11 Prozent aller SchülerInnen), gefolgt von Belgien (9%), Korea und Japan (je 8%). In Österreich wie auch in Deutschland werden vier Prozent der SchülerInnen der höchsten Leistungsstufe zugeordnet; im geographischen Umfeld Österreichs haben die Schweiz (7%) und die Tschechische Republik (5%) einen höheren Anteil an Spitzen-MathematikerInnen. Als „Risikogruppe" mit besonders geringen Kompetenzen gelten SchülerInnen auf Leistungsstufe eins und darunter – es darf mit Recht bezweifelt werden, dass sie über ausreichende Kenntnisse verfügen, die sie zur Lösung alltäglich auftauchender, einfacher mathematischer Probleme befähigen. Diese Gruppe ist am kleinsten in Finnland (6%), Korea (9%) und Kanada (10%). In Österreich gehören 19 Prozent aller 15- und 16-jährigen SchülerInnen, also fast ein Fünftel, zu dieser Gruppe der Schwächsten; ähnliche Werte erzielen Deutschland und Luxemburg (je 21%); Liechtenstein (12%), die Schweiz (15%) und die Tschechische Republik (17%) liegen hier etwas besser.

Hinsichtlich der vier oben genannten mathematischen Subskalen erzielen die österreichischen SchülerInnen die relativ besten Ergebnisse im Bereich *„Raum und Form"* (515 Punkte; 11. Rang in der OECD), gefolgt von *„Größen"* (513; 14. Rang). Schwächer fallen die Ergebnisse in den Bereichen *„Veränderung und Zusammenhänge"* (500; 17. Rang) und *„Unsicherheit"* (494; 17. Rang) aus. Die Probleme beim Lösen der Aufgaben in der Subskala *„Unsicherheit"* teilt Österreich mit den meisten mitteleuropäischen Ländern, wie etwa Deutschland, Luxemburg oder der Tschechischen Republik. Zu den Besten in diesem allgemein als

„schwierig“ geltenden Bereich zählen die SchülerInnen aus Hongkong, den Niederlanden und Finnland.

In 39 der 40 Pisa-Staaten liegen die Burschen in Mathematik etwas besser als die Mädchen, allerdings ist dieser Unterschied in nur 28 Ländern signifikant. Die größten Differenzen zugunsten der Burschen zeigen Liechtenstein (29 Punkte Unterschied), Korea (23) und Griechenland (19). In Österreich beträgt der – nicht signifikante – Unterschied nur acht Punkte. Die einzige Ausnahme stellt Island dar; hier erbringen die Mädchen deutlich bessere Leistungen als die Burschen. Vergleicht man die Ergebnisse der beiden Geschlechter in Bezug auf die einzelnen mathematischen Subskalen, so schneiden die Burschen relativ am besten bei Aufgaben zu *„Raum und Form“* ab; in dieser Subskala beträgt die Geschlechterdifferenz österreichweit 19 Punkte, im OECD-Schnitt 17 Punkte. Im Fachbereich *„Größen“* ist der Unterschied am geringsten; in Österreich sind die Resultate der Burschen durchschnittlich um nur 3 Punkte höher, im OECD-Mittel um 6 Punkte.

Der Zusammenhang sozioökonomischer Faktoren mit Mathematikkompetenz ist in vielen Staaten doch sehr erheblich und bedeutet, dass die Schulleistung weltweit nach wie vor stark vom familiären Hintergrund abhängt. Am geringsten kann dieser Zusammenhang in den skandinavischen Ländern Finnland, Dänemark und Schweden festgestellt werden, am höchsten in Belgien, Deutschland und Ungarn. Die österreichischen Werte liegen im OECD-Durchschnitt; zwischen SchülerInnen aus der untersten und der obersten sozioökonomischen Schicht besteht in Österreich – bei Konstanthaltung anderer Faktoren – eine Differenz von fast 90 Punkten bzw. etwas mehr als einer Kompetenzstufe. Bemerkenswert ist auch das österreichische Ergebnis bezüglich *Interesse und Freude* an Mathematik wie auch der *instrumentellen Motivation* für den Mathematikunterricht. Letztere gibt Aufschluss über die Einschätzung der

SchülerInnen, inwieweit das Erlernte für deren berufliche Zukunft von Relevanz ist. In einem Vergleich von 14 ähnlich reichen EU-Ländern landet Österreich hinsichtlich dieser beiden Faktoren am letzten Platz.

Sämtliche oben angeführte Daten und Ergebnisse sind der Präsentation von HAIDER und REITER (2004, S. 45ff) entnommen; sie gewähren einen groben Überblick über die Mathematik-Kompetenz der österreichischen 15-/16-jährigen SchülerInnen, ohne dass dabei Anspruch auf Vollständigkeit der Ergebnisse gestellt wird.

2.2. Kritik an PISA

Um nicht blind der PISA-Euphorie zu verfallen, bedarf ein derart großes, weitreichendes Projekt, wie PISA es darstellt, immer auch einer kritischen Betrachtung von außen. Im Folgenden wird in erster Linie auf die der PISA-Studie zugrunde liegende, umstrittene Ideologie bezüglich Bildung und deren Rolle in der Gesellschaft eingegangen, während fachliche Mängel, wie etwa „Fehler, Verzerrungen und Unsicherheiten in der Auswertung" von PISA, die beispielsweise WUTTKE (2006) analysiert, nicht weiter erwähnt werden.

Die PISA-Studie misst – nach Angaben ihrer ErfinderInnen – nicht (nur) die reinen schulischen Lehrinhalte, sondern das, was man im vermeintlich späteren beruflichen und gesellschaftlichen Leben damit anfangen kann. Wenn es auch nicht gänzlich nachvollziehbar scheint, warum diese praxisbezogenen Kompetenzen gerade in den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften – und zwar nur in diesen – messbar sind, wäre prinzipiell gegen eine solche Erhebung nichts einzuwenden, würde man die Ergebnisse von PISA nicht dafür benutzen, Forderungen nach Veränderungen in den

Bildungssystemen einzelner Länder zu stellen. Durch derartige Appelle wird Alltags-Kompetenz implizit zum allgemeinen, ja einzigen Ziel des (Mathematik-) Unterrichts erhoben. Da die Anforderungen des täglichen Lebens dem Wandel der Zeit ausgesetzt sind, müssten sich Unterricht und Lehre stets den gesellschaftlichen Veränderungen anpassen und würden diesen in der Praxis immer hinterherhinken. An dieser Stelle sei nochmals REICHEL (1998, S. 104) erwähnt, für den die Frage, was man im oder mit dem Mathematikunterricht eigentlich erreichen will, ein normatives Problem darstellt, das es unabhängig vom „Zeitgeist“ zu erörtern gilt. Hinter dieser an gesellschaftlichen Vorgaben orientierten „Verzweckung“ des Bildungswesens, die durch PISA forciert wird, vermutet JAHNKE (2006) politisch-ökonomische Motive und nimmt sich in seiner Ausführung dabei kein Blatt vor den Mund:

> Mit der Erfindung, Forderung und dann Einführung der Zuchtnorm eines virtuellen international konkurrenzfähigen Schülers wird Bildung nicht nur äußerlich in ihrer Erscheinungsform und ihrem Betrieb ökonomischen Prinzipien unterworfen, sondern auch innerlich. Der Zweck so geformter Bildung ist nicht mehr eine humanistisch motivierte Teilnahme an der Kultur, sondern die Sicherung der ökonomischen Vorherrschaft der Industriestaaten. Bildung ist aber im empathischen Sinne nicht nur der Urgrund gesellschaftlicher Formen, sondern auch deren Kritik. Diese wird systematisch ausgemerzt, wenn Bildung nur noch funktional der Gesellschaft zuarbeiten soll. Dazu und nur dazu bedarf es des Drucks der Politik, Bildungspolitik und der Schulbehörden. Die sich hier zu Rettern der Bildung aufschwingen unter Schlagworten wie Grundbildung, Konkurrenzfähigkeit, Qualitätssicherung und -steigerung oder Effizienz des Unterrichts wissen nicht, was sie tun, oder – schlimmer noch – sie wissen es und nehmen dabei die Experten wie Pädagogen und Mathematikdidaktiker in ihre Dienste, die sich über ihren jähen Zuwachs an Macht und Einfluss frohlockend die blinden Augen reiben. Die Drohung mit dem schmerzlichen – nie belegten – Niedergang der abendländischen Bildung oder deren Defiziten will diesen nicht aufhalten oder jenen aufhelfen, sondern Bildung für staatlich-ökonomische Zwecke funktionalisieren und willentlich solchen Interessen unterordnen. (S. 13f)

KEITEL (2006, S. 31ff) kritisiert im gleichen Zusammenhang den internationalen Druck auf die einzelnen Länder, an der PISA-Studie teilnehmen zu „müssen“. Für Staaten mit niedrigerem sozioökonomischem Status stelle eine Teilnahme außerdem eine erhebliche finanzielle Belastung dar, zumal bisher nicht gezeigt werden konnte, dass durch PISA – im Vergleich zu weit weniger aufwendigen nationalen oder regionalen Projekten – substantielle neue Einsichten gewonnen worden wären. Die relativ knapp bemessenen Intervalle der einzelnen Erhebungswellen ließen auch wenig Spielraum für ausführliche Analysen und entsprechend entwickelte Interventionen. Gefordert werde rasches politisches Handeln gegen „katastrophale Testergebnisse“, selbst wenn das nationale Rangergebnis – wie im Falle Österreichs oder auch Deutschlands – im Mittelfeld der Skala liegt. Im Zentrum des medialen und gesellschaftlichen Interesses stehe eben das Ranking der Länder und Systeme, das alles andere in den Hintergrund dränge. Formulierungen in den PISA-Ergebnisberichten wie etwa „an der Spitze liegen“, „…gefolgt von…“, „um vier Plätze abgerutscht“, „das ausgeschiedene Großbritannien“ und viele mehr lassen Assoziationen zu sportlichen Wettkämpfen schnell aufkommen. Testen als eine Art „Sport“ kann nach KEITEL (2006, S. 50) unkontrollierte und irrationale Wirkungen auf das öffentliche Bildungssystem einzelner Länder nach sich ziehen. Es besteht dabei Gefahr, dass beim Versuch, von anderen Ländern zu lernen, die eigenen Vorzüge leicht aufgegeben werden. Im Blick auf die Erfolge – und nur auf die Erfolge – anderer Länder werden häufig die kulturellen und sozialen Bedingungen und der systematische Kontext ignoriert, die diese möglicherweise erst effektiv haben werden lassen. Die Betonung von Unterschieden und die Wertschätzung von Verschiedenartigkeit, die Integration der Sichtweisen verschiedener kultureller und sozialer Traditionen bei der Untersuchung gemeinsamer Fragen zum Mathematikunterricht und dessen Erforschung, sowie die Entwicklung eines breiten Spektrums methodologischer Ansätze, die besonders für lokale oder nationale Bedingungen geeignet sind, bleiben im globalen Vergleichstest von PISA so gut wie unberücksichtigt. Es darf folglich bezweifelt werden, ob die möglichen Gewinne solcher internationaler Testvergleiche die Nebenwirkungen und Benachteiligungen, die sie mit sich bringen, ausgleichen (vgl. KEITEL, 2006, S. 52).

3. Einflussgrößen auf Leistung

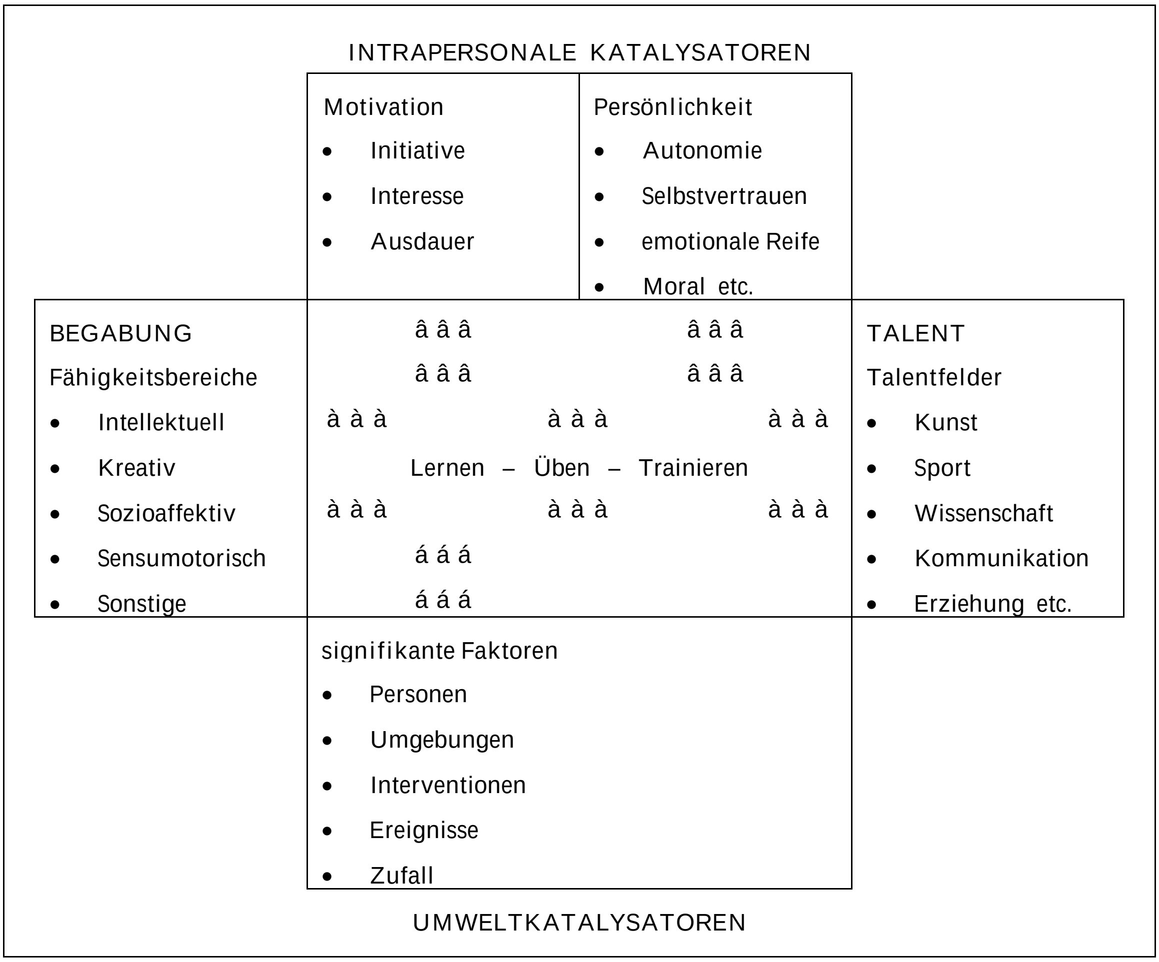
Zur Erörterung der Frage, welche intra- und extrapersonalen Faktoren auf Leistung im Allgemeinen sowie speziell auf Schulleistung einwirken, soll das differenzierte „Modell der Begabung und des Talents“ von GAGNÉ (1993) vorgestellt werden, das auch als Grundlage der Untersuchung von HEILMANN (1999) an PreisträgerInnen im deutschen Bundeswettbewerb Mathematik dient, auf der wiederum die vorliegende empirische Arbeit basiert. Weiters wird in diesem Kapitel der Frage nach einer „mathematischen Spezialbegabung“ sowie spezifischer Schulangst im Unterrichtsfach Mathematik nachgegangen.

3.1. Modell der Begabung und des Talents von Gagné

GAGNÉ (1993, S. 69ff) führt in seinem „Modell der Begabung und des Talents“ eine Unterscheidung zwischen den Begriffen „Begabung“ und „Talent“ ein. Unter Begabung versteht er genetisch bedingte, unsystematisch entwickelte menschliche Fähigkeiten, aus denen durch systematisches Lernen und Üben „Talente“ in einem bestimmten Bereich menschlicher Tätigkeit entwickelt werden. Auf der Seite der Begabungen werden fünf Bereiche unterschieden, in die sich die Fähigkeiten einteilen lassen: der intellektuelle, der kreative, der sozioaffektive, der sensumotorische sowie ein fünfter Bereich, der alle in den anderen vier Kategorien nicht enthaltenen Fähigkeiten erfasst. Bei der Differenzierung von „Talenten“ werden beispielhaft, ohne den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, verschiedene „Talentfelder“ wie Kunst, Sport, Wirtschaft, Handel, Wissenschaft und Technik, Gesundheitswesen, Erziehung und Kommunikation genannt. Für die Realisierung eines „Talents“ sei ein Profil verschiedener, ganz spezifischer

Fähigkeiten notwendig. Eine einzelne Fähigkeit kann dabei zur Entwicklung verschiedener „Talente“ beitragen. Dieser Prozess in Form systematischen Lernens und Übens wird von Faktoren beeinflusst, die innerhalb des Modells in „intrapersonale Katalysatoren“ und „Umweltkatalysatoren“ eingeteilt werden (siehe *Abbildung 1*).

Abbildung 1: Modell der Begabung und des Talents von GAGNÉ (1993)



Als wesentlichsten Faktor unter den intrapersonalen Katalysatoren nennt GAGNÉ (1993, S. 73) die Motivation, die für ihn drei grundlegende Funktionen hat: 1. die Initiative, der Impuls, überhaupt mit einer Tätigkeit zu beginnen; 2. die Lenkung, im Sinne von Neugier und spezifischer Interessen; und 3. die Aufrechterhaltung, die Ausdauer, mit der jemand an einer Aufgabe arbeitet. Neben Motivation werden weitere, leistungsrelevantes Verhalten beeinflussende Persönlichkeitsmerkmale wie Selbstvertrauen, Selbsteinschätzung, Autonomie, moralisches Urteil, emotionale Reife und allgemeine psychische Gesundheit gestellt. Die Umweltkatalysatoren werden im vorliegenden Modell in fünf Kategorien eingeteilt: 1. signifikante Personen; 2. signifikante Umgebungen oder Orte; 3. signifikante Interventionen; 4. signifikante Ereignisse; und 5. Zufall bzw. Glück oder Pech. Dem Einfluss signifikanter Personen, insbesondere der Eltern, aber auch anderer Familienmitglieder, der Gruppe Gleichaltriger sowie der LehrerInnen, wird dabei die größte Bedeutung beigemessen.

Das Modell unterscheidet somit explizit zwischen Potential und Leistung. Begabung wird als Potential gesehen, das entwickelt werden muss, um mehr oder weniger ansehnliche Leistungen – hier „Talent" genannt – zu erreichen. GAGNÉ (1993, S. 84) nimmt an, dass alle Komponenten seines Modells untereinander in kausaler Beziehung stehen, wenngleich nicht alle dieser Beziehungen von gleicher Stärke sind. (Eine schematische Darstellung des gesamten Modells zeigt ebenfalls *Abbildung 1*.)

3.2. Mathematische Begabung

Mehrfaktorielle Fähigkeitskonzeptionen der Begabung, wie das eben vorgestellte Modell von GAGNÉ (1993), gehen von mehr oder weniger isolierten Begabungsbereichen aus. Neben den verschiedenen anderen, oben erwähnten Begabungsdisziplinen wird dabei besonderes Augenmerk auf die „intellektuelle Begabung“ gelegt, die theoretisch weiter in verschiedene denkbare intellektuelle Themengebiete unterteilt werden könnte. Die schlussfolgernde Annahme einer spezifischen mathematischen Begabung bedarf allerdings einer umfassenderen Betrachtung. Bereits 1971 hat sich STRUNZ mit dem Begriff der „mathematischen Begabung“ auseinandergesetzt, indem er die Problematik des Differenzierungsgrades dieser definierten Spezialbegabung wie folgt beschreibt:

> Jetzt steht man nämlich vor der Frage, wie weit man bei dieser Differenzierung ins einzelne gehen soll, ob es z. B. geboten ist, eine rechnerische, eine algebraische, eine geometrische, vielleicht auch eine zahlentheoretische Begabung usw. herauszustellen. Andererseits ist es auch gar nicht gesagt, ob ein leistungsfähiger Mathematiker im allgemeinen nicht auch ein fähiger Kopf hinsichtlich physikalischer oder anderer Anforderungen ist, d. h. ob man in der Aufgliederung nicht zu weit gegangen ist. Blickt man, um diese Frage zu beantworten, auf das Notenrelief unserer Schüler, so findet man, dass die intraindividuellen Unterschiede der Einzelnoten im allgemeinen nicht allzu bedeutend sind. [...] Von einer mathematischen Sonderbegabung im leistungspsychologischen Sinn könnte man mit Recht nur dann reden, wenn gute mathematische Leistungen häufig mit weniger guten in anderen Fächern verbunden wären und wenn oft auch der umgekehrte Fall vorläge. (S. 265)

Ergebnisse anderer Untersuchungen deuten in dieselbe Richtung, dass nämlich SchülerInnen mit sehr guten Schulleistungen in Mathematik auch sehr gute Leistungen in anderen Schulfächern erbringen, während SchülerInnen mit schlechten Mathematikleistungen auch in den anderen Unterrichtsfächern schlechter abschneiden als gute MathematikschülerInnen (POLLMER, 1992; TOUQ, KAMAL & FADA, 1993, zitiert nach HEILMANN, 1993, S. 38). Auch Intelligenztestleistungen korrelieren mit den Leistungen in Mathematik höher als mit denen anderer Unterrichtsfächer, wobei Kinder mit sehr guten Mathematikleistungen sowohl in den sprachfreien, als auch in den sprachlichen Testteilen bessere Ergebnisse erzielen als Kinder mit schlechten Mathematikleistungen (BIRX, 1988, zitiert nach HEILMANN, 1993, S. 38).

Van der MEER (1985, zitiert nach HEILMANN, 1993, S. 38f) widmet sich auf kognitionspsychologischer Ebene der mathematischen „Spezialbegabung“ und nennt dabei folgende kognitive Fähigkeiten, die für mathematische Leistungen notwendig sind: hohe Abstraktions- und Verallgemeinerungsfähigkeit, Flexibilität und Reversibilität des Denkens sowie allgemein höhere Schnelligkeit und Effizienz bei der Informationsverarbeitung. Kritik an dieser und ähnlichen Untersuchungen, dass das spezifisch „Mathematische“ an den genannten Fähigkeiten verschwommen bleibt und es sich dabei vielmehr um allgemeine Fähigkeiten zu handeln scheint, die in der Mathematik zwar in besonderem Ausmaß, darüber hinaus aber auch für andere intellektuelle Anforderungen notwendig seien, übt HEILMANN (1999, S. 39f), die mathematische Begabung als unspezifische, hohe intellektuelle Begabung interpretiert. Als Gründe, weshalb sich Menschen mit allgemein hohen intellektuellen Fähigkeiten einem bestimmten Sachgebiet, beispielsweise der Mathematik, zuwenden, werden Interessens-, Einstellungs-, Motivations- und andere Persönlichkeitsvariablen genannt. Je früher und je intensiver sich ein Mensch der Mathematik zuwendet, desto mehr würde er seine allgemeinen intellektuellen Fähigkeiten auf mathematische Fragestellungen angewendet haben und desto einseitiger würde seine Leistungsfähigkeit erscheinen. Dies wäre allerdings Folge einer frühen Spezialisierung und nicht Resultat einer speziellen Begabung.

3.3. Angst und Leistung

Emotionen und Stimmungen sind für Unterricht und Lernen von zentraler Bedeutung. Sie können Motivation und Kognition in Lern- und Leistungsprozessen beeinflussen, dabei fördernd oder hemmend wirken oder derartige Prozesse im Sinne einer emotionalen Tönung qualitativ prägen (vgl. PEKRUN, 1992, S. 308f). Unter den emotionalen Bedingungen seitens der Lernenden nimmt das Phänomen Angst eine herausragende Stellung ein, das SCHWARZER (1993, S. 88) allgemein als „unangenehmes Gefühl, das in Situationen auftritt, die als bedrohlich eingeschätzt werden“, definiert. Neben anderen möglichen angstinduzierenden Elementen im Bereich Schule nennt ROST (1991, S. 81) als dominierendes Angstmotiv die „facettenreiche Selbstwertbedrohung“, die von regelmäßigen Leistungsüberprüfungen sowie Leistungsbewertungen ausgeht. Über den (negativen) Zusammenhang zwischen Schulleistung und (Prüfungs-) Angst berichten etwa SCHNABEL und GRUEHN (1994, S. 169ff) und beziehen sich dabei auf Ergebnisse empirischer Untersuchungen, wonach aufgabenirrelevante Kognitionen den Problemlöseprozess stören. Als Beispiele solcher Kognitionen nennt WEISS (1989, S. 12) Gedanken um ein mögliches negatives Prüfungsergebnis bzw. um die Folgen dieses Resultats sowie Zweifel an der eigenen Kompetenz und Leistungsfähigkeit, begleitet von Gefühlen von Ohnmacht, Panik und Verzweiflung. Diese kognitive Angstkomponente wird abgegrenzt von der Wahrnehmung physiologischer Erregung, die mit (Schul-) Leistung in einer „verkehrt-u-förmigen“ Beziehung steht. Demnach stellt ein mittleres Aktivierungsniveau den optimalen Zustand für hohe Leistungen dar, während sowohl ein extrem niedriges, als auch ein extrem hohes Maß an körperlicher Aktivierung mit geringeren Leistungen einhergeht. KUGEMANN (1983, zitiert nach FILLUNGER, 1994, S. 34) differenziert diese Beziehung noch hinsichtlich der Komplexität der zu erbringenden Leistung: leichte, einfach strukturierte Aufgaben verlangen ein höheres Maß an physiologischer Erregung, um Höchstleistungen zu erbringen, schwierige, komplexe Aufgaben hingegen werden bei einem geringeren Aktivierungsgrad optimal gelöst. HERMANS, PETERMANN und ZIELINSKI (1978, S. 7) unterscheiden zwischen *positiver* und *negativer* Misserfolgsfurcht. Auch hier spielt die Komplexität der Aufgabe bzw. der Leistungssituation eine entscheidende Rolle. Negative Misserfolgsfurcht wird als Form von Prüfungsangst angesehen, die zu Leistungsbeeinträchtigungen führt, wenn die Aufgabensituation relativ unstrukturiert, komplex oder neuartig ist und wenn von der Bewältigung dieser Situation für die betreffende Person viel abhängt. Als positive Misserfolgsfurcht wird eine Form von Prüfungsangst bezeichnet, die in ebenso unstrukturierten Situationen von persönlicher Bedeutsamkeit einen optimalen Spannungszustand hervorruft und dadurch bessere Leistungen ermöglicht als unter Umständen, die von Beginn an gut überschaubar und insgesamt leicht zu bewältigen sind. Nach Ansicht von HERMANS et al. (1978, S. 7) stellt Misserfolgsfurcht ein relativ überdauerndes Persönlichkeitskonstrukt dar. Ein und dieselbe Person lässt sich folglich unabhängig von der Situation eher der positiven oder der negativen Form von Misserfolgsfurcht zuordnen. PEKRUN (1991, S. 99f) geht im Rahmen einer Längsschnittstudie der Frage nach der Wirkungsrichtung bezüglich schulischer Leistung und schulischer Leistungsangst nach und kommt zu dem Ergebnis, dass sowohl schwache Leistungen – vermittelt über antizipiertes erneutes Versagen – im weiteren zu höherer Prüfungsangst führen, als auch die Erfahrung starker Prüfungsangst geringere Prüfungsleistungen zur Folge hat. Eine derartige Wechselwirkung zwischen Angst und Leistung beschreibt GÄRTNER-HARNACH bereits 1972 (zitiert nach FELBER, 1994) wie folgt: „Sinnvoller als die Festlegung, entweder Angst oder Leistung sei als alleinige Ursache festzulegen, erscheint allerdings, an eine wechselseitige Einflussnahme zu denken. Es ist wohl zu vermuten, dass hier Konsequenzen zu sekundären Ursachen werden können, also beispielsweise schlechte Schulerfahrungen erhöhte Schulangst bedingen und diese wiederum die Schulleistungen verschlechtern“ (S. 20). Dass schulische Angst unabhängig vom allgemeinen Intelligenzniveau auftritt, zeigt SARASON (1971, zitiert nach FELBER, 1994, S. 28), der sich schon in den 1950er Jahren mit dem Thema Schulangst auseinandersetzt; aus einigen seiner Untersuchungen zu verschiedenen Lernfächern resultiert auch die Erkenntnis, dass der für die Einwirkung von Angst anfälligste Leistungsbereich das Rechnen zu sein scheint. Dem Einfluss von Angst im Unterrichtsfach Mathematik sei nun das folgende Kapitel eigens gewidmet.

3.3.1. Angst und Mathematik

„Mathematik gilt als ‚schweres‘ Schulfach. ‚In Mathematik bin ich nie auf einen grünen Zweig gekommen!‘ – sagen viele Erwachsene; und manchmal klingt ein bisschen Stolz in diesem Selbstbekenntnis mit an. So als wollten sie sagen: ‚Gottlob bin ich ein normaler Mensch und nicht so ein Hirnling, der sich durch Zahlen, Symbole, Kurven, Formeln und neuerdings Mengen hindurchtüftelt.‘“ (SCHULTZ VON THUN & GÖTZ, 1976, S. 1f). Was Mathematik für viele SchülerInnen so „schwer“ erscheinen lässt, liegt nach Auffassung der beiden Psychologen mehr in der Terminologie und der Vermittlung als in den mehr oder weniger komplexen mathematischen Inhalten selbst; ein Großteil der Schwierigkeiten könne durch verständliches Erklären – unter Berücksichtigung des jeweiligen Entwicklungs-, Fähigkeits- und Wissensniveaus der SchülerInnen – beseitigt werden. Aus einer Reihe wissenschaftlicher Arbeiten, wie etwa der von SCHILLHAMMER (1992, S. 43) resultiert die allgemeine Erkenntnis, dass Mathematik ein „in vieler Hinsicht besonderes Fach“ ist. Beispielsweise geht aus einer Untersuchung an MaturantInnen hervor, dass Mathematik als das schwierigste Maturafach eingeschätzt wird; die Vorbereitung auf die Matura ist im Vergleich zu den anderen Fächern in Mathematik am intensivsten (HANISCH, 1986, S. 110). MATSCHINGER (1994, S. 97f) kommt zu dem Ergebnis, dass jede/r sechste SchülerIn im Gegenstand Mathematik Nachhilfe erhält, und führt dafür zweierlei Gründe an: vor allem schwächere SchülerInnen bedürfen einer wiederholten und für sie nachvollziehbaren Erklärung des im Unterricht durchgenommenen Lehrstoffes, bei der auf individuelle Verständnisfragen eingegangen werden kann. Darüber hinaus wird mangelndes Zutrauen, mathematische Probleme eigenständig lösen zu können, als Entscheidungskriterium für Nachhilfeunterricht angegeben. Dieses Erleben von Hilflosigkeit trage zur Entstehung von Angst vor Mathematik erheblich bei. Ähnliches lässt sich auch aus dem Ergebnis einer von HANISCH (1990, zitiert nach FELBER, 1994, S. 47) durchgeführten Untersuchung zum Thema „Schummeln“ ableiten. Demnach wird in Mathematik und Latein am häufigsten geschummelt, wobei sich das Schummelverhalten in Mathematik von den anderen Gegenständen dahingehend unterscheidet, als dass hier häufiger mangelnde Begabung – und nicht mangelnder Lernwille – als Grund angeführt wird. Geschummelt wird folglich aus einem Gefühl von Angst heraus, dass die eigene Lernleistung nicht ausreichen würde, um in Mathematik zu bestehen. LUKESCH (1982, zitiert nach FELBER, 1994, S. 48f) vergleicht die Ausprägung von Prüfungsangst in den Hauptgegenständen Deutsch, Englisch und Mathematik bei mündlichen und schriftlichen Prüfungen in der 6. und 9. Schulstufe. In der 6. Schulstufe stellt Englisch sowohl bei mündlichen als auch schriftlichen Prüfungen das am stärksten angstbesetzte Fach dar; in der 9. Schulstufe steht bereits Mathematik in der Angsthierarchie beider Prüfungsformen an oberster Stelle, im Fall der mündlichen Prüfung liegt Mathematik gemeinsam mit Englisch vor dem Gegenstand Deutsch. Während in den beiden sprachlichen Hauptgegenständen die Prüfungsangst über die untersuchte Zeitspanne von drei Jahren gleich bleibt bzw. sinkt, steigt diese im Fach Mathematik mit der Höhe des schulischen Anforderungsniveaus.

Die Schulangstproblematik in Mathematik bedarf auch einer differenzierten Betrachtung hinsichtlich geschlechtsspezifischer Unterschiede. Empirische Befunde weisen darauf hin, dass Mädchen im Vergleich zu Burschen häufiger angeben, Schwierigkeiten und Angst in Mathematik zu haben (vgl. SCHILLHAMMER, 1992, S. 48). Da sich die Mathematiknoten von Mädchen und Burschen im Allgemeinen nicht signifikant voneinander unterscheiden, seien diese unterschiedlichen Selbsteinschätzungen der beiden Geschlechter allerdings nicht durch objektive Schulleistungen erklärbar. ALTRICHTER (1983, S. 20) geht davon aus, dass Mädchen einerseits ihre Angst leichter zugeben als Burschen, andererseits aber tatsächlich mehr Angst erleben und auch stärker durch diese beeinträchtigt werden. Als Grund für einen weniger ängstlichen, offeneren Zugang zu Mathematik seitens der Burschen werden geschlechtsspezifische Unterschiede in der Erziehung genannt (vgl. SCHILLHAMMER, 1992, S. 21). Die allgemein höhere Erfolgserwartung von Burschen hinsichtlich ihrer mathematischen Leistungen spiele vor allem bei umfassenderen, komplexeren Aufgabenstellungen, bei denen es „durchzuhalten“ gilt, selbst wenn der Erfolg auf sich warten lässt und zwischenzeitlich noch nicht erkennbar ist, eine entscheidende Rolle. Wenn auch ein Trend beobachtet werden kann, dass das Vertrauen von Mädchen in ihre mathematischen Fähigkeiten mit der Zeit mehr und mehr ansteigt, bleibt dennoch eine „mädchentypische Distanzierung“ zur Mathematik, wie allgemein zum naturwissenschaftlich-technischen Bereich feststellbar (vgl. VETRICEK, 1994, zitiert nach FELBER, 1994, S. 50).

4. Entwicklung und Aufbau der Untersuchung

4.1. Hypothesenbildung

Die vorliegende empirische Untersuchung stützt sich auf eine Arbeit von HEILMANN (1999) an TeilnehmerInnen bzw. SiegerInnen des deutschen Bundeswettbewerbs für Mathematik sowie einer repräsentativen Gruppe von MaturantInnen. Ziel der Arbeit von Heilmann ist es, jene Faktoren, die zu hervorragenden Leistungen im Wettbewerb geführt haben, zu identifizieren. Die zentrale Untersuchungsgruppe stellen dabei die *BundessiegerInnen* des Wettbewerbs dar. Die weiteren Gruppen setzen sich aus *Endrunden-TeilnehmerInnen* des Wettbewerbs, die nicht BundessiegerInnen wurden, *StipendiatInnen* des Wettbewerbs, die nicht in die Endrunde gelangten sowie „normalen" *AbiturientInnen* ohne bisherige herausragende mathematische Leistungen zusammen. Entsprechend dem *Modell der Begabung und des Talents* von GAGNÉ (1993) unterscheidet HEILMANN (1999, S. 40ff) vier Variablengruppen, die das fünfte Kriterium: *Leistung* möglicherweise beeinflussen: 1. *Begabung* (gemessen an früheren Leistungen in der Schule), 2. *intensives Lernen und Üben* (schulbezogene Arbeitsmenge und -intensität, Beschäftigung mit Mathematik in der Freizeit), 3. *intrapersonale Katalysatoren* (Wettbewerbsmotivation, Leistungsmotivation, Selbstkonzept, Interesse), 4. *Umweltfaktoren* (Erziehungs- und Familienklima, Bildungsabschlüsse der Eltern, Unterstützung durch die Schule). Zwischen den BundessiegerInnen und den jeweils anderen drei Untersuchungsgruppen werden Unterschiede hinsichtlich dieser Einflussfaktoren auf Signifikanz geprüft.

Die deutlichsten Unterschiede zeigten sich – wie erwartet – zwischen den BundessiegerInnen und den AbiturientInnen. In allen untersuchten Bereichen lagen die BundessiegerInnen vor den AbiturientInnen. BundessiegerInnen erlangten eine signifikant bessere Durchschnittsnote im Abitur, mussten seltener eine Klasse wiederholen und gelten somit als allgemein „begabter" als die Repräsentativgruppe. Als signifikanter Unterschied im Bereich der Persönlichkeit zwischen diesen beiden Gruppen ist intrinsisch motiviertes Streben nach Kompetenz und Leistung sowie nach geistiger Unabhängigkeit zu nennen; BundessiegerInnen hatten auch hier höhere Ausprägungen. Hinsichtlich des familiären Hintergrunds fanden sich zwischen den BundessiegerInnen und der repräsentativen Gruppe der AbiturientInnen vor allem Unterschiede bei den Bildungsabschlüssen der Eltern. Der Anteil der Eltern mit Hochschulabschluss war bei den BundessiegerInnen etwa doppelt so groß wie bei den AbiturientInnen. BundessiegerInnen erfuhren auch im Hinblick auf ihre spätere Ausbildung von ihren Eltern mehr Unterstützung als die Repräsentativgruppe der AbiturientInnen. Die Variable „Lernen und Üben", die Umfang sowie Intensität der Beschäftigung mit Mathematik in der Freizeit beinhaltet, sowie auch „Unterstützung durch die Schule" wurden in der Gruppe der AbiturientInnen nicht erhoben; ein Vergleich mit der BundessiegerInnen-Gruppe war in diesen Bereichen folglich nicht möglich (vgl. HEILMANN, 1999, S. 226ff).

In der vorliegenden Arbeit soll nun untersucht werden, ob derartige Unterschiede in Bezug auf Persönlichkeits- und Umweltfaktoren – wie Heilmann zeigte – nicht nur zwischen hochbegabten und durchschnittlichen SchülerInnen, sondern auch innerhalb einer repräsentativen Stichprobe von MaturantInnen bzw. erstsemestrigen PsychologiestudentInnen festzustellen sind. Zu diesem Zweck werden den TestteilnehmerInnen im Zuge der Untersuchung mathematische Aufgaben zur Bearbeitung vorgelegt. In Abhängigkeit des individuellen mathematischen Leistungsergebnisses erfolgt die Zuordnung jeder Testperson zu einer von drei Untersuchungsgruppen – der „starken“, der „mittleren“ oder der „schwachen“ Leistungsgruppe. Die mathematischen Kenntnisse bzw. Fähigkeiten stellen somit die „unabhängige Variable“ dar, anhand derer Gruppenunterschiede in den „abhängigen Variablen“ – mehreren intra- und extrapersonalen Einflussgrößen – statistisch geprüft werden. Basierend auf drei der vier Variablengruppen in Heilmanns Untersuchung – *Begabung*, *Persönlichkeitsfaktoren* und *Umweltfaktoren* – kommt es zur Hypothesenbildung für die Population der vorliegenden Untersuchung. Dabei bleibt die vierte Variable *„Lernen und Üben“* im Sinne gezielter, intensiver Beschäftigung mit den Inhalten einer bestimmten Fachrichtung auch in der Freizeit – als spezifische Einflussgröße auf die Leistung Hochbegabter – in dieser Arbeit unberücksichtigt.

Folgende Haupthypothesen gilt es zu prüfen:

Die drei – später noch genauer definierten – mathematischen Leistungsgruppen unterscheiden sich hinsichtlich:

- ihrer letzten Mathematik-Jahresnote.
- ihrer selbst eingeschätzten „mathematischen Begabung“.
- ihrer Einstellung zum Unterrichtsfach Mathematik
- ihrer Leistungsmotivation.
- ihres persönlichen Arbeitsverhaltens.
- der Bildungsabschlüsse ihrer Eltern.
- intellektueller und allgemein erzieherischer Einflüsse durch die Eltern.
- der Begeisterungsfähigkeit ihrer MathematiklehrerInnen.

4.2. Fragebogenerstellung und Skalenbildung

Grob gesehen besteht der Fragebogen aus zwei Hauptteilen; der erste dient vor allem der Erfassung verschiedener personaler Einflussfaktoren auf die mathematische Leistung, deren Erhebung Gegenstand des zweiten Hauptteils ist. Als Grundlage bei der Entstehung der einzelnen Items des ersten Teils dienen der LMT (Leistungs Motivations Test) von HERMANS, PETERMANN und ZIELINSKI (1978), der Fragebogen von HEILMANN (1999) sowie die Arbeit von SALZGER (1998) zu „Mathematik und Deutsch aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern“.

4.2.1. Persönlichkeitsfragebogen

Neben der Erhebung des Geschlechts, des Ausbildungsgrades der Eltern sowie in der Gruppe der StudentInnen auch die des Alters und des Kalenderjahres der Matura beinhaltet der erste Fragebogenteil drei Gruppen von Items: „Allgemeine Items“, „Items zu Mathematik“ und „Items zu Englisch“. Bei der Bearbeitung des Fragebogens stehen für jedes einzelne Item vier Antwortmöglichkeiten zur Verfügung: „trifft nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“ und „trifft zu“. Kodiert werden die einzelnen Items derart, dass „positive“ Inhalte stets mit hohen Werten einhergehen; folglich kommt es bei inhaltlich „negativ“ formulierten Items – sofern eindeutig zuordenbar – zu einer Umpolung.

Die insgesamt 34 „Allgemeinen Items“ (siehe *Tabelle 2*) erfassen verschiedene Aspekte von Leistungsmotivation, das persönliche Arbeitsverhalten, das familiäre Klima bzw. das Verhalten der Eltern in Bezug auf Schule und Lernen sowie den motivationalen Einfluss der LehrerInnen auf die SchülerInnen (bzw. jetzigen StudentInnen). Die spezifischen Items zum Unterrichtsfach Mathematik (Items 35 bis 62; siehe *Tabelle 3*) sowie zum ausgewählten „Gegenfach“ Englisch (Items 63 bis 75; siehe *Tabelle 4*) wurden größtenteils analog zu den „Allgemeinen Items“ erstellt, wodurch in einzelnen Variablen oder den später gebildeten Skalen ein direkter Vergleich zwischen den drei Itemgruppen möglich ist (vgl. z. B. die Items 5, 50 und 67). Zusätzlich wurde die Frage nach der persönlichen Einschätzung der eigenen mathematischen Begabung gestellt, wenn auch im Bewusstsein, dass – wie aus Kapitel 3.2. hervorgeht – diese spezifische Begabung eine allgemein intellektuelle Begabung impliziert. Dem Inhalt nach sind die einzelnen Items in der SchülerInnen- und der StudentInnen-Gruppe gleich. Da sich diese größtenteils auf die Schulzeit beziehen, die für die eine Gruppe noch der Gegenwart, für die andere aber schon der Vergangenheit angehört, unterscheiden sich viele der Items geringfügig in ihrer Formulierung. Bei der in den *Tabellen 2*, *3*, und *4* angeführten Darstellung handelt es sich um die Items des SchülerInnen-Fragebogens. Beide Fragebogen-Versionen finden sich im Anhang der Arbeit.

Tabelle 2: Allgemeine Items

1.	Es fällt mir leicht, am Wochenende zu lernen.
2.	Mir genügt es, wenn ich in der Schule irgendwie durchkomme.
3.	Auf eine Prüfung (eine Schularbeit, einen Test) bereite ich mich lange und gewissenhaft vor.
4.	Mir gefällt es, etwas Neues zu lernen, auch wenn es nicht gerade nützlich ist.
5.	Wenn ich in der Schule aufgefordert werde, etwas zu sagen, habe ich immer Angst, es könnte falsch sein.
6.	Ich halte es für wichtig, mehr zu leisten als andere.
7.	Die besten Leistungen erbringe ich, wenn ich unter Druck stehe.
8.	Vor einer Prüfung (einer Schularbeit, einem Test) kommt mir öfters der Gedanke, vielleicht schlecht abzuschneiden.
9.	Andere halten mich für eine / n fleißige / n SchülerIn.
10.	Je näher eine schwierige Prüfung (eine Schularbeit, ein Test) auf mich zukommt, desto leichter kann ich lernen.
11.	Wenn ich glaube, eine schulische Aufgabe nicht zu können, habe ich keine Lust, damit anzufangen.

12.	Während einer Prüfung (einer Schularbeit, eines Tests) fällt mir manches nicht ein, was ich sonst aber weiß.
13.	Ich kann lange an einer schulischen Aufgabe arbeiten, ohne müde zu werden.
14.	Ich habe schon öfters die Erfahrung gemacht, dass mir ein bisschen Angst geholfen hat, gute Leistungen zu erbringen.
15.	Wenn ich bei einer schriftlichen Prüfung merke, dass es zeitlich knapp wird, kann ich mich nicht mehr gut konzentrieren.
16.	Wenn ich eine schlechte Note bekommen habe, strenge ich mich bei der nächsten Arbeit besonders an, um sie mir auszubessern.
17.	Andere halten mich für ziemlich ehrgeizig.
18.	Wenn ich in einer Prüfungssituation etwas angespannt bin, fühle ich mich stärker als sonst.
19.	Ich kann mir die Zeit für Hausübungen und Lernen gut einteilen.
20.	Auf meinem Arbeitsplatz halte ich stets Ordnung.
21.	Meine Hefte für die Schule führe ich ordentlich und übersichtlich.
22.	Unsere LehrerInnen versuchen, uns SchülerInnen für ihr jeweiliges Unterrichtsfach zu begeistern.
23.	Ein persönlicher schulischer Misserfolg ist mir vor meinen MitschülerInnen unangenehm.
24.	Ich denke, dass meine schulischen Leistungen stark vom / von der jeweiligen ProfessorIn abhängen.
25.	Meine Eltern interessieren sich für den Stoff, den ich in der Schule lerne.
26.	Bildung hat in meiner Familie einen hohen Stellenwert.
27.	Meine Eltern fordern mich oft zum Lernen auf.
28.	In meiner Familie wird viel gelesen.
29.	Meine Eltern haben hohe Erwartungen bezüglich meiner Schulleistung.
30.	Zwischen mir und meinen Eltern herrscht meist eine herzliche Atmosphäre.
31.	Meine Eltern akzeptieren mich so, wie ich bin.
32.	Wenn ich eine schlechtere Note als erwartet bekomme, reagieren meine Eltern verständnisvoll.
33.	Meine Eltern nehmen mich ernst.
34.	In meiner Familie wird viel diskutiert.

Tabelle 3: Items zu Mathematik

35.	Auf eine Mathematikschularbeit bereite ich mich lange und gewissenhaft vor.
36.	In Mathematik ist es mir wichtig, mehr zu leisten als andere.
37.	Mathematik macht mir Spaß.
38.	Vor einer Mathematikschularbeit kommt mir öfters der Gedanke, vielleicht schlecht abzuschneiden.
39.	Der Mathematikunterricht langweilt mich.
40.	In Mathematik bin ich schlechter als durchschnittlich in den anderen Fächern.
41.	Im Mathematikunterricht werden wir angeregt, mathematische Probleme selbst zu lösen.
42.	Mir genügt es, wenn ich in Mathematik irgendwie durchkomme.
43.	In der Volksschule hat mir Mathematik Spaß gemacht.
44.	Unser/e MathematikprofessorIn will uns für das Fach Mathematik begeistern.
45.	Ich schreibe öfters Mathematik-Hausübungen ab.
46.	Andere schreiben von mir öfters Mathematik-Hausübungen ab.
47.	Während einer Mathematikschularbeit fällt mir manches nicht ein, was ich sonst aber weiß.
48.	Ich denke, dass ich mathematisch begabt bin.
49.	In der Mathematikstunde ist es manchmal recht lustig.
50.	Wenn ich in Mathematik aufgefordert werde, etwas zu sagen, habe ich immer Angst, es könnte falsch sein.
51.	Ich mache mir Sorgen, ob ich das Jahr in Mathematik schaffen werde.
52.	In der Unterstufe hat mir Mathematik Spaß gemacht.
53.	Mir würde es genügen, wenn Mathematik ein Nebenfach wäre, in dem man nur das lernt, was man im Alltag braucht.
54.	Für Mathematik lerne ich soviel wie für sonst kein anderes Unterrichtsfach.
55.	Ich denke, dass meine Leistungen in Mathematik stark von meinem/meiner ProfessorIn abhängen.
56.	Vor einer Mathematikstunde bin ich völlig entspannt.
57.	Ein persönlicher Misserfolg in Mathematik ist mir vor meinen MitschülerInnen unangenehm.
58.	Meine Eltern interessieren sich für meinen Unterrichtsstoff in Mathematik.
59.	Meine Eltern fordern mich oft auf, für Mathematik zu lernen.
60.	Wenn ich in Mathematik eine schlechtere Note als erwartet bekomme, reagieren meine Eltern verständnisvoll.
61.	Meine Eltern haben hohe Erwartungen bezüglich meiner Leistung in Mathematik.
62a.	Ich denke, dass meiner Mutter Mathematik in der Schule gefallen hat.
62b.	Ich denke, dass meinem Vater Mathematik in der Schule gefallen hat.

Tabelle 4: Items zu Englisch

63.	Vor einer Englischschularbeit kommt mir öfters der Gedanke, vielleicht schlecht abzuschneiden.
64.	Mir genügt es, wenn ich in Englisch irgendwie durchkomme.
65.	Unser / e EnglischprofessorIn will uns für das Fach Englisch begeistern.
66.	Während einer Englischschularbeit fällt mir manches nicht ein, was ich sonst aber weiß.
67.	Wenn ich in Englisch aufgefordert werde, etwas zu sagen, habe ich immer Angst, es könnte falsch sein.
68.	Auf eine Englischschularbeit bereite ich mich lange und gewissenhaft vor.
69.	In Englisch ist es mir wichtig, mehr zu leisten als andere.
70.	Ich denke, dass meine Leistungen in Englisch stark von meinem / meiner ProfessorIn abhängen.
71.	Ein persönlicher Misserfolg in Englisch ist mir vor meinen MitschülerInnen unangenehm.
72.	Meine Eltern interessieren sich für meinen Unterrichtsstoff in Englisch.
73.	Meine Eltern fordern mich oft auf, für Englisch zu lernen.
74.	Wenn ich in Englisch eine schlechtere Note als erwartet bekomme, reagieren meine Eltern verständnisvoll.
75.	Meine Eltern haben hohe Erwartungen bezüglich meiner Leistung in Englisch.

Um diese Fülle an Items auf einige, inhaltlich interpertierbare Skalen zu reduzieren, bedarf es der Verwendung der Ergebnisdaten aus dem Persönlichkeitsfragebogen, die an dieser Stelle vorweggenommen werden. Für jede der drei Itemgruppen erfolgt eine *Faktorenanalyse* mit *Varimax*-Rotation. Jedes einzelne Item wird dabei jenem errechneten Faktor zugeordnet, mit dem es am höchsten korreliert. Anschließend unterzieht man alle hoch-ladenden Items eines Faktors der *Reliabilitätsanalyse*, die nach verschiedenen Kriterien prüft, welche Items sich für die Gesamtskala als brauchbar bzw. unbrauchbar erweisen. Alle „bewährten“ Items bilden nun eine Skala, die es inhaltlich zu interpretieren gilt (vgl. Bühl & Zöfel, 2005, S. 455ff).

Aus der Faktorenanalyse der 34 „Allgemeinen Items“ resultieren insgesamt elf Faktoren mit Eigenwerten „größer 1“, wobei die ersten sieben Faktoren inhaltlich interpretierbar sind. Leistungsmotivation nach der Konzeption des „Leistungs Motivations Tests“ von HERMANS, PETERMANN und ZIELINSKI (1978) zerfällt in drei Faktoren: „Leistungsmotivation im engeren Sinn“, gekennzeichnet durch Streben nach Leistungssteigerung, Ausdauer und Fleiß, weiters in „positive Misserfolgsfurcht“ im Sinne von „Hoffnung auf Erfolg“ sowie in „negative Misserfolgsfurcht“ oder „Furcht vor Misserfolg“. Letztere kann in diesem Zusammenhang als allgemein schulbezogene Angst bezeichnet werden. Der vierte intrapersonale Faktor wird in Bezug auf schulisches Arbeiten „Ordnung und Übersicht“ genannt. Hinsichtlich der äußeren Einflüsse durch die Familie bzw. die Eltern resultieren drei Faktoren, die als „Wertschätzung“ der Eltern ihrem Kind gegenüber, „intellektuelle Förderung“ durch die Eltern sowie „Leistungsdruck“ interpretiert werden. Der Größe der Eigenwerte nach sind die Faktoren folgendermaßen gereiht: 1. „Leistungsmotivation“ (anfänglicher Eigenwert 4,98); 2. „Wertschätzung der Eltern“ (3,82); 3. „Furcht vor Misserfolg“ (2,29); 4. „Hoffnung auf Erfolg“ (2,18); 5. „Übersicht und Ordnung“ (2,02); 6. „Intellektualität in der Familie“ (1,59); 7. „Leistungsdruck der Eltern“ (1,27). Acht der insgesamt 34 Items scheiden durch Faktoren- und Reliabilitätsanalysen aus, darunter auch das „Warming-up-Item 1“, das oft „aus der Reihe tanzt“ und nicht verwertet werden kann. Die daraus folgende relativ geringe Itemanzahl der einzelnen Faktoren stellt leider nicht die optimale Voraussetzung für die jeweiligen Reliabilitäten dar, deren Ausmaß teilweise als grenzwertig zu interpretieren ist. Der höchste Wert resultiert für den Faktor „Wertschätzung der Eltern“ (Cronbachs Alpha = .864), der niedrigste für „Furcht vor Misserfolg“ (Cronbachs Alpha = .615). Übersichtsdarstellungen aller angewendeten Verfahren finden sich im Anhang der Arbeit.

Das Ergebnis der Faktorenanalyse aus den „Items zu Mathematik“ liefert *einen* zu interpretierenden, besonders mächtigen „Mathe find’ ich gut“-Faktor (mit Eigenwert 7,37 und mehr als 26% der Gesamtvarianz; Cronbachs Alpha = .903). Es handelt sich dabei um eine allgemein positive Einstellung zu Mathematik. Ergänzend fließen die Fragen nach der eigenen „mathematischen Begabung“ (Item 48) sowie der „Begeisterungsfähigkeit der MathematikprofessorInnen“ (Item 44) eigens in die Untersuchung mit ein.

Aufgrund der Ergebnisse aus den angeführten Analyseverfahren können die zu prüfenden Haupthypothesen nun differenzierter und präziser formuliert werden:

Die drei mathematischen Leistungsgruppen unterscheiden sich hinsichtlich:

- ihrer letzten Mathematik-Jahresnote.
- ihrer selbst eingeschätzten „mathematischen Begabung“. (Item 48)
- ihrer Einstellung zum Unterrichtsfach Mathematik. (Items 37, 38*, 39*, 40*, 42*, 45*, 46, 47*, 48, 50*, 51*, 53*, 54*, 56, 59**)
- „Leistungsstreben, Ausdauer und Fleiß“. (Items 2*, 3, 9, 16, 17)
- ihrer „Hoffnung auf Erfolg“. (Items 7, 10, 14, 18)
- ihrer „Furcht vor Misserfolg“. (Items 5*, 8*, 11*, 12*, 15*, 23*)
- „Ordnung und Übersicht“ beim Arbeiten. (Items 20, 21)
- der empfundenen Wertschätzung ihrer Eltern. (Items 30, 31, 33)
- intellektueller Förderung durch ihre Eltern. (Items 25, 26, 28)
- des empfundenen Leistungsdrucks ihrer Eltern. (Items 27, 29, 32**)
- der Bildungsabschlüsse ihrer Eltern.
- der Begeisterungsfähigkeit ihrer MathematiklehrerInnen. (Item 44)

(Die mit Sternchen versehenen Items wurden vor der Auswertung umgepolt, mit Ausnahme der Items 32 und 59, die erst aufgrund des Ergebnisses aus der Faktorenanalyse umkodiert wurden.)

Schließlich lässt die Faktorenanalyse aus den „Items zu Englisch“ die aus drei Aufgaben (Items 63, 66, 67) zusammengesetzte Angstskala „Furcht vor Misserfolg“ erkennen (Eigenwert 3,55; Cronbachs Alpha = .787). Abseits der Hauptfragestellung soll hier das Ausmaß von Angst in Bezug auf die Unterrichtsfächer Englisch und Mathematik sowie auf Schule im Allgemeinen miteinander verglichen werden. Zu diesem Zweck wurden die zu der Englisch-Angst-Skala analogen Items aus dem Mathematik- (Items 38, 47, 50; Cronbachs Alpha = .686) sowie dem allgemeinen Itempool (Items 8, 12, 5) jeweils einer Reliabilitätsanalyse unterzogen. Die Ergebnisse der allgemeinen Skala hinsichtlich Messgenauigkeit (Cronbachs Alpha = .470) und Itemtrennschärfen (von .22 bis .41) sind allerdings als unverwertbar zu interpretieren, sodass diese Skala ausgeschieden und nur ein Vergleich zwischen Englisch und Mathematik vorgezogen wird. Die weiteren resultierenden Faktoren der „Items zu Englisch“ liegen abgeschlagen hinter dem genannten ersten Faktor „Furcht vor Misserfolg“. Diese sind auch inhaltlich nicht eindeutig fassbar, weshalb sie nicht länger in die Untersuchung einbezogen werden.

4.2.2. Mathematische Testaufgaben

Bei der Zusammenstellung der insgesamt 14 mathematischen Aufgaben, denen der zweite Teil des Fragebogens gewidmet ist, werden drei Kriterien berücksichtigt. Grundsätzlich sollen alle dort geprüften Inhalte *Teil des Lehrplans* der AHS (Ober- oder Unterstufe) sein. Darüber hinaus gilt es, Beispiele zu entwickeln, die sowohl für die *spezifischen mathematischen Anforderungen im Psychologiestudium* von direktem Nutzen sind, als auch *allgemeine mathematische Grundlagen* umfassend abdecken. Neben Fragen zu statistischen Kennzahlen und der Wahrscheinlichkeitsrechnung kommen Aufgaben über grundlegende

Rechenoperationen wie Wurzelziehen oder Logarithmieren zur Anwendung. Auch lineare Gleichungen sowie Prozentrechnungen werden explizit bzw. in Form von Textbeispielen vorgegeben. Einige Aufgaben fordern vor allem schlussfolgerndes Argumentieren. Da die einzelnen Beispiele einerseits mathematische Grundkenntnisse, andererseits komplexeres, spezifisches Fachwissen erfordern, kann davon ausgegangen werden, dass die verschiedenen Aufgaben unterschiedlich schwierig zu beantworten sind und somit deren Lösungshäufigkeiten vermutlich stark differieren.

Um zu untersuchen, ob alle Aufgaben ein und dieselbe latente Dimension – mathematische Fähigkeit – messen, werden diese ebenfalls einer Faktorenanalyse unterzogen. Das Ergebnis bestätigt die Annahme der Eindimensionalität der Items. Alle 14 Aufgaben korrelieren mit Werten von 0,36 bis 0,63 einigermaßen hoch mit dem ersten, mächtigsten Faktor, der etwa als „mathematische Kompetenz“ bezeichnet werden kann. Alle Beispiele erfassen – auch wenn diese unterschiedlich schwierig zu lösen sind – das spezifisch Mathematische.

Angeführt sind die mathematischen Aufgaben in *Tabelle 5*. In Kapitel 6.1.2. werden die Ergebnisse der einzelnen Beispiele sowie deren Lösungsschwierigkeiten im Detail analysiert.

In der Auswertung der Testergebnisse wird jede der bearbeiteten Aufgaben als entweder „gelöst“ (4 Punkte), „teilweise gelöst“ (2 Punkte) oder „nicht gelöst“ (0 Punkte) beurteilt. Ausnahmen stellen *Aufgabe 2* und *Aufgabe 6* dar. Die Auswertung von *Aufgabe 2* erfolgt aufgrund ihrer Struktur nur dichotom (0 oder 4 Punkte). Bei *Aufgabe 6* wird die richtige Beantwortung der dort gestellten vier Fragen *A,B,C,D* mit jeweils einem Punkt gewertet, sodass für die gesamte Aufgabe ebenfalls vier Punkte das Maximum darstellen, Teillösungen allerdings auch mit insgesamt ein oder drei Punkten möglich sind. Auch die Teilfragen *A* und *B* der

Aufgaben 9 und *11* werden jeweils nur als „gelöst“ (2 Punkte) oder „nicht gelöst“ (0 Punkte) gewertet. Durch eine Kombination der jeweils zwei „gelösten“ oder „nicht gelösten“ Teilaufgaben, kann es allerdings wiederum zu einer „teilweisen“ Lösung der Gesamtaufgabe kommen (2 Punkte); sind beide Teilfragen richtig beantwortet, wird die Aufgabe vollständig gewertet (4 Punkte). Insgesamt sind – durch richtiges Lösen aller 14 Beispiele – maximal 56 Punkte erreichbar. Der individuelle Testscore resultiert aus der „erzielten Punktezahl dividiert durch 56“ und kann einen Wert von „0“ bis „1“ annehmen.

Tabelle 5: Die 14 mathematischen Aufgaben

1) Eine Digitalkamera kostet im Abverkauf 210 Euro, nachdem sie um 30% verbilligt wurde. Wieviel kostete sie ursprünglich?
2) Bei einem Maßstab von 1:250 000 sind 8 cm am Plan ___________ km in Wirklichkeit.
3) Egon hat vor genau 4 Jahren 1000 Euro auf ein mit 4% fixverzinstes Sparbuch gelegt. (Von diesen 4% werden 25% Kapitalertragssteuer abgezogen!) Stelle die Gleichung auf, die als Unbekannte x Egons aktuelles Guthaben auf dem Sparbuch hat. (Du brauchst x nicht auszurechnen.)
4) Gegeben ist die Gleichung: $\frac{3a}{x} = \frac{b}{x-1} - \frac{a}{2x}$ Löse die Gleichung nach x auf.
5) Kennst du eine Erklärung, warum a x b immer das gleiche wie b x a ergibt; d.h. warum beispielsweise 3 x 5 das gleiche wie 5 x 3 (nämlich 15) ergibt? Wenn ja, stelle die Erklärung dar.
6) Lieselottes sechs Mathematik- Schularbeitsnoten über den Verlauf eines Schuljahres sind: 4 4 2 4 3 1 Berechne a) das *Arithmetische Mittel*, b) den *Zentralwert* (oder *Median*), c) den *Modalwert* und d) die *Spannweite* von Lieselottes Noten.

7) Kurt und Jasmin wohnen 300 km voneinander entfernt. Sie beschließen, beide um 10.00 Uhr jeweils von zu Hause mit dem Auto wegzufahren, um einander zu treffen. Jasmin fährt durchschnittlich 100 km/h, Kurt durchschnittlich 80 km/h. Um wieviel Uhr begegnen die beiden einander?
8) Gegeben ist die Gleichung: $x^3 = 8$ a) Welche Rechenoperation ist für das Lösen dieser Gleichung anzuwenden? b) Forme die Gleichung um, indem du x explizit ausdrückst.
9) Wie verändert sich a) der <u>Flächeninhalt</u>, b) der <u>Umfang</u> eines Kreises, wenn dessen Radius halbiert wird?
10) Das Doppelte einer Zahl ist um 9 größer als die Hälfte derselben Zahl. Wie lautet die Zahl?
11) Ferdinand würfelt gleichzeitig mit zwei Würfeln. a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass beide Augenzahlen ungerade sind? b) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass mindestens eine der beiden Augenzahlen ein Sechser ist?
12) Gegeben ist die Gleichung: $2^x = 8$ a) Welche Rechenoperation ist für das Lösen dieser Gleichung anzuwenden? b) Forme die Gleichung um, indem du x explizit ausdrückst.
13) Jedes 10. Ei der Firma "Legefroh" hat einen Sprung. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem 6er- Pack Eier genau zwei Eier einen Sprung haben? Setze dafür in die Gleichung $P(X=k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}$ ein und berechne $\binom{n}{k}$. (Das gesamte Ergebnis brauchst du nicht auszurechnen.)
14) Versuche mit Worten zu erklären, warum die Weltbevölkerung im Jahr 2000 nicht um die gleiche Zahl steigt wie im Jahr 2001

5. Durchführung der Erhebung

5.1. Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt nahmen 205 Testpersonen, aufgegliedert in 96 AHS-SchülerInnen der Maturaklasse und 109 PsychologiestudentInnen im ersten Studienabschnitt, an der Untersuchung teil. In die Auswertung flossen die Ergebnisse von 200 Testpersonen, darunter alle 96 SchülerInnen und 104 der insgesamt 109 StudentInnen. In letzterer Gruppe blieben fünf Fragebögen unberücksichtigt, da einer gänzlich leer und vier weitere unvollständig bzw. lückenhaft retourniert wurden, sodass in allen fünf Fällen eine ernsthafte Teilnahme an der Untersuchung nicht angenommen werden kann.

5.2. Testdurchführung an den Schulen

Die Testung der 96 SchülerInnen erfolgte an fünf verschiedenen Gymnasien innerhalb Wiens – in den Bezirken 3, 19 und 21 – jeweils zwei bis drei Monate vor der schriftlichen Reifeprüfung. Die Anfragen bezüglich der Testdurchführung an den einzelnen Schulen basierten auf persönlichem Kontakt zu LehrerInnen bzw. SchülerInnen. Die geographische Lage der Schulen wurde insofern berücksichtigt, als die getesteten SchülerInnen aus unterschiedlichen Einzugsgebieten innerhalb Wiens stammen. Das ungleiche Geschlechterverhältnis von 59 Mädchen zu 37 Burschen ist dadurch zu erklären, dass sich unter den insgesamt sechs Maturaklassen – an einer der fünf Schulen wurden zwei Klassen getestet – eine reine Mädchenklasse befand.

Die Durchführung der Untersuchung fand klassenweise innerhalb einer Sitzung im Rahmen des Unterrichts am Vormittag statt. Die dafür reservierten zwei Unterrichtseinheiten von jeweils insgesamt 100 Minuten wurden mit einer kurzen mündlichen Einleitung durch den Testleiter eröffnet. Gleich im Anschluss folgte die Ausgabe des ersten Teils des Fragebogens, wobei dafür eine sich in einem Vorversuch als ausreichend erwiesene Bearbeitungszeit von 15 Minuten anberaumt wurde. Nach Rückgabe aller Bögen wurde Teil zwei des Fragebogens (mathematische Aufgaben) an die SchülerInnen verteilt, für dessen Bearbeitung sich im Vorversuch eine Zeit von etwa 45 Minuten als ausreichend herausstellte. Um den Erfolg des Ergebnisvergleiches durch dezente nachbarschaftliche Blicke zu minimieren, gab es zwei Versionen des zweiten Fragebogenteils, die sich allerdings nur in der Reihenfolge der einzelnen Aufgaben unterschieden.

Die Identifizierung der zwei Fragebogenteile zu je ein und derselben Person wurde – unter Gewährung der Anonymität – durch einen auf beiden Bögen auszufüllenden persönlichen Buchstaben-Zahlen-Code sichergestellt (siehe *Abbildung 2*).

Als Dankeschön für die Beteiligung an der Untersuchung bzw. als Belohnung für Mühe und Konzentration gab es für jede/n SchülerIn ein Päckchen Haselnussschnitten mit Wiener Tradition.

Abbildung 2: Beispiel eines persönlichen Codes

B	A	T	9	S	E
Buchstabe meiner Klasse	zweiter Buchstabe meines Vornamens	zweiter Buchstabe meines Nachnamens	Einerstelle meines Geburtstages	erster Buchstabe des Vornamens der Mutter	erster Buchstabe des Vornamens des Vaters

5.3. Testdurchführung an der Uni

Für die Erhebung an der Uni Wien wurde der Fragebogen an insgesamt 180 StudentInnen des Diplomstudiums *Psychologie* im Rahmen einer Lehrveranstaltung, die laut Studienplan für das erste Studiensemester vorgesehen ist, ausgegeben. Über persönlichen Kontakt mit dem Lehrveranstaltungsleiter wurde ein Termin gegen Mitte des Wintersemesters vereinbart. Dabei konnten die letzten 30 Minuten der Lehrveranstaltung der vorliegenden Untersuchung gewidmet werden. Auf eine allgemeine, einleitende Erklärung folgten das Austeilen der Fragebögen und der Beginn der Bearbeitung. Anders als bei der Durchführung an den Schulen wurde der Fragebogen an der Uni nicht in zwei Teilen, sondern gleich zu Beginn zur Gänze ausgegeben. Auch wurden die StudentInnen – mangels zeitlicher Ressourcen innerhalb der Lehrveranstaltung – gebeten, die Bearbeitung in ihrer Freizeit fortzusetzen und in der darauf folgenden Woche zu retournieren. Durch den Umstand, dass alle potenziellen Testpersonen mit der Bearbeitung zumindest beginnen konnten, sollte die Motivation zur späteren Weiterbearbeitung und Fertigstellung gesteigert werden. Als zusätzlicher Anreiz sowie als Anerkennung für die Mitarbeit an der Untersuchung wurde eine „kleine süße Belohnung“ – hinter der sich ebenfalls das rosafarbene Päckchen Haselnussschnitten verbarg – angekündigt (und später natürlich auch ausgehändigt).

Insgesamt wurden 109 der 180 ausgegebenen Fragebögen retourniert. Die Rücklaufquote lag somit knapp über 60 Prozent. Die Mehrzahl der bearbeiteten Bögen (76%) wurde im Rahmen derselben Lehrveranstaltung eine Woche nach deren Ausgabe wieder abgegeben, ein kleinerer Teil (20%) zwei Wochen danach und einige wenige Fragebögen (4%) nochmals eine Woche später.

Unter den in die Untersuchung eingegangenen 104 Personen befanden sich 96 Frauen und nur acht Männer. Dieses extrem ungleiche Geschlechterverhältnis ist durch ein ebensolches in der Population der PsychologiestudentInnen zu erklären. GNAMBS, HANFSTINGL und LEIDENFROST (2006, S. 7) berichten in diesem Zusammenhang von einem über die Jahre 1994 bis 2003 relativ konstanten Anteil weiblicher Studierender von 83 bis 85 Prozent innerhalb des Diplomstudiums *Psychologie* in Österreich.

6. Ergebnisse

Die Darstellungen des folgenden Kapitels umfassen zunächst allgemeine und Gruppen vergleichende Ergebnisse des Mathematiktests sowie jene der einzelnen mathematischen Aufgaben im Detail. Daran anschließend sind in *Kapitel 6.2.* die Ergebnisse der Hypothesentests im Sinne der Hauptfragestellung dargestellt.

6.1. Mathematiktest

Über alle 200 TestteilnehmerInnen – SchülerInnen und StudentInnen – resultiert im Mathematiktest ein Mittelwert von 0,362 und eine Standardabweichung von 0,187. Dieses Ergebnis bedeutet, dass durchschnittlich 36,2 Prozent, d. h. etwas mehr als ein Drittel der insgesamt 14 Aufgaben gelöst werden konnten. (Das entspricht beispielsweise fünf vollständig oder zehn teilweise gelösten Aufgaben oder einer vergleichbaren Kombination aus vollständig und teilweise gelösten Aufgaben.) Unter der geprüften und bestätigten Annahme, dass die Testergebnisse über alle 200 TeilnehmerInnen als normalverteilt gelten, erreichen zwei Drittel aller Testpersonen ein Ergebnis, das zwischen 0,175 und 0,549 liegt; je ein Sechstel der gesamten Untersuchungsgruppe aus SchülerInnen und StudentInnen lösen weniger als 17,5 Prozent bzw. mehr als 54,9 Prozent der mathematischen Aufgaben. Die Spannweite der Testergebnisse beträgt 0,875 und reicht von 0,000 bis 0,875. Eine graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung in Form eines Histogramms findet sich im Anhang.

6.1.1. Gruppenvergleiche

Um mögliche Unterschiede der mathematischen Leistungen zwischen der Gruppe der SchülerInnen und jener der StudentInnen bzw. Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern auf Signifikanz zu prüfen, kommen Mittelwertsvergleichs-Tests bzw. entsprechende nichtparametrische Tests zum Einsatz. Erstere werden (nur) dann gewählt, wenn sowohl die Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Stichproben der Normalverteilung entsprechen, als auch die Varianzen der jeweiligen Testvariable innerhalb aller am Test beteiligten Untersuchungsgruppen als homogen gelten. Dafür angewendete Prüfverfahren sind der *Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest* sowie der *Levene-Test der Varianzgleichheit* (alle diesbezüglichen Ergebnisse siehe Anhang). Bei den nichtparametrischen Tests fließen nicht die Messwerte selbst, sondern deren (mittlere) Rangplätze in die Berechnung ein.

Tabelle 6 zeigt zunächst eine Übersicht der Mittelwerte und Standard-abweichungen der verschiedenen Stichproben.

Tabelle 6: Mittelwerte und Standardabweichungen des Mathematiktests

	Stichprobengröße	Mittelwert	Standardabweichung
Gesamtstichprobe	200	.362	.187
SchülerInnen gesamt	96	.322	.148
Schülerinnen (weiblich)	59	.293	.146
Schüler (männlich)	37	.367	.143
StudentInnen gesamt	104	.398	.211
Studentinnen (weiblich)	96	.397	.209
Studenten (männlich)	8	.415	.254

Die StudentInnen lösen durchschnittlich mehr Aufgaben als die SchülerInnen. Innerhalb beider Gruppen erzielen die männlichen Testpersonen – verglichen mit den weiblichen – höhere Werte. Ob diese Mittelwertsunterschiede (bzw. die Rangunterschiede) signifikant oder nur zufällig sind, klären die Ergebnisse der folgenden statistischen Tests. Aus *Tabelle 6* wird auch ersichtlich, dass die SchülerInnen – aufgrund geringerer Standardabweichungen im Vergleich zu den StudentInnen – die homogenere Gruppe darstellen.

Mögliche Geschlechtsunterschiede im Mathematiktest können nur für die Gruppe der SchülerInnen untersucht werden, da unter den StudentInnen die männliche Stichprobe (n = 8) für eine derartige Prüfung zu klein ist. Das aus dem *t-Test für unabhängige Stichproben* resultierende, signifikante Ergebnis (p = .016) bestätigt, dass die Burschen bessere Leistungen erzielen als die Mädchen (siehe *Tabelle 7*).

Für den Vergleich zwischen den SchülerInnen und den StudentInnen bieten sich die beiden Gruppen der weiblichen Testpersonen an, da somit das Geschlecht als mögliche Störvariable kontrolliert werden kann. (Wegen der geringen Teilnehmerzahl an männlichen Studenten ist der analoge Vergleich beim männlichen Geschlecht nicht möglich.) Aufgrund inhomogener Varianzen zwischen Schülerinnen und Studentinnen kommt der parameterfreie *Mann-Witney-U-Test* zur Anwendung. Dieser liefert ein signifikantes Ergebnis (p = .001) zugunsten der Studentinnen (siehe *Tabelle 7*). Die Schülerinnen schneiden im Mathematiktest folglich schlechter ab als die Studentinnen. (Signifikante Ergebnisse sind hier und in den folgenden Tabellen mit einem Sternchen gekennzeichnet).

Tabelle 7: Signifikanzprüfungen der Gruppenunterschiede im Mathematiktest

Testverfahren	Vergleichsgruppen	Signifikanz (2-seitig)
t-Test für unabhängige Stichproben	Schüler (männl.) – Schülerinnen (weibl.)	.016*
U-Test (parameterfrei)	Schülerinnen (weibl.) – Studentinnen (weibl.)	.001*

In der Gruppe der StudentInnen soll weiters untersucht werden, in welcher Beziehung die Leistung im Mathematiktest und das Alter der Personen bzw. die individuelle Zeitspanne seit der Matura zueinander stehen. Da die Häufigkeitsverteilungen bezüglich der beiden letzteren Variablen asymmetrisch sind – etwa zwei Drittel der StudentInnen sind 20 Jahre oder jünger und haben vor weniger als drei Jahren maturiert – wird die *Rangkorrelation nach Spearman* zur Berechnung dieser Zusammenhänge herangezogen. Zwischen Alter und Testleistung resultiert ein Korrelationskoeffizient von r = -0,034. Die Leistung im Mathematiktest kann folglich als vom Alter völlig unabhängig gesehen werden. Auch das Ausmaß der vergangenen Jahre seit der Matura hat keinerlei Einfluss auf das Ergebnis der Mathematikaufgaben (r = -0,026; *siehe Tabelle 8*).

Tabelle 8: Rangkorrelationskoeffizient nach *Spearman* (StudentInnen gesamt; n = 104)

	Mathematik-Testleistung
Alter der StudentInnen	-.034
Vergangene Jahre seit der Matura	-.026

6.1.2. Einzelne mathematische Aufgaben

Obwohl einerseits unter den SchülerInnen die Burschen im Vergleich zu den Mädchen einen signifikant höheren Gesamtscore im Mathematiktest erreichen und andererseits die Gruppe der Studentinnen insgesamt bessere Leistungen erbringt als die der Schülerinnen, können diese Ergebnisse nicht in allen einzelnen Aufgaben festgestellt werden. In *Abbildung 3* und *Abbildung 4* wird ersichtlich, bei welchen der mathematischen Aufgaben die Lösungshäufigkeiten vom Gesamtergebnis abweichen, indem die Gruppe der Schülerinnen, die insgesamt die schlechtesten Leistungen liefert, bei einzelnen Aufgaben dennoch höhere Werte erzielt als die jeweilige Vergleichsgruppe.

Abbildung 3: Relative Lösungshäufigkeiten der einzelnen vollständig gelösten Aufgaben im Geschlechtervergleich zwischen Schülern und Schülerinnen

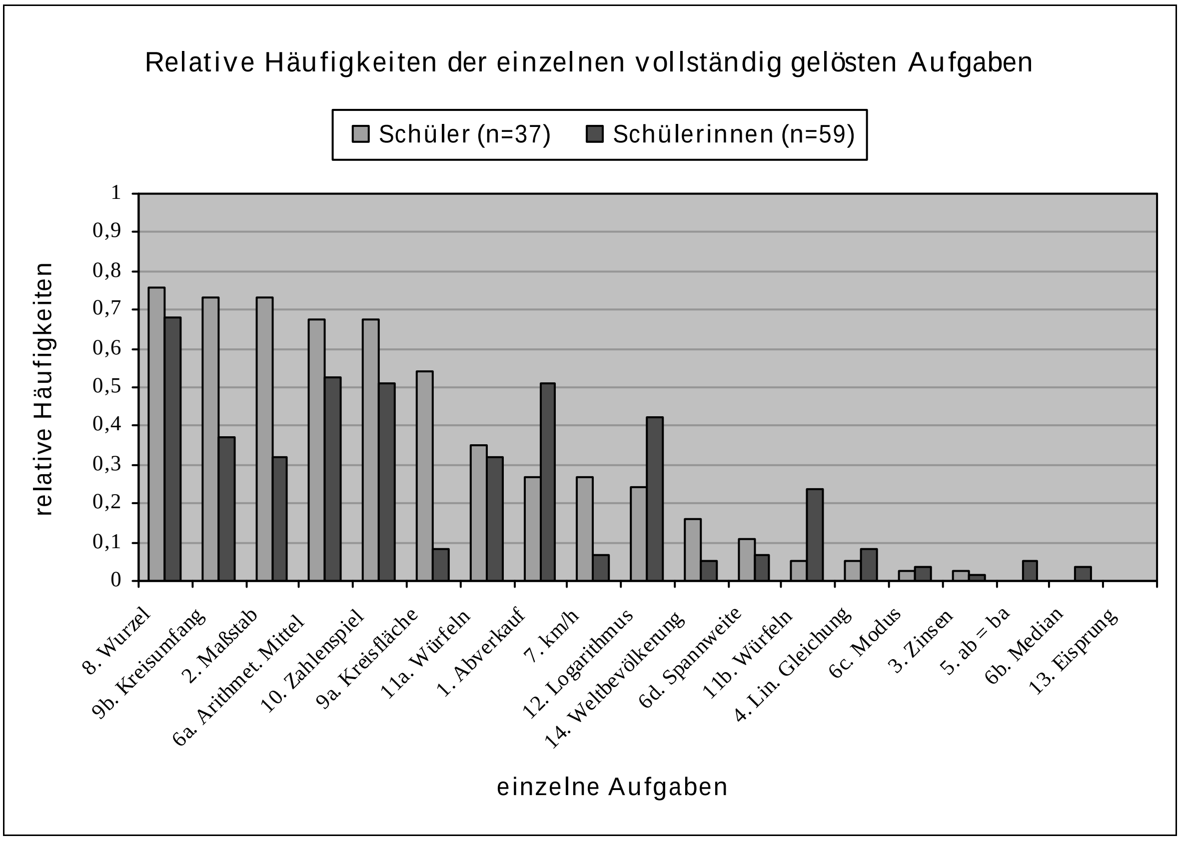


Abbildung 4: Relative Lösungshäufigkeiten der einzelnen vollständig gelösten Aufgaben im Gruppenvergleich zwischen Studentinnen und Schülerinnen

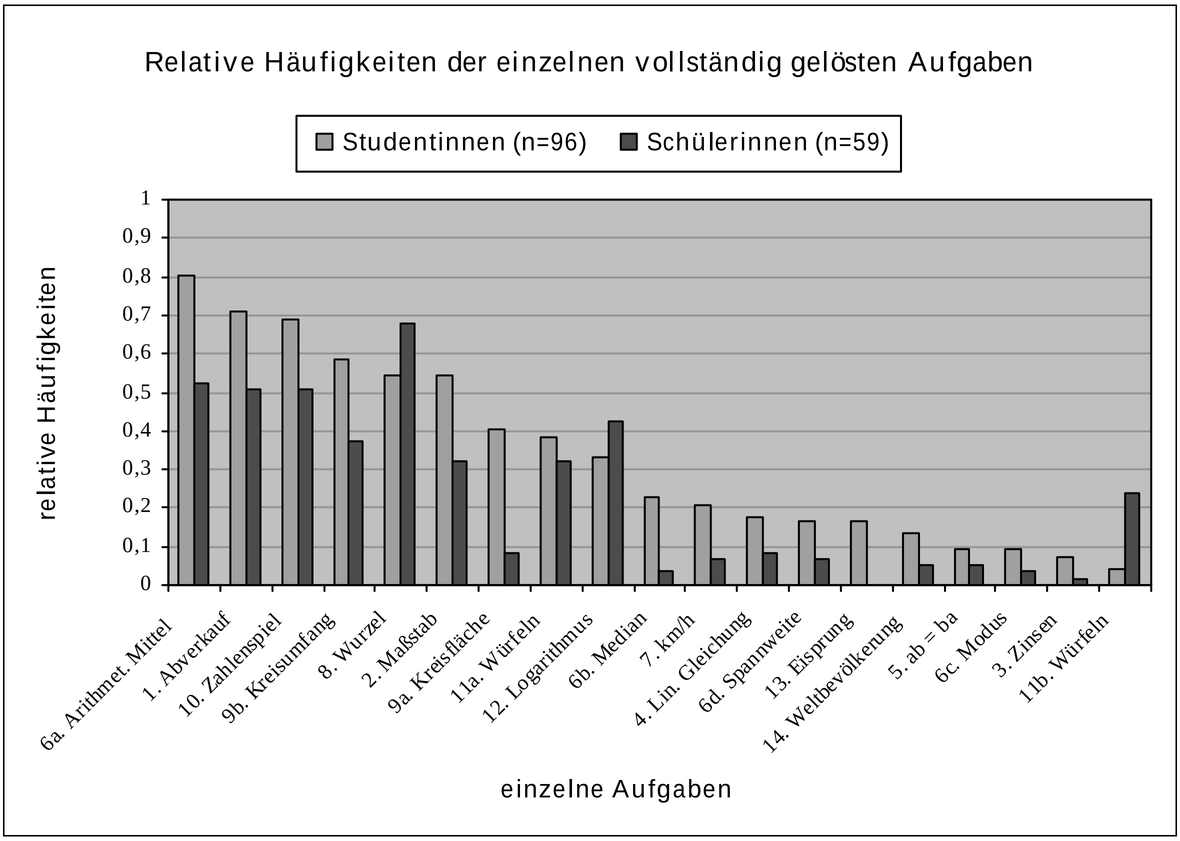
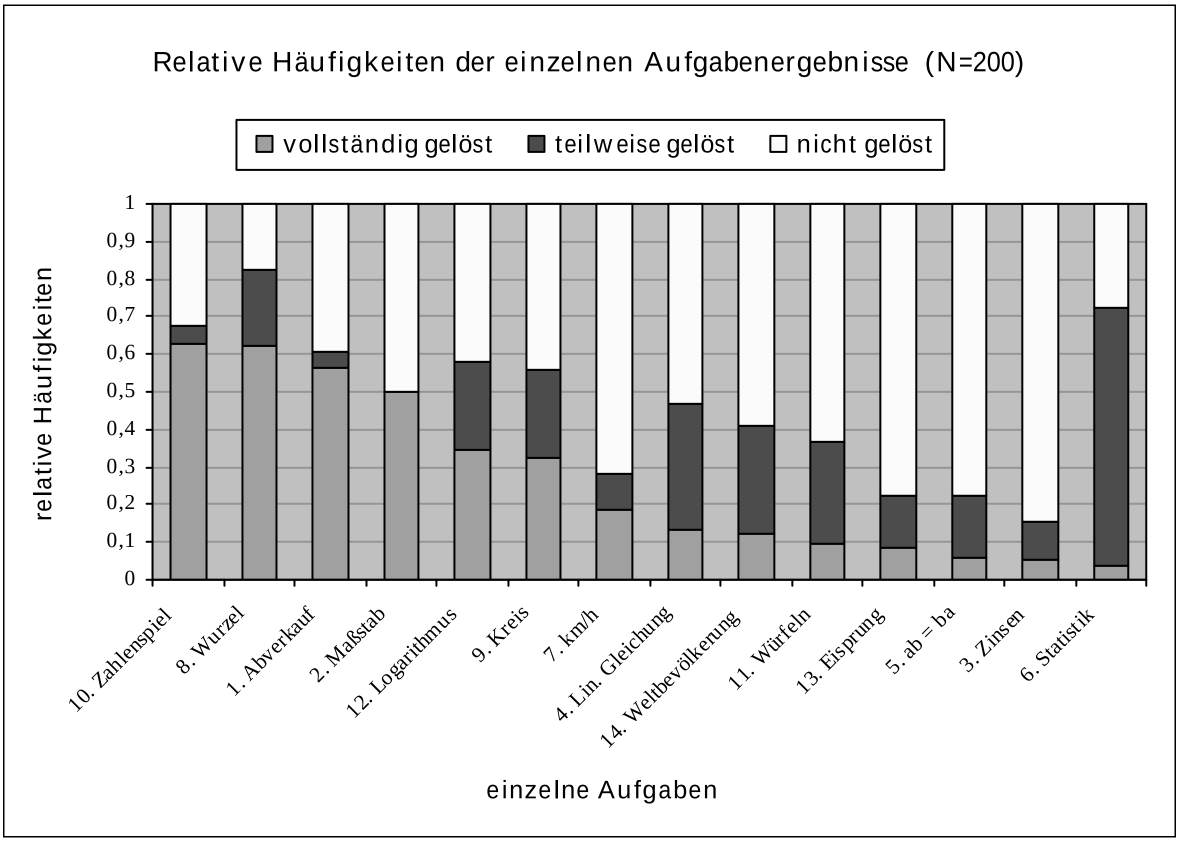


Abbildung 5 zeigt die relativen Lösungshäufigkeiten über die Gesamtstichprobe aus SchülerInnen und StudentInnen in differenzierter Darstellung der drei Lösungsformate „vollständig“, „teilweise“ bzw. „nicht“ gelöst. Anders als in den beiden vorigen *Abbildungen 3* und *4* sind die in mehrere Fragen unterteilten *Aufgaben 6, 9* und *11* gesamt, und nicht deren einzelne Teilaufgaben jeweils für sich angeführt.

Abbildung 5: Relative Lösungshäufigkeiten der einzelnen mathematischen Aufgaben über alle 200 TestteilnehmerInnen



Im Folgenden werden die mathematischen Aufgaben samt ihren korrekten Lösungen sowie „typische Fehler“ bzw. häufige Lösungsschwierigkeiten angeführt. Gereiht sind die Aufgaben dabei nach absteigender Lösungshäufigkeit. In den *Tabellen 9* bis *30* können die jeweilig relativen Lösungshäufigkeiten der einzelnen Stichproben miteinander verglichen werden. Da die Ergebnisse der männlichen studentischen Stichprobe aufgrund der geringen Teilnehmerzahl als nicht repräsentativ gelten, wird deren Darstellung ausgelassen.

10) „Zahlenspiel“

Das Doppelte einer Zahl ist um 9 größer als die Hälfte derselben Zahl.
Wie lautet die Zahl?

Lösung:

$$2x = \frac{x}{2} + 9$$
$$4x = x + 18$$
$$3x = 18$$
$$x = 6$$

Die Zahl lautet 6.

Tabelle 9: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Zahlenspiel“ (Aufgabe 10)

	Gesamtstichprobe (N = 200)	Schüler (n = 37)	Schülerinnen (n = 59)	Studentinnen (n = 96)
vollständig gelöst	.630	.676	.508	.688
teilweise gelöst	.045	.027	.051	.052
nicht gelöst	.325	.297	.441	.260

Aufgabe 10 wird von 63 Prozent aller Testpersonen vollständig gelöst. Teilrichtige Antworten gibt es nur in jenen wenigen Fällen (4,5%), wo der Ansatz korrekt gefunden, die Gleichung aber falsch oder unvollständig umgeformt wird, sodass ein unrichtiges oder gar kein Endergebnis resultiert. 31,7 Prozent aller Personen, die das Beispiel lösen können, tun dies nur durch Nennung des Ergebnisses, d. h. ohne Aufstellen einer Gleichung. Es ist anzunehmen, dass hier ein Lösungsweg in Form eines nur gedanklichen „Versuch-Irrtum-Spiels“ erfolgreich angewendet wird. Die Ergebnisunterschiede zwischen den einzelnen Teilstichproben liegen annähernd im Trend des Gesamtergebnisses.

8) „Wurzel“

Gegeben ist die Gleichung: $x^3 = 8$

a) Welche Rechenoperation ist für das Lösen dieser Gleichung anzuwenden?

b) Forme die Gleichung um, indem du x explizit ausdrückst.

Lösung:

a) Wurzelziehen

b)

$x^3 = 8$

$x = \sqrt[3]{8}$

$(x = 2)$

Tabelle 10: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Wurzel“ (Aufgabe 8)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.620	.757	.678	.542
teilweise gelöst	.205	.135	.237	.208
nicht gelöst	.175	.108	.085	.250

62 Prozent der 200 TestteilnehmerInnen können das „Wurzel“-Beispiel richtig lösen. Diese Aufgabe ist eine von wenigen, bei denen die Studentinnen den Schülerinnen nicht überlegen sind. Etwa ein Fünftel der Gesamtstichprobe (20,5%) lösen das Beispiel teilweise; dies ist dann der Fall, wenn zwar erkannt wird, dass die anzuwendende Rechenoperation das „Wurzelziehen“ ist, die Gleichung aber nicht korrekt umgeformt werden kann. Auffallend viele Testpersonen wissen mit *Frage A* nichts anzufangen; eine mathematische Lösung in Form *eines* Wortes – in diesem Fall „Wurzelziehen“ – scheint im Allgemeinen unerwartet zu sein.

1) „Abverkauf“

Eine Digitalkamera kostet im Abverkauf 210 Euro, nachdem sie um 30% verbilligt wurde. Wieviel kostete sie ursprünglich?

Lösung:

210,- 70%

3,- 1%

300,- ..... 100% *Sie kosteten ursprünglich 300 Euro.*

Tabelle 11: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Abverkauf“ (Aufgabe 1)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.565	.270	.508	.708
teilweise gelöst	.040	.108	.034	.000
nicht gelöst	.395	.622	.458	.292

Insgesamt wird *Aufgabe 1* von 56,5 Prozent der TestteilnehmerInnen vollständig gelöst. Erwähnenswert ist dabei, dass in der Gruppe der SchülerInnen die Mädchen (50,8%) im Vergleich zu den Burschen (27,0%) dieses Beispiel nahezu doppelt so häufig richtig lösen. Unter den Studentinnen lösen sogar 70,8 Prozent die Aufgabe vollständig. Nur in Ausnahmefällen (4,0%) kommt es zu teilweisen Lösungen, und zwar dann, wenn der Ansatz, nicht aber das Ergebnis richtig ausfällt. In 35,4 Prozent aller ungelösten Aufgaben resultieren „273 Euro“ als Ergebnis, da fälschlicherweise angenommen wird, der bereits reduzierte Preis würde dem Gesamtanteil (100%) entsprechen.

2) „Maßstab“

Bei einem Maßstab von 1:250 000 sind 8 cm am Plan ________ km in Wirklichkeit.

Lösung:

250 000 cm = 2,5 km

1 : 2,5 = 8 : x

x = 20 *Bei gegebenem Maßstab sind 8 cm am Plan 20 km in Wirklichkeit.*

Tabelle 12: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Maßstab“ (Aufgabe 2)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
gelöst	.500	.730	.322	.542
nicht gelöst	.500	.270	.678	.458

Aufgabe 2 stellt insofern die einzige Ausnahme dar, als dass sie aufgrund ihrer Struktur keine teilweise Lösung enthält, sondern dichotom ausgewertet wird. Die Gesamtstichprobe teilt sich bezüglich der Lösungshäufigkeiten der „Maßstab“-Aufgabe genau in zwei Hälften; 50 Prozent lösen das Beispiel, 50 Prozent nicht. In der Gruppe der SchülerInnen reihen sich die Burschen mit einer Lösungshäufigkeit von 73 Prozent ganz klar vor die Mädchen (32,2%). Die Schwierigkeiten beim Lösen dieser Aufgabe liegen sowohl im „Verschieben der Kommastellen“ als auch im Erstellen des richtigen Lösungsansatzes. Wird letzterer gefunden, ist auch das Ergebnis stets korrekt.

12) „Logarithmus“

Gegeben ist die Gleichung: $2^x = 8$

a) Welche Rechenoperation ist für das Lösen dieser Gleichung anzuwenden?

b) Forme die Gleichung um, indem du x explizit ausdrückst.

Lösung:

a) Logarithmus

b)

$$2^x = 8$$

$$\ln 2^x = \ln 8$$

$$x \cdot \ln 2 = \ln 8$$

$$x = \frac{\ln 8}{\ln 2}$$

$$(x = 3)$$

Tabelle 13: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Logarithmus“ (Aufgabe 12)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.345	.243	.424	.333
teilweise gelöst	.235	.351	.152	.250
nicht gelöst	.420	.406	.424	.417

34,5 Prozent aller UntersuchungsteilnehmerInnen kommen im „Logarithmus“-Beispiel zum richtigen Ergebnis, 23,5 Prozent wissen zumindest, dass dieses durch Anwendung des Logarithmus zu lösen ist, und für die restlichen 42 Prozent bleibt es gänzlich unlösbar. Verglichen mit den anderen Teilstichproben zeigt die Gruppe der Schülerinnen – anders als im Gesamtscore des Mathematiktests – den höchsten Häufigkeitswert an vollständig gelösten Aufgaben (42,4%). Die einzelnen Umformungsschritte, die der Rechenregeln des Logarithmus bedürfen, stellen die größte Schwierigkeit dieses Beispiels dar.

9) „Kreis“

Wie verändert sich a) der Flächeninhalt, b) der Umfang eines Kreises, wenn dessen Radius halbiert wird?

Lösung:

a)

$$A = r^2\pi$$

$$A_* = \left(\frac{r}{2}\right)^2 \pi = \frac{r^2}{4}\pi$$

Der Flächeninhalt verringert sich auf ein Viertel.

b)

$$U = 2r\pi$$

$$U_* = 2 \cdot \frac{r}{2}\pi = r\pi$$

Der Umfang verringert sich auf/um die Hälfte.

Tabelle 14: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Kreis“ (Aufgabe 9 gesamt)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.325	.541	.068	.396
teilweise gelöst	.235	.189	.322	.198
nicht gelöst	.440	.270	.610	.406

Tabelle 15: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Kreisfläche“ (Aufgabe 9a)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
gelöst	.335	.541	.085	.406
nicht gelöst	.665	.459	.915	.594

Tabelle 16: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Kreisumfang“ (Aufgabe 9b)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
gelöst	.550	.730	.525	.583
nicht gelöst	.450	.270	.475	.417

Die „Kreis“-Aufgabe setzt sich aus zwei unabhängig voneinander (dichotom) bewerteten Teilaufgaben zusammen. „Kreisumfang“ wird allgemein häufiger richtig gelöst (55%) als „Kreisfläche“ (33,5%). In der Gruppe der SchülerInnen zeigt sich ein beachtlicher Unterschied in der Lösungshäufigkeit von *Aufgabe A* zugunsten der Burschen (54,1%; Mädchen 8,5%). Fehler sind in letzterem Beispiel weniger rechnerischer Art, sondern häufiger jene sprachlicher Umsetzung. 17,3 Prozent derer, die die *Teilaufgabe A* nicht korrekt lösen, rechnen zwar richtig, verwechseln allerdings in ihren Antworten die Formulierungen „verringern *um*“ und „verringern *auf*“, wodurch inhaltlich falsche Aussagen resultieren, und weitere 8,9 Prozent geben nur an, *dass* sich Fläche und Umfang verringern würden, verzichten dabei aber gänzlich auf das Ausmaß. 32,5 Prozent aller Testpersonen lösen *Aufgabe 9* vollständig, indem sie beide Teilaufgaben lösen; entweder *Frage A* oder *Frage B* beantworten 23,5 Prozent richtig; keine der beiden Aufgaben wird von 44 Prozent gelöst.

7) „km / h“

Kurt und Jasmin wohnen 300 km voneinander entfernt. Sie beschließen, beide um 10.00 Uhr jeweils von zu Hause mit dem Auto wegzufahren, um einander zu treffen.
Jasmin fährt durchschnittlich 100 km / h, Kurt durchschnittlich 80 km / h.
Um wieviel Uhr begegnen die beiden einander?

Lösung:

$$100t + 80t = 300$$

$$t = \frac{300}{180} = \frac{5}{3} = 1\frac{2}{3}$$

Sie begegnen einander um 11.40 Uhr.

$$1\frac{2}{3}h = 1h\,40\min$$

Tabelle 17: Relative Lösungshäufigkeiten zu „km/h“ (Aufgabe 7)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.185	.270	.068	.208
teilweise gelöst	.095	.027	.085	.125
nicht gelöst	.720	.703	.847	.667

Zum richtigen Ergebnis der *Aufgabe 7* gelangen 18,5 Prozent der Gesamtstichprobe. Weitere 9,5 Prozent liefern zumindest einen Ansatz, der auf die Lösung hinweist. Der Großteil der Testpersonen (72%) kann mit dem Beispiel allerdings nichts anfangen. Die Schülerinnen liegen mit einer relativen Lösungshäufigkeit von 6,8 Prozent deutlich hinter ihren männlichen Schulkollegen (27%) wie auch hinter der gleichgeschlechtlichen Gruppe der Studentinnen (20,8%).

4) „Lineare Gleichung“

Gegeben ist die Gleichung:

$$\frac{3a}{x} = \frac{b}{x-1} - \frac{a}{2x}$$

Löse die Gleichung nach x auf.

Lösung:

kleinster gemeinsamer Nenner: 2x · (x-1)

$$\frac{3a \cdot 2 \cdot (x-1)}{2x \cdot (x-1)} = \frac{b \cdot 2x - a \cdot (x-1)}{2x \cdot (x-1)}$$

$$6ax - 6a = 2bx - ax + a$$

$$7ax - 2bx = 7a$$ *für $x \neq 0$; $x \neq 1$; $7a \neq 2b$*

$$x \cdot (7a - 2b) = 7a$$

$$x = \frac{7a}{7a - 2b}$$

Tabelle 18: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Lineare Gleichung“ (Aufgabe 4)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.135	.054	.085	.177
teilweise gelöst	.335	.405	.390	.302
nicht gelöst	.530	.541	.525	.521

Insgesamt schaffen es 13,5 Prozent der UntersuchungsteilnehmerInnen, die „Lineare Gleichung“ explizit aufzulösen. Die fallweise fehlende Beschreibung der Definitionsmenge wird dabei nicht mindernd gewertet. „Teilweise“ lösen können die Aufgabe ein Drittel aller Personen (33,5%), indem sie den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ erkennen und dementsprechend richtig beginnen, im weiteren Verlauf allerdings Umformungsfehlern unterliegen. Unter allen SchülerInnen und StudentInnen, die das Beispiel nicht vollständig lösen, wird zu 29,5 Prozent falsch gekürzt. Insgesamt schneiden bei dieser Aufgabe in der Schule die Mädchen nicht schlechter ab als die Burschen.

14) „Weltbevölkerung“

Versuche mit Worten zu erklären, warum die Weltbevölkerung im Jahr 2000 nicht um die gleiche Zahl steigt wie im Jahr 2001.

Lösung:

Etwa so:

Die gesamte Weltbevölkerung, von der zu Jahresbeginn ausgegangen wird, ist im Jahr 2000 kleiner als im Jahr 2001. Durch den gleichen prozentuellen Anstieg in den beiden Jahren, ist die absolute Zahl des Anstiegs im Jahr 2001 bereits höher als im Jahr 2000. Man spricht von exponentiellem Wachstum.

Ergänzende Information: Der jährliche Anstieg der Weltbevölkerung beträgt seit Mitte des 20. Jahrhunderts 1,8% (SANDGRUBER, 2007).

Tabelle 19: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Weltbevölkerung“ (Aufgabe 14)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.125	.162	.051	.136
teilweise gelöst	.285	.351	.237	.281
nicht gelöst	.590	.487	.712	.583

12,5 Prozent aller Testpersonen nennen als Erklärung zum Wachstum der „Weltbevölkerung“ die Exponentialfunktion bzw. beschreiben diese nachvollziehbar. Verkürzte, unpräzise Formulierungen, mit denen möglicherweise ein exponentielles Wachstum gemeint sein könnte, werden als teilweise gelöst gewertet; dies betrifft 28,5 Prozent der Gesamtstichprobe. Mehr als die Hälfte der TeilnehmerInnen (59%) kennt keine oder keine brauchbare Erklärung bezüglich dieser Frage.

11) „Würfeln“

Wilhelm würfelt gleichzeitig mit zwei Würfeln.

a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass beide Augenzahlen ungerade sind?

b) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass mindestens eine der beiden Augenzahlen ein Sechser ist?

Lösung:

a) $P = \frac{3}{6} \cdot \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

b)

$$P = \frac{1}{6} \cdot \frac{5}{6} + \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{6} = \frac{5}{36} + \frac{5}{36} + \frac{1}{36} = \frac{11}{36}$$

oder

$$1 - P(\neg "6") = 1 - \frac{5}{6} \cdot \frac{5}{6} = \frac{(36-25)}{36} = \frac{11}{36}$$

Tabelle 20: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Würfeln“ (Aufgabe 11 gesamt)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.095	.054	.237	.031
teilweise gelöst	.270	.297	.085	.365
nicht gelöst	.635	.649	.678	.604

Tabelle 21: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Würfeln“ (Aufgabe 11a)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
gelöst	.360	.351	.322	.385
nicht gelöst	.640	.649	.678	.615

Tabelle 22: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Würfeln“ (Aufgabe 11b)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
gelöst	.100	.054	.237	.042
nicht gelöst	.900	.946	.763	.958

Frage A wird insgesamt weit häufiger gelöst (36%) als *Frage B* (10%). Während bei *Frage A* die Lösungshäufigkeiten über die einzelnen Vergleichsgruppen annähernd gleich verteilt sind, sticht bei *Frage B* die weibliche Gruppe in der Schule positiv hervor; die Schülerinnen lösen letztere Aufgabe um ein Vielfaches häufiger (23,7%) als die beiden anderen Teilstichproben (Schüler 5,4% bzw. Studentinnen 4,2%). Beide Teilaufgaben schaffen nur 9,5 Prozent aller Testpersonen. Nahezu zwei Drittel der UntersuchungsteilnehmerInnen (63,5%) lösen weder *Frage A* noch *Frage B*.

13) „Eisprung“

Jedes 10. Ei der Firma "Legefroh" hat einen Sprung.

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem 6er- Pack Eier genau zwei Eier einen Sprung haben?

Setze dafür in die Gleichung $P(X=k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}$ ein und berechne $\binom{n}{k}$.

(Das gesamte Ergebnis brauchst du nicht auszurechnen.)

Lösung:

$$P(X=2) = \binom{6}{2} \cdot \left(\frac{1}{10}\right)^2 \cdot \left(\frac{9}{10}\right)^4$$

$$\binom{6}{2} = \frac{6!}{2! \cdot 4!} = \frac{6 \cdot 5}{2 \cdot 1} = 15$$

Tabelle 23: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Eisprung“ (Aufgabe 13)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.085	.000	.000	.167
teilweise gelöst	.140	.081	.051	.229
nicht gelöst	.775	.919	.949	.604

Mit *Aufgabe 13* zur Binomialverteilung der Wahrscheinlichkeitsrechnung sind die SchülerInnen gänzlich überfordert; niemand in dieser Gruppe kann das Beispiel vollständig lösen. Nur einigen wenigen SchülerInnen (8,1% der Burschen und 5,1% der Mädchen) gelingt es, die beschriebene Aufgabe ansatzweise in die Gleichung überzuführen. Unter den StudentInnen lösen 16,7 Prozent die Aufgabe vollständig, weitere 22,9 Prozent setzen korrekt in die gegebene Gleichung ein, scheitern aber an der geforderten Teilberechnung „n über k“.

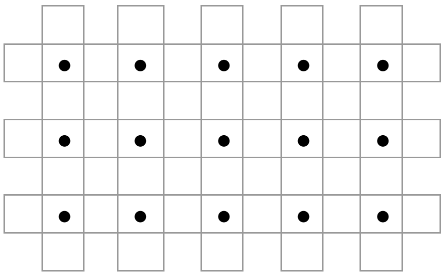
5) „a·b = b·a“

Kennst du eine Erklärung, warum a x b immer das gleiche wie b x a ergibt;

d.h. warum beispielsweise 3 x 5 das gleiche wie 5 x 3 (nämlich 15) ergibt?

Wenn ja, stelle die Erklärung dar.

Lösung:



Anhand der Skizze erkennt man:

3 Reihen mit je 5 Elementen ergeben genauso viel wie

5 Reihen mit je 3 Elementen.

Das besagt das Kommutativgesetz der Multiplikation.

Tabelle 24: Relative Lösungshäufigkeiten zu „ab = ba“ (Aufgabe 5)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.060	.000	.051	.094
teilweise gelöst	.165	.243	.152	.135
nicht gelöst	.775	.757	.797	.771

Die möglicherweise etwas unglücklich formulierte *Aufgabe 5* scheint für 77,5 Prozent aller Testpersonen, die die Aufgabe nicht lösen, ein völliges Rätsel zu sein. Nur 6 Prozent der Gesamtstichprobe liefern den „graphischen Beweis“ teilweise sogar mit dem Stichwort „Kommutativgesetz“; 16,5 Prozent bemühen sich verbal oder nennen das Kommutativgesetz, allerdings ohne weitere Erklärung.

3) „Zinsen“

Egon hat vor genau 4 Jahren 1000 Euro auf ein mit 4% fixverzinstes Sparbuch gelegt.

(Von diesen 4% werden 25% Kapitalertagssteuer abgezogen!)

Stelle die Gleichung auf, die als Unbekannte x Egons aktuelles Guthaben auf dem Sparbuch hat.

(Du brauchst x nicht auszurechnen.)

Lösung:

$x = 1000 \cdot (1 + 0{,}04 \cdot 0{,}75)^4$

$x = 1000 \cdot 1{,}03^4$

Tabelle 25: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Zinsen“ (Aufgabe 3)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.050	.027	.017	.073
teilweise gelöst	.100	.108	.034	.135
nicht gelöst	.845	.865	.949	.792

Das „Zinsen“-Beispiel, bei dem die Aufstellung einer Exponentialgleichung zur Zinseszins-Berechnung gefordert ist, kann nur von 10 der insgesamt 200 TestteilnehmerInnen (5%) richtig gelöst werden. Einzelne Teilberechnungen schaffen zusätzliche 10 Prozent der Gesamtstichprobe. Die meisten aber (84,5%) scheitern an dieser praxisnahen Aufgabe. Die leichten Unterschiede zwischen den einzelnen Vergleichsgruppen zeigen in dieselbe Richtung wie das Gesamtergebnis des Mathematiktests.

6) „Statistik“

Lieselottes sechs Mathematik- Schularbeitsnoten über den Verlauf eines Schuljahres sind:

4 4 2 4 3 1

Berechne a) das *Arithmetische Mittel*, b) den *Zentralwert* (oder *Median*), c) den *Modalwert* und d) die *Spannweite* von Lieselottes Noten.

Lösung:

a)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + ... + x_n}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{4+4+2+4+3+1}{6} = \frac{18}{6} = 3$$

b) Der Zentralwert (Median) wird stets in der geordneten Liste ermittelt. Für eine ungerade Anzahl von Elementen ist der Zentralwert die genau in der Mitte stehende Zahl, für eine gerade Anzahl von Elementen ist er das arthmetische Mittel der beiden „in der Mitte“ stehenden Zahlen.

Geordnete Liste: 1 2 3 4 4 4

$$z = \frac{3+4}{2} = 3{,}5$$

c) Der Modalwert (Modus) ist der am häufigsten auftretende Wert einer Liste. $m = 4$

d) Als Spannweite bezeichnet man die Differenz zwischen dem größten Element (Maximum: x_{max}) und dem kleinsten Element (Minimum: x_{min}) der Liste. $R = 4 - 1 = 3$

Tabelle 26: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Statistische Kennzahlen“ (Aufgabe 6 gesamt)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
vollständig gelöst	.035	.000	.000	.062
teilweise gelöst	.690	.676	.542	.782
nicht gelöst	.275	.324	.458	.156

Tabelle 27: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Arithmetisches Mittel“ (Aufgabe 6a)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
gelöst	.700	.676	.525	.802
nicht gelöst	.300	.324	.475	.198

Tabelle 28: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Median“ (Aufgabe 6b)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
gelöst	.145	.000	.034	.229
nicht gelöst	.855	1.000	.966	.771

Tabelle 29: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Modus“ (Aufgabe 6c)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
gelöst	.065	.027	.034	.094
nicht gelöst	.935	.973	.966	.906

Tabelle 30: Relative Lösungshäufigkeiten zu „Spannweite“ (Aufgabe 6d)

	Gesamtstichprobe	Schüler	Schülerinnen	Studentinnen
gelöst	.135	.108	.068	.167
nicht gelöst	.865	.892	.932	.833

Bei *Aufgabe 6* handelt es sich um die schwierigste und leichteste zugleich. Die in *Teilaufgabe A* gestellte Frage nach dem „Arithmetischen Mittel“ ist die im gesamten Mathematiktest am häufigsten korrekt beantwortete; diese lösen 70 Prozent aller Testpersonen. Alle vier Teilaufgaben dieses Beispiels werden allerdings von nur 3,5 Prozent der gesamten Stichprobe gelöst. Den „Median“ wissen 14,5 Prozent aller TeilnehmerInnen zu definieren; den „Modalwert“ kennen nur 6,5 Prozent, die „Spannweite“ 13,5 Prozent. Die Gruppe der Studentinnen liegt bei allen vier Fragen an erster Stelle.

6.2. Hypothesentests

6.2.1. Definition der drei Leistungsgruppen

Als Grundlage für die Prüfung der aufgestellten Hypothesen erfolgt zunächst die Einteilung der Untersuchungsgruppen. In Abhängigkeit der Häufigkeitsverteilung der Ergebnisse des Mathematiktests gilt es, die drei Leistungsgruppen zu bestimmen. Um die jeweiligen Leistungsgrenzen der Gruppen möglichst anschaulich und einprägsam zu gestalten, wird die Standardabweichung der Verteilung nicht exakt, sondern nur als Richtwert für deren Definition herangezogen. Der „starken" Leistungsgruppe werden jene 23,5 Prozent der UntersuchungsteilnehmerInnen zugeschrieben, die einen Testscore von 50 Prozent oder mehr erreichen. Personen, die weniger als 25 Prozent der Aufgaben lösen können (31% der Gesamtstichprobe), zählen zur „schwachen" Leistungsgruppe. Die zahlenmäßig größte, „mittlere" Leistungsgruppe bilden schließlich die restlichen 45,5 Prozent aller Testpersonen, die mindestens 25 Prozent, aber weniger als 50 Prozent der maximal möglichen Leistung erzielen und somit gleichmäßig um das arithmetische Mittel von 36,2 Prozent streuen. Eine Übersicht der Gruppeneinteilung gewährt *Tabelle 31*.

Tabelle 31: Die drei mathematischen Leistungsgruppen

	Stichprobengröße	Testleistungsintervall
Schwache Leistungsgruppe	62	.000 – .232
Mittlere Leistungsgruppe	91	.250 – .482
Starke Leistungsgruppe	47	.500 – .875

6.2.2. Prüfung der Haupthypothesen

Der Hauptfragestellung nach soll nun geprüft werden, ob bzw. wie sich die drei Gruppen unterschiedlicher mathematischer Leistungeniveaus bezüglich der aus dem Persönlichkeitsfragebogen resultierenden intra- und extrapersonalen Einflussfaktoren unterscheiden. In *Tabelle 32* sind die einzelnen Variablen samt jeweils angewendetem Testverfahren und resultierender Irrtumswahrscheinlichkeit aufgelistet (α = .050).

Tabelle 32: Signifikanzprüfungen der Unterschiede zwischen den drei Leistungsgruppen in den folgenden Testvariablen

Testverfahren	Testvariable	Signifikanz (2-seitig)
Kruskal-Wallis-Test (parameterfrei)	Mathematik-Jahresnote	.000*
Kruskal-Wallis-Test (parameterfrei)	Mathematischen Begabung	.000*
Einfaktorielle Varianzanalyse	Einstellung zu Mathematik	.000*
Einfaktorielle Varianzanalyse	Leistungsmotivation	.005*
Einfaktorielle Varianzanalyse	Hoffnung auf Erfolg	.100
Einfaktorielle Varianzanalyse	Furcht vor Misserfolg	.001*
Einfaktorielle Varianzanalyse	Ordnung und Übersicht	.905
Kruskal-Wallis-Test (parameterfrei)	Wertschätzung der Eltern	.608
Einfaktorielle Varianzanalyse	Intellektuelle Förderung	.416
Einfaktorielle Varianzanalyse	Leistungsdruck der Eltern	.963
Kontingenztafel – Chi-Quadrat-Test	Bildungsabschlüsse der Eltern	.721
Kruskal-Wallis-Test (parameterfrei)	Begeisterung durch die LehrerInnen	.032*

Hinsichtlich der letzten *Mathematik-Jahresnote* – in der Gruppe der SchülerInnen ist es die der siebten Klassen, bei den StudentInnen in der Regel die der achten Klasse – wie auch der selbst eingeschätzten, persönlichen *mathematischen Begabung* unterscheiden sich die drei Leistungsgruppen signifikant (jeweils $p = .000$). Den mittleren Rangplätzen im *Kruskal-Wallis-Test* nach zu schließen, sind diese Unterschiede zumindest zwischen der starken und der schwachen Leistungsgruppe garantiert. Ein gutes Ergebnis im Mathematiktest geht folglich mit einer guten Schulnote in Mathematik sowie der persönlichen Einschätzung hoher mathematischer Begabung einher, während die Testpersonen mit schwachen Leistungen auch schlechtere Mathematik-Schulnoten hatten bzw. sich für weniger mathematisch begabt halten. Der inhaltlich leicht nachvollziehbare Zusammenhang zwischen der *Mathematiknote* und der Einschätzung der eigenen *mathematischen Begabung* ($r = .463$ nach *Spearman*) gibt Anlass, die Korrelation zwischen *Testleistung* und selbst bewerteter *mathematischer Begabung* differenzierter zu untersuchen. Das anfängliche Ausmaß des Zusammenhangs zwischen den beiden Variablen ($r = .453$ nach *Pearson*) sinkt unter Ausschaltung des Einflusses der *Mathematiknote* (*partielle Korrelation;* $r = .308$), wobei es sich in allen drei Fällen um signifikante Korrelationen handelt (jeweils $p = .000$).

Überzufällige Gruppenunterschiede resultieren auch in der Skala *Einstellung zu Mathematik* ($p = .000$). Diese sind zwischen allen Leistungsgruppen festzustellen. Der *Scheffé-Test* zeigt, dass erstens die schwache Leistungsgruppe dem Unterrichtsfach Mathematik weniger positiv gegenüber eingestellt ist als die beiden anderen Gruppen (jeweils $p = .000$) und dass zweitens die starke Leistungsgruppe im Vergleich zur mittleren Gruppe nochmals signifikant höhere (positivere) Einstellungswerte aufweist ($p = .004$).

Die drei Gruppen unterschiedlicher mathematischer Leistungsniveaus unterscheiden in ihrer *Leistungsmotivation* – gekennzeichnet durch Streben nach Leistungssteigerung, Fleiß und Ausdauer – ebenfalls signifikant (p = .005). Die Analyse mittels *Scheffé-Test* lässt erkennen, dass sich die starke Leistungsgruppe sowohl von der mittleren (p = .019), als auch von der schwachen Gruppe (p = .009) unterscheidet. Zwischen der durchschnittlichen und der schwachen Leistungsgruppe sind die Unterschiede ohne Bedeutung (p = .851). Die guten MathematikerInnen sind somit allgemein strebsamer, fleißiger und ausdauernder als die Personen mit durchschnittlichen oder schlechten mathematischen Fähigkeiten.

In der Variable *Hoffnung auf Erfolg* – jener Form von Prüfungsangst, die positiv motivierend wirkt und zu Leistungssteigerung führt – resultieren keine überzufälligen Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen (p = .100).

Bezüglich der *Furcht vor Misserfolg* – in diesem Kontext auch allgemein als Prüfungsangst oder Schulangst zu interpretieren – unterscheiden sich die drei Gruppen signifikant (p = .001). Im *Scheffé-Test* kann dieses Ergebnis zwischen der schwachen und der starken (p = .012) sowie auch zwischen der schwachen und der mittleren Leistungsgruppe (p = .003) dahingehend bestätigt werden, dass die Testpersonen mit den geringen Leistungen im Mathematiktest allgemein mehr Angst empfinden als die beiden anderen Gruppen. Die guten und die durchschnittlichen MathematikerInnen unterscheiden sich nicht in ihrer Misserfolgsfurcht (p = 1.000).

Ordnung und Übersicht beim Arbeiten ist in allen drei Gruppen gleichermaßen ausgeprägt (p = .905). Der persönliche Arbeitsstil im Spektrum von „sehr ordentlich“ bis „chaotisch“ kann vom mathematischen Fähigkeitsniveau als unabhängig angesehen werden.

Bei den Testvariablen der bisher angeführten Variablen handelte es sich um intrapersonale Einflussgrößen, d. h. Faktoren in direkter Abhängigkeit von der jeweiligen Testperson. Im Folgenden sollen nun die extrapersonalen Einflussgrößen, also jene Faktoren, die von außen auf die SchülerInnen und StudentInnen einwirken, untersucht werden.

Die Gruppenunterschiede in allen Testvariablen, die sich auf Einflüsse der Eltern bzw. der Familie beziehen, sind nicht signifikant.

Bezüglich der *Wertschätzung der Eltern* ihrem Kind gegenüber resultiert im parameterfreien Vergleichstest eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0{,}608$. Die auf sich selbst bezogene Wertschätzung von Seiten der Eltern ist folglich über sie drei Leistungsgruppen gleich verteilt.

Ebenso gibt es zwischen den Gruppen keinerlei statistisch bedeutsame Unterschiede was den subjektiv empfundenen *Leistungsdruck durch die Eltern* betrifft ($p = .963$).

Auch die allgemeine *intellektuelle Förderung* durch die Familie hat keinen Einfluss auf die mathematische Testleistung. Diesbezügliche Differenzen zwischen den mathematischen Leistungsgruppen sind nur als zufällig zu werten ($p = .416$).

Die *Ausbildung der Eltern* – operationalisiert durch drei Kategorien: Pflichtschule und Lehrabschluss / Matura / Hochschulabschluss – zeigt ebenfalls keine direkte Wirkung auf die Leistung im Mathematiktest. Die Bildungsabschlüsse von Eltern guter MathematikerInnen sind genauso verteilt wie die in den anderen beiden Leistungsgruppen ($p = .721$).

Der einzige extrapersonale Faktor, der ein signifikantes Ergebnis liefert, ist die von den SchülerInnen und StudentInnen bewertete *Begeisterungsfähigkeit ihrer MathematikprofessorInnen* ($p = .032$). In jedem Fall als gesichert gilt der überzufällige Unterschied hinsichtlich dieses motivationalen Einflusses durch die LehrerInnen zwischen der schwachen und der mittleren Leistungsgruppe.

Mittels *multipler linearer Regressionsanalyse* sollen nun jene signifikanten Einflussfaktoren identifiziert werden, anhand derer man die mathematische Testleistung am besten vorhersagen kann. Das Geschlecht wird als zusätzliche Variable in das Verfahren aufgenommen. Voraussetzung für das lineare Regressionsmodell ist, dass die Regressoren nicht zu stark voneinander (linear) abhängen. Die Variablen werden daher auf Multikollinearität geprüft (siehe Anhang). Die gewählte „Rückwärts-Methode“ schließt zunächst alle unabhängigen Variablen mit ein. Schrittweise werden die Variablen „Geschlecht“, Einstellung zu Mathematik“, „Begeisterungsfähigkeit der LehrerInnen“, „Leistungsmotivation“ und „Furcht vor Misserfolg“ in genannter Reihenfolge ausgeschieden. Nur die verbleibenden zwei Faktoren „Mathematik-Jahresnote“ und „mathematische Begabung“ erweisen sich für die Erklärung der Leistung im Mathematiktest als relevant. Aus der Analyse der letztendlich einbezogenen beiden Variablen geht hervor, dass sowohl die letzte Mathematik-Jahresnote ($p = .000$) als auch die Selbsteinschätzung der eigenen mathematischen Begabung ($p = .000$) als gute und geeignete Prädiktoren für das individuelle Testergebnis der „14 mathematischen Aufgaben“ angesehen werden können.

6.2.3. Angst in Mathematik und Englisch

Neben den Hauptfragestellungen zu verschiedenen Einflüssen auf die mathematische Leistung wird – unabhängig von den Ergebnissen im Mathematiktest – die Angst vor Versagen im Unterrichtsfach Mathematik im exemplarischen Vergleich zu jener im Gegenstand Englisch geschlechtsspezifisch untersucht.

Während in der männlichen Untersuchungsgruppe die individuelle Angst gegenüber dem Unterrichtsfach Mathematik gleich groß wie die gegenüber Englisch ist (p = .887), zeigt sich beim weiblichen Geschlecht ein signifikanter Unterschied mit deutlich höheren Angstwerten in Mathematik als in Englisch (p = .016; *siehe Tabelle 33*).

Tabelle 33: Signifikanzprüfungen der individuellen Unterschiede bezüglich Angst in Mathematik im Vergleich zu Englisch

Testverfahren	Untersuchungsgruppe	Signifikanz (2-seitig)
t-Test für abhängige Stichproben	Männer (Schüler und Studenten)	.887
Wilcoxon-Test (parameterfrei)	Frauen (Schülerinnen und Studentinnen)	.016*

Im Fach Mathematik unterscheiden sich die beiden Geschlechter auch hinsichtlich des Ausmaßes der Angst; die Schülerinnen und Studentinnen empfinden hier eindeutig mehr Angst als ihre männlichen Kollegen (p = .000). Anders verhält es sich im Unterrichtsfach Englisch, wo in Bezug auf den Angstgrad kein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen besteht (p = .122). Tendenziell bewertet die männliche Untersuchungsgruppe ihre Angst aber auch in Englisch geringer als die weibliche Gruppe (*Tabelle 34*).

Tabelle 34: Signifikanzprüfungen der Geschlechtsunterschiede bezüglich Angst in Mathematik und Angst in Englisch

Testverfahren	Testvariable	Signifikanz (2-seitig)
U-Test (parameterfrei)	Angst in Mathematik	.000*
U-Test (parameterfrei)	Angst in Englisch	.122

7. Interpretation und Diskussion

7.1. Interpretation der mathematischen Testleistung

Das allgemein schlechte Ergebnis aus den mathematischen Aufgaben scheint vordergründig verwunderlich und schockiert mitunter sogar. Wurden über alle 200 Testpersonen durchschnittlich doch nur 36,2 Prozent der Aufgaben gelöst; oder anders formuliert: 63,8 Prozent der Aufgaben konnten durchschnittlich nicht gelöst werden. Vergleicht man das Ergebnis etwa mit der Beurteilung einer schriftlichen Prüfung in der Schule, bei der für eine positive Note mindestens 50 Prozent Leistung erbracht werden muss, so hätten 76,5 Prozent der Testpersonen negativ und nur 23,5 Prozent der Testpersonen positiv abgeschnitten. Da man nach dem Schulnotensystem mehr als die Hälfte der Prüflinge mit „Nicht genügend“ beurteilen müsste, wäre dies ein eindeutiger Fall für eine „Nachschularbeit“.

7.1.1. Interpretation aufgrund der Testbedingungen

Ohne das Ergebnis beschönigen zu wollen, muss dennoch der Unterschied zwischen den Testbedingungen einer Schularbeit und jenen der vorliegenden Untersuchung aufgezeigt werden. Abgesehen davon ist das Ergebnis auch noch hinsichtlich der unterschiedlichen Testabläufe an den Schulen bzw. an der Uni zu interpretieren.

Im Gegensatz zu normalen Testsituationen in der Schule oder an der Uni, bei denen sowohl Zeitpunkt als auch Inhalte vorher bekannt gegeben werden und somit eine entsprechende Vorbereitung möglich ist, traf die UntersuchungsteilnehmerInnen die Testung unvorbereitet. Und während sonst nur Stoffgebiete abgeprüft werden, die kürzlich gelehrt oder zumindest wiederholt wurden, kamen hier großteils Aufgaben zur Anwendung, die als typische Prüfungsbeispiele der AHS-Unterstufe gelten, in der Oberstufe in dieser Form allerdings nicht mehr abgefragt werden. Dies erklärt, weshalb auch jene Aufgaben, die deutlich unter Maturaniveau liegen, häufig nicht (mehr – weil möglicherweise schon vergessen –) gelöst werden konnten.

In beiden Gruppen – bei SchülerInnen wie StudentInnen – stellt sich bezüglich der Bearbeitung der mathematischen Aufgaben – nicht zuletzt aufgrund der relativ langen Bearbeitungsdauer von zirka 45 Minuten – natürlich auch die Frage nach der allgemeinen Motivation. Ob die Testpersonen wirklich ihr Bestes gegeben und all ihr mathematisches Wissen über die gesamte Testzeit eingesetzt haben, bleibt ungeklärt. Ein Indiz, dass hier vorhandene Ressourcen möglicherweise nicht genutzt wurden, ist der relativ hohe Anteil an einzelnen Beispielen, die gänzlich unbearbeitet waren und daher als nicht bzw. unrichtig beantwortet gewertet wurden. Im Durchschnitt blieben 3,4 der insgesamt 14 Aufgaben (24,3%) ohne den Versuch eines schriftlichen Ansatzes.

Beim Mittelwertsvergleich des Gesamtergebnisses zwischen SchülerInnen und Studentinnen – die Gruppe der StudentInnen erzielte bei der Bearbeitung der mathematischen Aufgaben ein signifikant besseres Ergebnis als die der SchülerInnen – ist der Umstand zu berücksichtigen, dass die SchülerInnen den gesamten Fragebogen vor Ort und unter – wenn auch allgemein ausreichender – zeitlicher Begrenzung bearbeiteten, während die StudentInnen zu Hause oder sonst wo völlig unbeobachtet und ohne Zeitlimit arbeiten konnten. Obwohl die

StudentInnen mündlich und schriftlich darauf hingewiesen wurden, dass hier nicht versucht werden muss, mit allen Mitteln eine möglichst gute persönliche Leistung zu erzielen, sondern das „spontane“ mathematische Wissen untersucht und daher auf fremde Hilfe oder Informationen aus irgendwelchen Unterlagen verzichtet werden soll, bleibt die Versuchung des „Nachschauens“ dennoch gegeben; es kann folglich nicht ausgeschlossen werden, dass sich einzelne TestteilnehmerInnen bei der Bearbeitung der Aufgaben irgendwelcher zusätzlicher Informationsquellen bedient haben. Abgesehen davon ist die studentische Stichprobe als selektiv zu bezeichnen, da „nur“ 60 Prozent der ausgegebenen Fragebögen retourniert wurden. Es kann vermutet werden, dass diejenigen Personen, die trotz Bitte nicht an der Untersuchung teilnahmen, möglicherweise deshalb weniger motiviert waren, weil ihnen Mathematik aufgrund unterdurchschnittlich erbrachter Leistungen in der Vergangenheit weniger Spaß macht. Folglich ist zu bezweifeln, dass die Stichprobe der StudentInnen wirklich repräsentativ ist. Da eine solche Selektion in der Gruppe der SchülerInnen nicht stattgefunden hat, ist das Vergleichsergebnis des Mathematiktests zwischen SchülerInnen und StudentInnen besonders kritisch zu werten. Im Weiteren müsste untersucht werden, ob die Überlegenheit der StudentInnen gegenüber den SchülerInnen im Mathematiktest unter gleichen Testbedingungen tatsächlich bestehen bleibt. Eine derartige „Verschiebung“ des Ergebnisses, sodass es zu einer Umkehrung kommt und die SchülerInnen dann signifikant bessere Leistungen zeigen würden als die StudentInnen, ist allerdings nicht zu erwarten. Wenn auch viele der StudentInnen mit dem Erlernen methodischer Grundlagen im Psychologiestudium Schwierigkeiten haben (vgl. DIEHL, 1993, S. 18f), kann durch das vorliegende Untersuchungsergebnis gezeigt werden, dass die PsychologiestudentInnen keine Gruppe von gehäuft schlechten MathematikerInnen darstellen.

Durch die den StudentInnen im Vorhinein angekündigte „kleine süße Belohnung“ als „Gegenleistung“ für jeden bearbeitet retournierten Fragebogen, bleibt auch die Frage offen, ob sich unter der studentischen Untersuchungsgruppe nicht systematisch gehäuft „Naschkatzen“ befinden. Da ein Zusammenhang zwischen mathematischer Leistung und Vorliebe für Schokolade oder Ähnliches nicht erhoben wurde, ist die Repräsentativität dieser Stichprobe auch hinsichtlich dieser „Bestechlichkeitsvariable“ nicht abgeklärt. (Tatsächlich konnte man bei einigen StudentInnen – nachdem ihnen bei der Abgabe der Fragebögen durch ihre KollegInnen die Belohnung vor Augen geführt wurde – einen „Motivationsschub“ beobachten, der dazu führte, dass sie an der Untersuchung doch noch teilnahmen und den Tausch „Fragebogen gegen Haselnussspezialität“ eine Woche später vollzogen. Eine (ausgeschiedene) Testperson kann sogar eindeutig als rein „kalorien-motiviert“ interpretiert werden, da sie sich für den unbearbeiteten, gänzlich leer gebliebenen Fragebogen ebenfalls den zuckerhaltigen Imbiss sicherte.)

7.1.2. Studienvergleichende Interpretation

In Bezug auf das allgemeine mathematische Testergebnis kann man die vorliegende Untersuchung beispielsweise mit jener von KOSSWIG (2000) vergleichen; in letzterer werden mathematische Grundkenntnisse von erstsemestrigen StudentInnen verschiedener Studienrichtungen an der Universität Bonn evaluiert (N = 425). Von den 13 dort gestellten Basisaufgaben zu verschiedenen Rechenoperationen (Wurzeln, Potenzen, Logarithmen, Differential- und Integralrechnung u. a.) können durchschnittlich 4,7 Testfragen bzw. 36,2 Prozent gelöst werden (vgl. KOSSWIG, 2000, S. 362f). Der relative Anteil an gelösten Aufgaben ist somit exakt gleich hoch wie in der vorliegenden

Untersuchung. Das auf den ersten Blick als allgemein „schwach“ zu interpretierende Ergebnis der SchülerInnen und StudentInnen im Mathematiktest stellt folglich keine absolute Ausnahme dar.

Signifikant höhere mathematische Lösungskompetenzen der Burschen im Vergleich zu den Mädchen, wie sie in dieser Untersuchung festgestellt werden können, sind auch ein durchgängiges Ergebnis von *PISA 2003*, bei dem in 28 von 40 Ländern die Burschen den Mädchen in Mathematik überlegen sind, während nur Island die Ausnahme darstellt, wo die Mädchen eindeutig besser abschneiden als die Burschen. In den restlichen elf Ländern, darunter auch Österreich, zeigt sich in dieser Erhebung kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern, wenn auch die Mittelwerte der Burschen stets höher liegen als die der Mädchen (vgl. HAIDER & REITER, 2004, S. 65). Da in der vorliegenden Untersuchung die allgemein bessere mathematische Leistung der Burschen nicht in allen der insgesamt 14 Aufgaben beobachtet werden kann, erfolgt an dieser Stelle die Anregung, jene Aufgaben, bei denen die Mädchen höhere Lösungshäufigkeiten zeigen, an einer weiteren Stichprobe auf Signifikanz zu prüfen. Dahinter steht die Annahme möglicher mädchen- bzw. frauentypischer mathematischer Aufgaben – etwa solcher, in denen beispielsweise Sprachverständnis eine wesentliche Rolle spielt. Derartige systematische Geschlechtsunterschiede sind unter den Begriffen „Gender Bias“ oder „Sex Bias“ bekannt (vgl. SUTHERLAND, 1981).

Angesichts der dennoch objektiv schwachen mathematischen Leistungen der SchülerInnen, die aus diesem und anderen Untersuchungsberichten, etwa von RAMSEIER (1999) und HAIDER & REITER (2004), hervorgehen, sind die Verantwortlichen aus Schul- und Bildungspolitik sowie in der praktischen Umsetzung die LehrerInnen selbst gefordert, Maßnahmen zu setzen, die einen nachhaltigen Mathematikunterricht – auch im Sinne der Aufrechterhaltung mathematischer Grundkenntnisse der SchülerInnen – gewährleisten. Ob dies durch Erkenntnisse internationaler Vergleichsstudien wie PISA – im Blick auf schulische Erfolge in anderen Ländern – erreicht werden kann, bleibt zu bezweifeln (vgl. KEITEL, 2006, S. 52).

7.2. Hypotheseninterpretation

Bezüglich der Hypothesenprüfung der vorliegenden Arbeit sind deutliche Ergebnisunterschiede im Vergleich zur Untersuchung von HEILMANN (1999) festzustellen. Zwischen hochbegabten (SiegerInnen im deutschen Bundeswettbewerb Mathematik) und durchschnittlichen AbiturientInnen resultieren in Heilmanns Arbeit hinsichtlich Leistung beeinflussender Persönlichkeits- wie auch Umweltfaktoren durchgängig signifikante Unterschiede. In der vorliegenden Untersuchung kann dieses Ergebnis nur teilweise bestätigt werden. Während sich die aus einer repräsentativen Gruppe von MaturantInnen und erstsemestrigen PsychologiestudentInnen zusammengesetzten drei mathematischen Leistungsgruppen in den Persönlichkeitsvariablen *Leistungsmotivation* und *Furcht vor Misserfolg* signifikant unterscheiden, zeigen äußere Einflussfaktoren durch Eltern und Familie keine direkte Wirkung auf die Leistung in Mathematik. Einziger relevanter Umweltfaktor ist in diesem Zusammenhang die *Begeisterungsfähigkeit der MathematikprofessorInnen*. Es scheint durchaus nachvollziehbar, dass ein von den LehrerInnen ausgehender, motivierender Effekt unmittelbare Auswirkung auf die Leistung der SchülerInnen im jeweiligen Unterrichtsfach (hier Mathematik) hat, im Gegensatz zum Einfluss der Eltern, der zwar als allgemein bedeutsamer angenommen werden kann, aber weniger oder gar nicht fachspezifisch wirkt. Da die Begeisterungsfähigkeit der LehrerInnen von den TestteilnehmerInnen subjektiv bewertet wurde, ist allerdings nicht auszuschließen, dass sich Personen mit besseren mathematischen Fähigkeiten und einer folglich positiveren Einstellung zum Unterrichtsfach im Vergleich zu schwachen SchülerInnen allgemein leichter für Mathematik begeistern lassen – etwa weil sie mathematische Inhalte und Zusammenhänge schneller verstehen und so vom Unterricht mehr „mitnehmen" können – und diesen Effekt ihren ProfessorInnen zuschreiben. Ein eindeutiges Ergebnis in diesem Punkt könnte man beispielsweise durch weitere Untersuchungen an SchülerInnen, die von denselben LehrerInnen unterrichtet werden, erzielen.

Klare Ergebnisse können bezüglich der genannten Persönlichkeitsvariablen festgehalten werden. Personen mit allgemein höherer Ausdauer und Strebsamkeit sind auch die besseren MathematikerInnen. Ebenso wirkt sich Angst vor Versagen in der Schule direkt auf die mathematische Leistung aus – je geringer die mathematischen Kenntnisse, desto größer die Furcht vor schulischem Misserfolg. Einer Längsschnittstudie von PEKRUN (1991, S. 99f) zufolge stehen Angst und Leistung in Wechselwirkung zueinander. Es kann daher auch der Umkehrschluss angenommen werden, dass ein höheres Ausmaß an Versagens- und Prüfungsangst zu schlechteren (Mathematik-) Leistungen führt.

Im Zuge der Hypothesenprüfung stellt sich auch die Frage, durch welche der untersuchten Variablen sich die Leistung im vorgelegten Mathematiktest am besten erklären lässt. Tatsächlich vorhersagbar ist das individuelle Testergebnis ausschließlich durch die (signifikanten) fachspezifischen Einflüsse: die letzte Jahresnote im Unterrichtsfach Mathematik sowie die von den Testpersonen selbst beurteilte mathematische Begabung. Aus letzterem Ergebnis geht hervor, dass die SchülerInnen und StudentInnen ihre eigenen mathematischen Fähigkeiten gut und realistisch einschätzen können.

Die Ergebnisse zum Vergleich der beiden Geschlechter in Bezug auf Angst entsprechen der Theorie der Wechselwirkung zwischen Angst und Leistung. Bei den Mädchen gehen schlechtere Leistungen im Mathematiktest mit höheren Angstwerten einher, während die Burschen bei besseren mathematischen Leistungen signifikant weniger Angst vor Versagen in der Schule zeigen. Da sowohl dieser Geschlechterunterschied im Unterrichtsfach Englisch nicht festzustellen ist, als auch die Mädchen gegenüber Englisch weniger Angst empfinden als gegenüber Mathematik, kann der oben genannten „Angst-Leistungs-Theorie“ zufolge angenommen werden, dass erstens der signifikante Leistungsunterschied in Mathematik zugunsten der Burschen nicht auch für das Fach Englisch besteht, und zweitens die Englischleistung der Mädchen eine allgemein bessere ist als jene in Mathematik. Diese gewagten Hypothesen gilt es natürlich, im Weiteren zu prüfen. Darüber hinaus ist bei diesen Ergebnissen der Umstand mit zu berücksichtigen, dass Burschen sich ihre Angst möglicherweise schwerer eingestehen und diese auch nicht so leicht zugeben wie Mädchen (vgl. ALTRICHTER, 1983, S. 20).

7.3. Schlussfolgerungen

Wie aus dem ersten Kapitel dieser Arbeit hervorgeht, ist es nicht (nur) Aufgabe des Mathematikunterrichts, das Rechnen für sich zu lehren. Nach REICHEL (2000b, S. 517f) resultiert aus dem Mathematikunterricht für alle, selbst für uninteressierte oder schwache SchülerInnen ein „Gewinn“ jenseits der vordergründigen Nützlichkeit für Alltag und Beruf – beginnend bei der Fähigkeit des Abstrahierens und Strukturierens über sprachliches Exaktifizieren bis hin zum Aufbau einer formal wissenschaftlichen Haltung, um hier nur einige Aspekte zu nennen. Da derartige Einflüsse allerdings schwer evaluierbar sind, wird die dagegen leicht abprüfbare Alltags-Kompetenz zum allgemeinen Ziel des Mathematikunterrichts erhoben und unter dem Deckmantel „lebensbegleitenden Lernens“ sogar zur Grundlage der PISA-Studie erklärt. Im Rahmen des Persönlichkeitsfragebogens dieser Arbeit wurden die UntersuchungsteilnehmerInnen unter anderem mit folgender Aussage konfrontiert: *„Mir würde es genügen, wenn Mathematik ein Nebenfach wäre, in dem man nur das lernt, was man im Alltag braucht.“* Da 52,5 Prozent der Testpersonen dieser Aussage nicht einmal annähernd zustimmen, kann daraus geschlossen werden, dass ein Großteil der Befragten vom Mathematikunterricht mehr erwartet als für das tägliche Leben notwendig und nützlich ist; gut der Hälfte der SchülerInnen und StudentInnen scheint dieser mathematische „Gewinn jenseits des Rechnens“ durchaus bewusst zu sein.

Abschließend soll auf die Bedeutung des mathematischen Untersuchungsergebnisses für die universitäre Lehre hingewiesen werden. Nach HASTINGS (1983, S. 221) spielt mathematisches Vorwissen für das Erlernen und Verstehen statistischer Konzepte eine wesentliche Rolle. Die allgemein schwachen mathematischen Testergebnisse der PsychologiestudentInnen wie auch der SchülerInnen stellen nicht gerade die idealen Voraussetzungen dar, auf denen die statistische Ausbildung im Rahmen des Psychologiestudiums aufbauen soll. Da die PsychologiestudentInnen der repräsentativen Gruppe der AHS-MaturantInnen bezüglich ihres mathematischen Schulwissens allerdings um nichts nachstehen, stellt es nicht nur im Fach *Psychologie*, sondern in den verschiedensten Studienrichtungen eine didaktische Herausforderung dar, im Bewusstsein um die allgemeinen mathematischen Defizite der Studierenden dennoch die für empirisch wissenschaftliches Arbeiten nötigen methodischen Kenntnisse und Fertigkeiten bestmöglich zu vermitteln.

Zusammenfassung

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit untersucht intra- und extrapersonale Einflussgrößen auf die mathematische Leistung von SchülerInnen der AHS-Maturaklasse sowie erstsemestrigen PsychologiestudentInnen. Die ersten drei Kapitel der Arbeit gewähren Einblick in die der folgenden empirischen Untersuchung zugrunde liegende wissenschaftliche Fachliteratur. Inhaltlich handelt es sich dabei um 1. allgemeine Ziele des Mathematikunterrichts; 2. Ergebnisse der PISA-Studie von 2003 bezüglich mathematischer Kenntnisse und Fähigkeiten von 15-/16-jährigen SchülerInnen im internationalen Vergleich; sowie 3. verschiedene Leistung beeinflussende Persönlichkeits- und Umweltfaktoren. Erwähnt sei hier nur das „Modell der Begabung und des Talents“ von GAGNÉ (1993) und die Untersuchung von HEILMANN (1999), auf denen die vorliegende Arbeit basiert.

Es gilt zu prüfen, ob die von HEILMANN (1999) gezeigten Unterschiede bezüglich intra- und extrapersonaler Leistungseinflüsse zwischen mathematisch hochbegabten und durchschnittlichen MaturantInnen auch innerhalb einer repräsentativen Stichprobe aus MaturantInnen und PsychologiestudentInnen festzustellen sind. Durchgeführt wird die Untersuchung an 96 SchülerInnen fünf verschiedener Wiener Gymnasien sowie 104 PsychologiestudentInnen der Uni Wien. Ein eigens für die Untersuchung erstellter Fragebogen erfasst einerseits Persönlichkeits- und Umweltvariablen, andererseits mathematische Leistung. In Abhängigkeit des individuellen Ergebnisses im Mathematiktest erfolgt die Zuordnung jeder Testperson zu einer von drei Leistungsgruppen. Geprüft werden Unterschiede zwischen diesen drei Gruppen hinsichtlich folgender aus dem Fragebogen resultierender Einflussfaktoren:

Mathematik-Jahresnote; mathematische Begabung; Einstellung zu Mathematik; Leistungsmotivation; Hoffnung auf Erfolg; Furcht vor Misserfolg; Ordnung und Übersicht; Wertschätzung durch die Eltern; intellektuelle Förderung durch die Eltern; Leistungsdruck der Eltern; Bildungsabschlüsse der Eltern; Begeisterungsfähigkeit der MathematiklehrerInnen.

Die Testaufgaben, welche einerseits allgemein mathematische Grundlagen abdecken, andererseits die spezifisch mathematischen Anforderungen im Psychologiestudium berücksichtigen, können durchschnittlich zu 36,2 Prozent gelöst werden. In der Gruppe der SchülerInnen schneiden die Burschen besser ab als die Mädchen. Signifikante Unterschiede im Mathematiktest zeigen sich auch zwischen den SchülerInnen und den StudentInnen; letztere lösen mehr Aufgaben.

Aus den Hypothesenprüfungen resultieren folgende Erkenntnisse: Die drei Gruppen unterschiedlicher mathematischer Leistungsniveaus unterscheiden sich in Bezug auf ihre letzte Mathematik-Jahresnote, ihre selbst eingeschätzte mathematische Begabung, ihre Einstellung zu Mathematik, ihre allgemeine Leistungsmotivation und ihre Furcht vor Misserfolg. Am besten vorhersagbar ist das mathematische Testergebnis durch die beiden fachspezifischen Einflüsse (Mathematik-Jahresnote und mathematische Begabung). Gruppenunterschiede hinsichtlich sämtlicher Einflussfaktoren durch die Eltern sind ohne Bedeutung. Als einzig signifikanter extrapersonaler Faktor ist die Begeisterungsfähigkeit der MathematiklehrerInnen zu nennen.

Schließlich wird die Furcht vor schulischem Misserfolg sowohl geschlechtsspezifisch als auch vergleichend zwischen Mathematik und Englisch untersucht. Männliche Schüler und Studenten zeigen in Englisch gleich viel, in Mathematik weniger Angst als ihre weiblichen Kolleginnen. Während die Männer gegenüber Mathematik und Englisch gleich viel Angst empfinden, sind die Angstwerte der Frauen in Mathematik höher als in Englisch.

Literaturverzeichnis

Altrichter, H. (1983). Ergebnisse der Schulangstforschung und Möglichkeiten zur Verminderung der Schulangst. Ein Literaturbericht. In. R. Olechowski (Hrsg.). *Schule ohne Angst. Eine empirische Interventionsstudie zur Verminderung der Schulangst.* (S. 11-42). Wien: Jugend und Volk.

Bühl, A. & Zöfel, P. (2005). *SPSS 12. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows.* 9., überarbeitete und erweiterte Auflage. München: Pearson Studium.

Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (Hrsg.) (2004). *Lehrplan AHS-Oberstufe Mathematik.* Wien.

Diehl, J. M. (1993). Statistik-Ausbildung im Psychologie-Grundstudium. Stellenwert – Didaktik – Probleme. In G. Krampen & H. Zayer (Hrsg.), *Psychologische Aus-, Fort- und Weiterbildung in den alten und neuen Ländern* (S. 18-29). Bonn: Deutscher Psychologen Verlag.

Felber, K. (1994). *Schulangst in Mathematik. Ihre Entstehung sowie Maßnahmen zur Angstreduktion durch schülerorientierten Mathematikunterricht.* Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.

Fillunger, B. (1994). *Erstellung eines Schulangsttests für Mathematik und Englisch.* Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.

Gagné, F. (1993). Constructs and models pertaining to exceptional human abilities. In K.A. Heller, F.J. Mönks, & A.H. Passow (Eds.), *International handbook for research and developement of giftedness and talent* (S. 69-87). Oxford: Pergamon.

Gnambs, T., Hanfstingl, B. & Leidenfrost, B. (2006). Ist Methodenlehre männlich und Entwicklungspsychologie weiblich? Geschlechtsspezifische Präferenzen bei Abschlussarbeiten in der Psychologie. In B. Gula, R. Alexandrowicz, S. Strauß, E. Brunner, B. Jenull-Schiefer & O. Vitouch (Hrsg.), *Perspektiven psychologischer Forschung in Österreich. Proceedings zur 7. Wissenschaftlichen Tagung der Österreichischen Gesellschaft für Psychologie* (S. 374-381). Pabst: Lengrich.

Graumann, G. (1998). Ordnen, Strukturieren, Systematisieren - Gewinn jenseits des Rechnens. In G. Graumann, K. Röttel & H. Köhler (Hrsg.). *Mathe- ja bitte; Wege zu einem anderen Unterricht* (S. 47-53). Buxheim: Polygon.

Haider, G. & Reiter, C. (Hrsg.) (2004). *Pisa 2003 – Internationaler Vergleich von Schülerleistungen.* Graz: Leykam.

Hanisch, G. (1986). Reifeprüfung – Illusion und Wirklichkeit. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In *Beiträge zum Mathematikunterricht: Vorträge auf der 20. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 4.3. bis 7.3. 1986 in Bielefeld* (S. 109-112). Bad Salzdetfurth: Franzbecker.

Hastings, M. W. (1983). Statistics: Challenge for Students and the Professor. *Teaching of Psychology, 9 (4),* 221-222.

Heckhausen, H. (1989). *Motivation und Handeln.* 2. Aufl. Berlin: Springer.

Heilmann, K. (1999). *Begabung – Leistung – Karriere: Die Preisträger im Bundeswettbewerb Mathematik 1971-1995.* Göttingen: Hogrefe.

Heller, K. A. (Hrsg.) (1992). *Hochbegabung im Kindes- und Jugendalter.* Göttingen: Hogrefe.

Hermans, H., Petermann, F. & Zielinski, W. (1978). *Leistungsmotivationstest L-M-T*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.

Jahnke, T. (2006). Zur Ideologie von PISA & Co. In T. Jahnke, & W. Meyerhöfer (Hrsg.), *PISA & Co – Kritik eines Programms* (S. 9-29). Hildesheim: Franzbecker.

K.K. Ministerium für Kultus und Unterricht (1913). *Lehrplan und Instruktionen für den Unterricht an den Gymnasien in Österreich.* Wien: K.K. Schulbücher-Verlag.

Keitel, C. (2006). Der (un)heimliche Einfluss der Testideologie auf Bildungskonzepte, Mathematikunterricht und mathematikdidaktische Forschung. In T. Jahnke, & W. Meyerhöfer (Hrsg.), *PISA & Co – Kritik eines Programms* (S. 31-62). Hildesheim: Franzbecker.

Koßwig, F. (2000). Was wissen und können Abiturienten in Mathematik? – Ergebnisse von Tests bei Studienanfängern. In M. Neubrand (Hrsg.). *Beiträge zum Mathematikunterricht: Vorträge auf der 34. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 28. Februar bis 3. März 2000 in Potsdam* (S. 362-365). Hildesheim: Franzbecker.

Matschinger, C. (1994). *Hausübungen im Mathematikunterricht – eine empirische Untersuchung.* Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.

Pekrun, R. (1991). Prüfungsangst und Schulleistung: Eine Längsschnittanalyse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 5,* 99-109.

Pekrun, R. (1992). Kognition und Emotion in studienbezogenen Lern- und Leistungssituationen: Explorative Analysen. *Unterrichtswissenschaft, 20,* 308-324.

Ramseier, E. (1999). Bilanz Bildung. Eine Evaluation am Ende der Sekundarstufe II auf der Grundlage der „Third International Mathematics and Science Study“. Chur: Rüegger.

Reichel, H.-C. (1998). Mathematikunterricht jenseits der vordergründigen Nützlichkeit für Alltag und Beruf. In G. Graumann, K. Röttel & H. Köhler (Hrsg.). *Mathe- ja bitte; Wege zu einem anderen Unterricht* (S. 104-110). Buxheim: Polygon.

Reichel, H.-C. (2000a). *Nachhaltiger Mathematikunterricht.* Unveröffentlichter Aufsatz, Universität Wien.

Reichel, H.-C. (2000b). Was lernt man im Mathematikunterricht? Was könnte / sollte man da lernen? Konkrete Beispiele und Diskussionspunkte. In M. Neubrand (Hrsg.). *Beiträge zum Mathematikunterricht: Vorträge auf der 34. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 28. Februar bis 3. März 2000 in Potsdam* (S. 517-519). Hildesheim: Franzbecker.

Rost, D. H. (1991). Leistungsängstlichkeit. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 5,* 81-84.

Salzger, B. (1998). *Mathematik und Deutsch aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern. Eine empirische Untersuchung in der 7. und 8. Schulstufe.* Unveröffentlichte Dissertation, Universität Wien.

Sandgruber, R. (2007). *Jährliche Wachstumsraten der Weltbevölkerung.* http://www.wsg-hist.uni-linz.ac.at/LVSandgruber/WS%202007-2008/Wirtschaftsgeschichte/1.%20Demographie.pdf1.%20Demographie.pdf; 30.06.2008.

Schillhammer, E. (1992). *Furcht, Frust oder Freude? Zur Problematik der Mädchenförderung im Mathematikunterricht.* Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.

Schnabel, K. & Gruehn, S. (1994). Fachspezifische Leistungsangst und ihr Einfluss auf die Leistungsentwicklung. In R. Olechowski & B. Rollett (Hrsg.). *Theorie und Praxis: Aspekte empirisch-pädagogischer Forschung – quantitative und qualitative Methoden* (S. 169-177). Frankfurt am Main: Lang.

Schultz von Thun, F. & Götz, W. (1976). *Mathematik verständlich erklären.* München: Urban & Schwarzenberg.

Schwarzer, R. (1993). *Stress, Angst und Handlungsregulation.* Stuttgart: Kohlhammer.

Strunz, K. (1971). *Der neue Mathematikunterricht in pädagogisch-psychologischer Sicht.* Heidelberg: Quelle & Meyer.

Sutherland, M. B. (1981). *Sex bias in education.* Oxford: Blackwell.

Weiss, H.-J. (1989). *Prüfungsangst. Wie entsteht sie? Was richtet sie an? Wie begegne ich ihr?* München: Lexika.

Wuttke, J. (2006). Fehler, Verzerrungen und Unsicherheiten in der PISA-Auswertung. In T. Jahnke, & W. Meyerhöfer (Hrsg.), *PISA & Co – Kritik eines Programms* (S. 101-154). Hildesheim: Franzbecker.

ZVB – Projektzentrum für Vergleichende Bildungsforschung (2007). *Mathematik–Kompetenz: Eine Sammlung der bis PISA 2003 freigegebenen Testaufgaben.* http://www.pisa-austria.at/pisa2003/beispielaufgaben.htm; 12.08.2008.

Anhang

Auswertungstabellen

Fragebogen

Lebenslauf des Autors

Faktorenanalyse Items 1 bis 34

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	4.983	14.657	14.657	3.575	10.515	10.515
2	3.819	11.232	25.889	3.163	9.302	19.817
3	2.289	6.732	32.622	2.160	6.353	26.170
4	2.177	6.403	39.025	2.092	6.153	32.323
5	2.020	5.940	44.964	2.078	6.113	38.436
6	1.586	4.665	49.629	2.009	5.907	44.343
7	1.272	3.741	53.370	1.811	5.327	49.671
8	1.257	3.696	57.066	1.499	4.408	54.079
9	1.074	3.158	60.224	1.480	4.352	58.431
10	1.061	3.121	63.345	1.472	4.330	62.761
11	1.018	2.993	66.337	1.216	3.577	66.337
12	.929	2.732	69.069			
13	.829	2.438	71.508			
14	.801	2.357	73.865			
15	.771	2.268	76.133			
16	.720	2.117	78.250			
17	.665	1.956	80.206			
18	.642	1.889	82.094			
19	.638	1.878	83.972			
20	.627	1.844	85.816			
21	.533	1.569	87.385			
22	.501	1.473	88.858			
23	.442	1.299	90.157			
24	.434	1.276	91.433			
25	.419	1.232	92.666			
26	.357	1.050	93.716			
27	.333	.979	94.695			
28	.310	.911	95.607			
29	.305	.896	96.502			
30	.278	.817	97.319			
31	.273	.802	98.121			
32	.240	.707	98.828			
33	.216	.636	99.464			
34	.182	.536	100.000			

Faktorenanalyse Items 1 bis 34

Rotierte Komponentenmatrix

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	8	9	10	11
Item 1	,325	,096	,046	,106	,239	,069	-,013	,047	,161	,608	-,185
Item 2	**,837**	,090	,081	,054	,005	-,015	,068	,020	,001	,028	,045
Item 3	**,573**	-,029	-,206	-,157	,219	,056	-,128	,041	,274	,303	-,067
Item 4	,011	,022	,126	-,092	,011	-,054	-,081	,188	,769	-,005	,058
Item 5	-,060	,024	**,708**	,003	,003	,212	-,053	,008	,117	,048	,322
Item 6	**,500**	-,132	,067	,189	,209	,002	,163	-,108	,395	-,183	-,176
Item 7	-,036	,052	-,077	**,801**	-,121	,112	,000	,134	-,086	,012	,099
Item 8	,132	,205	**,657**	-,094	-,095	-,150	,090	,154	,164	-,030	-,015
Item 9	**,835**	,083	-,043	-,082	,080	,005	,007	,069	-,027	,073	,093
Item 10	-,032	,155	-,014	**,541**	,059	,144	-,007	,405	-,086	-,301	,243
Item 11	-,024	,012	**,566**	,028	,091	-,148	,077	,286	,215	,271	-,112
Item 12	,194	,090	**,426**	,240	-,063	-,492	,083	,039	,051	,069	-,126
Item 13	,326	-,127	,039	,031	,246	,100	-,009	,613	,237	,025	-,017
Item 14	,091	,063	-,128	**,710**	-,073	-,124	-,071	-,118	,007	,258	-,122
Item 15	-,012	-,002	**,556**	,025	,042	,156	-,130	,146	-,161	,183	-,191
Item 16	**,425**	,148	-,127	,121	,108	-,025	-,014	-,043	,388	,396	,194
Item 17	**,748**	,019	,061	,103	,107	-,049	-,031	,035	-,008	,116	-,010
Item 18	,103	,023	,326	**,595**	,142	,095	,005	-,168	,093	-,127	,012
Item 19	,388	,112	,266	-,075	**,613**	-,015	-,167	-,113	-,083	,086	,016
Item 20	,007	,030	-,031	,049	**,885**	,010	,117	,076	,055	,027	,049
Item 21	,223	,063	-,169	-,106	**,739**	-,002	,015	,182	,065	,118	,113
Item 22	,071	,095	,029	,067	,134	-,057	-,062	-,048	,045	,073	,851
Item 23	-,212	,111	**,585**	-,145	-,088	,059	-,209	,305	-,344	,080	,004
Item 24	,079	-,058	,176	-,033	,017	-,031	,004	,144	-,161	,670	,206
Item 25	,069	,381	,007	,098	,040	**,625**	-,038	,194	,002	-,002	-,070
Item 26	-,072	,196	,173	,087	,123	**,523**	,500	-,139	,055	,090	-,095
Item 27	-,467	-,030	-,213	-,154	-,050	,311	**,499**	,128	,034	,011	,046
Item 28	-,005	,139	,103	,074	-,071	**,744**	,063	-,053	-,036	-,007	-,040
Item 29	,151	-,132	-,020	-,025	,005	,031	**,858**	-,058	-,033	,001	-,060
Item 30	,021	**,856**	-,003	,053	,092	,095	,021	,085	,023	-,014	,061
Item 31	,041	**,880**	,038	,002	,023	,096	-,157	,006	,067	,004	,026
Item 32	,228	,522	,087	,047	-,079	,150	**-,571**	-,161	,172	,142	-,020
Item 33	,068	**,830**	,107	,074	,034	,108	-,058	-,089	-,057	,018	,003
Item 34	-,026	**,518**	,235	,111	,012	,442	,158	,004	-,280	-,010	,182

Reliabilitätsanalyse Faktor 1

„Leistungsmotivation“

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,808	6	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Item 2	,657	,757
Item 3	,539	,784
(Item 6)	,422	**,809**
Item 9	,673	,752
Item 16	,482	,796
Item 17	,632	,763

Reliabilitätsanalyse Faktor 2

„Wertschätzung der Eltern“

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,836	4	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Item 30	,737	,759
Item 31	,725	,766
Item 33	,722	,773
(Item 34)	,510	**,864**

Reliabilitätsanalyse Faktor 3

„Furcht vor Misserfolg“

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,615	6	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Item 5	,380	,558
Item 8	,444	,535
Item 11	,327	,581
Item 12	,297	,612
Item 15	,360	,566
Item 23	,346	,573

Reliabilitätsanalyse Faktor 4

„Hoffnung auf Erfolg“

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,637	4	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Item 7	,568	,443
Item 10	,373	,598
Item 14	,371	,600
Item 18	,365	,602

Reliabilitätsanalyse Faktor 5

„Übersicht und Ordnung“

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,717	3	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
(Item 19)	,420	**,759**
Item 20	,628	,507
Item 21	,576	,581

Reliabilitätsanalyse Faktor 6

„Intellektualität in der Familie“

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,629	3	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Item 25	412	,579
Item 26	,428	,548
Item 28	,485	,464

Reliabilitätsanalyse Faktor 7

„Leistungsdruck der Eltern“

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,621	3	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Item 27	,381	,616
Item 29	,409	,551
Item 32 (umgepolt)	,524	,410

Faktorenanalyse Items 35 bis 62 (Mathematik)

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	7,366	26,306	26,306	6,461	23,075	23,075
2	2,250	8,035	34,341	1,955	6,982	30,056
3	2,183	7,798	42,139	1,905	6,805	36,862
4	1,688	6,029	48,168	1,808	6,457	43,319
5	1,310	4,677	52,845	1,666	5,949	49,268
6	1,177	4,205	57,049	1,614	5,763	55,031
7	1,107	3,955	61,004	1,565	5,588	60,620
8	1,060	3,785	64,789	1,167	4,169	64,789
9	,964	3,443	68,232			
10	,867	3,097	71,329			
11	,754	2,692	74,021			
12	,694	2,478	76,499			
13	,649	2,318	78,816			
14	,626	2,234	81,051			
15	,586	2,093	83,143			
16	,544	1,944	85,088			
17	,524	1,871	86,959			
18	,476	1,702	88,660			
19	,439	1,566	90,226			
20	,429	1,532	91,759			
21	,387	1,382	93,140			
22	,348	1,242	94,382			
23	,318	1,136	95,518			
24	,307	1,096	96,614			
25	,285	1,018	97,632			
26	,266	,951	98,583			
27	,217	,777	99,360			
28	,179	,640	100,000			

Faktorenanalyse Items 35 bis 62 (Mathematik)

Rotierte Komponentenmatrix

	Komponente							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Item 35	-,098	,134	-,271	,006	-,756	-,052	-,109	-,071
Item 36	,402	,709	,010	,080	-,071	-,018	,061	-,081
Item 37	**,665**	,200	,380	,193	,059	,165	,136	-,045
Item 38	**,759**	-,056	,008	,015	,116	,044	,057	,142
Item 39	**,493**	-,063	,258	,396	-,164	,281	,098	-,177
Item 40	**,785**	,190	,094	,013	,240	,000	-,147	,020
Item 41	-,216	,131	,156	,604	-,136	-,057	-,138	,140
Item 42	**,696**	,370	,080	,013	-,147	,047	-,166	,116
Item 43	,031	,005	,793	,015	,122	-,022	,014	,111
Item 44	,197	-,056	-,011	,784	,053	,096	,100	,014
Item 45	**,636**	,081	,033	,089	-,362	-,014	,153	-,217
Item 46	**,477**	,418	,164	-,098	-,290	,029	,073	,271
Item 47	**,532**	-,258	-,072	,030	,223	-,280	,199	-,152
Item 48	**,585**	,243	,322	,275	,194	-,018	,091	,080
Item 49	,287	,047	-,037	,501	,357	,169	-,137	-,230
Item 50	**,598**	-,215	,086	,201	,239	,081	-,164	,151
Item 51	**,782**	,120	-,037	-,003	,060	,018	-,182	,157
Item 52	,235	,054	,801	,065	,045	,130	,024	-,057
Item 53	**,613**	,010	,288	,154	,056	,184	,180	-,128
Item 54	**,614**	,034	,090	-,206	,451	,017	,072	-,051
Item 55	,122	-,238	,052	,049	,063	-,007	,078	,765
Item 56	**,460**	-,018	-,098	,290	,407	-,125	-,157	,097
Item 57	,095	-,752	-,032	-,006	,042	-,032	,066	,257
Item 58	-,011	,095	-,081	,241	-,063	,775	-,024	,144
Item 59	**-,645**	,000	-,068	,023	,102	,315	,375	,013
Item 60	,179	,114	-,074	,089	,040	,076	-,833	,002
Item 61	,199	,416	,010	,096	,176	,214	,612	,285
Item 62	,050	-,049	,202	-,097	,109	,744	,039	-,145

Reliabilitätsanalyse Faktor 1M

„Mathe find' ich gut"

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,903	15	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Item 37	,711	,892
Item 38	,684	,893
Item 39	,475	,900
Item 40	,781	,888
Item 42	,663	,894
Item 45	,525	,899
Item 46	,434	,902
Item 47	,408	,902
Item 48	,647	,894
Item 50	,562	,897
Item 51	,721	,891
Item 53	,601	,896
Item 54	,564	,897
Item 56	,445	,902
Item 59 (umgepolt)	,547	,898

Faktorenanalyse Items 63 bis 75 (Englisch)

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	3,552	27,320	27,320	3,333	25,640	25,640
2	1,799	13,839	41,159	1,766	13,581	39,221
3	1,400	10,772	51,931	1,377	10,594	49,815
4	1,207	9,283	61,213	1,321	10,158	59,973
5	1,119	8,607	69,820	1,280	9,847	69,820
6	,722	5,554	75,374			
7	,676	5,204	80,578			
8	,571	4,395	84,973			
9	,517	3,977	88,950			
10	,486	3,742	92,692			
11	,391	3,005	95,698			
12	,300	2,310	98,008			
13	,259	1,992	100,000			

Faktorenanalyse Items 63 bis 75 (Englisch)

Rotierte Komponentenmatrix

	Komponente				
	1	2	3	4	5
Item 63	**,832**	,106	-,063	,132	,080
Item 64	,411	,653	-,014	,099	,155
Item 65	,058	,155	,099	,093	,813
Item 66	**,712**	,081	,035	-,058	,135
Item 67	**,778**	-,085	,059	,061	,139
Item 68	-,266	,158	,190	,035	,608
Item 69	,378	,797	-,128	,081	,037
Item 70	,135	-,277	-,242	-,102	,695
Item 71	,179	-,860	,097	,019	,076
Item 72	,001	,032	,124	,908	,030
Item 73	-,461	-,133	-,597	,387	,077
Item 74	-,013	-,198	,851	,161	-,068
Item 75	,385	,121	-,502	,509	-,074

Reliabilitätsanalyse Faktor 1E

„Furcht vor Misserfolg“ in Englisch

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,787	3	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Item 63	,675	,657
Item 66	,575	,764
Item 67	,637	,699

Reliabilitätsanalyse

„Furcht vor Misserfolg“ in Mathe

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,686	3	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Item 38	,579	,484
Item 47	,409	,682
Item 50	,520	,567

Reliabilitätsanalyse

„Furcht vor Misserfolg“ (allgemein)

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,470	3	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Item 8	,409	,158
Item 12	,216	,496
Item 5	,261	,427

Faktorenanalyse Mathematische Aufgaben 1 bis 14

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	3,500	24,999	24,999	1,937	13,835	13,835
2	1,330	9,502	34,501	1,928	13,771	27,606
3	1,138	8,128	42,629	1,625	11,610	39,215
4	1,023	7,304	49,933	1,500	10,717	49,933
5	,986	7,045	56,978			
6	,922	6,588	63,567			
7	,870	6,215	69,782			
8	,782	5,588	75,370			
9	,683	4,876	80,246			
10	,629	4,496	84,742			
11	,593	4,235	88,977			
12	,558	3,987	92,964			
13	,541	3,863	96,827			
14	,444	3,173	100,000			

Faktorenanalyse Mathematische Aufgaben 1 bis 14

Rotierte Komponentenmatrix

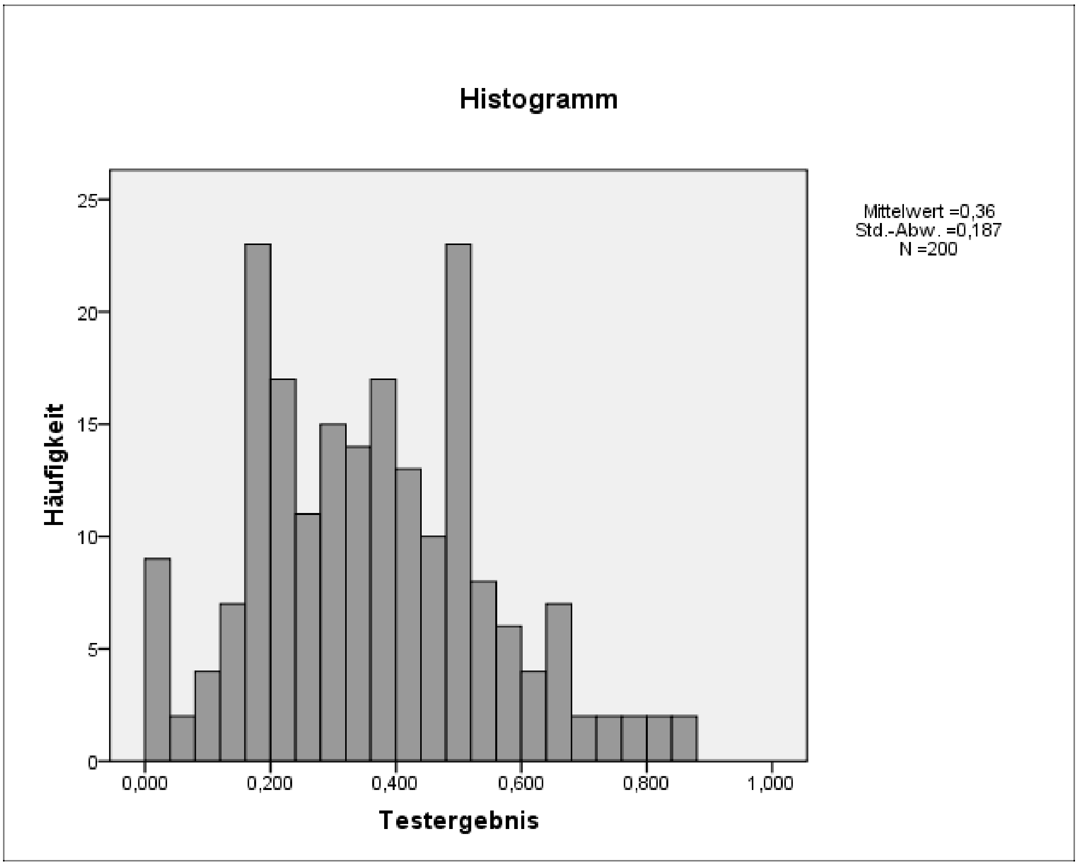
	Komponente			
	1	2	3	4
Aufgabe 1	,455	,145	-,229	-,622
Aufgabe 2	,369	-,258	-,223	,307
Aufgabe 3	,411	,454	-,151	-,047
Aufgabe 4	,500	,054	,388	-,055
Aufgabe 5	,360	,388	,130	,471
Aufgabe 6	,563	,208	-,390	,069
Aufgabe 7	,627	,249	,077	,210
Aufgabe 8	,459	-,490	-,006	,333
Aufgabe 9	,597	-,258	-,321	-,022
Aufgabe 10	,576	-,208	-,220	-,284
Aufgabe 11	,396	-,077	,677	-,267
Aufgabe 12	,537	-,427	,110	-,032
Aufgabe 13	,484	,475	,068	,026
Aufgabe 14	,564	-,121	,247	,019

Reliabilitätsanalyse

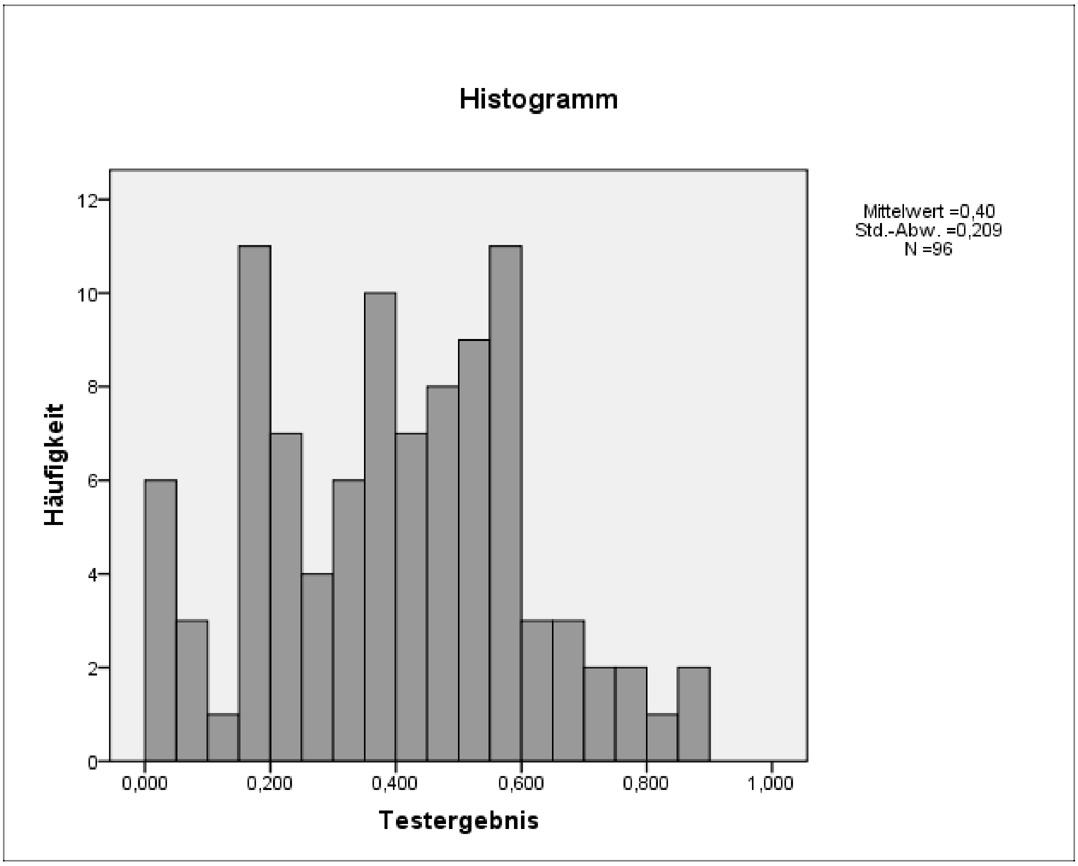
Mathematische Aufgaben 1 bis 14

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items	
,755	14	
	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Aufgabe 1	,328	,748
Aufgabe 2	,275	,755
Aufgabe 3	,292	,748
Aufgabe 4	,375	,741
Aufgabe 5	,249	,751
Aufgabe 6	,443	,739
Aufgabe 7	,487	,728
Aufgabe 8	,338	,744
Aufgabe 9	,476	,729
Aufgabe 10	,460	,731
Aufgabe 11	,296	,748
Aufgabe 12	,426	,735
Aufgabe 13	,344	,744
Aufgabe 14	,441	,734

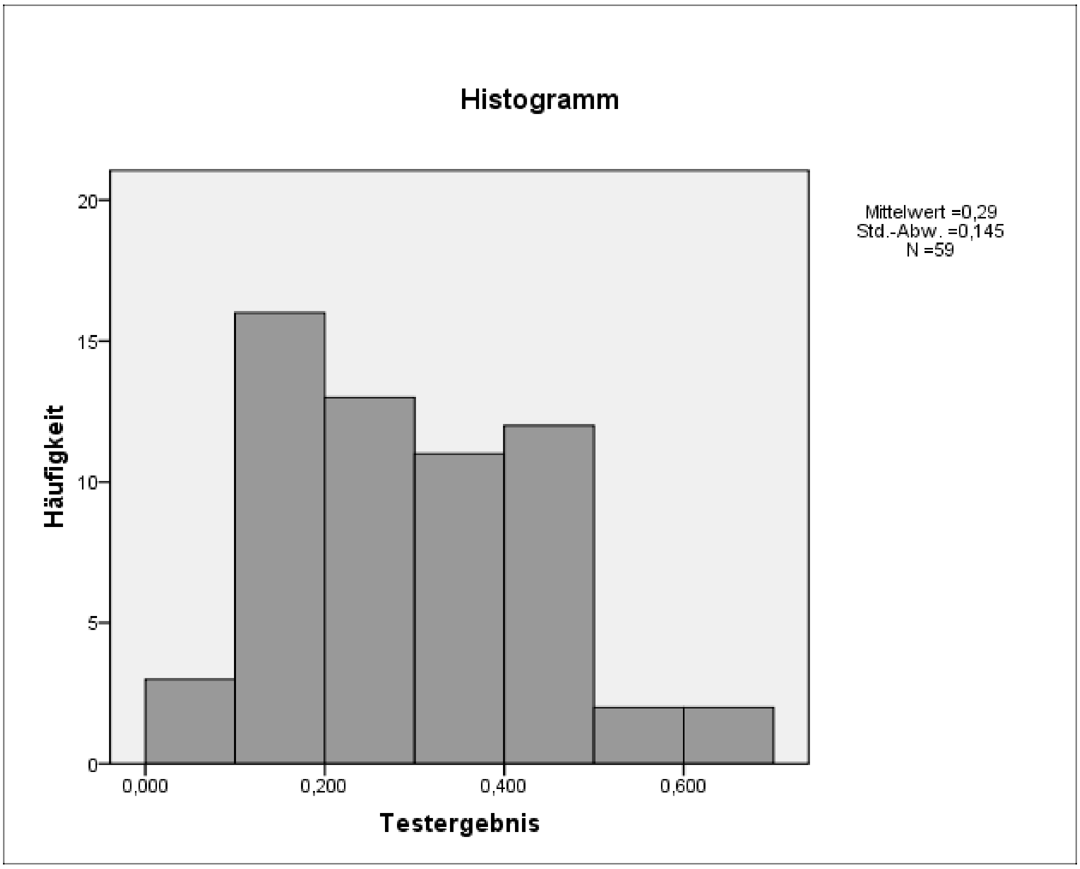
Häufigkeitsverteilung der Mathematik-Testergebnisse aller 200 TeilnehmerInnen



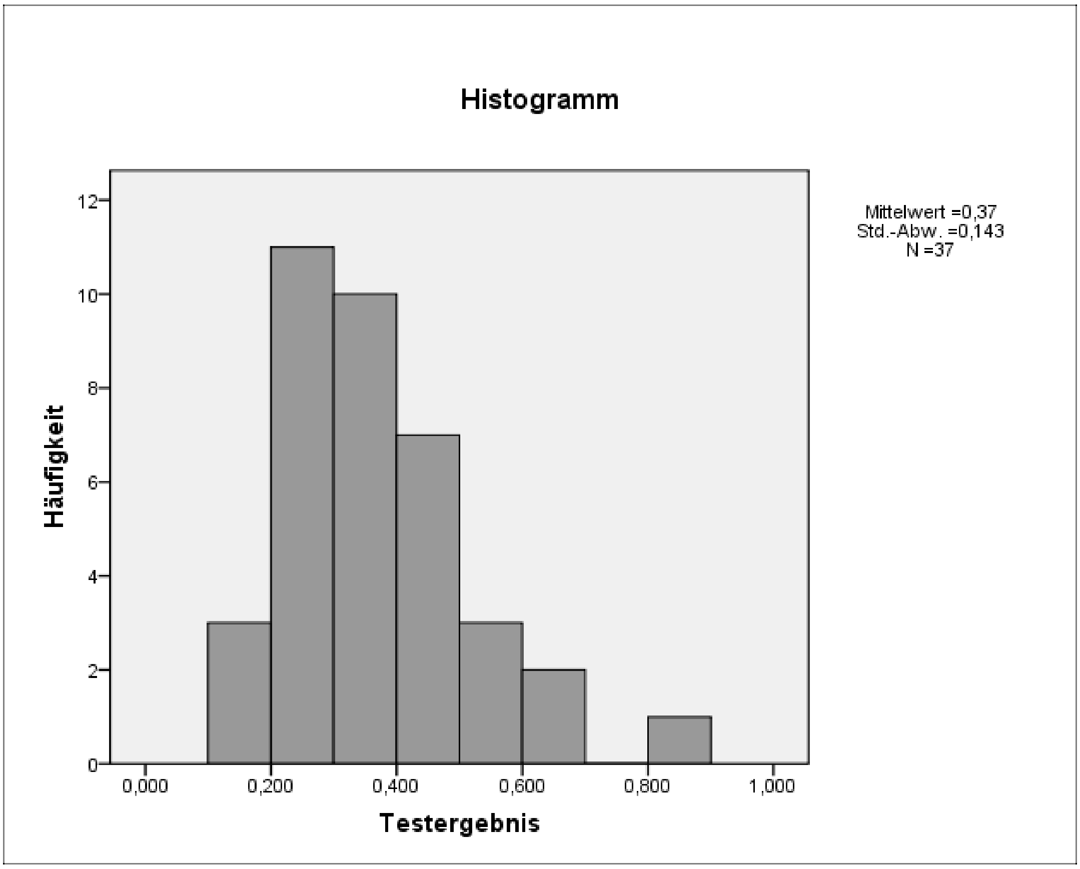
Häufigkeitsverteilung der Mathematik-Testergebnisse der (weiblichen) Studentinnen



Häufigkeitsverteilung der Mathematik-Testergebnisse der (weiblichen) Schülerinnen



Häufigkeitsverteilung der Mathematik-Testergebnisse der (männlichen) Schüler



Prüfung der Mathematik-Testergebnisse auf Normalverteilung;
nach Kolmogorov-Smirnov: Signifikanz (2-seitig)

	Schüler (männlich)	Schülerinnen (weiblich)	Studentinnen (weiblich)
Stichprobengröße	37	59	96
Signifikanz	.760	.769	.622

Prüfung auf Varianzenhomogenität zwischen folgenden Vergleichsgruppen
bezüglich der Mathematik-Testergebnisse;
nach Levene: Signifikanz (2-seitig)

	Signifikanz
Schüler (männl.) – Schülerinnen (weibl.)	.661
Schülerinnen (weibl.) – Studentinnen (weibl.)	.002*

Prüfung der verschiedenen Einflussgrößen auf Normalverteilung;
nach Kolmogorov-Smirnov: Signifikanz (2-seitig)

	schwache Leistungsgruppe	mittlere Leistungsgruppe	starke Leistungsgruppe
Stichprobengröße	62	91	47
Signifikanz: *Mathematik-Jahresnote*	.000*	.001*	.000*
Signifikanz: *Einstellung zu Mathematik*	.693	.073	.315
Signifikanz: *Leistungsmotivation*	.331	.336	.386
Signifikanz: *Hoffnung auf Erfolg*	.305	.217	.373
Signifikanz: *Furcht vor Misserfolg*	.347	.375	.759
Signifikanz: *Ordnung und Übersicht*	.133	.148	.133
Signifikanz: *Wertschätzung der Eltern*	.004*	.000*	.017*
Signifikanz: *Intellektuelle Förderung*	.394	.096	.295
Signifikanz: *Leistungsdruck*	.092	.258	.348

Prüfung auf Varianzenhomogenität zwischen den drei Mathematik-Leistungsgruppen
bezüglich der folgenden Einflussgrößen;
nach Levene: Signifikanz (2-seitig)

	Signifikanz
Einstellung zu Mathmatik	.307
Leistungsmotivation	.140
Hoffnung auf Erfolg	.652
Furcht vor Misserfolg	.083
Ordnung und Übersicht	.358
Intellektuelle Förderung	.089
Leistungsdruck	.458

Prüfung der fächerspezifischen Angst auf Normalverteilung;
nach Kolmogorov-Smirnov: Signifikanz (2-seitig)

	Frauen	Männer
Stichprobengröße	155	45
Signifikanz: *Angst in Mathematik*	.049*	.236
Signifikanz: *Angst in Englisch*	.024*	.093

Multiple lineare Regressionsanalyse (Rückwärts-Methode) bezüglich der Leistung im Mathematiktest

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz	Kollinearitäts-statistik	
		B	Standard-fehler	Beta			Toleranz	VIF
1	(Konstante)	,201	,116		1,737	,084		
	Geschlecht	-,006	,030	-,013	-,188	,851	,815	1,227
	Mathematik-Jahresnote	-,039	,015	-,234	-2,597	,010*	,448	2,233
	Mathematische Begabung	,052	,016	,280	3,191	,002*	,474	2,108
	Einstellung zu Mathematik	,023	,031	,087	,764	,446	,279	3,580
	Leistungsmotivation	,018	,018	,068	,978	,329	,758	1,319
	Furcht vor Misserfolg	,020	,023	,061	,894	,373	,791	1,264
	Einfluss der LehrerInnen	-,009	,011	-,051	-,793	,429	,883	1,132
2	(Konstante)	,202	,115		1,755	,081		
	Mathematik-Jahresnote	-,039	,015	-,236	-2,637	,009*	,453	2,209
	Mathematische Begabung	,052	,016	,278	3,204	,002*	,484	2,065
	Einstellung zu Mathematik	,023	,030	,086	,755	,451	,280	3,566
	Leistungsmotivation	,018	,017	,071	1,069	,286	,816	1,225
	Furcht vor Misserfolg	,019	,022	,059	,877	,382	,814	1,228
	Einfluss der LehrerInnen	-,009	,011	-,052	-,811	,418	,888	1,126
3	(Konstante)	,245	,100		2,437	,016*		
	Mathematik-Jahresnote	-,045	,012	-,274	-3,665	,000*	,651	1,537
	Mathematische Begabung	,059	,013	,314	4,387	,000*	,706	1,416
	Leistungsmotivation	,020	,017	,076	1,143	,255	,823	1,215
	Furcht vor Misserfolg	,025	,021	,075	1,199	,232	,916	1,091
	Einfluss der LehrerInnen	-,008	,011	-,046	-,726	,468	,901	1,110
4	(Konstante)	,231	,099		2,345	,020*		
	Mathematik-Jahresnote	-,045	,012	-,275	-3,694	,000*	,651	1,535
	Mathematische Begabung	,056	,013	,299	4,367	,000*	,769	1,300
	Leistungsmotivation	,019	,017	,074	1,114	,267	,824	1,213
	Furcht vor Misserfolg	,025	,021	,075	1,200	,231	,916	1,091
5	(Konstante)	,304	,074		4,134	,000*		
	Mathematik-Jahresnote	-,051	,011	-,309	-4,520	,000*	,777	1,287
	Mathematische Begabung	,055	,013	,295	4,305	,000*	,772	1,296
	Furcht vor Misserfolg	,024	,021	,071	1,136	,257	,919	1,088
6	(Konstante)	,364	,051		7,068	,000*		
	Mathematik-Jahresnote	-,053	,011	-,320	-4,727	,000*	,793	1,261
	Mathematische Begabung	,057	,013	,307	4,547	,000*	,793	1,261
a. Abhängige Variable: Mathematiktestergebnis								

Fragebogen

Liebe Schülerin / lieber Schüler!

Bitte bearbeite diesen Fragebogen! Bei den meisten Fragen sollst du jeweils einen der dafür vorgesehenen Kreise ankreuzen, manchmal aber auch einzelne Zahlen oder Worte niederschreiben.

zum Beispiel:	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Vor Mathematikschularbeiten bin ich immer aufgeregt.	O	O	O	O

Überlege bei den einzelnen Fragen nicht lange, sondern entscheide spontan!
Achte auch bitte darauf, keine Frage auszulassen!
Alle Informationen, die du gibst, bleiben anonym. Es ist für niemanden nachvollziehbar, dass dieser Fragebogen von dir stammt.
Vielen Dank für deine Hilfe!

persönlicher Code:

Buchstabe meiner Klasse	zweiter Buchstabe meines Vornamens	zweiter Buchstabe meines Nachnamens	Einerstelle meines Geburtstages	erster Buchstabe des Vornamens der Mutter	erster Buchstabe des Vornamens des Vaters

Angaben zur eigenen Person:

O weiblich	O männlich

Angaben zur Familie:

Höchste <u>abgeschlossene</u> Ausbildung der Mutter: O Pflichtschule O Lehre O Matura O Hochschulstudium O Sonstiges:______________________	Höchste <u>abgeschlossene</u> Ausbildung des Vaters: O Pflichtschule O Lehre O Matura O Hochschulstudium O Sonstiges:______________________

Allgemeine Items:	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Es fällt mir leicht, am Wochenende zu lernen.	O	O	O	O
Mir genügt es, wenn ich in der Schule irgendwie durchkomme.	O	O	O	O
Auf eine Prüfung (eine Schularbeit, einen Test) bereite ich mich lange und gewissenhaft vor.	O	O	O	O
Mir gefällt es, etwas Neues zu lernen, auch wenn es nicht gerade nützlich ist.	O	O	O	O
Wenn ich in der Schule aufgefordert werde, etwas zu sagen, habe ich immer Angst, es könnte falsch sein.	O	O	O	O
Ich halte es für wichtig, mehr zu leisten als andere.	O	O	O	O
Die besten Leistungen erbringe ich, wenn ich unter Druck stehe.	O	O	O	O
Vor einer Prüfung (einer Schularbeit, einem Test) kommt mir öfters der Gedanke, vielleicht schlecht abzuschneiden.	O	O	O	O
Andere halten mich für eine/n fleißige/n SchülerIn.	O	O	O	O
Je näher eine schwierige Prüfung (eine Schularbeit, ein Test) auf mich zukommt, desto leichter kann ich lernen.	O	O	O	O
Wenn ich glaube, eine schulische Aufgabe nicht zu können, habe ich keine Lust, damit anzufangen.	O	O	O	O
Während einer Prüfung (einer Schularbeit, eines Tests) fällt mir manches nicht ein, was ich sonst aber weiß.	O	O	O	O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Ich kann lange an einer schulischen Aufgabe arbeiten, ohne müde zu werden.	O	O	O	O
Ich habe schon öfters die Erfahrung gemacht, dass mir ein bisschen Angst geholfen hat, gute Leistungen zu erbringen.	O	O	O	O
Wenn ich bei einer schriftlichen Prüfung merke, dass es zeitlich knapp wird, kann ich mich nicht mehr gut konzentrieren.	O	O	O	O
Wenn ich eine schlechte Note bekommen habe, strenge ich mich bei der nächsten Arbeit besonders an, um sie mir auszubessern.	O	O	O	O
Andere halten mich für ziemlich ehrgeizig.	O	O	O	O
Wenn ich in einer Prüfungssituation etwas angespannt bin, fühle ich mich stärker als sonst.	O	O	O	O
Ich kann mir die Zeit für Hausübungen und Lernen gut einteilen.	O	O	O	O
Auf meinem Arbeitsplatz halte ich stets Ordnung.	O	O	O	O
Meine Hefte für die Schule führe ich ordentlich und übersichtlich.	O	O	O	O
Unsere LehrerInnen versuchen, uns SchülerInnen für ihr jeweiliges Unterrichtsfach zu begeistern.	O	O	O	O
Ein persönlicher schulischer Misserfolg ist mir vor meinen MitschülerInnen unangenehm.	O	O	O	O
Ich denke, dass meine schulischen Leistungen stark vom / von der jeweiligen ProfessorIn abhängen.	O	O	O	O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Meine Eltern interessieren sich für den Stoff, den ich in der Schule lerne.	O	O	O	O
Bildung hat in meiner Familie einen hohen Stellenwert.	O	O	O	O
Meine Eltern fordern mich oft zum Lernen auf.	O	O	O	O
In meiner Familie wird viel gelesen.	O	O	O	O
Meine Eltern haben hohe Erwartungen bezüglich meiner Schulleistung.	O	O	O	O
Zwischen mir und meinen Eltern herrscht meist eine herzliche Atmosphäre.	O	O	O	O
Meine Eltern akzeptieren mich so, wie ich bin.	O	O	O	O
Wenn ich eine schlechtere Note als erwartet bekomme, reagieren meine Eltern verständnisvoll.	O	O	O	O
Meine Eltern nehmen mich ernst.	O	O	O	O
In meiner Familie wird viel diskutiert.	O	O	O	O

Items zu Mathematik:

Meine Mathematiknote am Ende der 7. Klasse war:				
sehr gut O	gut O	befriedigend O	genügend O	nicht genügend O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Auf eine Mathematikschularbeit bereite ich mich lange und gewissenhaft vor.	O	O	O	O
In Mathematik ist es mir wichtig, mehr zu leisten als andere.	O	O	O	O
Mathematik macht mir Spaß.	O	O	O	O
Vor einer Mathematikschularbeit kommt mir öfters der Gedanke, vielleicht schlecht abzuschneiden.	O	O	O	O
Der Mathematikunterricht langweilt mich.	O	O	O	O
In Mathematik bin ich schlechter als durchschnittlich in den anderen Fächern.	O	O	O	O
Im Mathematikunterricht werden wir angeregt, mathematische Probleme selbst zu lösen.	O	O	O	O
Mir genügt es, wenn ich in Mathematik irgendwie durchkomme.	O	O	O	O
In der Volksschule hat mir Mathematik Spaß gemacht.	O	O	O	O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Unser/e MathematikprofessorIn will uns für das Fach Mathematik begeistern.	O	O	O	O
Ich schreibe öfters Mathematik-Hausübungen ab.	O	O	O	O
Andere schreiben von mir öfters Mathematik-Hausübungen ab.	O	O	O	O
Während einer Mathematikschularbeit fällt mir manches nicht ein, was ich sonst aber weiß.	O	O	O	O
Ich denke, dass ich mathematisch begabt bin.	O	O	O	O
In der Mathematikstunde ist es manchmal recht lustig.	O	O	O	O
Wenn ich in Mathematik aufgefordert werde, etwas zu sagen, habe ich immer Angst, es könnte falsch sein.	O	O	O	O
Ich mache mir Sorgen, ob ich das Jahr in Mathematik schaffen werde.	O	O	O	O
In der Unterstufe hat mir Mathematik Spaß gemacht.	O	O	O	O
Mir würde es genügen, wenn Mathematik ein Nebenfach wäre, in dem man nur das lernt, was man im Alltag braucht.	O	O	O	O
Für Mathematik lerne ich soviel wie für sonst kein anderes Unterrichtsfach.	O	O	O	O
Ich denke, dass meine Leistungen in Mathematik stark von meinem/meiner ProfessorIn abhängen.	O	O	O	O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Vor einer Mathematikstunde bin ich völlig entspannt.	O	O	O	O
Ein persönlicher Misserfolg in Mathematik ist mir vor meinen MitschülerInnen unangenehm.	O	O	O	O
Meine Eltern interessieren sich für meinen Unterrichtsstoff in Mathematik.	O	O	O	O
Meine Eltern fordern mich oft auf, für Mathematik zu lernen.	O	O	O	O
Wenn ich in Mathematik eine schlechtere Note als erwartet bekomme, reagieren meine Eltern verständnisvoll.	O	O	O	O
Meine Eltern haben hohe Erwartungen bezüglich meiner Leistung in Mathematik.	O	O	O	O
Ich denke, dass meiner Mutter Mathematik in der Schule gefallen hat.	O	O	O	O
Ich denke, dass meinem Vater Mathematik in der Schule gefallen hat.	O	O	O	O

<u>Items zu Englisch:</u>	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Vor einer Englischschularbeit kommt mir öfters der Gedanke, vielleicht schlecht abzuschneiden.	O	O	O	O
Mir genügt es, wenn ich in Englisch irgendwie durchkomme.	O	O	O	O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Unser / e EnglischprofessorIn will uns für das Fach Englisch begeistern.	O	O	O	O
Während einer Englischschularbeit fällt mir manches nicht ein, was ich sonst aber weiß.	O	O	O	O
Wenn ich in Englisch aufgefordert werde, etwas zu sagen, habe ich immer Angst, es könnte falsch sein.	O	O	O	O
Auf eine Englischschularbeit bereite ich mich lange und gewissenhaft vor.	O	O	O	O
In Englisch ist es mir wichtig, mehr zu leisten als andere.	O	O	O	O
Ich denke, dass meine Leistungen in Englisch stark von meinem / meiner ProfessorIn abhängen.	O	O	O	O
Ein persönlicher Misserfolg in Englisch ist mir vor meinen MitschülerInnen unangenehm.	O	O	O	O
Meine Eltern interessieren sich für meinen Unterrichtsstoff in Englisch.	O	O	O	O
Meine Eltern fordern mich oft auf, für Englisch zu lernen.	O	O	O	O
Wenn ich in Englisch eine schlechtere Note als erwartet bekomme, reagieren meine Eltern verständnisvoll.	O	O	O	O
Meine Eltern haben hohe Erwartungen bezüglich meiner Leistung in Englisch.	O	O	O	O

Mathematische Aufgaben

Liebe Schülerin / lieber Schüler!

Es folgen jetzt 14 mathematische Beispiele, die du bitte versuchen sollst zu lösen. Dabei geht es in erster Linie nicht darum, möglichst gut abzuschneiden - du bekommst ja auch keine Note - und auch nicht speziell um deine eigene Leistung, sondern um eine allgemeine Erhebung der mathematischen Kenntnisse von SchülerInnen der 8. Klasse AHS. Arbeite daher bitte eigenständig, ohne Hilfe deiner SitznachbarInnen; gib dir aber bitte dennoch Mühe!
Einige der Beispiele werden dir vermutlich fremd sein, weil du die Inhalte möglicherweise schon vergessen hast oder sie im Unterricht in dieser Form nicht durchgenommen wurden. Vielleicht findest du trotzdem einen Lösungsweg; wenn nicht, halte dich nicht zu lange mit einem Beispiel auf, sondern probiere das nächste.
Auch dieser Teil bleibt natürlich anonym.
Nochmals vielen Dank für deine Mitarbeit!!

persönlicher Code:

Buchstabe meiner Klasse	zweiter Buchstabe meines Vornamens	zweiter Buchstabe meines Nachnamens	Einerstelle meines Geburtstages	erster Buchstabe des Vornamens der Mutter	erster Buchstabe des Vornamens des Vaters

1)

Eine Digitalkamera kostet im Abverkauf 210 Euro, nachdem sie um 30% verbilligt wurde.
Wieviel kostete sie ursprünglich?

2)

Bei einem Maßstab von 1:250 000 sind 8 cm am Plan ___________ km in Wirklichkeit.

3)

Egon hat vor genau 4 Jahren 1000 Euro auf ein mit 4% fixverzinstes Sparbuch gelegt.
(Von diesen 4% werden 25% Kapitalertragssteuer abgezogen!)
Stelle die Gleichung auf, die als Unbekannte x Egons aktuelles Guthaben auf dem Sparbuch hat.
(Du brauchst x nicht auszurechnen.)

4)

Gegeben ist die Gleichung:

$$\frac{3a}{x} = \frac{b}{x-1} - \frac{a}{2x}$$

Löse die Gleichung nach x auf.

5)

Kennst du eine Erklärung, warum a x b immer das gleiche wie b x a ergibt;

d.h. warum beispielsweise 3 x 5 das gleiche wie 5 x 3 (nämlich 15) ergibt?

Wenn ja, stelle die Erklärung dar.

6)

Lieselottes sechs Mathematik- Schularbeitsnoten über den Verlauf eines Schuljahres sind:

4 4 2 4 3 1

Berechne a) das *Arithmetische Mittel*, b) den *Zentralwert* (oder *Median*), c) den *Modalwert* und d) die *Spannweite* von Lieselottes Noten.

7)

Kurt und Jasmin wohnen 300 km voneinander entfernt. Sie beschließen, beide um 10.00 Uhr jeweils von zu Hause mit dem Auto wegzufahren, um einander zu treffen.
Jasmin fährt durchschnittlich 100 km / h, Kurt durchschnittlich 80 km / h.
Um wieviel Uhr begegnen die beiden einander?

8)

Gegeben ist die Gleichung: $x^3 = 8$

a) Welche Rechenoperation ist für das Lösen dieser Gleichung anzuwenden?

b) Forme die Gleichung um, indem du x explizit ausdrückst.

9)

Wie verändert sich a) der Flächeninhalt, b) der Umfang eines Kreises, wenn dessen Radius halbiert wird?

10)

Das Doppelte einer Zahl ist um 9 größer als die Hälfte derselben Zahl.

Wie lautet die Zahl?

11)

Ferdinand würfelt gleichzeitig mit zwei Würfeln.

a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass beide Augenzahlen ungerade sind?

b) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass mindestens eine der beiden Augenzahlen ein Sechser ist?

12)

Gegeben ist die Gleichung: $2^x = 8$

a) Welche Rechenoperation ist für das Lösen dieser Gleichung anzuwenden?

b) Forme die Gleichung um, indem du x explizit ausdrückst.

13)

Jedes 10. Ei der Firma "Legefroh" hat einen Sprung.

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem 6er- Pack Eier genau zwei Eier einen Sprung haben?

Setze dafür in die Gleichung P (X=k) = $\binom{n}{k}$ p^k q^{n-k} ein und berechne $\binom{n}{k}$.

(Das gesamte Ergebnis brauchst du nicht auszurechnen.)

14)

Versuche mit Worten zu erklären, warum die Weltbevölkerung im Jahr 2000 nicht um die gleiche Zahl steigt wie im Jahr 2001.

Fragebogen

Liebe Studierende / lieber Studierender!

Bitte bearbeite den vorliegenden Fragebogen! Dieser besteht aus zwei Teilen.
Im ersten Teil sind hauptsächlich Fragen zum Thema Schule und Lernen zu beantworten. Bei den meisten Fragen sollst du jeweils einen der dafür vorgesehenen Kreise ankreuzen, manchmal aber auch einzelne Zahlen oder Worte niederschreiben.

zum Beispiel:	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Vor Mathematikschularbeiten war ich immer aufgeregt.	O	O	O	O

Überlege bei den einzelnen Fragen nicht lange, sondern entscheide spontan!
Achte auch bitte darauf, keine Frage auszulassen!

Der zweite Teil des Fragebogens besteht aus mehreren mathematischen Aufgaben. Beginne mit diesen bitte erst, wenn du den ersten Teil vollständig ausgefüllt hast!

Alle Informationen, die du gibst, bleiben anonym. Es ist für niemanden nachvollziehbar, dass dieser Fragebogen von dir stammt.
Vielen Dank für deine Mitarbeit und Hilfe!!

Angaben zur eigenen Person:

O weiblich	O männlich

Alter:	Jahr der Matura:

Angaben zur Familie:

Höchste abgeschlossene Ausbildung der Mutter:	Höchste abgeschlossene Ausbildung des Vaters:
O Pflichtschule O Lehre O Matura O Hochschulstudium O Sonstiges:____________________________	O Pflichtschule O Lehre O Matura O Hochschulstudium O Sonstiges:____________________________

Allgemeine Items:	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Während meiner Schulzeit fiel es mir leicht, am Wochenende zu lernen.	O	O	O	O
Mir hat es genügt, wenn ich in der Schule irgendwie durchgekommen bin.	O	O	O	O
Auf eine Prüfung (eine Schularbeit, einen Test) habe ich mich lange und gewissenhaft vorbereitet.	O	O	O	O
Mir gefällt es, etwas Neues zu lernen, auch wenn es nicht gerade nützlich ist.	O	O	O	O
Wenn ich in der Schule aufgefordert wurde, etwas zu sagen, hatte ich immer Angst, es könnte falsch sein.	O	O	O	O
Ich halte es für wichtig, mehr zu leisten als andere.	O	O	O	O
Die besten Leistungen erbringe ich, wenn ich unter Druck stehe.	O	O	O	O
Vor einer Prüfung (einer Schularbeit, einem Test) kam mir öfters der Gedanke, vielleicht schlecht abzuschneiden.	O	O	O	O
Andere hielten mich für eine/n fleißige/n SchülerIn.	O	O	O	O
Je näher eine schwierige Prüfung (eine Schularbeit, ein Test) auf mich zukam, desto leichter konnte ich lernen.	O	O	O	O
Wenn ich glaubte, eine schulische Aufgabe nicht zu können, hatte ich keine Lust, damit anzufangen.	O	O	O	O
Während einer Prüfung (einer Schularbeit, eines Tests) fiel mir manches nicht ein, was ich sonst aber wusste.	O	O	O	O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Ich konnte lange an einer schulischen Aufgabe arbeiten, ohne müde zu werden.	O	O	O	O
Ich habe schon öfters die Erfahrung gemacht, dass mir ein bisschen Angst geholfen hat, gute Leistungen zu erbringen.	O	O	O	O
Wenn ich bei einer schriftlichen Prüfung merke, dass es zeitlich knapp wird, kann ich mich nicht mehr gut konzentrieren.	O	O	O	O
Wenn ich eine schlechte Note bekommen hatte, strengte ich mich bei der nächsten Arbeit besonders an, um sie mir auszubessern.	O	O	O	O
Andere halten mich für ziemlich ehrgeizig.	O	O	O	O
Wenn ich in einer Prüfungssituation etwas angespannt bin, fühle ich mich stärker als sonst.	O	O	O	O
Ich konnte mir die Zeit für Hausübungen und Lernen gut einteilen.	O	O	O	O
Auf meinem Arbeitsplatz halte ich stets Ordnung.	O	O	O	O
Meine Hefte für die Schule habe ich ordentlich und übersichtlich geführt.	O	O	O	O
Unsere LehrerInnen haben versucht, uns SchülerInnen für ihr jeweiliges Unterrichtsfach zu begeistern.	O	O	O	O
Ein persönlicher schulischer Misserfolg war mir vor meinen Mitschüler / innen unangenehm.	O	O	O	O
Ich denke, dass meine schulischen Leistungen stark vom / von der jeweiligen ProfessorIn abhängig waren.	O	O	O	O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Meine Eltern haben sich für den Stoff, den ich in der Schule gelernt habe, interessiert.	O	O	O	O
Bildung hat in meiner Familie einen hohen Stellenwert.	O	O	O	O
Meine Eltern haben mich oft zum Lernen aufgefordert.	O	O	O	O
In meiner Familie wird viel gelesen.	O	O	O	O
Meine Eltern hatten hohe Erwartungen bezüglich meiner Schulleistung.	O	O	O	O
Zwischen mir und meinen Eltern herrscht meist eine herzliche Atmosphäre.	O	O	O	O
Meine Eltern akzeptieren mich so, wie ich bin.	O	O	O	O
Wenn ich in der Schule eine schlechtere Note als erwartet bekommen hatte, reagierten meine Eltern verständnisvoll.	O	O	O	O
Meine Eltern nehmen mich ernst.	O	O	O	O
In meiner Familie wird viel diskutiert.	O	O	O	O

Items zu Mathematik:

Meine Mathematiknote im Jahreszeugnis der letzten Schulstufe, in der ich Mathematik hatte, war: (Falls du nicht sicher bist, bitte im Zeugnis nachschauen!)				
sehr gut O	gut O	befriedigend O	genügend O	nicht genügend O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Auf Mathematikschularbeiten habe ich mich lange und gewissenhaft vorbereitet.	O	O	O	O
In Mathematik war es mir wichtig, mehr zu leisten als andere.	O	O	O	O
Mathematik macht mir Spaß.	O	O	O	O
Vor einer Mathematikschularbeit kam mir öfters der Gedanke, vielleicht schlecht abzuschneiden.	O	O	O	O
Der Mathematikunterricht hat mich gelangweilt.	O	O	O	O
In Mathematik war ich schlechter als durchschnittlich in den anderen Fächern.	O	O	O	O
Im Mathematikunterricht wurden wir angeregt, mathematische Probleme selbst zu lösen.	O	O	O	O
Mir hat es genügt, wenn ich in Mathematik irgendwie durchgekommen bin.	O	O	O	O
In der Volksschule hat mir Mathematik Spaß gemacht.	O	O	O	O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Unser / e letzte / r MathematikprofessorIn hat versucht, uns für das Fach Mathematik zu begeistern.	O	O	O	O
Ich habe öfters Mathematik-Hausübungen abgeschrieben.	O	O	O	O
Andere haben von mir öfters Mathematik-Hausübungen abgeschrieben.	O	O	O	O
Während einer Mathematikschularbeit fiel mir manches nicht ein, was ich sonst aber wusste.	O	O	O	O
Ich denke, dass ich mathematisch begabt bin.	O	O	O	O
In der Mathematikstunde war es manchmal recht lustig.	O	O	O	O
Wenn ich in Mathematik aufgefordert wurde, etwas zu sagen, hatte ich immer Angst, es könnte falsch sein.	O	O	O	O
Ich machte mir Sorgen, ob ich das letzte Jahr in Mathematik schaffen würde.	O	O	O	O
In der Unterstufe hat mir Mathematik Spaß gemacht.	O	O	O	O
Mir hätte es genügt, wenn Mathematik ein Nebenfach gewesen wäre, in dem man nur das lernt, was man im Alltag braucht.	O	O	O	O
Für Mathematik habe ich soviel gelernt, wie für sonst kein anderes Unterrichtsfach.	O	O	O	O
Ich denke, dass meine Leistungen in Mathematik stark von meinem / meiner ProfessorIn abhängig waren.	O	O	O	O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Vor einer Mathematikstunde war ich völlig entspannt.	O	O	O	O
Ein persönlicher Misserfolg in Mathematik war mir vor meinen MitschülerInnen unangenehm.	O	O	O	O
Meine Eltern haben sich für meinen Unterrichtsstoff in Mathematik interessiert.	O	O	O	O
Meine Eltern haben mich oft aufgefordert, für Mathematik zu lernen.	O	O	O	O
Wenn ich in Mathematik eine schlechtere Note als erwartet bekommen hatte, reagierten meine Eltern verständnisvoll.	O	O	O	O
Meine Eltern hatten hohe Erwartungen bezüglich meiner Leistung in Mathematik.	O	O	O	O
Ich denke, dass meiner Mutter Mathematik in der Schule gefallen hat.	O	O	O	O
Ich denke, dass meinem Vater Mathematik in der Schule gefallen hat.	O	O	O	O

<u>Items zu Englisch:</u>	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Vor einer Englischschularbeit kam mir öfters der Gedanke, vielleicht schlecht abzuschneiden.	O	O	O	O
Mir hat es genügt, wenn ich in Englisch irgendwie durchgekommen bin.	O	O	O	O

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Unser / e EnglischprofessorIn hat versucht, uns für das Fach Englisch zu begeistern.	O	O	O	O
Während einer Englischschularbeit fiel mir manches nicht ein, was ich sonst aber wusste.	O	O	O	O
Wenn ich in Englisch aufgefordert wurde, etwas zu sagen, hatte ich immer Angst, es könnte falsch sein.	O	O	O	O
Auf eine Englischschularbeit habe ich mich lange und gewissenhaft vorbereitet.	O	O	O	O
In Englisch war es mir wichtig, mehr zu leisten als andere.	O	O	O	O
Ich denke, dass meine Leistungen in Englisch stark von meinem / meiner ProfessorIn abhängig waren.	O	O	O	O
Ein persönlicher Misserfolg in Englisch war mir vor meinen MitschülerInnen unangenehm.	O	O	O	O
Meine Eltern haben sich für meinen Unterrichtsstoff in Englisch interessiert.	O	O	O	O
Meine Eltern haben mich oft aufgefordert, für Englisch zu lernen.	O	O	O	O
Wenn ich in Englisch eine schlechtere Note als erwartet bekommen hatte, reagierten meine Eltern verständnisvoll.	O	O	O	O
Meine Eltern hatten hohe Erwartungen bezüglich meiner Leistung in Englisch.	O	O	O	O

Mathematische Aufgaben

Liebe Studierende / lieber Studierender!

Es folgen jetzt 14 mathematische Beispiele, die du bitte versuchen sollst zu lösen. Dabei geht es in erster Linie nicht darum, möglichst gut abzuschneiden und auch nicht speziell um deine eigene Leistung, sondern um eine allgemeine Erhebung der mathematischen Kenntnisse von PsychologiestudentInnen im ersten Studienabschnitt. Arbeite daher bitte eigenständig, ohne irgendwelche Hilfsmittel und ohne die Hilfe anderer Personen; gib dir aber bitte dennoch Mühe!
Die Verwendung eines Taschenrechners ist erlaubt, aber eigentlich nicht notwendig. Schreibe bitte alle Rechenschritte auf, die du zum Lösen der Beispiele benötigst; wenn der Platz auf der Vorderseite nicht ausreicht, verwende auch die Rückseite.
Einige der Beispiele werden dir vermutlich fremd sein, weil du die Inhalte möglicherweise schon vergessen hast oder sie im Unterricht in dieser Form nicht durchgenommen wurden. Vielleicht findest du trotzdem einen Lösungsweg; wenn nicht, halte dich nicht zu lange mit einem Beispiel auf, sondern probiere das nächste.

Nochmals vielen Dank für deine Mitarbeit!!

(Die mathematischen Aufgaben sind mit denen des SchülerInnen-Fragebogens ident; siehe vorne.)

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name:	Otto Nuhsbaumer
Datum / Ort der Geburt:	12. Februar 1976 / Wien
Staatsbürgerschaft:	Österreich
Familienstand:	ledig

Schule

1982-1986:	Volksschule Wittelsbachstraße, Wien
1986-1994:	Realgymnasium BRG III Radetzkystraße, Wien

Studium

1994-dato:	Diplomstudium Psychologie, Universität Wien
1999-2000:	Fachpraktikum am Institut für Medizinische Psychologie, Wien: Psychologische Betreuung von SchmerzpatientInnen

Weitere Ausbildungen

2002:	Dreimonatskurs für Politik•Wirtschaft•Ethik an der Katholischen Sozialakademie Österreichs
2005:	Europäischer Wirtschaftsführerschein (EBC*L)

Berufliche Tätigkeiten

1996-2004:	Büroadministration und EDV
2005-dato:	Personalberatung im Pflege- und Sozialbereich