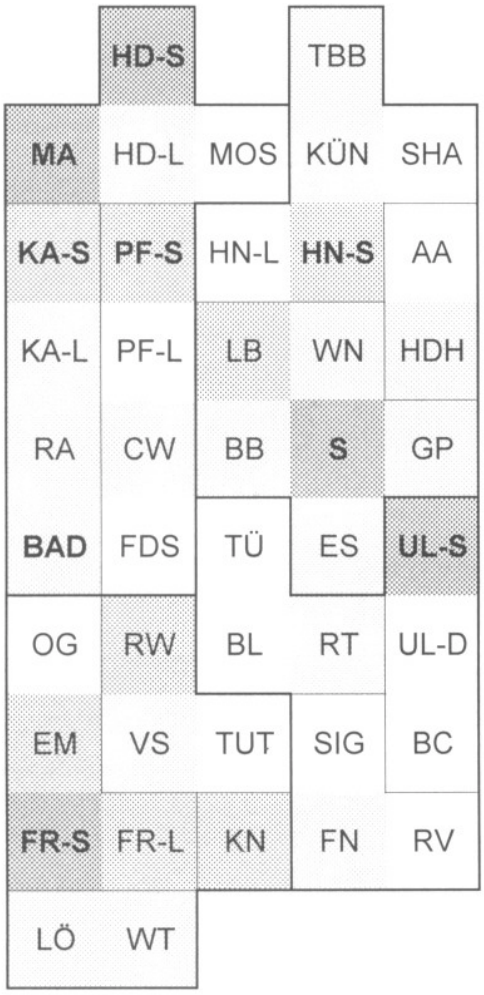
Was erreichen Schüler und Lehrer im Fach Mathematik?

Eine empirische Analyse der Realschulabschlussprüfung 1998 in Baden - Württemberg



Gustav Adolf Lörcher
Peter Herbert Maier

Pädagogische Hochschule
Freiburg

Institut für Mathematik und Informatik
und ihre Didaktiken

Freiburg, August 1999

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT 3

ZUM UMGANG MIT DEM BERICHT 4

ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK 5

1. FRÜHERE PRÜFUNGEN 6
1.1 Überblick über die Entwicklung bis 1995 6
1.1.1 Prüfungsmodalitäten 6
1.1.2 Wichtigste Ergebnisse 8
1.2 Neuordnung der RSA seit 1996 9
1.2.1 Prüfungsmodalitäten 9
1.2.2 Wichtigste Ergebnisse 10
1.3 Gesetzliche Regelungen 10

2. BESCHREIBUNG DER PRÜFUNGSAUFGABEN 11
2.1 Algebraische Pflichtaufgaben 12
2.1.1 Pflichtaufgabe 1 12
2.1.2 Pflichtaufgabe 2 13
2.2 Pflichtaufgaben zur Körperberechnung 14
2.2.1 Pflichtaufgabe 3 14
2.2.2 Pflichtaufgabe 4 15
2.3 Pflichtaufgaben zur Trigonometrie 16
2.3.1 Pflichtaufgabe 5 16
2.3.2 Pflichtaufgabe 6 17
2.4 Pflichtaufgaben zum Sachrechnen 18
2.4.1 Pflichtaufgabe 7 18
2.4.2 Pflichtaufgabe 8 19
2.5 Wahlaufgabe 1 zur Körperberechnung 20
2.5.1 Wahlaufgabe 1a 20
2.5.2 Wahlaufgabe 1b 21
2.6 Wahlaufgabe 2 zur Trigonometrie 22
2.6.1 Wahlaufgabe 2a 22
2.6.2 Wahlaufgabe 2b 23
2.7 Wahlaufgabe 3 zur Algebra 24
2.7.1 Wahlaufgabe 3a 24
2.7.2 Wahlaufgabe 3b 25
2.8 Diskussion der Anforderungen 26

3. DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNG 27
3.1 Vorbereitung 27
3.2 Vollerhebung statt Stichprobe 27
3.3 Erhobene Variablen 27
3.4 Rücklaufquote 28
3.5 Dateneingabe 28

4. GESAMTERGEBNISSE 31
4.1 Anmeldenote 31
4.2 Prüfungsnote 32
4.3 Vergleich von Anmeldenote und Prüfungsnote 33
4.4 Einfluss der Schulklassen 35
4.5 Vergleich von Schülergruppen 36
4.5.1 Geschlecht 36
4.5.2 Herkunft 37
4.6 Vergleich von Lehrergruppen 38
4.7 Vergleiche nach Ortsgrößenklassen 40
4.8 Regionale Vergleiche 43
4.9 Vergleich nach Schultypen 44

5. EINZELERGEBNISSE 45
5.1 Pflicht– und Wahlaufgaben 45
5.1.1 Pflichtaufgaben 45
5.1.2 Wahlaufgaben 46
5.1.3 Vergleich von Pflicht und Wahlaufgaben 47
5.1.4 Wahlverhalten 49
5.2 Stoffgebiete 50
5.2.1 Algebra 50
5.2.2 Körperberechnung 51
5.2.3 Trigonometrie 52
5.2.4 Sachrechnen 52
5.2.5 Vergleich der Stoffgebiete 53
5.3 Aufgabenanalyse 56
5.3.1 Analyse der Pflichtaufgaben 56
5.3.2 Analyse der Wahlaufgaben 72
5.3.3 Die Reihenfolge der Aufgaben 84
5.4 Zusammenfassende Analysen 85
5.4.1 Faktorenanalyse 86
5.4.2 Clusteranalyse 91

6. FAZIT 93
6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse 93
6.1.1 Gesamtergebnisse 93
6.1.2 Ergebnisse einzelner Schülergruppen 93
6.1.3 Ergebnisse bei Lehrerinnen und Lehrern 94
6.1.4 Ergebnisse in den Pflicht- und Wahlaufgaben 95
6.1.5 Ergebnisse in den einzelnen Stoffgebieten 95
6.2 Diskussion der Ergebnisse 96
6.2.1 Lehrerinnen und Lehrer 96
6.2.2 Die Rolle der Algebra in der Prüfung 98
6.2.3 Die Rolle der Geometrie in der Prüfung 98
6.2.4 Die Rolle des Sachrechnens 99
6.2.5 Mathematikkompetenz am Ende der Realschulzeit 99
6.3 Ausblicke 100

ANHANG 101

Vorwort

Seit der Veröffentlichung der Ergebnisse der TIMS-Studie zur Sekundarstufe I ist das öffentliche Interesse am Zustand des Mathematikunterrichts beträchtlich gestiegen. Da Baden-Württemberg an dieser Studie nicht beteiligt war, schien es uns besonders wichtig, durch eine empirische Analyse verlässliche Daten zum Mathematikunterricht zu gewinnen. Bei der zentralen Realschulabschlussprüfung werden alle Realschüler erfasst; die Analyse von Prüfungsdaten ist daher ein geeignetes Mittel, genauere Aufschlüsse über die Leistungen im Mathematikunterricht an Realschulen zu erhalten.
Wir beschäftigen uns beide seit vielen Jahren mit zentralen Abschlussprüfungen im Fach Mathematik, ihren Ergebnissen und ihren Konsequenzen für den Mathematikunterricht. Durch die 1996 erfolgte Änderung der Realschulabschlussprüfung Mathematik wurden neue Schwerpunkte gesetzt, deren Auswirkungen auf das Prüfungsergebnis und die Rückkopplung in den Mathematikunterricht für alle Beteiligten interessant sein könnten.
Ein erster Forschungsantrag für eine landesweite Untersuchung der Prüfungsergebnisse 1996 wurde von der Pädagogischen Hochschule Freiburg mit der Zusage finanzieller Förderung unterstützt. Die Untersuchung konnte aber nicht durchgeführt werden, da sie vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport nicht genehmigt wurde. Zwei Jahre später wurde ein erneuter Antrag wiederum von der Hochschule finanziell gefördert (ca. 12 000,00 DM) und dieses Mal dankenswerter Weise vom Ministerium genehmigt.
Zum Gelingen der Studie trugen viele Personen bei. An erster Stelle wollen wir den über 900 Kolleginnen und Kollegen danken, die unseren umfangreichen Erfassungsbogen ausgefüllt und termingerecht zurückgeschickt haben (je rund 500 Daten pro Bogen). Nur durch ihre auf breiter Basis erfolgte freiwillige Mitarbeit konnten die Ergebnisse dieser Studie gewonnen werden. Weiterer Dank gilt den Studierenden Christina Fuchs, Stephan Hölscher, Sonja Kaiser, Uwe Kunzelmann, Bernd Link, Elisa Minsch, Alexandra Renk, Claudia Vollmer und Carmen Wetterer, die im Juni und Juli 1998 die mühselige Arbeit der Dateneingabe übernommen haben. Ein herzlicher Dank gilt Uwe Kunzelmann und Stefan Hölscher für die zusätzliche Unterstützung bei der sorgfältigen Datenkontrolle. Darüber hinaus wollen wir Herrn Hölscher besonders für seine große Hilfe bei der Erstellung des Layouts und der Grafiken in diesem Bericht danken.
Weiterer Dank gilt dem Statistischen Landesamt mit Herrn RD Wörner für die sachkundige Beratung bei der Planung der Analyse bis hin zur Überlassung von Adressenaufklebern aller Realschulen des Landes.
Im Haus danken wir Herrn Dr. Schiller für Unterstützungen beim Gebrauch des Statistikprogramm SPSS. Für die Dateneingabe, Datenkontrolle und für die statistische Auswertung zusätzlich benötigte Rechnerkapazitäten überließen uns freundlicherweise das Studienseminar und Kollege Gerster. Wir danken Herrn Mohnke für seine Hilfe beim Versenden der Erfassungsbögen und der Forschungsberichte.

Erste Ergebnisse der Auswertung stellten wir den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der landesweiten Fortbildungstagung FORUM Realschule 1999 in Donaueschingen am 25.3.1999 in einem Vortrag vor.

Zum Umgang mit dem Bericht

Die wesentlichsten Ergebnisse sind in 3 Ebenen zugänglich:

Im Überblick auf der ersten Seite des Berichts (siehe Seite 3).

Etwas ausführlicher in der Zusammenfassung des Schlußteils (siehe Kapitel 6.1, Seite 91ff)

Ausführlich mit Tabellen und Grafiken im Hauptteil (siehe Kapitel 4 und 5, Seite 29ff)

Die Kapitel 1 bis 3 geben Auskunft über wichtige Ergebnisse von Auswertungen früherer Prüfungen, sie informieren detailliert über die Anforderungen der Prüfung 1998 (mit Ergänzungen im Anhang A.1 und A.2) und beschreiben Planung und Durchführung der Untersuchung.

Die Studie kann nur über kurzfristig messbare Ergebnisse des Mathematikunterrichts Auskunft geben. Das in der Prüfung verfügbare Wissen wird aber möglicherweise rasch vergessen, sagt also nichts über einen länger andauernden Unterrichtserfolg. Gleichzeitig kann man aus den Daten nichts entnehmen über die Qualität des Unterrichts und über die dort erzeugten längerfristig wirksamen Einstellungen zum Lernen und zur Mathematik.

Im Verlauf der Abfassung des Berichts merkten wir, dass es unmöglich war durchgehend geschlechtsneutrale Sammelbezeichnungen für die jeweiligen Personengruppen zu finden: Doppelbezeichnungen wie Schülerinnen und Schüler führten mitunter zu erheblicher sprachlicher Komplexität. Bei geschlechtsneutralen Bezeichnungen wie „SchülerInnen“ ist die Gefahr von Missverständnissen sehr hoch, wenn zugleich speziell von Schülerinnen (weiblichen Schülern) gesprochen wird.
Als generelle Bezeichnungen gebrauchen wir die Begriffe „Schüler“ und „Lehrer“.

Ergebnisse im Überblick

Untersuchter Schüleranteil
Die Rücklaufquote lag bei 71 % aller Schüler der 10. Klassen der Realschulen des Landes.
In der Auswertung verblieben nach Ausscheidung von unvollständigen und fehlerhaften Datenblättern 63 % der Abschlussschüler.
(Siehe Kapitel 3.4 und 3.5)

Anmeldenote und Prüfungsnote
Die durchschnittliche Anmeldenote lag bei 3,00, die Prüfungsnote bei 3,12.
Zwischen Anmeldenote und Prüfungsnote bestand eine hohe Korrelation.
(Siehe Kapitel 4.1 bis 4.3)

Schülergruppen
Weibliche Schüler (53 % aller Schüler) liegen in Algebra etwa auf gleicher Höhe mit männlichen Schülern; in Geometrie (Körperberechnung und Trigonometrie) liegen sie etwas zurück, im Sachrechnen liegen sie deutlich zurück.
Aussiedler (3 % aller Schüler) sind eher etwas erfolgreicher als deutsche Schüler (in Algebra deutlich, in Geometrie kaum, im Sachrechnen liegen sie zurück).
Ausländische Schüler (9 % aller Schüler) bleiben in allen Gebieten deutlich hinter deutschen Schülern zurück.
(Siehe Kapitel 4.5)

Lehrergruppen
Für den Prüfungserfolg männlicher Schüler spielt das Geschlecht des Lehrers so gut wie keine Rolle.
Weibliche Schüler profitieren in fast allen Gebieten deutlich von weiblichen Lehrern.
(Siehe Kapitel 4.6)

Ortsgröße
Mit zunehmender Ortsgröße steigt der Aussiedleranteil, der Ausländeranteil und der Anteil weiblicher Lehrer.
Mit zunehmender Ortsgröße sinkt der Prüfungserfolg (bei weiblichen Lehrern weniger stark als bei männlichen Lehrern).
(Siehe Kapitel 4.7)

Pflichtaufgaben und Wahlaufgaben
Der Lösungserfolg in den Pflichtaufgaben lag bei 68 % (das entspricht der Note 2,5), in den Wahlaufgaben war er lediglich 44 % (das entspricht der Note 3,75).
(Siehe Kapitel 5.1)

Stoffgebiete
In der Prüfung war der Lösungserfolg in Algebra deutlich geringer als in Körperberechnung, Trigonometrie und Sachrechnen.
(Siehe Kapitel 5.2)

1. Frühere Prüfungen

1.1 Überblick über die Entwicklung bis 1995

1.1.1 Prüfungsmodalitäten

Im Kernbereich der Tabelle ist ersichtlich, aus welchen Stoffgebieten die einzelnen Prüfungsaufgaben seit Beginn der schriftlichen Zentralprüfung gestellt wurden.
Außerdem ist angegeben,

- welche Lehrpläne zugrunde lagen,
- welche Hilfsmittel zugelassen waren (ohne Zeichengeräte),
- wie viele Aufgaben und Teilaufgaben es jeweils waren,
- wie viele Aufgaben zu bearbeiten waren (= Anzahl der vollen Zeitstunden für die Prüfung).

Jahr	Lehrplan	Hilfs-mittel	Körper-Berech.	Rot.-körp.	Trig. Fkt.	Trig. Berech.	Abhängkt. von e	Qu. Gl	Folg./ Reih.	Sach-Aufg.	Aufg.zahl (Teilaufg)	# h
1965	**BP 29.4.63**	F,L,S	3 4	-	-	5		-	1	2	6 (13)	**4**
1966I	BP 29.4.63	F,L,S	4 5 6	-	-	7 8		-	-	1 2 3	**8** (16)	4
1966II	BP 29.4.63	F,L,S	6 7 8	-	-	4 5		-	3	1 2	8 (26)	4
1967	BP 29.4.63	F,L,S	4 5 6	-	-	7 8		-	1	2 3	8 (20)	4
1968	BP 29.4.63	F,L,S	6 7 8	-	-	3 4 5		-	1 2	-	8 (25)	4
1969	BP 29.4.63	F,L,S	4 5 6	-	-	7 8		-	2	1 3	8 (26)	4
1970	BP 29.4.63	F,L,S	4 5	**6**	-	7 8	**8a**	-	2	1 3	8 (24)	4
1971	BP 29.4.63	F,L,S	4 5 6	-		7 8		-	2 3	1	8 (26)	4
1972	BP 29.4.63	F,L,S	4 5	6	-	7 8	8ac	-	1 2 3	-	8 (24)	4
1973	BP 29.4.63 (+Profil)	F,L,S	6 8	5	-	7		-	1234	-	8 (24)	4
1974	BP 29.4.63 (+Profil)	F,L,S	4	5	-	6 7 8	4c5ac	-	1 2 3	-	8 (24)	4
1975	BP 29.4.63 (+Profil)	F,L,S	7	5 6 8	-	3 4	7c8b	-	1 2	-	8 (24)	4
1976	BP 29.4.63 (+Profil)	F,L,S	6 8	3 7	-	4 5	6c7c	-	1 2	-	8 (24)	4
1977	BP 29.4.63 (+Profil)	F,L,S	6	4 5	-	3	(4c)6c	-	1 2	-	**6 (18)**	**3**
1978	BP 29.4.63 (+Profil)	F,L,S	6	5	-	3 4	3c4c5c6c	-	1 2	-	6 (18)	3
1979	bis zu 4 BLP (+Profil)	F,**Fu**,S	3 5	4	-	1 2	2c3bc4c5c	-	6	-	6 (18)	3
1980	bis zu 4 BLP (+Profil)	F,Fu,S	-	1 2 3	-	4 5	2c3c4c(5c)	-	6	-	6 (18)	3
1981	bis zu 4 BLP (+Profil)	F,Fu,S	2 3	1	-	4 5	1c2c3c4c5c	-	6	-	6 (18)	3
1982	**vorl.LP 7.5.81** (+Profil)	F,**TR**/S		1 2	4b	3 4	1c2c3c4c	**5**	-	**6**	6 (18)	3
1983	vorl.LP 7.5.81	F,TR/S	1	2	(4a)	3 4	(1c)2c3c	5	-	6	6 (18)	3
1984	vorl.LP 7.5.81	F,TR/S	1	2	4b	3 4	1c2c3c4c	5	-	6	6 (18)	3
1985	**BP 25.5.84**	F, TR	1 2	-	-	3 4	1c2c4c	-	-	**5 6**	6 (18)	3
1986	BP 25.5.84	F, TR	1 2	-	-	3 4	1c2c3c	-	-	5 6	6 (18)	3
1987	BP 25.5.84	F, TR	124c5c	-	-	341c6c	-	-	-	562c3c	6 (18)	3
1988	BP 25.5.84	F, TR	124c5c	-	-	342c6c	-	-	-	561c3c	6 (18)	3
1989	BP 25.5.84	F, TR	1 2 6c	-	-	3 4	1c3c4c	-	-	5 6 2c	6 (18)	3
1990	BP 25.5.84	F, TR	1 2	-	-	3 4 6c	1c2c3c	-	-	5 6 4c	6 (18)	3
1991	BP 25.5.84	F, TR	1 2 6c	-	4c	3 4	1c3c4c	-	-	5 6 2c	6 (18)	3
1992	BP 25.5.84	F, TR	1 2	-	4b	3 4 6c	1c2c3c	-	-	5 6 4c	6 (18)	3
1993	BP 25.5.84	F, TR	1 2	-	4b	3 4	1c2c3c4c	-	-	5 6	6 (18)	3
1994	BP 25.5.84	F, TR	1 2	-	4b	3 4	1c2c3c4c	-	-	5 6	6 (18)	3
1995	**BP 21.2.94**	F, TR	1 2	-	4b	3 4	1c2c3c4c	5c6	-	5ab	6 (18)	3

Erklärung der Abkürzungen:

BP = Bildungsplan	F=Formelsammlung	L=Logarithmentafel	#= Anzahl der zu
LP = Lehrplan	S=Rechenstab	FU=Funktionentafel	bearb.Aufg.
BLP = Bezugslehrplan	TR = Taschenrechner		h= Zeitstunden

Die Entwicklung ist durch folgende 3 Hauptetappen gekennzeichnet:

1965 – 1972:
Hilfsmittel: Formelsammlung, Logarithmentafel und Rechenstab. Zu bearbeiten waren 4 Aufgaben aus den Gebieten Körperberechnung, Trigonometrie, Folgen/Reihen und Sachrechnen. Die Anzahl der Teilaufgaben nahm in der Tendenz von Prüfung zu Prüfung zu, mit wechselnden Punktezahlen pro Teilaufgabe. Gegen Ende tauchen erstmals neue Aufgabentypen auf: Rotationskörper im Koordinatensystem und Aufgaben in Abhängigkeit von einer Variablen. Die Zahl der Teilaufgaben (3 pro Aufgabe) und die Punktezahl (8 pro Aufgabe) stabilisiert sich.

1973 – 1984
Die Lehrplansituation wird im Zusammenhang mit der Einführung und Rücknahme der modernen Mathematik zeitweise sehr unübersichtlich (Nebeneinander bis zu 4 verschiedene Bezugslehrpläne gültig; außerdem noch Schulen mit math.–nat. wiss. Profil von 1973–1982, die z.T. verschiedene Prüfungsaufgaben bekommen). Die Logarithmentafel wird nach 1978 durch die Funktionentafel und nach 1982 durch den Taschenrechner ersetzt, der seit 1985 den Rechenstab ganz verdrängt. Sachaufgaben verschwinden einige Jahre völlig; die Aufgabentypen Rotationskörper im Koordinatensystem und Aufgaben in Abhängigkeit von einer Variablen breiten sich aus.
Ab 1977 wird die Anzahl zu bearbeitenden Aufgaben auf 3 reduziert. (Bearbeitungszeit: 3 Zeitstunden).
Für die Bewertung wird seit 1977 ein Punkteschlüssel zugrundegelegt, der eine Logik erkennen lässt (a– und b–Teile jeweils 4 Punkte, c–Teile jeweils 3 Punkte): a–, b– und c–Teile sind nach Schwierigkeit abgestuft. Ein Schüler kann durch Bewältigung der elementaren a–Teile die Prüfung bestehen (Note 4), mit Bewältigung auch der gehobeneren b–Teile (z.B. mit Formelumstellung) in die Nähe der Note 2 kommen, und mit Bewältigung der schwierigen c–Teile (häufig Aufgaben in Abhängigkeit von einer Variablen) die Note 1 bekommen. Der Notenschlüssel ist seit 1977 linear (Zehntelnoten).

1985–1995
Mit Einführung des neuen Lehrplans wird die Situation übersichtlicher. Für alle Schulen ist wieder eine einheitliche Prüfung maßgebend. Der Aufgabentyp Rotationskörper im Koordinatensystem verschwindet ebenso wie Folgen und Reihen, die durch Wachstumsprozesse im Sachrechnen ersetzt werden. Die Verteilung der Aufgaben bleibt ein Jahrzehnt lang im wesentlichen in der Reihenfolge und in der Gewichtung konstant: Ein Drittel Körperberechnung (Aufgabe 1 und 2), ein Drittel Trigonometrie (Aufgabe 3 und 4) und ein Drittel Sachrechnen (Aufgabe 5 und 6). Eine Zeit lang wird versucht, alle Teilaufgaben in einen die Aufgabe umfassenden realen Sachverhalt einzubauen.
In den c–Teilen kommen in diesem Zeitraum immer wieder Änderungen vor: Ab 1987 Verschränkung der Stoffgebiete in den c–Teilen , um die Schülerabwahl eines ganzen Stoffgebiets zu erschweren. Seit 1989 treten in den c–Teilen wieder verstärkt Aufgaben in Abhängigkeit von einer Variablen auf. Außerdem wird in der Trigonometrie ein Aufgabentyp eingebaut, der Anfang der 80er–Jahre schon einmal vorgekommen war: Tabellierung und Zeichnung trigonometrischer Funktionen.
Mit Gültigkeitsbeginn des neuen Lehrplans wird 1995 das Sachrechnen stark reduziert und durch Aufgaben aus der Algebra ersetzt.

1.1.2 Wichtigste Ergebnisse

Jahr	Schüler	Klassen	Note	Standard-abweich.	Lösungs-prozent	Standard-abweich.	Eta	Quelle
1976	10200	377	**3,62**		48,1%			OSA FR, KA, TÜ
1977	287	10	**3,2**		54,6%			Zulassungsarbeit Erb & Schittenhelm
1978	231	9	**3,4**					Eigene Auswertung
1979	452	18	**2,8**		62,6%			Eigene Auswertung
1980	382	15	**2,7**		64,3%			Eigene Auswertung
1981	492	22	**2,9**		60,3%			Eigene Auswertung
1982	831	30	**3,15**	1,05	56,1%	21,1%	17,1%	Eigene Auswertung
1983	917	36	**2,93**	1,06	61,1%	21,2%	13,1%	Eigene Auswertung
1984	1558	66	**3,02**	1,05	58,6%	21,0%	20,2%	Eigene Auswertung
1985	5340	219	**2,85**	1,08	62,0%	21,6%	11,8%	Daten von H. Kuon Eigene Auswertung
1986	5628	233	**2,84**	0,99	62,3%	19,7%	10,1%	Daten von H. Kuon Eigene Auswertung
1987	5304	223	**2,87**	1,06	61,6%	21,2%	10%	Daten von H. Kuon Eigene Auswertung
1988								
1989	2785		**2,72**	0,94	64,7%	18,7%		Daten von H. Kuon Eigene Auswertung
1990	2786	128	**2,86**		61,8%			Auswertung v.H. Kuon
1991								
1992	2737	119	**2,64**		66,2%			Auswertung v.H. Kuon

Erläuterung der letzten zwei Spalten:

Der Prozentsatz bei „Eta“ gibt an, wie viel Prozent der Varianz jeweils durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt ist.

Die Quelle OSA FR, KA, TÜ bezieht sich auf eine von den drei Oberschulämtern Freiburg, Karlsruhe und Tübingen durchgeführte Vollerhebung.

Bei den anderen Untersuchungen handelt es sich um Untersuchungen mit freiwilliger Teilnahme (also keine Zufallsstichproben).

Auffallend ist die hohe Konstanz des Prüfungserfolgs seit Ende der 70er Jahre (meist Noten zwischen 2,8 und 2,9), was auf eine hohe Durchsichtigkeit der Prüfungsanforderungen schließen lässt.

Wenn man den Lösungserfolg der Aufgaben des Typs „**in Abhängigkeit von einer Variablen**“ genauer unter die Lupe nimmt (44 untersuchte Aufgaben zwischen 1977 und 1992), erhält man ein niederschmetterndes Resultat: Bei diesem Typ scheitern regelmäßig rund 2/3 der Schüler; es kommt so gut wie nie vor, dass wenigstens die Hälfte der Schüler dabei erfolgreich ist und es ist über die Jahre hinweg so gut wie keine Verbesserung zu erkennen.
Verteilung des Lösungserfolgs bei den 44 Aufgaben:
Minimum 6% unteres Quartil 23% Median 30% oberes Quartil 36% Maximum 52%
Von da aus muss man ernsthaft die Frage stellen, ob dieser Aufgabentyp prüfungstauglich ist, oder ob er nicht eine vorhersehbare Falle darstellt, die man den meisten Schülern stellt.

1.2 Neuordnung der RSA seit 1996

1.2.1 Prüfungsmodalitäten

Jahr	Lehrplan	Hilfs-mittel	Körper-be-rech.	Rot.-körp.	Trig. Fkt.	Trig. Berech.	Abhängkt. von e	Algebra Qu.Gl.	Folg./ Reih.	Sach-aufg.	Aufg.zahl (Teilaufg.)	#	h
1996	BP 21.2.94	F, TR	P12 W3	-	P4	P34 W1	W1b3b	P56 W2	-	P78	P8(13) W3(6)	8 2	3
1997	BP 21.2.94	F, TR	P12 W3	-	P6	P56 W1	W1b	P34 W2	-	P78	P8(12) W3(6)	8 2	3
1998	BP 21.2.94	F, TR	P34 W1	-	-	P56 W2	W1b2b	P12 W3	-	P78	P8(9) W3(6)	8 2	3

Von den 33 zu erreichenden Punkten entfallen 17 auf den Pflichtteil und 16 auf den Wahlteil. Der Notenschlüssel ist wie früher linear (Zehntelnoten).

In scheinbarer Anlehnung an die Hauptschule wurde die Prüfung 1996 gravierend geändert und in zwei große Teile zerlegt: Pflichtaufgaben und Wahlaufgaben, wobei sich die Pflichtaufgaben auf 4 Gebiete beziehen (Körperberechnung, Trigonometrie, Algebra, Sachrechnen), während im Wahlbereich das Sachrechnen nicht mehr vertreten ist.
Die Anlehnung an die Hauptschule ist deshalb nur scheinbar, da in den Grundkenntnissen keine Konzeption eines Minimalkanons zu erkennen ist, der von jedem Realschüler im Hinblick auf die Anforderungen des späteren Lebens erreicht werden sollte.
Die Schwierigkeit der **Pflichtaufgaben** entspricht großenteils nicht dem Niveau der früheren a–Teile (was zu erwarten wäre, wenn es sich dabei um relevantes Minimalwissen handeln würde), sondern eher dem gehobeneren Niveau der früheren b–Teile. Damit scheint ohne nachvollziehbare Begründung ein wesentliches Qualitätsmerkmal der Prüfung zwischen 1985 und 1995 aufgegeben worden zu sein, nämlich eine differenzierte Schwierigkeitsabstufung.

Die **Wahlaufgaben** haben das Niveau der früheren c–Teile.
Insgesamt ist also sowohl eine Ausweitung der Anforderungen (alle 4 Gebiete zu bearbeiten) als auch eine deutliche Erschwerung zu erkennen.
Die starke Ausweitung der Algebra auf Kosten des Sachrechnens (bedingt durch die gravierenden Kürzungen im Lehrplan) ist im Hinblick auf künftige Anforderungen und Hilfsmittel (Taschenrechner mit symbolischen Algebra – Fähigkeiten, entsprechende Computerprogramme) in Beruf und Alltag in ihrer Berechtigung ernsthaft in Frage zu stellen.

1.2.2 Wichtigste Ergebnisse

Realschulabschlussprüfung 1996

Quelle: V.M.PESCHL (1996). Auswertung der freiwilligen Rückmeldungen zur Realschulabschlußprüfung 1996 - Schriftliche Prüfung im Fach Mathematik. In: V. M. PESCHL & P. B. SIKORSKI: Auswertungen der freiwilligen Rückmeldungen zur Realschulabschlußprüfungen 1996. LEU, Heft 96/11-15, Stuttgart

Datenbasis: Rücklaufquote:	Klassendurchschnitte 68%	
Pflichtteil:	11,60 ± 1,84 Punkte von 17	(Lösungserfolg: 68% ± 11%)
W1: (Trigonometrie) W2: (Algebra) W3: (Körperberechnung) Wahlteil (errechnet):	4,10 ± 1,15 Punkte von 8 2,99 ± 1,19 Punkte von 8 3,08 ± 1,62 Punkte von 8 7,47 Punkte von 16	(Lösungserfolg: 51% ± 14%) (Lösungserfolg: 37% ± 15%) (Lösungserfolg: 38%± 20%) (Lösungserfolg: 47%)
Gesamtpunkte (errechnet): **Gesamtnote:**	19,06 ± 2,8 Punkte von 33 **3,11 ± 0,43**	(Lösungserfolg: 57% ± 9%)

Die Standardabweichungen sind keine Schüler –, sondern Klassenstandardabweichungen.

Im Vergleich zu den Prüfungen des vorausgehenden Jahrzehnts ist der Gesamtdurchschnitt um 1/4 Note schlechter, was wohl weniger auf schwächere Schülerleistungen als eher auf erhöhte Anforderungen zurückzuführen ist. Vor allem im Wahlteil mit einem Lösungserfolg von unter 50% scheinen die Schüler z.T. mit nur schwer erfüllbaren Anforderungen konfrontiert zu werden.

Realschulabschlussprüfung 1997

Durchschnittsnote : 3,19

Quelle: Angaben der Aufgabenkommission, die nicht weiter quantifiziert sind. (Insbesondere keine Angaben zur Stichprobengröße)

1.3 Gesetzliche Regelungen

Das Schulgesetz geht in §7(1) auf die Realschule ein: »Die Realschule vermittelt eine erweiterte allgemeine Bildung, die sich an lebensnahen Sachverhalten orientiert und zu deren Durchdringung und Zusammenschau führt.« In Absatz 2 wird ergänzt: »Die Realschule ... schließt mit einem Abschlußverfahren (Realschulabschluß) ab.«

Quelle: Rechts- und Verwaltungsvorschriften des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport. K.u.U. – Ausgabe B (Neckar-Verlag) Villingen-Schwenningen (Stand 15.02.1999), Kapitel 6400-1, S. 5

Im Bildungsplan wird einführend der Erziehungs- und Bildungsauftrag der Realschule dargestellt. Danach gehört es zu den Aufgaben und Zielen der Realschule »in einem in sich geschlossenen Bildungsgang in sechs Schuljahren, den Klassen 5 bis 10, über eine zentrale Abschlußprüfung zu einem mittleren Bildungsabschluß, dem Realschulabschluß« zu gelangen.

Quelle: Bildungsplan für die Realschule, Kultus und Unterricht – Amtsblatt des Ministeriums für Kultus und Sport Baden-Württemberg, Lehrplanheft 3/1994, S.11

Der Realschulabschluss ermöglicht den Zugang zu anerkannten Ausbildungsberufen und zu Berufskollegs, in welchen die Fachhochschulreife zu erwerben ist. Darüber hinaus ist der Eintritt in berufsorientierte und allgemeinbildende Gymnasien zum Erwerb der fachgebundenen oder allgemeinen Hochschulreife möglich.

2. Beschreibung der Prüfungsaufgaben

Wie bei der Beschreibung der Prüfungsmodalitäten dargestellt (siehe Kapitel 1.2.1), besteht die Abschlussprüfung aus einem Pflichtbereich und einem Wahlbereich.
Im Pflichtbereich sind 8 Prüfungsaufgaben aus 4 Stoffgebieten zu bearbeiten, wobei die Reihenfolge der Stoffgebiete bisher von Prüfung zu Prüfung wechselt. In der Abschlussprüfung 1998 stammen die ersten beiden Pflichtaufgaben aus dem Bereich der Algebra, die Aufgaben 3 und 4 sind Körperberechnungen und die Aufgaben 5 und 6 sind trigonometrische Aufgaben. Die letzten beiden Pflichtaufgaben sind Sachrechenaufgaben.
Der Wahlbereich umfasst 3 Prüfungsaufgaben, die jeweils aus zwei Aufgabenteilen bestehen. Die erste Wahlaufgabe stammt 1998 aus dem Bereich der Körperberechnung, die zweite ist eine trigonometrische Aufgabe und die dritte eine algebraische Aufgabe. Da im Wahlbereich keine Sachrechenaufgabe gestellt wird, ist dieser Bereich in der Prüfung stark unterrepräsentiert. Die Schüler haben 2 der 3 Pflichtaufgaben nach eigener Wahl zu bearbeiten.

Auf jeder der nachfolgenden Seiten wird eine Prüfungsaufgabe inhaltlich kurz beschrieben und im Originaltext dokumentiert (Kasten). Anschließend werden die aus Schülerperspektive erkennbaren Hauptschwierigkeiten identifiziert.
Die Aufgabenblätter sind im Original in Anhang A.1 ersichtlich. Detaillierte Angaben zu möglichen Lösungswegen und Ergebnissen der Aufgaben sind in Anhang A.2 dargestellt.

2.1 Algebraische Pflichtaufgaben

2.1.1 Pflichtaufgabe 1 (P1)

1. Kurzbeschreibung:

Die Koordinaten der Schnittpunkte einer Normalparabel mit den Koordinatenachsen berechnen.

2. Aufgabentext :

Eine nach oben geöffnete Normalparabel hat den Scheitelpunkt S(-0,5/-4).

Berechnen Sie die Koordinaten der Schnittpunkte der Parabel mit der x-Achse bzw. der y-Achse.

3. Schwierigkeiten:

Ermitteln der Scheitelform einer Normalparabel.

Umformen der Scheitelform in die Normalform (1. Lösungsweg) oder ermitteln von 2 Lösungen beim Wurzelziehen (2. Lösungsweg).

2.1.2 Pflichtaufgabe 2 (P2)

1. Kurzbeschreibung:

Ein lineares Gleichungssystem lösen.

2. Aufgabentext:

Lösen Sie das Gleichungssystem:

$$\frac{1}{3}x - 2y = -1$$

$$2x - y = 4x - 7$$

3. Schwierigkeiten:

Ein Faktor der ersten Gleichung ist ein Bruch.
Bei der zweiten Gleichung stehen Terme mit 'x' auf beiden Seiten.

2.2 Pflichtaufgaben zur Körperberechnung

2.2.1 Pflichtaufgabe 3 (P3)

1. Kurzbeschreibung:

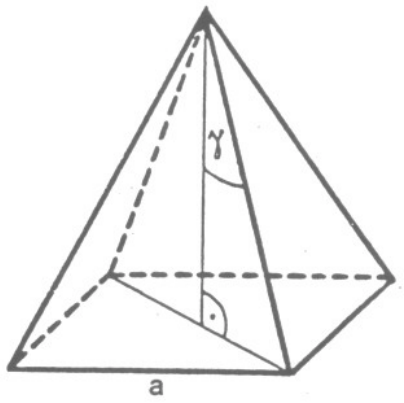
Die Oberfläche einer quadratischen Pyramide berechnen.

2. Aufgabentext:

Eine quadratische Pyramide hat die Maße:

$a = 6{,}8$ cm
$\gamma = 37{,}0°$

Berechnen Sie die Oberfläche der Pyramide.



3. Schwierigkeiten:

Ungewöhnliche Lage des Winkel γ, als Winkel zwischen der Körperhöhe h und Seitenkante s.
Erkennen von rechtwinkligen Dreiecken im Schrägbild und ermitteln der Seitenhöhe h_s der Manteldreiecke über die Seitenkante s als Zwischenschritt.

2.2.2 Pflichtaufgabe 4 (P4)

1. Kurzbeschreibung:

Die Mantelfläche eines Kegels anhand des Volumens einer volumengleichen Kugel berechnen.

2. Aufgabentext:

Eine Kugel hat das Volumen $V = 589\ cm^3$.
Ihr Radius ist gleich groß wie der Grundkreisradius eines volumengleichen Kegels.

Berechnen Sie die Mantelfläche des Kegels.

3. Schwierigkeiten:

Keine grafische Veranschaulichung gegeben.
Komplexe Situation, durch Gleichheit der Radien und der Volumina.
3 Zwischenschritte erforderlich (Radius der Kugel; Höhe des Kegels; Seitenlinie s).
Dabei Ermitteln einer Kubikwurzel.

2.3 Pflichtaufgaben zur Trigonometrie

2.3.1 Pflichtaufgabe 5 (P5)

1. Kurzbeschreibung:

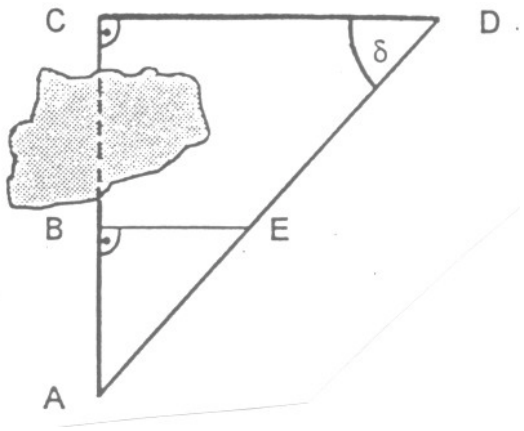
Die Entfernung zweier Punkte im Gelände berechnen.

2. Aufgabentext:

Die Entfernung der Punkte A und C kann nicht direkt gemessen werden. Folgende Größen sind bekannt:

$\overline{DE} = 1\,356$ m
$\overline{BE} = 352$ m
$\delta = 65{,}0°$

Berechnen Sie die Länge $\overline{AC}$.



3. Schwierigkeiten:

Die vorgegebene Skizze ist nicht maßstabsgerecht, sondern stark verzerrt.
Auffinden einer Hilfslinie.

2.3.2 Pflichtaufgabe 6 (P6)

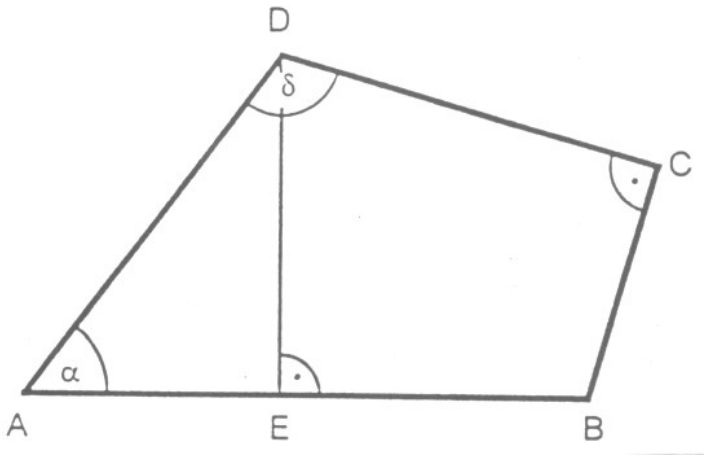
1. Kurzbeschreibung:

Eine Höhe in einem allgemeinen Viereck berechnen.

2. Aufgabentext:

Vom Viereck ABCD sind bekannt:

$\overline{BC} = 4{,}0$ cm
$\overline{CD} = 6{,}3$ cm
$\alpha = 54{,}0°$
$\delta = 110{,}0°$



Berechnen Sie die Länge $\overline{DE}$.

3. Schwierigkeiten:

Auffinden einer Hilfslinie.
Vier nicht explizit geforderte Zwischenschritte (Berechnung von drei Winkeln und einer Strecke) sind notwendig.

2.4 Pflichtaufgaben zum Sachrechnen

2.4.1 Pflichtaufgabe 7 (P7)

1. Kurzbeschreibung:

Berechnen, wie viele Fahrzeuge bei einer Radarkontrolle kontrolliert wurden.

2. Aufgabentext:

Bei einer Radarkontrolle wurde bei 15% aller Fahrzeuge eine Geschwindigkeitsübertretung festgestellt.
20% dieser Geschwindigkeitsübertretungen führten zu einem Fahrverbot;
das waren 12 Fälle.

Wie viele Fahrzeuge wurden kontrolliert?

3. Schwierigkeiten:

Erkennen, dass in beiden Fällen der Prozentwert gegeben und der Grundwert gesucht ist.
Zwei mal den fehlenden Grundwert berechnen.

2.4.2 Pflichtaufgabe 8 (P8)

1. Kurzbeschreibung:

Ein Kapital wird auf 5 Jahre mit steigendem Zinssatz angelegt. Zu berechnen ist der Zinssatz im fünften Jahr und der hypothetische Zinssatz bei gleichbleibender Verzinsung.

2. Aufgabentext:

Ein Kapital von 24 000,00 DM wird 5 Jahre lang angelegt. Zinsen werden mitverzinst.

Zinssatz im 1. Jahr: 3,0%
Zinssatz im 2. Jahr: 3,5%
Zinssatz im 3. Jahr: 4,5%
Zinssatz im 4. Jahr: 6,0%
Für das fünfte Jahr werden 2 125,55 DM Zinsen gutgeschrieben.

Wie hoch ist der Zinssatz im fünften Jahr?

Bei welchem jährlich gleichbleibenden Zinssatz hätte sich nach fünf Jahren das gleiche Endkapital ergeben?

3. Schwierigkeiten:

Rechnen mit Zinseszins bei steigendem und bei konstantem Zinssatz.
Die Zwischenschritte zur Berechnung des Zinssatzes im 5. Jahr erkennen.
Erkennen, dass kein arithmetisches Mittel berechnet werden darf.
Die fünfte Wurzel ermitteln und vom multiplikativen Faktor den Zinssatz ablesen.

2.5 Wahlaufgabe 1 zur Körperberechnung (W1)

2.5.1 Wahlaufgabe 1a (W1a)

1. Kurzbeschreibung

Die Oberfläche einer regulären Achteckspyramide berechnen.

2. Aufgabentext:

Von einer regelmäßigen achtseitigen Pyramide sind bekannt:

Grundkante a = 6,4 cm
Körperhöhe h = 15,1 cm

Berechnen Sie die Oberfläche der Pyramide.

3. Schwierigkeiten:

Komplexe Körperform durch achteckige Grundfläche. Keine zeichnerische Darstellung gegeben.
Rechtwinkliges Teildreieck ermitteln.
Flächeninhalt eines regulären Achtecks berechnen (Winkel im regulären Achteck).

2.5.2 Wahlaufgabe 1b (W1b)

1. Kurzbeschreibung:

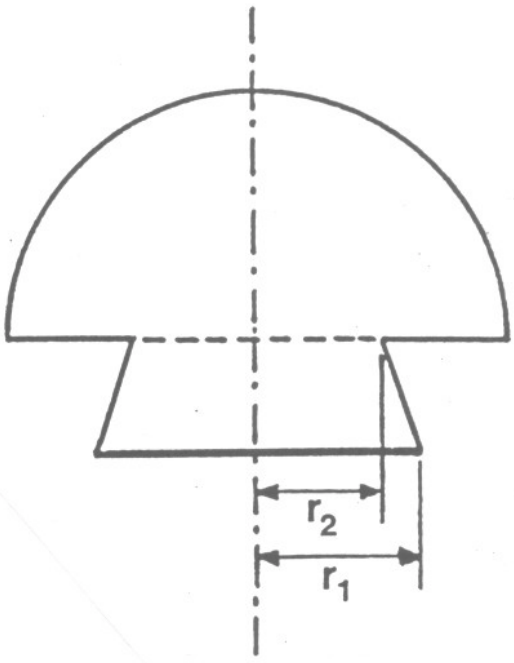
In Abhängigkeit der Formvariablen e ist die angegebene Oberfläche eines aus einem Kegelstumpf und einer Halbkugel zusammengesetzten Körpers zu bestätigen.

2. Aufgabentext:

Ein zusammengesetzter Körper besteht aus einem Kegelstumpf und einer Halbkugel.

Es gilt:

$r_1 = 7e$
$r_2 = 4e$
$V_{KSt} = 124\pi e^3$
(Volumen Kegelstumpf)
$V_{HK} = 486\pi e^3$
(Volumen Halbkugel)



Zeigen Sie ohne Verwendung gerundeter Werte, daß sich die Oberfläche des Körpers mit der Formel

$O = 331\pi e^2$

berechnen läßt.

3. Schwierigkeiten:

Rechnen mit einer Formvariablen.
Identifikation von 4 (bzw. 5) Teilflächen: $O_{Halbkugel}$, $A_{Kreisring}$ ($A_{großer\ Kreis}$-$A_{kleiner\ Kreis}$), $M_{Kegelstumpf}$, $A_{mittlerer\ Kreis}$.
4 Streckenberechnungen über angegebene Volumina. Dabei Ermitteln einer Kubikwurzel.
Unterscheiden von 3 verschiedenen Radien.

2.6 Wahlaufgabe 2 zur Trigonometrie (W2)

2.6.1 Wahlaufgabe 2a (W2a)

1. Kurzbeschreibung:

Ein allgemeines Viereck mit einem rechten Winkel und ein angrenzendes rechtwinkliges Dreieck sind gegeben. Je ein Winkel des Vierecks und des Dreiecks sind zu berechnen.

2. Aufgabentext:

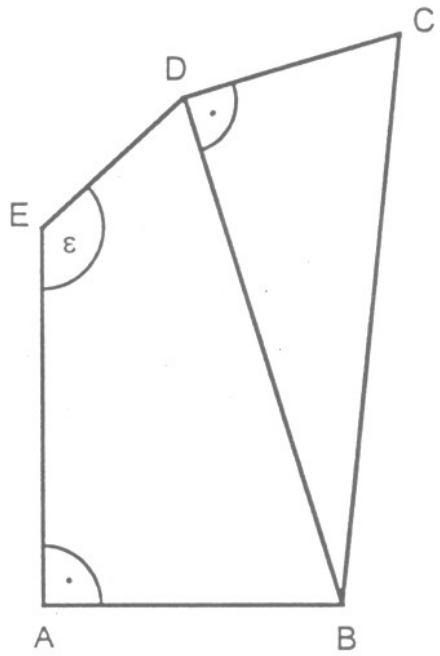
Vom Viereck ABDE sind bekannt:

$\overline{AB}$ = 4,9 cm

$\overline{AE}$ = 6,2 cm

$\overline{BD}$ = 7,8 cm

Winkel DBA = 73,0°



Berechnen Sie den Abstand des Punktes D von AB.

Wie groß ist der Winkel AED = ε ?

Der Flächeninhalt des Dreiecks BCD ist halb so groß wie der Flächeninhalt des Vierecks ABDE.

Wie groß ist der Winkel DCB?

3. Schwierigkeiten:

Berücksichtigung des Verhältnisses der beiden Flächeninhalte von 1:2.
Auffinden von 2 Hilfslinien, wobei eine davon in 2 Teilstrecken zu zerlegen ist.
Viele nicht explizit geforderte Hilfsschritte notwendig: Berechnung von 7 Strecken, einem Winkel und dem Flächeninhalt von 3 Teilflächen.

2.6.2 Wahlaufgabe 2b (W2b)

1. Kurzbeschreibung:

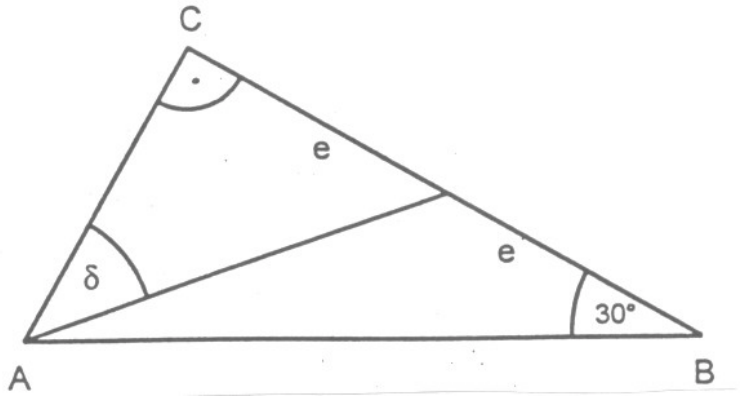
Ein rechtwinkliges Dreieck ist in zwei Teildreiecke zerlegt. In Abhängigkeit einer Formvariablen ist eine angegebene trigonometrische Beziehung zu bestätigen.

2. Aufgabentext:

Zeigen Sie ohne Verwendung gerundeter Werte,

daß im nebenstehenden Dreieck ABC gilt:

$$\cos\,\delta = \frac{2\sqrt{7}}{7}$$



3. Schwierigkeiten:

tan 30° als $\frac{1}{3}\sqrt{3}$ ermitteln.

Rechnen mit Wurzeltermen.

Rechnen mit einem Doppelbruch mit Wurzeltermen.

Den Nenner rational machen $\left(\frac{2}{\sqrt{7}} = \frac{2\sqrt{7}}{7}\right)$.

2.7 Wahlaufgabe 3 zur Algebra (W3)

2.7.1 Wahlaufgabe 3a (W3a)

1. Kurzbeschreibung:

Zwei Normalparabeln in ein Koordinatensystem einzeichnen, ihre Schnittpunkte berechnen und die Gleichung der Geraden ermitteln, die durch die Schnittpunkte verläuft.

2. Aufgabentext:

Eine Parabel p_1 mit der Gleichung $y = x^2 + 2x + q$ geht durch den Punkt P(-3/-1). Eine zweite Parabel p_2 hat die Gleichung $y = -x^2$.

Zeichnen Sie beide Parabeln in ein Koordinatensystem ein.

Berechnen Sie die Koordinaten der Schnittpunkte der beiden Parabeln.

Bestimmen Sie rechnerisch die Gleichung der Geraden, die durch diese beiden Schnittpunkte verläuft.

3. Schwierigkeiten:

Ermittlung der Normalform bzw. Scheitelform der ersten Parabel.
Ermitteln einer Geradengleichung, z.B. anhand der Zwei-Punkte-Form.

2.7.2 Wahlaufgabe 3b (W3b)

1. Kurzbeschreibung:

Die Definitionsmenge und die Lösungsmenge einer Gleichung berechnen.

2. Aufgabentext:

Bestimmen Sie die Definitionsmenge und die Lösungsmenge der Gleichung:

$$\frac{3x - 1}{3x^2 - 6x + 3} - \frac{6x - 1}{6x - 6} = \frac{-4x}{3x - 3}$$

3. Schwierigkeiten:

Ermitteln der Definitionsmenge: Binomische Formel anwenden.
Ermitteln des Hauptnenners und Erweitern auf den Hauptnenner.
Relativ anspruchsvolle Termumformungen.

2.8 Diskussion der Anforderungen

Die qualitative Analyse der Aufgabenschwierigkeiten zeigt:

Im Pflichtteil weisen insbesondere die Aufgaben zum **Sachrechnen** (P7 und P8) relativ hohe Schwierigkeiten auf, da in P7 die anspruchsvollste Grundaufgabe zum Prozentrechnen (Berechnung des Grundwerts) zwei mal auszuführen ist und bei P8 mit Zinseszins bei steigendem und konstantem Zinssatz zu rechnen ist.

Im Wahlteil treten **algebraische Inhalte** nicht nur in der dritten Wahlaufgabe, sondern auch stark in den b-Teilen der Aufgaben zur Körperberechnung und Trigonometrie auf.

In beiden Prüfungsbereichen schwankt die **Anzahl** der **notwendigen Lösungsschritte** erheblich (siehe auch Anhang A.2: 2 Lösungsschritte bei P7 gegenüber 9 Schritten bei P8, 15 Schritte bei W2a gegenüber 3 Schritten bei W2b).

Dabei kann eine besonders hohe Anzahl von Lösungsschritten erschwerend sein, wenn viele nicht explizit genannte Zwischengrößen zu berechnen sind.

Auf der anderen Seite kann auch eine besonders geringe Anzahl von Lösungsschritten erschwerend sein, weil jeder Einzelschritt eine besonders hohe Hürde darstellt.

Die Ergebnisse der empirischen Studie (siehe v.a. Kapitel 5.3) geben Hinweise zur Einschätzung der durchschnittlichen Schwierigkeit der Einzelschritte jeder Aufgabe.

3. Durchführung der Untersuchung

3.1 Vorbereitung

Es wurde ein Erfassungsbogen (siehe Anhang A.3: ‚Klassenliste zur schriftlichen Realschulabschlussprüfung Mathematik 1998') konzipiert, der sowohl als Liste als auch in Form einer EXCEL – und WORKS – Datei an alle Schulen in ausreichender Anzahl verschickt wurde. Der Bogen wurde so gestaltet, dass er von den Korrektoren als persönliche Auswertungsliste genutzt werden konnte.

3.2 Vollerhebung statt Stichprobe

Nach Beratung durch das Statistische Landesamt stellte es sich als sinnvoll heraus, anstelle einer Stichprobe eine Vollerhebung durchzuführen. Das Statistische Landesamt stellte dankenswerterweise wichtige Daten (Größe des Schulorts, Zahl der 10. Klassen, Anzahl der Schüler, Art der Realschule) sowie vorgedruckte Adressen – Etiketten zur Verfügung.

3.3 Erhobene Variablen

Datenbasis waren ausschließlich die von den jeweiligen Mathematiklehrern ausgefüllten Klassenlisten, welche klassenbezogene und schülerbezogene Daten enthielten.

Bei den klassenbezogenen Daten handelt es sich um folgende Variablen:

- Schulort und Name der Schule (zur Identifizierung von Schulart, Ortsgröße und Region)
- Anzahl der 10. Klassen der Schule (zur Kontrolle der Vollständigkeit)
- Geschlecht der Lehrperson in Mathematik
- Grobe Schwierigkeitseinschätzung der einzelnen Aufgaben und Aufgabenteile

Bei den schülerbezogenen Daten handelt es sich um:

- Geschlecht
- Herkunft (Ausländer, Aussiedler, deutsch)
- Note der Jahresleistung (Anmeldenote)
- Punktezahl des Erstkorrektors pro Pflichtaufgabe und pro Teilaufgabe im Wahlteil
- Gesamtpunktezahl des Erstkorrektors (zur Kontrolle)
- Prüfungsnote des Erstkorrektors (zur Kontrolle)

Bei den Punktezahlen zu den Aufgaben wurde unterschieden zwischen „nicht bearbeitet“ und „0 Punkte“.
Auf die Korrekturergebnisse des Zweitkorrektors wurde verzichtet, da sich bei früheren Untersuchungen nur minimale Abweichungen ergeben hatten und somit der zu erwartende Informationsgewinn den zusätzlichen Aufwand nicht gerechtfertigt hätte (Terminprobleme).

3.4 Rücklaufquote

Nach Angaben des Statistischen Landesamtes gab es 1998 in Baden – Württemberg 502 Realschulen (Öffentliche und private Schulen, sowie Abendrealschulen). An 446 Schulen gab es Abschlussklassen mit insgesamt 1345 Klassen und 33692 Schülern.
Aus 353 Schulen (79%) kamen Rückmeldungen von 961 Klassen (71%) mit 23805 Schülern (71%).
Davon wurden 57 Klassen mit 1581 Schülern ausgesondert, da bei ihnen detaillierte Punkteangaben (insbesondere im Wahlbereich) fehlten.

3.5 Dateneingabe

Die Daten wurden uns zu 71 % in Form schriftlich ausgefüllter Klassenlisten, zu 16% als EXCEL – Dateien und zu 13 % als WORKS – Dateien zugeleitet. Auf ca. 5% der Disketten waren Viren enthalten.
Die Daten wurden von 9 studentischen Hilfskräften in eine vorbereitete EXCEL – Datei eingegeben (gesamte Eingabezeit: ca. 255 h). Die vorgegebene Eingabemaske ermöglichte eine weitgehende Selbstkorrektur der Eingebenden. Überdies wurden vor der Weiterverarbeitung der Daten alle Dateien von einer Kontrollperson noch einmal auf Eingabefehler überprüft.
Nach der vollständigen Datenerfassung wurden die Daten auf Plausibilität überprüft. Dabei wurde eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Fehlern in den Urlisten korrigiert (Punktezahlen bei Einzelaufgaben, die über der maximalen Punktezahl lagen, wenn die ausgewiesene Gesamtpunktezahl dem korrigierten Wert entsprach). Trotzdem mussten weitere 1068 Schüler ausgesondert werden, da bei ihnen die Punktangaben widersprüchlich waren (vor allem falsche Gesamtpunktezahl oder falsche Gesamtnote).

Damit verbleiben bei den 353 Schulen mit 904 Klassen in der Auswertung insgesamt **21156 Schüler**, was landesweit einer **Auswertungsquote von 62,8 %** entspricht.

Die Auswertungsquote ist regional ziemlich ausgewogen:

Sie ist im Regierungsbezirk Freiburg am höchsten (70,1 %), im Regierungsbezirk Karlsruhe am geringsten (58,2 %) und hat nahezu durchschnittliche Werte in Stuttgart (62,5 %) und Tübingen (60,7 %).

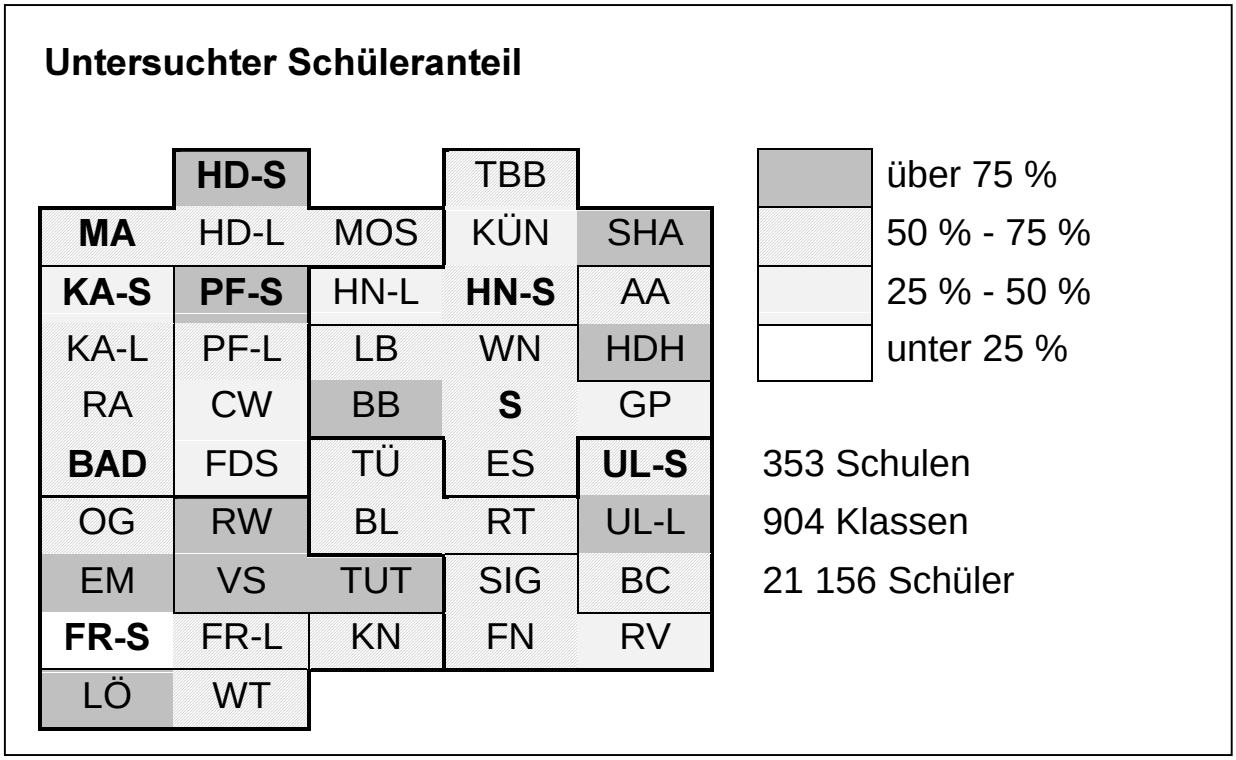
Auf Regionalebene liegen die Quoten zwischen 78,0 % (Schwarzwald – Baar – Heuberg) und 52,6 % (Franken).

Auf Kreisebene liegen die Quoten zwischen 87,3 % (Heidelberg) und 19,3 % (Freiburg), wobei die regionalen Verzerrungen und die Verzerrungen zwischen Stadt und Land nicht übermäßig hoch sind.

Eine 2. Aussendung in der Stadt Freiburg mit Bitte um Zusendung der noch fehlenden Klassenlisten blieb ohne Resonanz.

Grafik 1 symbolisiert die geographische Anordnung der Kreise in Baden – Württemberg und macht die regionale Verteilung der Auswertungsquote sichtbar.

Die Kreise werden durch ihre Autokennzeichen repräsentiert; KA–L bedeutet dabei Karlsruhe–Land, KA–S bedeutet Karlsruhe–Stadt. Entsprechendes gilt für Heilbronn, Freiburg (hier FR – L = Breisgau Hochschwarzwald), Heidelberg (hier HD – L = Rhein – Neckar – Kreis), Pforzheim (hier PF – L = Enzkreis) und Ulm (hier UL – L = Alb – Donau – Kreis)



Grafik 1: Auswertungsquote der Stadt– und Landkreise

Die in der Auswertung verbliebenen Datensätze sind vollständig in den Angaben der Einzelpunkte, Gesamtpunkte und Prüfungsnote, aber z.T. unvollständig in den weiteren Angaben (Anmeldenote, Lehrergeschlecht, Schülergeschlecht, Schülerherkunft, unterschiedliche Kennzeichnung von 0 Punkten und „nicht bearbeitet“), so dass bei Detailauswertungen z.T. geringere Grundgesamtheiten vorhanden sind.
Nach der Dateneingabe in EXCEL 97 wurden alle Daten zur Auswertung in SPSS 7.52 bzw. SPSS 8.01 übertragen.

Bei der Erfassung der Punktezahlen in den einzelnen Wahlaufgaben entstand dadurch ein nicht unerhebliches methodisches Problem, dass in der Prüfung – entsprechend den offiziellen Korrekturhinweisen – nur die beiden besten Wahlaufgaben für die Prüfungsnote gewertet werden. Unproblematisch waren die 13497 Schüler (63,8%), die genau 2 Wahlaufgaben bearbeitet hatten. Die restlichen 36,2 % aller Schüler haben aber entweder mehr (alle 3 Aufgaben) oder weniger als 2 Wahlaufgaben (eine oder keine Aufgabe) bearbeitet.

Gruppe 1: 6441 Schüler (30,4 %) bearbeiteten alle 3 Wahlaufgaben. Diese teilten sich in 3 Teilgruppen auf:

- Gruppe 1a: 5400 Schüler (25,5%) bearbeiteten neben den beiden gewerteten Wahlaufgaben noch die dritte (nicht gewertete) Wahlaufgabe mit schwächerem Ergebnis und erzielten dabei eine nicht gewertete Punktezahl (1,11±1,70 Punkte).
- Gruppe 1b: 864 Schüler (4,1 %) erzielten bei ihrer zweit – und drittbesten Aufgabe die gleiche Punktezahl (0,80±1,70 Punkte).
- Gruppe 1c: 177 Schüler (0,8 %) erzielten bei allen 3 Aufgaben die gleiche Punktezahl (1,78±3,22 Punkte).

Gruppe 2: 1048 Schüler (5,0 %) bearbeiteten nur 1 Wahlaufgabe.
Gruppe 3: 170 Schüler (0,8 %) bearbeiteten überhaupt keine Wahlaufgabe.

Gruppe 1a mit 5400 Schülern, die zusätzlich eine dritte nicht gewertete (da schlechteste) Wahlaufgabe bearbeitet hatten, konnte problemlos einbezogen werden: Ihre zusätzlich bearbeitete Wahlaufgabe wurde nicht gewertet.
Bei den anderen Gruppen lag das Problem darin, dass nicht eindeutig bestimmt werden konnte, welches die beiden bewerteten Wahlaufgaben waren. Als Kriterium für die Einbeziehung wählten wir folgendes Verfahren: Aufgaben mit gleicher Punktezahl erhielten das gleiche Gewicht. Dabei wurde das Gewicht so bestimmt, dass sich als Gesamtgewicht der Wahlaufgaben bei jedem Schüler die Summe 2 ergab.
Daraus ergab sich folgendes Vorgehen:

Bei den 1912 Schülern der Gruppen 1b und 2, die in ihrer zweit – und drittbesten Wahlaufgabe die gleiche Punktezahl erzielten, wurden beide Wahlaufgaben mit dem Gewicht 0,5 versehen.

Bei den 347 Schülern der Gruppen 1c und 3, die in allen drei Wahlaufgaben die gleiche Punktezahl erzielten, wurden alle drei Wahlaufgaben mit dem Gewicht 2/3 versehen.

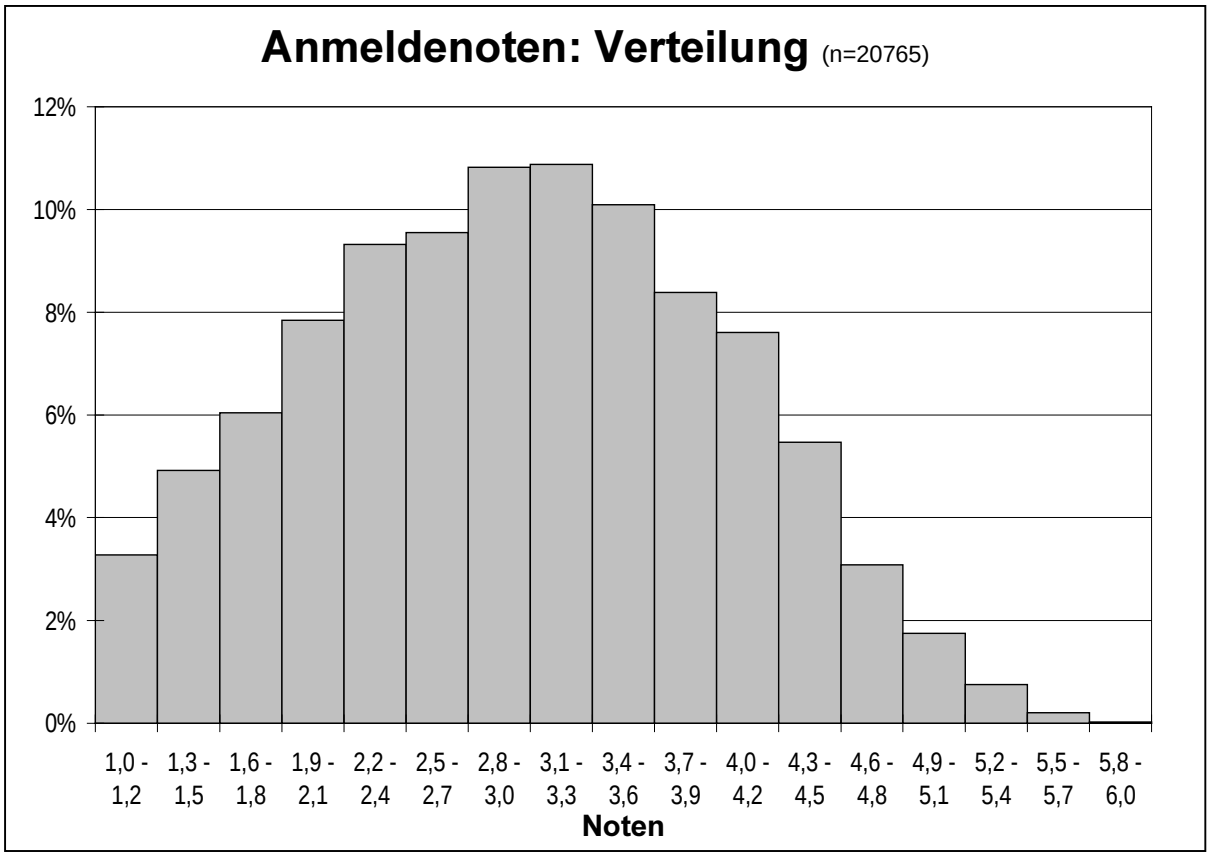
4. Gesamtergebnisse

4.1 Anmeldenote

Durchschnittl. Anmeldenote	3,00	Standardabweichung	0,99

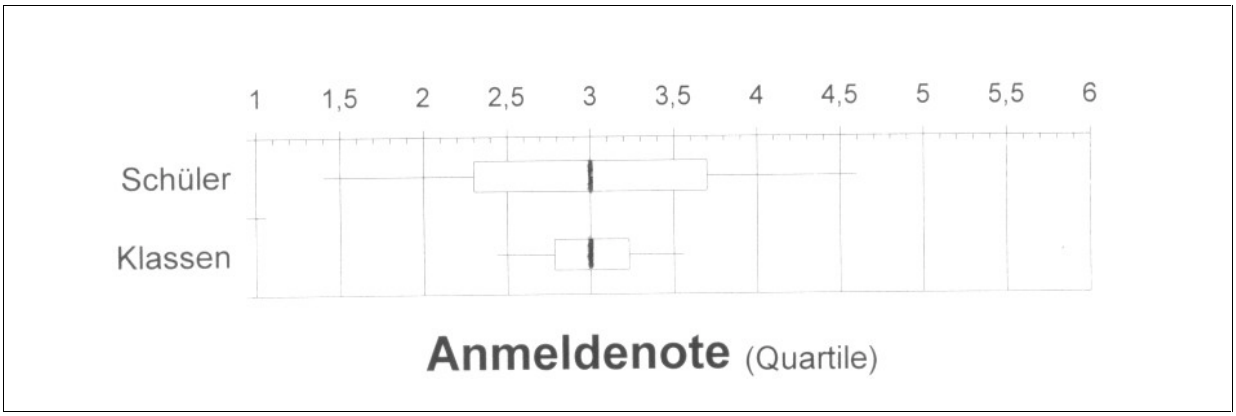
Von 16 der 904 Klassen fehlte die Anmeldenote, so dass sie von insgesamt 20765 Schülern (98,2%) vorlag.

Die folgende Grafik zeigt die Verteilung der Anmeldenoten.



Grafik 2: Verteilung der Anmeldenoten

Grob zusammengefasst sah die Verteilung bei den Schülern und den Klassen folgendermaßen aus:



Grafik 3: Anmeldenoten der Schüler– bzw. der Klassenquartile

Man kann aus Grafik 3 ablesen, welche Note von verschiedenen Schüler – bzw. Klassenanteilen mindestens erreicht wurde:

Die besten 5 % der Schüler: Note 1,4	Die besten 5 % der Klassen: Note 2,4.
Ein Viertel der Schüler: Note 2,3	Ein Viertel der Klassen: Note 2,8.
Die Hälfte der Schüler: Note 3,0	Die Hälfte der Klassen: Note 3,0.
Drei Viertel der Schüler: Note 3,7	Drei Viertel der Klassen: Note 3,2
95 % der Schüler: Note 4,6	95% der Klassen: Note 3,6

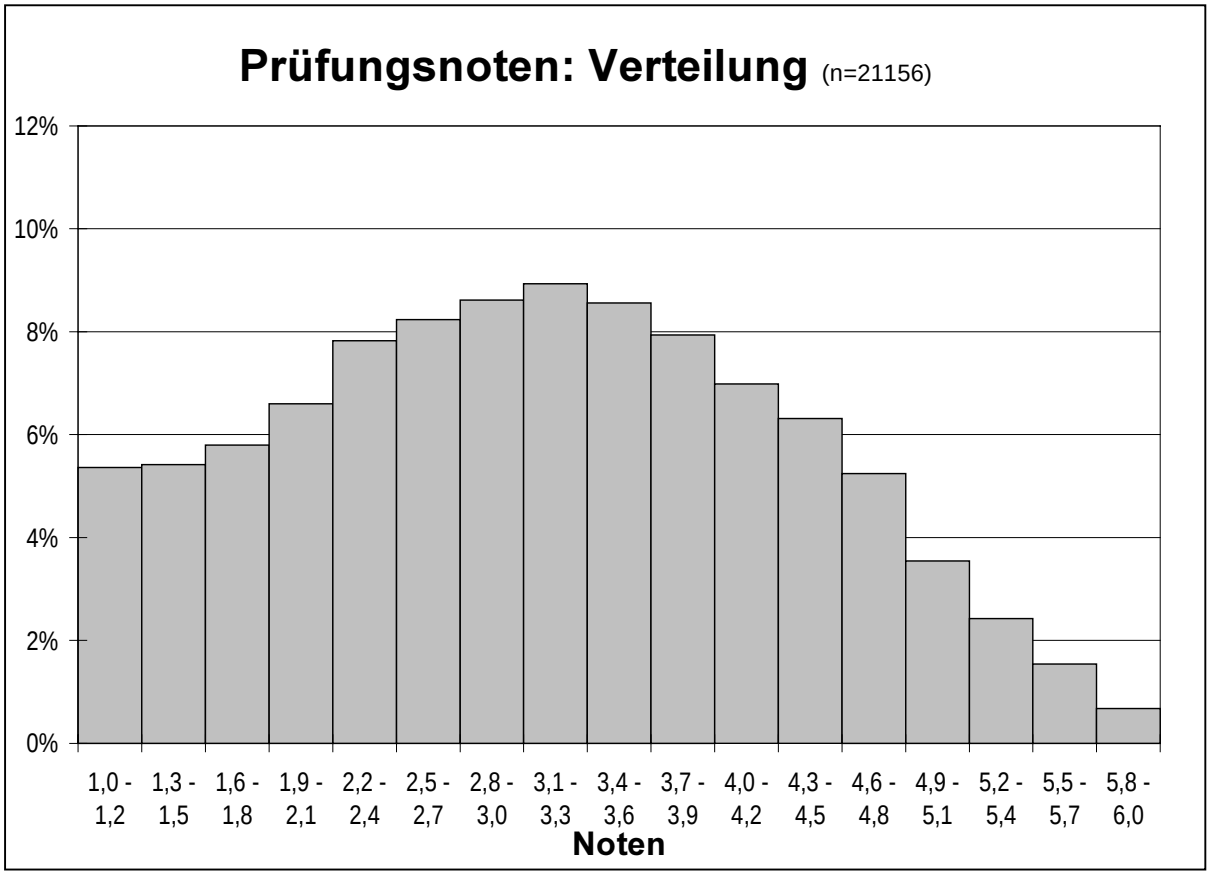
Die mittlere Hälfte der Schüler hatte also eine Anmeldenote zwischen 2,3 und 3,7, der Klassendurchschnitt lag bei der mittleren Hälfte der Klassen zwischen 2,8 und 3,2.
Die durchschnittliche Anmeldenote der besten Klasse lag bei 1,8, die der schlechtesten bei 4,2.

4.2 Prüfungsnote

Durchschnittl. Prüfungsnote	**3,12**	**Standardabweichung**	**1,19**

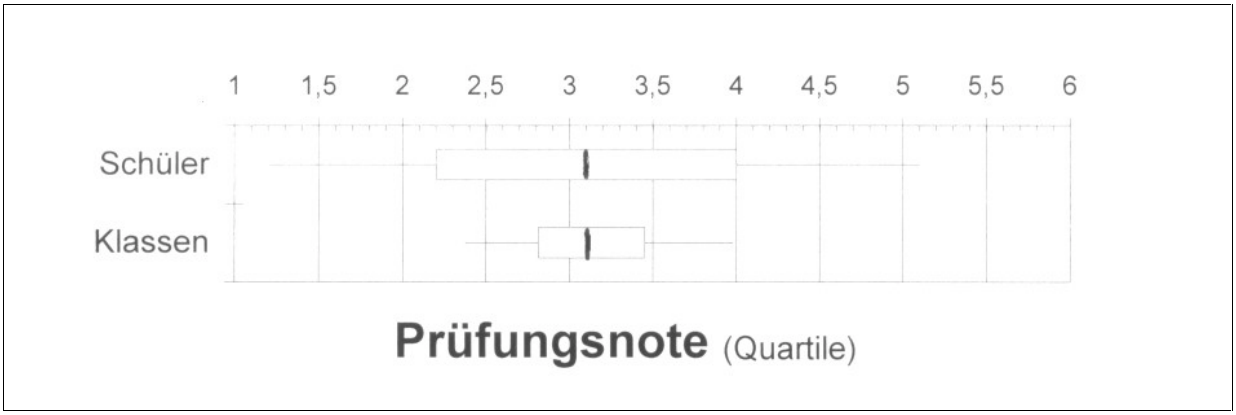
Die Angabe bezieht sich auf 21156 Schüler.

Die folgende Grafik 4 zeigt die Verteilung der Prüfungsnoten.



Grafik 4: Verteilung der Prüfungsnoten

Grob zusammengefasst sah die Verteilung bei den Schülern und den Klassen folgendermaßen aus:



Grafik 5: Prüfungsnote der Schüler– bzw. Klassenquartile

Man kann daraus ablesen, welche Note von verschiedenen Schüler – bzw. Klassenanteilen mindestens erreicht wurde:

Die besten 5 % der Schüler: Note 1,2	Die besten 5 % der Klassen: Note 2,4.
Ein Viertel der Schüler: Note 2,2	Ein Viertel der Klassen: Note 2,8.
Die Hälfte der Schüler: Note 3,1	Die Hälfte der Klassen: Note 3,1.
Drei Viertel der Schüler: Note 4,0	Drei Viertel der Klassen: Note 3,5
95 % der Schüler: Note 5,1	95% der Klassen: Note 4,0

Die mittlere Hälfte der Schüler hatte also eine Prüfungsnote zwischen 2,2 und 4,0, der Klassendurchschnitt lag bei der mittleren Hälfte der Klassen zwischen 2,8 und 3,5.
Die durchschnittliche Prüfungsnote der besten Klasse lag bei 1,8, die der schlechtesten bei 4,9.

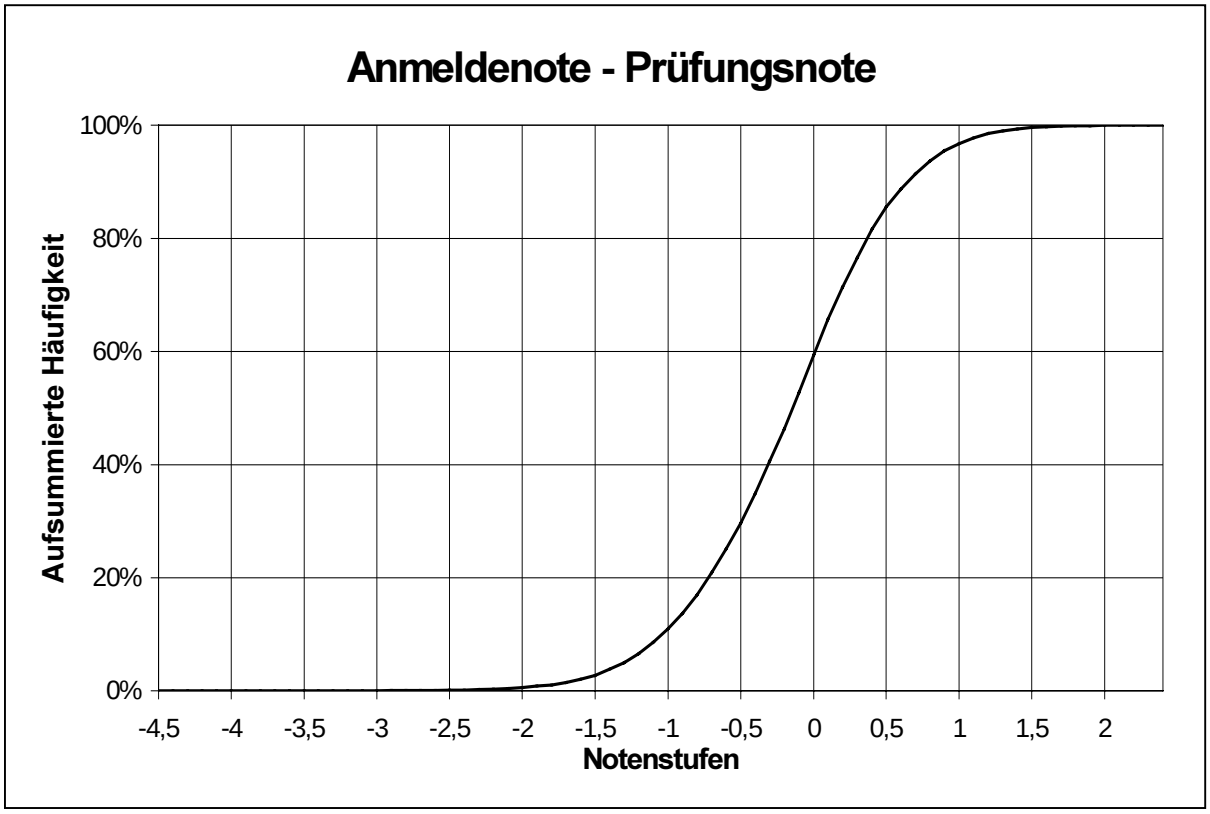
4.3 Vergleich von Anmeldenote und Prüfungsnote

Durchschnittl. Verschlechterung um 0,13 Notenstufen Standardabweichung 0,66

Die Angabe bezieht sich auf 20765 Schüler

Die Verschlechterung betrug bei den 20765 Schülern durchschnittlich 1/8 Note.

Die individuellen Veränderungen hielten sich in relativ engen Grenzen. Grafik 6 zeigt die eingetretenen Veränderungen zwischen Anmeldenote und Prüfungsnote (Negative Werte: Verschlechterung (Extremwert von 4,5 bei nur einem Schüler); Positive Werte: Verbesserung).



Grafik 6: Veränderung von der Anmeldenote zur Prüfungsnote

Man erkennt aus der Grafik:

60 % der Schüler haben sich eher verschlechtert, 40 % eher verbessert.

30 % haben sich um mehr als eine halbe Note verschlechtert, 15 % um mehr als eine halbe Note verbessert. Bei 55 % der Schüler betrug die Änderung also höchstens ±1/2 Note.

Bei 87 % der Schüler betrug die Änderung höchstens ±1 Note.

Zwischen Anmeldenote und Prüfungsnote bestand ein außerordentlich hoher Zusammenhang; der Korrelationskoeffizient lag bei r = 0,831. Das bedeutet, dass sich r^2 = 69 % der Varianz der Prüfungsnote durch die Anmeldenote erklären lassen.
Obwohl die Anmeldenote nicht nach zentralen Kriterien, sondern von über 900 verschiedenen Lehrern nach verschiedenen Gewichtungen erfolgt, hat sie eine erstaunlich hohe Vorhersagekraft für die Prüfungsnote. Die Prüfungsnote liefert also über die Anmeldenote hinaus wenig zusätzliche Informationen.
Der Korrelationskoeffizient lag in der gleichen Größenordnung wie in früheren Abschlussprüfungen (z.B. 1989: r=0,818)

4.4 Einfluss der Schulklassen

Schülerzahl pro Klasse:	$24{,}4 \pm 4{,}0$
Anmeldenote: Standardabweichung bei den Klassen	0,35
Prüfungsnote: Standardabweichung bei den Klassen	**0,48**

Die Angaben zur Schülerzahl beziehen sich auf die gesamten Klassenlisten der 904 Klassen, aus der die mit Fehler behafteten Schüler noch nicht ausgesondert waren.
Die Angaben zur Anmeldenote beziehen sich auf 888 Klassen.

Eine einfache Varianzanalyse ergab, dass bei der Anmeldenote 11,8 % der Varianz der Schülernoten durch die Zugehörigkeit zur Klasse bedingt war, d.h. rund 1/8 der Notenstreuung hing nicht von individuellen Schülerfaktoren ab, sondern kam durch die jeweilige Klasse zustande.
Bei der Prüfungsnote war der entsprechende Anteil mit 15,7 % sogar noch um einiges höher.
Auch wenn eine zentrale Prüfungsnote ein objektives Maß zur Erfassung der Schülerleistung zu sein scheint, zeigt das Ergebnis, dass knapp 1/6 der Streuung nicht von individuellen Faktoren abhängt, sondern von der Zugehörigkeit der Klasse.
(9,5% also knapp 1/10 war durch die Zugehörigkeit zur Schule bedingt).

Zwischen Klassengröße und Prüfungserfolg war kein Zusammenhang festzustellen. (Die Korrelation zwischen Schülerzahl pro Klasse und Durchschnittsnote pro Klasse betrug $r = -0{,}07$).

4.5 Vergleich von Schülergruppen

4.5.1 Geschlecht

	Jungen (47%)	**Mädchen (53%)**
Anmeldenote:	2,96 ± 0,97‘	3,04 ± 1,01
Prüfungsnote:	**3,00 ± 1,13**	**3,23 ± 1,23**
Veränderung:	-0,046 ± 0,649	-0,193 ± 0,667
Korrelation:	0,82	0,84

Die Angaben beziehen sich bei Anmeldenote, bei Veränderung und bei Korrelation auf 9661 männliche und 10889 weibliche Schüler. Bei der Prüfungsnote sind es 9856 männliche Schüler und 11085 weibliche Schüler.

Während die Mädchen bei der Anmeldenote nur um knapp 1/10 Note hinter den Jungen zurückliegen, vergrößert sich der Unterschied in der Prüfungsnote auf knapp 1/4 Note. Beide Unterschiede sind hochsignifikant. Anders ausgedrückt: In der Prüfung erreichen **Mädchen um 7,6 % weniger Punkte als Jungen** (bzw. sie liegen um 0,2 Standardabweichungen hinter den Jungen).
Die schriftliche Prüfung scheint also Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen eher zugunsten der Jungen zu forcieren.

Gleichzeitig fällt auf, dass sich die Jungen von Anmeldenote zu Prüfungsnote kaum verschlechtern (nur um 0,05 Notenstufen), während die Verschlechterung bei den Mädchen beträchtlich ist (beinahe um 0,2 Notenstufen) (beide Veränderungen sind hochsignifikant).

Im Vergleich zu früheren Prüfungen ist bemerkenswert, dass sich der Unterschied zwischen Jungen und Mädchen zu verringern scheint. Er betrug 1986 in der Anmeldenote 0,36 Noten und in der Prüfungsnote 0,44 Noten (jeweils zugunsten der Jungen), 1987 waren es 0,33 Noten bei der Anmeldung und 0,46 Noten in der Prüfung und 1989 0,36 in der Anmeldung und 0,3 in der Prüfung. In der Prüfung 1998 betragen die Unterschiede jedoch nur 0,08 Noten in der Anmeldung und nur 0,23 Noten in der Prüfung.

4.5.2 Herkunft

	deutsche (89 %)	**Aussiedler (3%)**	**Ausländer (9%)**
Anmeldenote:	2,98 ± 0,99 ‘	2,83 ± 1,07	3,20 ± 0,98
Prüfungsnote:	**3,09 ± 1,18**	**3,02 ± 1,26**	**3,50 ± 1,23**
Veränderung:	-0,101 ± 0,657	-0,190 ± 0,659	-0,305 ± 0,696
Korrelation:	0,83	0,85	0,83

Die Angaben beziehen sich bei Anmeldenote, bei Veränderung und bei Korrelation auf 15683 deutsche Schüler, 485 Aussiedler und 1522 Ausländer. Bei der Prüfungsnote sind es 15960 deutsche Schüler, 485 Aussiedler und 1550 Ausländer.

Bei der Anmeldenote sind die Aussiedlerschüler hochsignifikant besser als Schüler deutscher Herkunft und diese wieder hochsignifikant besser als ausländische Schüler. Bei der Prüfungsnote ist der Unterschied zwischen Aussiedlern und Deutschen nicht mehr signifikant, der Unterschied zwischen Deutschen und Ausländern aber noch größer als vorher. Er beträgt in der Prüfung beinahe 1/2 Note oder anders ausgedrückt**: Ausländische Schüler erreichen ungefähr 15 % weniger Punkte als deutsche Schüler**. Damit ist ein Problem angesprochen, das bisher in der Diskussion wenig beachtet wurde, und das deutlich macht, dass in diesem Bereich längerfristig beträchtliche zusätzliche Fördermaßnahmen notwendig sind.
Auffallend ist, dass Aussiedlerschüler eher besser sind als deutsche Schüler, was möglicherweise durch profundere Mathematikvorkenntnisse aus dem Unterricht im Herkunftsland bedingt sein könnte, die sprachliche Defizite aufwiegen.
Während sich die Deutschen von der Anmeldenote zur Prüfungsnote um 0,1 Noten verschlechtern, sind es bei den Aussiedlern 0,2 Noten und bei den Ausländern 0,3 Noten.
Aus früheren Prüfungen liegen keine Vergleichsdaten vor.

Differenziert nach Geschlecht sind bei Aussiedlerschülern die weiblichen Schüler in Anmeldenote und Prüfungsnote nur wenig schlechter als die männlichen (keine signifikanten Unterschiede).
Ausländische Schülerinnen sind nicht in der Anmeldenote, aber in der Prüfungsnote signifikant schlechter als männliche Ausländer. Vergleicht man die Veränderungen von Anmeldenote zu Prüfungsnote, so fällt auf, dass männliche Deutsche die einzige Gruppe bilden, die sich nicht signifikant verschlechtert und dass weibliche Schüler sich jeweils beträchtlich mehr verschlechtern als männliche Schüler (bei Deutschen und Ausländern ist der Unterschied hochsignifikant, bei Aussiedlern signifikant).

4.6 Vergleich von Lehrergruppen

	bei männl. Lehrern (73%)	**bei weibl. Lehrern (27%)**
Anmeldenote:	2,99 ± 0,99	3,00 ± 0,99
Prüfungsnote:	**3,12 ± 1,20**	**3,07 ± 1,18**
Veränderung:	-0,13 ± 0,67	-0,08 ± 0,64
Korrelation:	0,827	0,842

Die Angaben beziehen sich auf 11841 Schüler, die von männlichen Mathematiklehrern unterrichtet werden und 4388 Schüler, die von weiblichen Mathematiklehrern unterrichtet werden.

Während es in der Anmeldenote keine Rolle spielt, ob Schüler von männlichen oder weiblichen Lehrern unterrichtet werden, gibt es bei der Prüfungsnote und bei den damit eingetretenen Veränderungen leichte Vorteile zugunsten der weiblichen Lehrer, die jeweils signifikant sind (anders ausgedrückt: um 1,2 % mehr Punkte).

Vergleicht man die Veränderungen von Anmeldenote zu Prüfungsnote, so sieht das Bild auf der Lehrerseite in der Tendenz völlig anders aus als auf der Schülerseite: Die Schüler verschlechtern sich bei Lehrern etwas mehr (-0,13 Noten) als bei Lehrerinnen (-0.08)
Schlüsselt man nach Geschlecht und Herkunft der Schüler auf, so tritt ein wesentlich deutlicheres Muster zutage.
Beim Vergleich der Schüler *nach Geschlecht* zeigt sich:

männliche Schüler	**bei männl. Lehrern (75%)**	**bei weibl. Lehrern (25%)**
Anmeldenote:	2,93 ± 0,97	3,04 ± 0,96
Prüfungsnote:	**2,98 ± 1,13**	**3,03 ± 1,12**
Veränderung:	-0,05 ± 0,66	+0,01 ± 0,62

weibliche Schüler	**bei männl. Lehrern (72%)**	**bei weibl. Lehrern (28%)**
Anmeldenote:	3,05 ± 1,01	2,97 ± 1,01
Prüfungsnote:	**3,26 ± 1,24**	**3,11 ± 1,22**
Veränderung:	-0,21 ± 0,68	-0,14 ± 0,64

Männliche Schüler bekommen von männlichen Lehrern in der Anmeldenote eine signifikant bessere Bewertung als von weiblichen Lehrern. In der Prüfungsnote spielt es für sie keine Rolle, ob sie von männlichen oder weiblichen Lehrern unterrichtet wurden.
Weibliche Schüler profitieren in der Anmeldenote und noch deutlicher in der Prüfungsnote von weiblichen Lehrern. In Punkten ausgedrückt erreichen **weibliche Schüler bei weiblichen Lehrern um 7,0 % mehr Punkte als bei männlichen Lehrern.**

Anders ausgedrückt:

Bei männlichen Lehrern liegen weibliche Schüler im Prüfungserfolg 0,28 Noten hinter männlichen Schülern zurück,
bei weiblichen Lehrern beträgt der Rückstand lediglich 0,08 Noten.

Vergleicht man die Schüler *nach Herkunft*, so kommt man zu folgenden Ergebnissen:

deutsche Schüler	**bei männl. Lehrern (74%)**	**bei weibl. Lehrern (26%)**
Anmeldenote:	2,97 ± 0,99	2,99 ± 0,99
Prüfungsnote:	**3,08 ± 1,19**	**3,05 ± 1,16**
Veränderung:	-0,11 ± 0,67	-0,06 ± 0,63

Aussiedlerschüler	**bei männl. Lehrern (66%)**	**bei weibl. Lehrern (34%)**
Anmeldenote:	2,84 ± 1,13	2,75 ± 0,99
Prüfungsnote:	**3,09 ± 1,27**	**2,84 ± 1,25**
Veränderung:	-0,25 ± 0,66	-0,09 ± 0,69

Ausländerschüler	**bei männl. Lehrern (64%)**	**bei weibl. Lehrern (36%)**
Anmeldenote:	3,22 ± 0,97	3,16 ± 0,99
Prüfungsnote:	**3,56 ± 1,22**	**3,37 ± 1,23**
Veränderung:	-0,34 ± 0,72	-0,22 ± 0,67

Die erste überraschende Beobachtung ist, dass beim Unterricht von Schülern anderer Herkunft der Anteil weiblicher Lehrer fast anderthalb mal so hoch ist (34% bis 36%) wie beim Unterricht von deutschen Schülern (24 %). Dieser Effekt entsteht v.a. durch den höheren Anteil weiblicher Lehrer in größeren Städten, in denen gleichzeitig der Anteil der Ausländer und Aussiedler stark erhöht ist (siehe Kapitel 4.7).

Für deutsche Schüler spielt es weder für die Anmeldenote noch für die Prüfungsnote eine (signifikante) Rolle, ob sie männliche oder weibliche Lehrer haben, wenngleich die Verschlechterung zwischen Anmeldenote und Prüfungsnote bei weiblichen Lehrern signifikant geringer ist als bei männlichen Lehrern.
Aussiedlerschüler und ausländische Schüler profitieren gleichermaßen in der Prüfungsnote signifikant von weiblichen Lehrern: Bei Aussiedlerschülern macht das 1/4 Note, bei ausländischen Schülern 1/5 Note aus. **Aussiedler erreichen bei weiblichen Lehrern um 16 % mehr Punkte , Ausländer um 12 % mehr Punkte als bei männlichen Lehrern**. Wenn Schüler anderer Herkunft von weiblichen Lehrern unterrichtet werden, ist außerdem die Verschlechterung zwischen Anmeldenote und Prüfungsnote signifikant geringer als bei männlichen Lehrern.

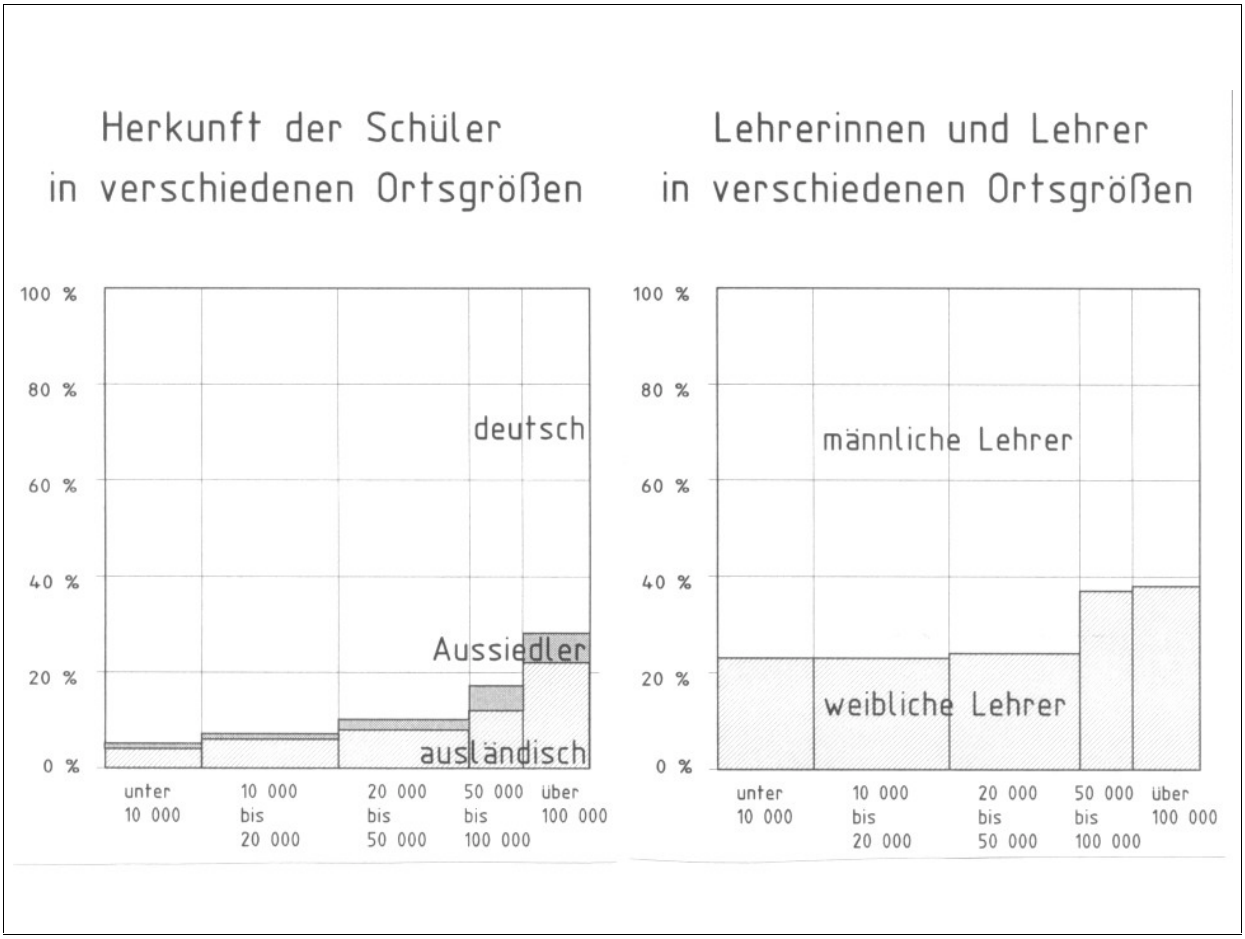
Anders ausgedrückt:

Bei männlichen Lehrern bleiben ausländische Schüler im Prüfungserfolg um 0,48 Noten hinter deutschen zurück,
bei weiblichen Lehrern beträgt ihr Rückstand nur 0,32 Noten.

4.7 Vergleiche nach Ortsgrößenklassen

Einwohner	unter 10 000	10 000 - 20 000	20 000 - 50 000	50 000 - 100 000	über 100 000
Verteilung	**20%**	**29%**	**27%**	**11%**	**14%**
Anteile:					
Weiblich	54%	52%	54%	56%	55%
Aussiedler	**1%**	**1%**	**2%**	**5%**	**6%**
Ausländisch	**4%**	**6%**	**8%**	**12%**	**22%**
mit weibl. Lehrern	**23%**	**23%**	**24%**	**37%**	**38%**

Die Angaben beziehen sich auf die 16 229 Schüler, von denen vollständige Informationen vorlagen.



Grafik 7: Herkunft der Schüler in den verschiedenen Ortsgrößen

Grafik 8: Anteil der Lehrerinnen und Lehrer in den verschiedenen Ortsgrößen

Die Schüler verteilen sich ungefähr je zu 1/4 auf Gemeinden unter 10 000 Einwohnern, Gemeinden zwischen 10 000 und 20 000 Einwohnern, zwischen 20 000 und 50 000 Einwohnern und auf Gemeinden mit über 50 000 Einwohnern.
Die Verteilung von Jungen und Mädchen ist in den einzelnen Einwohnergrößenklassen ziemlich gleichmäßig. Überall ist ein leichtes Übergewicht der Mädchen zu erkennen.

In der Verteilung nach der Herkunft erkennt man mit zunehmender Ortsgröße einen deutlichen Anstieg der Anteile von Schülern mit anderer Herkunft. 50 000 Einwohner bilden eine markante Grenze. **In den Gemeinden unter 50 000 Einwohner beträgt der Aussiedleranteil 2%, der Ausländeranteil 6%, in Gemeinden über 50 000 Einwohnern sind 6 % der Schüler Aussiedler und 17 % Ausländer.**

Auch bei den Lehrern liegt der Einschnitt bei 50 000 Einwohner. In Gemeinden darunter beträgt der Anteil der weiblichen Lehrer 24 %, in **Städten über 50 000 Einwohner 38 %!**
Vergleicht man diese Daten mit dem Lehrerinnen-Anteil an Realschulen im Schuljahr 1997/98 so zeigen sich zwei markante Unterschiede:

Generell ist der Frauenanteil mit knapp 55% mehr als doppelt so hoch, wie im Fach Mathematik in Klasse 10.

Landesweit ist der Unterschied im Frauenanteil zwischen Landkreisen und Stadtkreisen minimal (weniger als 1%P).

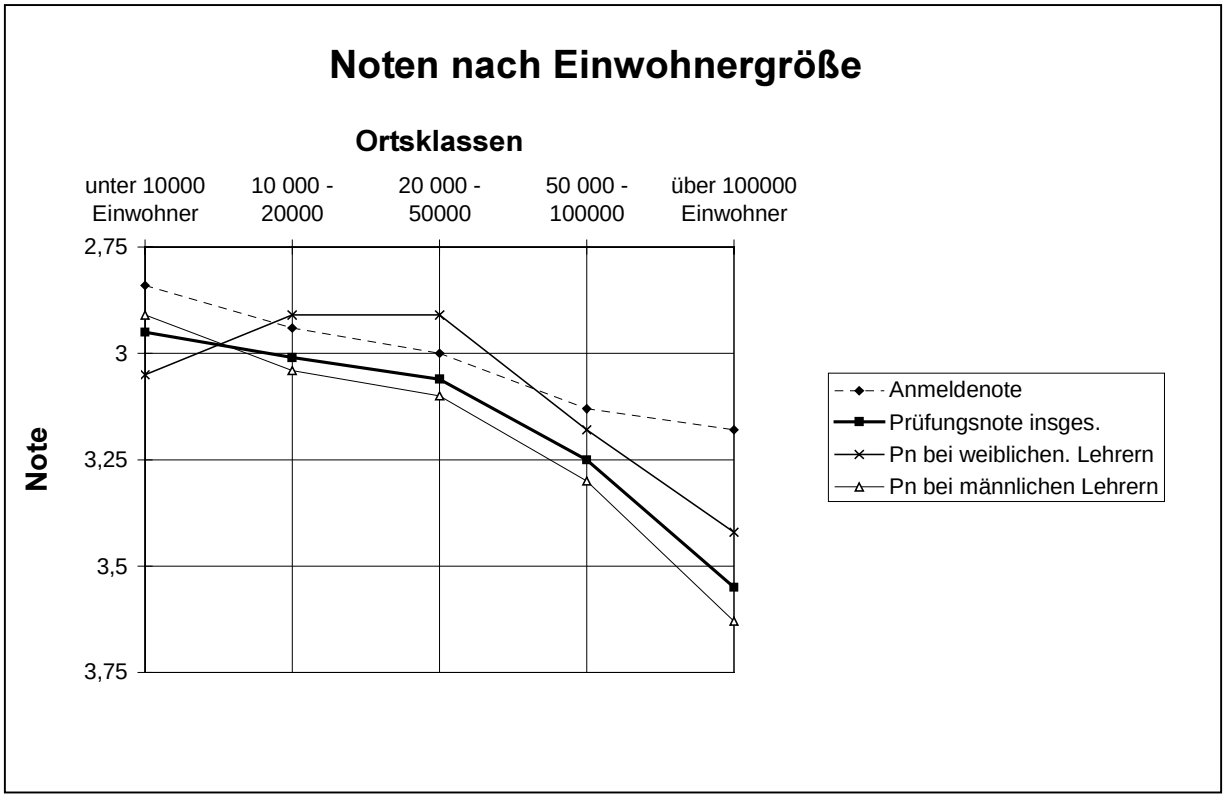
Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.) (1998). *Das Bildungswesen 1998*. Schriftenreihe des Statistischen Landesamtes, Band 539, Stuttgart, S.56 (Eigene Berechnungen mit Hochrechnung der Teilzeitbeschäftigten auf Vollzeitlehrer)

Unerwartet bei diesen Zahlen ist, dass im Mathematikunterricht der 10. Klasse weibliche Lehrer in größeren Städten viel stärker vertreten sind als in kleineren Gemeinden, wobei es sich um Klassen mit deutlich schwierigeren Unterrichtsbedingungen handeln dürfte.

Beim Vergleich der Noten in den einzelnen Ortsgrößenklassen ergibt sich folgendes Bild:

Einwohner	**unter 10 000**	**10 000 - 20 000**	**20 000 - 50 000**	**50 000 - 100 000**	**über 100 000**
Anmeldenote	2,84±0,96	2,94±0,98	3,00±1,00	3,13±0,99	3,18±1,00
Prüfungsnote:					
insgesamt	**2,95**±1,17	**3,01**±1,17	**3,06**±1,19	**3,25**±1,18	**3,55**±1,19
bei männl. Lehrern	**2,91**±1,16	**3,04**±1,17	**3,10**±1,19	**3,30**±1,19	**3,63**±1,19
bei weibl. Lehrern	**3,05**±1,18	**2,91**±1,15	**2,91**±1,15	**3,18**±1,17	**3,42**±1,18

Diese Daten lassen – wie in der folgenden Grafik veranschaulicht – zwei Tendenzen erkennen.



Grafik 9: Noten bei den fünf Ortsgrößenklassen

Mit zunehmender Ortsgröße verschlechtern sich sowohl Anmeldenote als auch Prüfungsnote. Die Differenz zwischen beiden Noten steigt beträchtlich, wenn man die 100 000 Einwohner–Grenze überschreitet. **In den größeren Gemeinden (über 50 000 Einwohner) erreichen die Schüler um 14 % weniger Punkte als in den kleineren Gemeinden (unter 50 000 Einwohner).** Vergleicht man die Extremgruppen (Großstädte mit Gemeinden unter 10 000 Einwohnern), so sind es in den Großstädten sogar 20 % weniger.

Vergleicht man die Prüfungsnoten von Schülern danach, ob sie von männlichen oder weiblichen Lehrern unterrichtet werden, so fällt auf, dass Schüler – mit Ausnahme der Gemeinden unter 10 000 Einwohnern – von weiblichen Lehrern profitieren. Die Unterschiede sind signifikant und nehmen mit steigender Ortsgröße eher zu. **So erreichen Schüler in Großstädten bei weiblichen Lehrern 9 % mehr Punkte als bei männlichen Lehrern**.

4.8 Regionale Vergleiche

	RB Freiburg	RB Karlsruhe	RB Stuttgart	RB Tübingen
Anmeldenote	2,96 ± 1,00	3,03 ± 0,99	3,04 ± 0,98	2,92 ± 0,99
Prüfungsnote	**3,12 ± 1,22**	**3,20 ± 1,19**	**3,13 ± 1,18**	**3,04 ± 1,19**
Veränderung	-0,16	-0,17	-0,09	-0,12

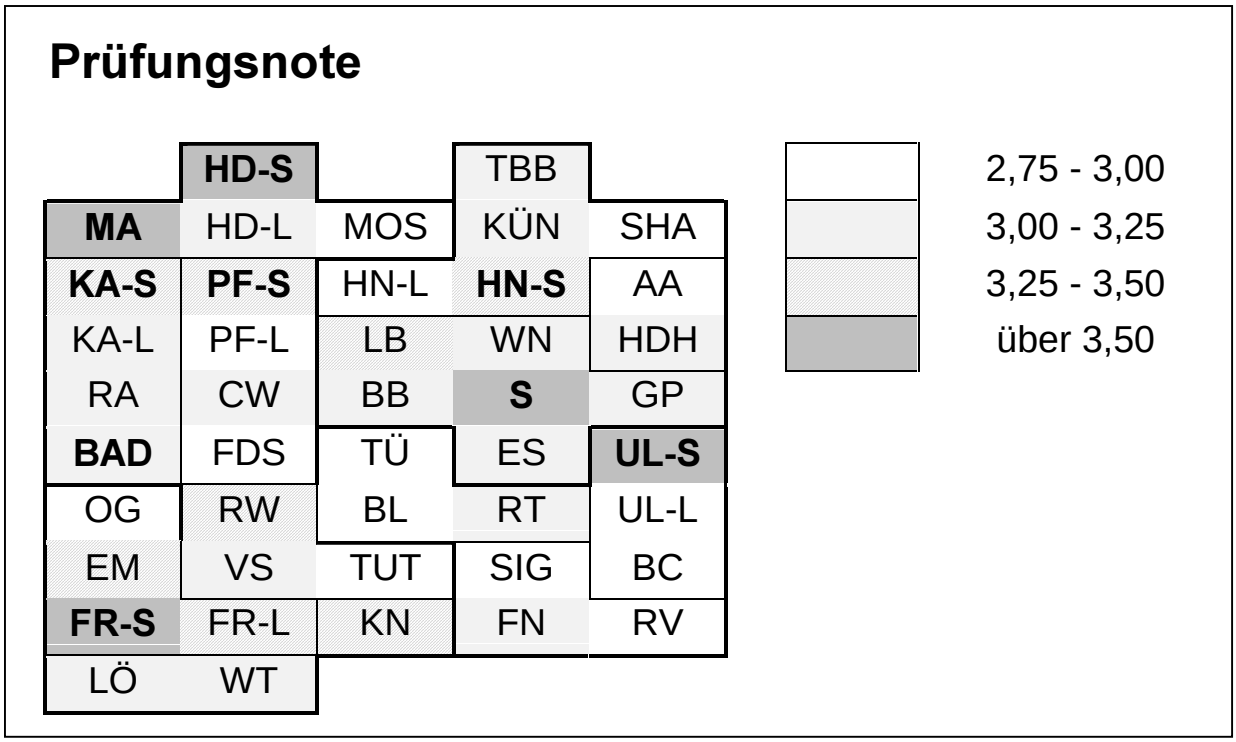
Die Angaben beziehen sich auf insgesamt 21156 Schüler (bzw. 20 765 bei der Anmeldenote) und zwar 4884 (bzw. 4859) im RB Freiburg (23,1 %), 4314 (bzw. 4169) im RB Karlsruhe (20,4 %), 8186 (bzw. 8021) im RB Stuttgart (38,7 %) und 3722 (bzw. 3716) im RB Tübingen (17,6 %).
Die Anteilssätze bei der vom Statistischen Landesamt ausgewiesenen Schülerpopulation betragen für Freiburg 20,7%, Karlsruhe 22,0 %, Stuttgart 38,9 %, Tübingen 18,4 %; d.h. der Regierungsbezirk Freiburg ist in der Untersuchung leicht überrepräsentiert, Karlsruhe ist leicht unterrepräsentiert (vgl. auch Kapitel 3.5).

Regional ist folgendes zu erkennen:

Die Notenunterschiede zwischen den **Regierungsbezirken** sind nicht sehr groß; die Anmeldenoten liegen um 0,12 Noten auseinander (am besten Tübingen, am schlechtesten Stuttgart) und die Prüfungsnoten um 0,16 Noten (am besten Tübingen, am schlechtesten Karlsruhe).

In den **Regionen** schwanken die Anmeldenoten zwischen 2,91 (Südl. Oberrhein, Neckar–Alb) und 3,09 (unterer Neckar), die Prüfungsnoten zwischen 3,01 (Nekkar–Alb) und 3,30 (Unterer Neckar).

Zwischen den **Kreisen** sind die Schwankungen naturgemäß größer. Die Anmeldenoten liegen zwischen 2,65 (Neckar–Odenwald) und 3,24 (Heidelberg, Mannheim), die Prüfungsnoten zwischen 2,78 (Neckar–Odenwald) und 4,01 (Heidelberg). Die regionale Verteilung der Prüfungsnoten ist in der nachfolgenden Grafik (stilisierte Landkarte von Baden–Württemberg) ersichtlich.



Grafik 10: Prüfungsnoten in den Stadt– und Landkreisen

4.9 Vergleich nach Schultypen

Bis auf eine Klasse konnte bei allen Klassen der Status der Schule ermittelt werden. Der Hauptteil der erhobenen Daten stammt aus öffentlichen Schulen.

	Öffentliche Schulen	**Private Schulen**	**Abendrealschulen**
Anteile:	94 %	5 %	1 %
Anmeldenote:	3,00 $\pm$ 0,98	2,86 $\pm$ 1,06	3,33 $\pm$ 1,08
Prüfungsnote:	**3,12 $\pm$ 1,18**	**3,08 $\pm$ 1,26**	**3,81 $\pm$ 1,39**

Die Daten beziehen sich auf 20740 Schüler bei der Anmeldenote und 21131 Schüler bei der Prüfungsnote.

Die Schüler in **Privatschulen** hatten eine signifikant bessere Anmeldenote als die in öffentlichen Schulen. Bei der Prüfungsnote gab es jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen.

Die Schüler in **Abendrealschulen** hatten sowohl bei der Anmeldung als auch bei der Prüfung signifikant schlechtere Noten als die Schüler in öffentlichen Schulen.

Während sich die Schüler öffentlicher Schulen von der Anmeldenote zur Prüfungsnote um 0,1 Noten verschlechtern, beträgt die Verschlechterung bei Schülern von Privatschulen 0,2 Noten und bei Schülern von Abendrealschulen 0,5 Noten.

5. Einzelergebnisse

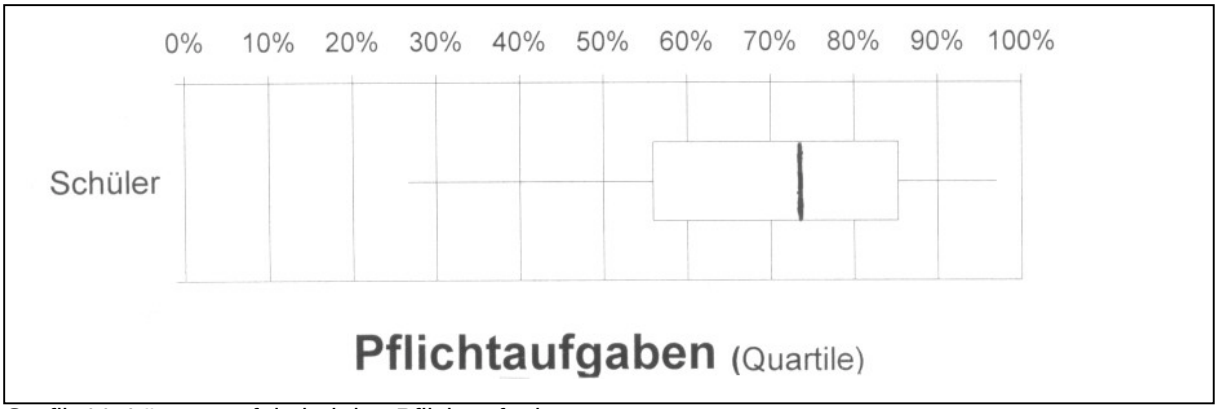
5.1 Pflicht– und Wahlaufgaben

5.1.1 Pflichtaufgaben

Lösungserfolg	**68,4 % ± 22,1 %**

Die Angabe bezieht sich auf alle 21156 Schüler.
Der Lösungserfolg gibt an, wie viel Prozent der maximalen Punktezahl erreicht wurde: 0% entspricht der Note 6,0. Eine Zunahme des Lösungserfolgs um 10 % entspricht einer Verbesserung um 1/2 Note.

In Grafik 11 sieht man, wie erfolgreich die Pflichtaufgaben bearbeitet wurden.



Grafik 11: Lösungserfolg bei den Pflichtaufgaben

Die mittlere Hälfte der Schüler hatte einen Lösungserfolg zwischen 56 % und 85 % und gut 4/5 der Schüler (81 %) erreichten mindestens die Hälfte der Punktzahl. Der im Pflichtteil durchschnittlich erzielte Erfolg entspricht ungefähr der Note 2,5.

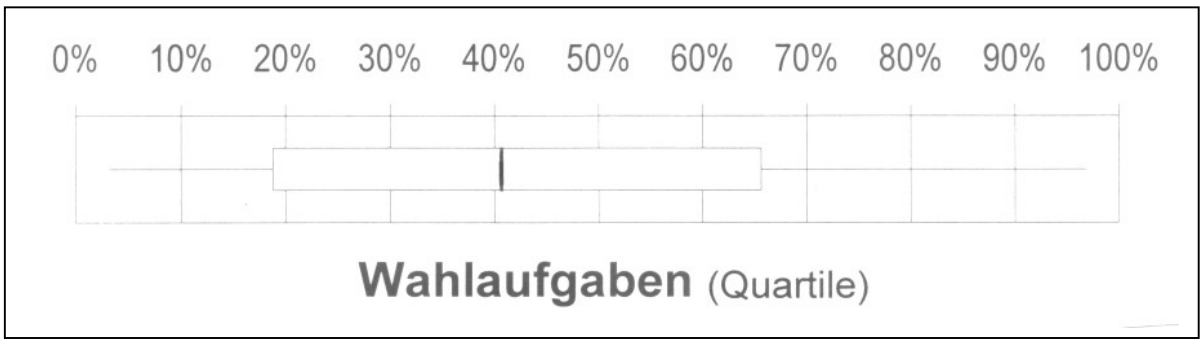
Von der Gesamtvarianz im Pflichtteil war ungefähr 14 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bedingt, also etwas weniger als das in der Gesamtprüfung der Fall war.

5.1.2 Wahlaufgaben

Lösungserfolg	**44,0 % ± 29,1%**

Die Gesamtangabe bezieht sich auf alle 21156 Schüler.

In Grafik 12 sieht man, wie erfolgreich die Wahlaufgaben bearbeitet wurden.



Grafik 12: Lösungserfolg bei den Wahlaufgaben

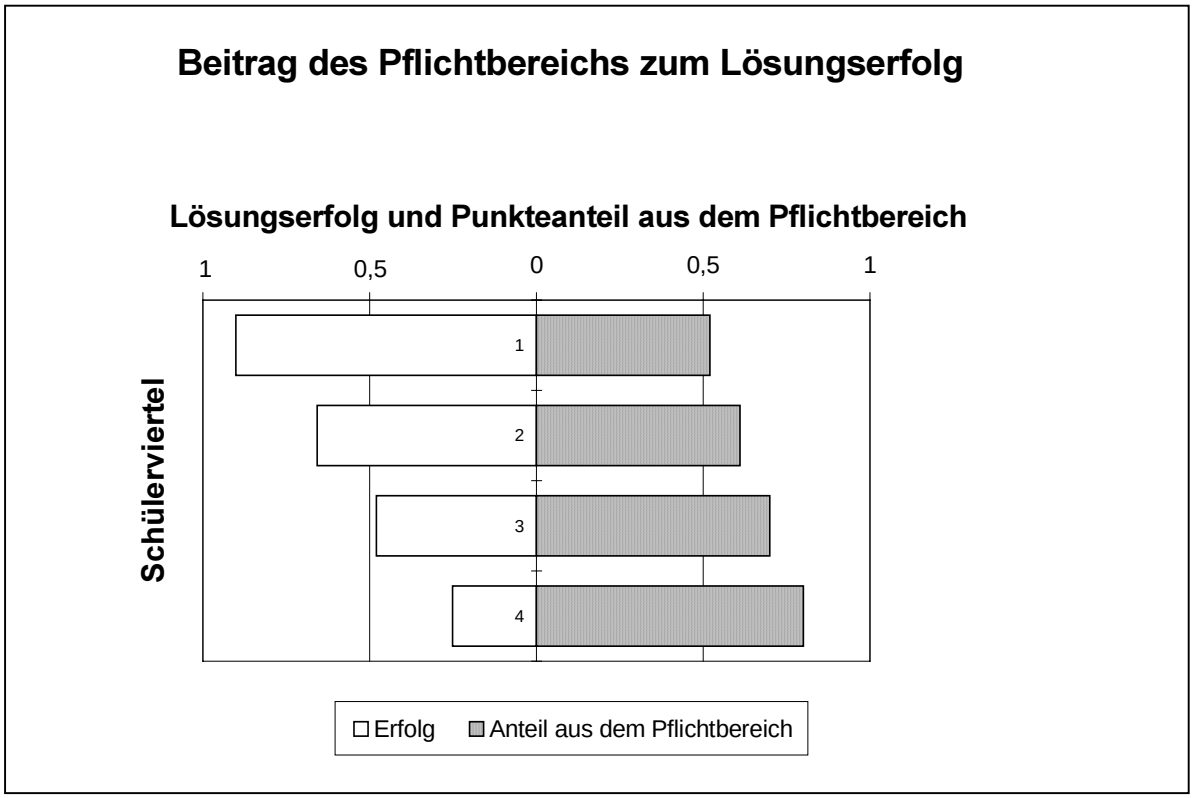
Die mittlere Hälfte der Schüler hatte einen Lösungserfolg zwischen 19 % und 66 % und gut 2/5 der Schüler (42 %) erreichten mindestens die Hälfte der Punktzahl. Das im Wahlteil durchschnittlich erzielte Ergebnis entspricht ungefähr der Note 4, drückt also einen beträchtlichen Misserfolg aus.

Von der Gesamtvarianz im Wahlteil war knapp 16 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bedingt, ein Wert, der ungefähr gleich groß ist wie in der Prüfung insgesamt.

5.1.3 Vergleich von Pflicht und Wahlaufgaben

	Lösungserfolg	Anteil der Pflichtaufgaben	Anteil der Wahlaufgaben
Bestes Schülerviertel	**90 %**	**52 %**	**48 %**
2. Schülerviertel	**66 %**	**61 %**	**39 %**
3. Schülerviertel	**48 %**	**70 %**	**30 %**
4. Schülerviertel	**25 %**	**80 %**	**20 %**
Bestes Klassenviertel	**68 %**	**59 %**	**41 %**
2. Klassenviertel	**60 %**	**61 %**	**39 %**
3. Klassenviertel	**54 %**	**64 %**	**36 %**
4. Klassenviertel	**44 %**	**68 %**	**32 %**

Die nachfolgende Grafik 13 zeigt den Beitrag des Pflichtbereichs zum Lösungserfolg auf Schülerebene.



Grafik 13: Beitrag der Pflichtaufgaben zum Lösungserfolg

Der Vergleich der 4 Schülerviertel lässt eine deutliche Tendenz erkennen: Je weniger Punkte die Schüler in der Prüfung erreichen, umso mehr sind sie auf den Pflichtteil angewiesen.
Während das beste Schülerviertel mit einem durchschnittlichen Lösungserfolg von 90 % (entsprechend der Note 1,5) nahezu die Hälfte der Punkte aus dem Wahlteil

holt (was genau der Gewichtung dieser Aufgaben im Punkteschlüssel der Prüfung entspricht), holt das schwächste Schülerviertel mit einem durchschnittlichen Lösungserfolg von 25 % (entsprechend der Note 4,75) nur 20 % der Punkte aus dem Wahlteil und 80 % aus dem Pflichtteil.
Auf Klassenebene (siehe untere Hälfte der Tabelle) ist die gleiche Tendenz in abgeschwächter Form erkennbar.

Im Vergleich der einzelnen Schülergruppen zeigen sich im Pflichtteil und im Wahlteil folgende Unterschiede:

	im Pflichtteil	**im Wahlteil**
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	7,8% **weniger** Punkte **(**)**	7,2 % **weniger** Punkte **(**)**
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	11,4% **weniger** Punkte **(**)**	20,4% **weniger** Punkte **(**)**
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männl. Lehrer	0,9 % **mehr** Punkte (ns)	3,4% **mehr** Punkte **(**)**
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	9,7% **weniger** Punkte **(**)**	20,4% **weniger** Punkte **(**)**

Weniger anschaulich, aber präziser ist es, wenn man die Unterschiede in Standardabweichungen ausdrückt, da hierbei auch berücksichtigt wird, dass die Werte bei Wahlaufgaben mehr streuen als die bei Pflichtaufgaben: Mädchen liegen um 0,25 Standardabweichungen in der Pflicht und um 0,11 Standardabweichungen bei Wahlaufgaben hinter den Jungen zurück;
bei ausländischen Schülern gegenüber deutschen ist der Abstand 0,36 Standardabweichungen in der Pflicht und 0,32 Standardabweichungen bei Wahlaufgaben;
von weiblichen Lehrern unterrichtete Schüler liegen in der Pflicht 0,02 und in der Wahl 0,04 Standardabweichungen vor den von männlichen Lehrern unterrichteten;
in größeren Gemeinden ist der Erfolg in der Pflicht um 0,31 und in der Wahl um 0,33 Standardabweichungen geringer als in kleineren Gemeinden.

Die Angaben in Klammern geben Auskunft über die Signifikanz der Unterschiede:

- ns Nicht signifikant
- * Signifikant (p<5 %)
- ** Hochsignifikant (p<1 %)

Während der Abstand zwischen weiblichen und männlichen Schülern im Pflicht– und Wahlteil nahezu gleich groß ist, sind die Unterschiede bei den anderen Gruppen im Wahlteil deutlich größer als im Pflichtteil.

Die Unterschiede bei Lehrerinnen und Lehrern sind nur im Wahlteil signifikant. Im Hinblick auf weibliche Schüler sind die Unterschiede auch im Pflichtteil signifikant: Schülerinnen erreichen im Pflichtteil bei weiblichen Lehrern 6 % mehr Punkte als bei männlichen Lehrern, im Wahlteil sogar knapp 10 % mehr (0,10 Standardabweichungen bzw. 0,14 Standardabweichungen).

5.1.4 Wahlverhalten

In die Prüfungsbewertung wurden die zwei am besten bearbeiteten Wahlaufgaben einbezogen.
Häufigkeit und Erfolg bei den drei möglichen Kombinationen von 2 Wahlaufgaben (W1/W2, W1/W3, W2/W3) zeigt folgende Übersicht:

	Schüleranteil	**Lösungserfolg**
W1/W2	**44,7 %**	**46,2 % der möglichen Punkte**
W1/W3	**27,0 %**	**48,6 % der möglichen Punkte**
W2/W3	**28,3 %**	**36,2 % der möglichen Punkte**

Zum methodischen Problem der Zuordnung von Schülern, die mehr oder weniger als 2 Aufgaben bearbeitet haben, siehe Kapitel 3.5.

Die Schüler, die Aufgabe 2 und 3 wählten (W2/W3), hatten den größten Misserfolg; sie erreichten nur gut 1/3 der möglichen Punkte. Diese Schülergruppe lag auch im Pflichtteil leicht hinter den anderen beiden Gruppen zurück; hier waren die Abstände generell gering: W1/W2–Gruppe: 68,8 % Erfolg, W1/W3–Gruppe: 70,9 % Erfolg, W2/W3–Gruppe: 65,3 % Erfolg.

5.2 Stoffgebiete

5.2.1 Algebra

Im Pflichtteil kamen die ersten beiden Aufgaben aus der Algebra mit einem Gewicht von 4 Punkten (siehe Kapitel 2.1). Dabei handelte es sich um die Nullstellenberechnung bei einer Parabel und um die Lösung eines linearen Gleichungssystems.
Im Wahlteil war die Aufgabe 3 mit 8 Punkten algebraischen Inhalts (siehe Kapitel 2.7). Dabei handelte es sich um Parabel- und Geradenberechnungen, sowie die Lösung einer Bruchgleichung, die auf eine quadratische Gleichung führt.

Damit hatte die **Algebra** ein **theoretisches Gewicht von 28 %** (= (4 + 2/3·8)/33).
Da Wahlaufgabe 3 bei 55,3 % der Schüler in die Prüfungsnote einging, erhält man für die Algebra als **empirisches Gewicht 26 %** (= (4 + 0,553·8)/33).

Betrachtet man jedoch alle Prüfungsaufgaben im Hinblick auf ihre algebraischen Anforderungen, so zeigt sich, dass die b-Teile der Wahlaufgaben 1 und 2 ebenfalls stark algebraisch geprägt sind (Formeln in Abhängigkeit von e). Rechnet man diese Aufgaben ebenfalls zur Algebra, so erhält die **„ausgeweitete Algebra" ein theoretisches Gewicht von 42 %** (= (4 + 2/3·(8+4+3))/33) und bei Berücksichtigung des Wahlverhaltens der Schüler ein **empirisches Gewicht von 41 %** (= (4 + 0,717·4 + 0,730·3 + 0,553·8)/33).

	Algebra (P1, P2, W3)
empirisches Gewicht	25,5 %
Lösungserfolg	**45,9 %**

Die Algebra ist also innerhalb der Prüfung ein Gebiet mit beträchtlichem Gewicht und hoher Misserfolgsquote.
Rechnet man die b-Teile der Wahlaufgaben 1 und 2 ebenfalls zur Algebra, so erhöht sich das empirische Gewicht auf 40,9 %, gleichzeitig sinkt die Erfolgsquote auf 40,8 %.

5.2.2 Körperberechnung

Im Pflichtteil kamen die Aufgaben 3 und 4 aus der Körperberechnung mit einem Gewicht von 4,5 Punkte (siehe Kapitel 2.2). Dabei handelte es sich um die Oberfläche einer quadratischen Pyramide und eines Kegelmantels, sowie um das Volumen einer Kugel.
Im Wahlteil ging es in Aufgabe1 (siehe Kapitel 2.5) im a-Teil um die Oberfläche einer regelmäßigen Achteckspyramide und im b-Teil um die Oberfläche eines aus Halbkugel und Kegelstumpf zusammengesetzten Körpers, wobei aber algebraische Anforderungen (Formeln in Abhängigkeit von e) im Vordergrund standen.

Damit hatte die **Körperberechnung** ein **theoretisches Gewicht von 30 %** (= (4,5 + 2/3·8)/33) und ein **empirisches Gewicht von 31 %** (= (4,5 + 0,717·8)/33).

Rechnet man den b-Teil von Wahlaufgabe 1 zur Algebra, so ergibt sich für die **„eingeschränkte Körperberechnung" ein theoretisches Gewicht von 22 %** (= (4,5 + 2/3·4)/33) und ein **empirisches Gewicht von** ebenfalls **22 %** (= (4,5 + 0,717·4)/33).

	Körperberechnung (P3, P4, W1)
empirisches Gewicht	31,0 %
Lösungserfolg	**62,6 %**

Körperberechnungen haben also ein hohes Gewicht und eine relativ hohe Erfolgsquote.

Rechnet man den b-Teil der Wahlaufgabe 1 – der höher mit den Algebraaufgaben des Pflichtteils (P1 und P2) korreliert (r=0.56) als mit den Körperberechnungsaufgaben P3 und P4 (r=0,42) – zur Algebra, so verringert sich das empirische Gewicht der Körperberechnung auf 22,3 %. Gleichzeitig erhöht sich die Erfolgsquote auf 71,2 %.

5.2.3 Trigonometrie

Im Pflichtteil kamen die Aufgaben 5 und 6 aus der Trigonometrie mit einem Gewicht von 4,5 Punkte (siehe Kapitel 2.3). Dabei handelte es sich um Längenberechnungen im rechtwinkligen Dreieck und im Viereck.
Im a-Teil der Wahlaufgabe 2 (siehe Kapitel 2.6) sind Berechnungen innerhalb eines Vierecks und im b-Teil Winkelberechnungen in einem rechtwinkligen Dreieck durchzuführen, wobei aber algebraische Anforderungen (Formeln in Abhängigkeit von e) im Vordergrund standen.

Damit hatte die **Trigonometrie** ein **theoretisches Gewicht von 30 %** (= (4,5 + 2/3·8)/33) und ein **empirisches Gewicht von 31 %** (= (4,5 + 0,730·8)/33).

Rechnet man den b-Teil von Wahlaufgabe 2 zur Algebra, so ergibt sich für die **„eingeschränkte Trigonometrie" ein theoretisches Gewicht von 24 %** (= (4,5 + 2/3·5)/33) und ein **empirisches Gewicht von 25 %** (= (4,5 + 0,730·5)/33).

	Trigonometrie (P5, P6, W2)
empirisches Gewicht	31,3 %
Lösungserfolg	**58,2 %**

Die Trigonometrie besitzt ein ähnlich hohes Gewicht wie die Körperberechnung, hat aber eine etwas geringere Erfolgsquote.

Rechnet man den b-Teil der Wahlaufgabe 2 - der höher mit den Algebraaufgaben P1 und P2 korreliert (r=0.46) als mit den Trigonometrieaufgaben P5 und P6 (r=0,30) - zur Algebra, so vermindert sich das empirische Gewicht der Trigonometrie auf 24,7 %. Gleichzeitig erhöht sich die Erfolgsquote auf 68,1 %.

5.2.4 Sachrechnen

Sachaufgaben kamen nur im Pflichtteil vor (siehe Kapitel 2.4). Die Aufgaben 7 und 8 hatten ein Gewicht von 4 Punkten. Es handelte sich dabei um Grundwertberechnung und Zinseszinsrechnung.

Das Sachrechnen hatte ein Gewicht von 12 % (= 4/33)

	Sachrechnen (P7, P8)
Gewicht	12,1 %
Lösungserfolg	**59,2 %**

Das Sachrechnen hatte also in der Prüfung das geringste Gewicht von allen 4 Stoffgebieten. Die Erfolgsquote lag etwas über der Erfolgsquote in der ganzen Prüfung (56,6%), aber deutlich unter der Erfolgsquote im Pflichtteil (68,4 %).

5.2.5 Vergleich der Stoffgebiete

	Algebra	**Körper-berechnung**	**Trigono-metrie**	**Sach-rechnen**
Theoretisches Gewicht	28,3 %	29,8 %	29,8 %	12,1 %
empirisches Gewicht	25,5 %	31,0 %	31,3 %	12,1 %
Lösungserfolg insges.	**46,3 %**	**62,9 %**	**58,4 %**	**59,3 %**
Männlich	*+0,7 %P*	*+1,6 %P*	*+1,9 %P*	*+7,9 %P*
Weiblich	*-0,6 %P*	*-1,5 %P*	*-1,7 %P*	*-6,8 %P*
Deutsch	*+0,7 %P*	*+0,6 %P*	*+0,6 %P*	*+1,0 %*
Aussiedler	*+6,2 %P*	*+1,5 %P*	*+1,2 %P*	*-2,2 %*
Ausländisch	*-8,4 %P*	*-7,3 %P*	*-6,4 %P*	*-9,4 %*
in Orten unter 50 000	*+2,3 %P*	*+2,0 %P*	*+1,8 %P*	*+2,1 %P*
in Orten über 50 000	*-6,8 %P*	*-6,1 %P*	*-5,3 %P*	*-6,4 %P*
bestes Schülerviertel	*+37,3 %P*	*+28,1 %P*	*+28,0 %P*	*+26,7 %P*
zweites Schülerviertel	*+8,3 %P*	*+8,2 %P*	*+9,1 %P*	*+9,5 %P*
drittes Schülerviertel	*-13,5 %P*	*-8,8 %P*	*-5,9 %P*	*-7,5 %P*
Schlechtestes Schülerviertel	*-32,0 %P*	*-33,3 %P*	*-29,8 %P*	*-28,5 %P*

Die Daten beziehen sich auf die 16 229 Schüler, von denen vollständige Datensätze vorhanden sind. Die geringfügigen Unterschiede in den Lösungsprozentsätzen im Vergleich zu 5.2.1 - 5.2.4 sind durch die leicht veränderte Grundgesamtheit bedingt.
% P bedeutet Prozentpunkte, welche die Differenz zum „Lösungserfolg insgesamt“ angeben, z. B. hatten männliche Schüler in der Algebra einen Lösungserfolg von 46,3 % + 0,7 % = 47,0 % und weibliche Schüler von 46,3 % – 0,6 % = 45,7 %.

Beim theoretischen Gewicht wurden die Punktezahlen der Wahlaufgaben im Vergleich zu den Pflichtaufgaben mit 2/3 gewichtet (da nur 2 von 3 gewertet wurden). Das geringere empirische Gewicht bei der Algebra und das höhere empirische Gewicht bei der Geometrie entsteht dadurch, dass die Algebraaufgabe W3 seltener und die geometrischen Wahlaufgaben W1 und W2 häufiger gewählt wurden.

Beim Vergleich der **Gewichte** ist das geringe Gewicht des Sachrechnens auffallend.

Beim Lösungserfolg in den einzelnen **Stoffgebieten** fällt Algebra gegenüber den anderen 3 Gebieten deutlich ab.

Der Vergleich nach dem **Geschlecht der Schüler** zeigt bemerkenswerte Resultate:

In der Algebra sind die Unterschiede nur marginal.

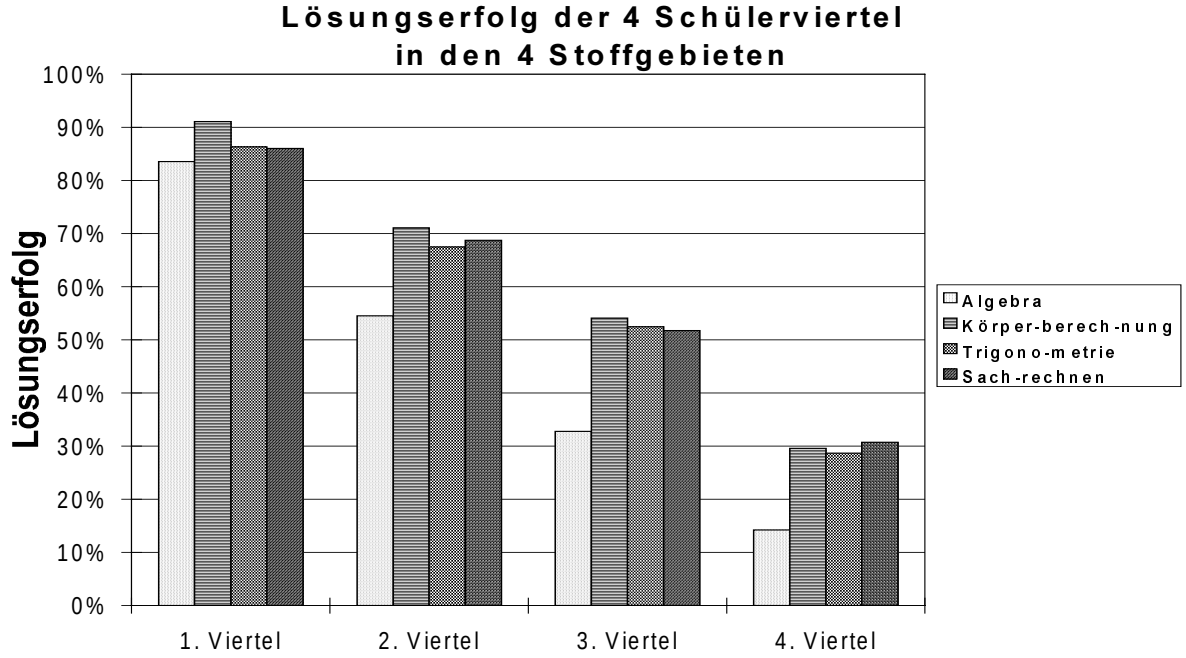
Bei den geometrischen Themen liegen Mädchen und Jungen um etwas mehr als 3 Prozentpunkte auseinander, d.h. Mädchen erreichen ungefähr 5 % weniger Punkte als Jungen. Dieser Unterschied ist zwar signifikant, ist aber deutlich geringer als in früheren Prüfungen, wo der Rückstand bei Körperberechnung und Trigonometrie in der Größenordnung von 10 % lag (Auswertungen 1985, 1986, 1987, 1989).

Alarmierend ist der Unterschied im Sachrechnen: Hier erreichen die Mädchen um 22 % weniger Punkte als die Jungen, ein Rückstand, der gegenüber früher eher noch zugenommen hat (in den 4 ausgewerteten Prüfungen lag er zwischen 12 % und 23 %).

Vergleicht man die Schüler nach ihrer **Herkunft**, so fällt bei den *Aussiedlern* ihr Vorsprung in Algebra gegenüber deutschen Schülern ins Auge, was durch Vorkenntnisse aus dem Mathematikunterricht im Herkunftsland erklärbar sein könnte. Das einzige Gebiet, in dem sie hinter deutschen Schülern zurückliegen ist das Sachrechnen, was auf mögliche Sprachschwierigkeiten hindeutet oder mit der Vernachlässigung des Prozentrechnens im russischen Mathematikunterricht zu tun haben könnte.
Bei *ausländischen Schülern* sind die Rückstände am größten in der Algebra und im Sachrechnen. Während der Rückstand in Geometrie rund 10 % beträgt, liegt er in Algebra und Sachrechnen zwischen 15 % und 20 %. Eine verstärkte Förderung müsste in diesen beiden Gebieten ansetzen.

Beim Vergleich nach der **Größe des Schulorts** ist in allen Stoffgebieten die gleiche Tendenz erkennbar: Überdurchschnittliche Ergebnisse in kleineren und unterdurchschnittliche in größeren Orten. So erreichen die Schüler in größeren Städten zwischen 12 % (in Geometrie) und 18 % (in Algebra) weniger Punkte als in kleineren Orten.

Vergleicht man den Lösungserfolg der **4 Schülerviertel** in den einzelnen Stoffgebieten (siehe Grafik 14), so wird die Sonderstellung der Algebra deutlich sichtbar. Der Lösungserfolg in der Algebra ist außer beim besten Schülerviertel immer deutlich niedriger als in den andern Stoffgebieten. Für das schwächste Schülerviertel ist er in der Algebra nicht einmal halb so groß wie in den anderen 3 Gebieten.

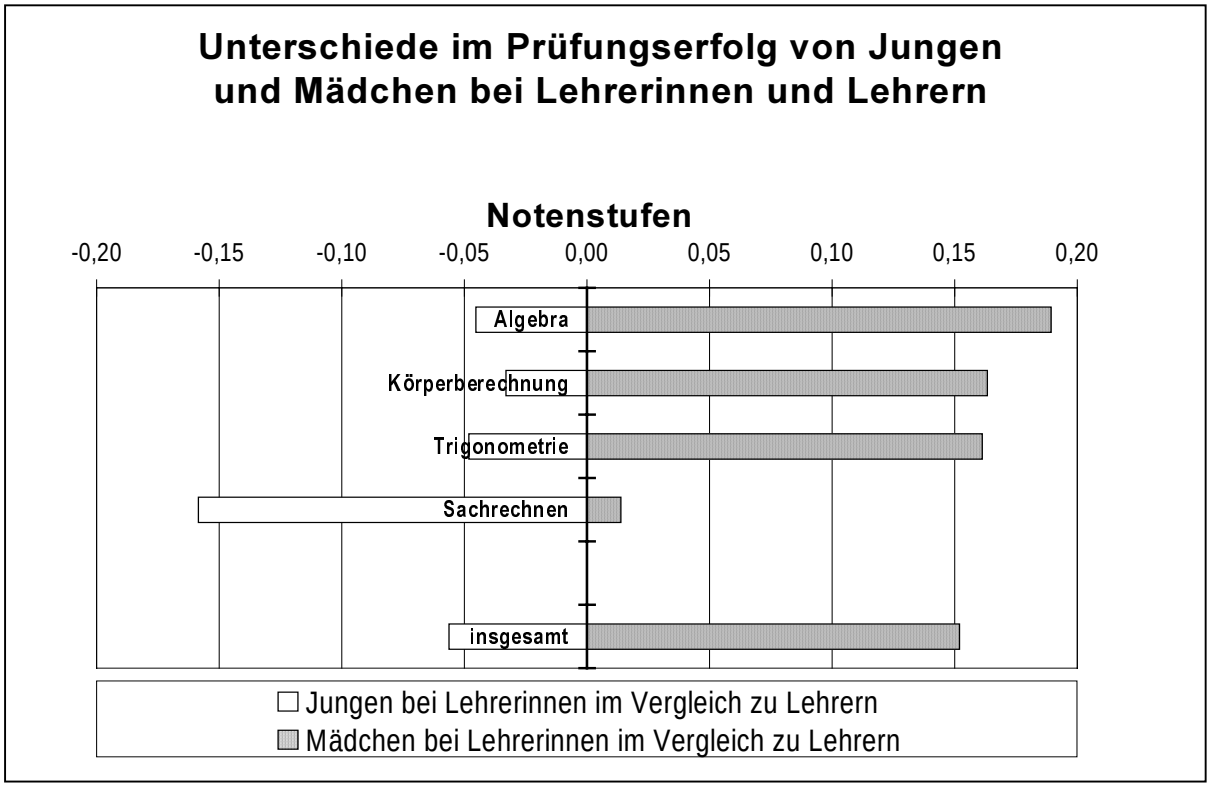


Grafik 14: Lösungserfolg der 4 Schülerviertel in den einzelnen Stoffgebieten

Beim Vergleich der Schüler nach dem **Geschlecht ihrer Lehrer** werden deutlichere Tendenzen erst sichtbar, wenn man die Schüler in Jungen und Mädchen trennt.

	Algebra	Körper-berechnung	Trigono-metrie	Sach-rechnen
Jungen	**46,9 %**	**64,5 %**	**60,3 %**	**67,2 %**
mit männlichen Lehrern	*+0,2 %P*	*+0,2 %P*	*+0,2 %P*	*+0,8 %P*
mit weiblichen Lehrern	*-0,7 %P*	*-0,5 %P*	*-0,7 %P*	*-2,4 %P*
Mädchen	**45,7 %**	**61,5 %**	**56,7 %**	**52,5 %**
mit männlichen Lehrern	*-1,1 %P*	*-0,9 %P*	*-0,9 %P*	*-0,1 %P*
mit weiblichen Lehrern	*+2,7%P*	*+2,3 %P*	*+2,3 %P*	*+0,2 %P*

In Grafik 15 sind die prozentualen Unterschiede in Notenstufen umgerechnet.



Grafik 15: Unterschiede im Prüfungserfolg von Jungen und Mädchen bei Lehrerinnen und Lehrern (Die Balken nach links stellen Verschlechterung dar, die nach rechts Verbesserungen)

Die nach rechts abgetragenen Werte zeigen, dass Mädchen generell einen deutlich höheren Lösungserfolg bei Lehrerinnen als bei Lehrern haben: Mädchen profitieren **in Algebra, Körperberechnung und Trigonometrie** signifikant von **weiblich**en **Lehrer**n; in Sachrechnen spielt das Geschlecht des Lehrers für ihren Erfolg (bzw. Misserfolg) keine Rolle.

Bei Jungen ist es genau umgekehrt (nach links abgetragene Werte): Sie profitieren **im Sachrechnen** deutlich von **männliche**n **Lehrer**n**.** In allen anderen Gebieten (Algebra, Körperberechnung und Trigonometrie) spielt es so gut wie keine Rolle, ob sie weibliche oder männliche Lehrer haben (nicht signifikante Unterschiede).

5.3 Aufgabenanalyse

Nachfolgend werden alle Prüfungsaufgaben nach einem einheitlichen Raster analysiert.

5.3.1 Analyse der Pflichtaufgaben

Pflichtaufgabe 1 (Algebra)

Beschreibung
Die Aufgabe erfordert die Kenntnis der Scheitelform der Parabelgleichung, die Fähigkeit, Achsenschnittpunkte zu berechnen und quadratische Gleichungen zu lösen.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	nicht bearb.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**zu leicht**	**zu schwer**
Anteile	9,9%	25,0%	11,3%	12,8%	17,5%	23,5%	**0,8 %**	**2,1 %**
auf-summ.	**9,9%**	**34,9%**	**46,2%**	**59,0%**	**76,5%**	**100%**		

Auffallend ist die hohe Nichtbearbeitungsquote bei der Einstiegsaufgabe. Über ein Drittel der Schüler erhält 0 Punkte; eine vollständige Lösung gelingt weniger als einem Viertel der Schüler.

Lösungserfolg	**45,8 % ± 40,3 %**

Die Schüler erreichen im Durchschnitt nicht einmal die Hälfte der möglichen Punkte.

Vergleich mit Lehrereinschätzung
Die Schwierigkeit dieser Aufgabe wird deutlich unterschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte
Aus 4 gegebenen Größen sind (bei Anwendung der p,q-Formel) über 2 Hilfsgrößen insgesamt 3 Größen zu bestimmen. Dazu sind 4 bis 6 Lösungsschritte erforderlich.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max.
Erreichter Punktedurchschnitt	0,07	0,44	0,71	0,90	1,11	1,41	1,79

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 35% und 56% der Punkte.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 13,0 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei P1	im Pflichtteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	2,0% mehr Punkte (ns)	7,8 % weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**17,3% weniger Punkte (**)**	11,4% weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	0,1% weniger Punkte (ns)	0,9 % mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**18,0% weniger Punkte (**)**	9,7 % weniger Punkte

Die Angaben in Klammern geben Auskunft über die Signifikanz der Unterschiede:

ns Nicht signifikant
* Signifikant (p<5 %)
** Hochsignifikant (p<1 %)

Auffallend ist die im Vergleich zu anderen Pflichtaufgaben überdurchschnittlich hohe Misserfolgsquote bei ausländischen Schülern, sowie bei Schülern in größeren Gemeinden.
Weiter fällt auf, dass bei dieser algebraischen Aufgabe Mädchen nicht schlechter abschneiden als Jungen.
Der Vergleich der Lehrergruppen wird erst ergiebig, wenn man nach dem Geschlecht der Schüler aufschlüsselt: Männliche Schüler (insbesondere deutsche) sind bei männlichen Lehrern signifikant erfolgreicher als bei weiblichen Lehrern, weibliche Schüler (insbesondere Aussiedler und ausländische Schüler) sind signifikant erfolgreicher bei weiblichen Lehrern.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W1a	W1b	W2a	W2b	W3a	W3b
0,389	0,335	0,284	0,279	0,297	0,242	0,383	0,415	**0,511**	0,382	**0,430**	**0,659**	**0,469**

Die Korrelationen zwischen den Pflichtaufgaben (P1 bis P8) sind unmittelbar vergleichbar. Bei Korrelationen mit Wahlaufgaben ist zu berücksichtigen, dass es sich je nach Wahlaufgabe (W1a bis W3b) um verschiedene Grundgesamtheiten handelt.

Die Korrelation zwischen der Punktezahl bei P1 und der Punktezahl aller anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,599.
Aufgabe P1 korreliert besonders hoch mit den Wahlaufgaben, die algebraische Anforderungen aufweisen (W1b, W2b, W3a und W3b). Die Korrelation mit der zweiten algebraischen Pflichtaufgabe (P2) ist zwar geringer, aber übertrifft die Korrelationen mit den anderen Pflichtaufgaben.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Die Aufgabe stellt eine hohe Hürde in den Pflichtaufgaben dar, da relativ spezielle algebraische Kenntnisse erforderlich sind, um die Aufgabe überhaupt in Angriff nehmen zu können.

Pflichtaufgabe 2 (Algebra)

Beschreibung
Die Aufgabe erfordert die Kenntnis eines Lösungsverfahrens für lineare Gleichungssysteme (Inhalt des 9. Schuljahrs) sowie Bruchrechenkenntnisse.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	nicht bearb.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**zu leicht**	**zu schwer**
Anteile	5,3%	15,8%	9,2%	12,6%	17,5%	39,6%	**1,8 %**	**0,9 %**
auf-summiert	**5,3%**	**21,1%**	**30,3%**	**43,0%**	**60,4%**	**100%**		

Für eine Pflichtaufgabe ist die Nichtbearbeitungsquote von 5 % und die Misserfolgsquote von 21 % relativ hoch. Nur 2/5 der Schüler erreichen die volle Punktezahl.

Lösungserfolg	**61,3 % ± 39,5 %**

Der Erfolg ist deutlich besser als in der 1. Aufgabe, aber für eine Pflichtaufgabe wenig befriedigend.

Vergleich mit Lehrereinschätzung
Die Schwierigkeit der Aufgabe wird eher unterschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte
Aus zwei linearen Gleichungen mit zwei Variablen sind die beiden Unbekannten zu ermitteln. In einem Anfangsschritt kann der Bruchkoeffizient beseitigt werden. Danach sind für die Lösung 2 Hauptschritte erforderlich.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,00	0,71	1,04	1,24	1,43	1,69	2,00

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 52% und 72% der Punkte.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 14,5 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei P2	im Pflichtteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	0,0% weniger Punkte (ns)	7,8% weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**11,3% weniger Punkte (**)**	11,4% weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	**5,4% mehr Punkte (**)**	0,9% mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**9,8% weniger Punkte (**)**	9,7% weniger Punkte

Auch bei dieser Algebraaufgabe gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen.
Der Rückstand von ausländischen Schülern und von Schülern in großen Gemeinden ist deutlich geringer als bei Aufgabe P1.
Größeren Erfolg bei weiblichen Lehrern haben in erster Linie Schülerinnen: Sie sind unabhängig von ihrer Herkunft erfolgreicher bei weiblichen Lehrern als bei männlichen Lehrern.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W1a	W1b	W2a	W2b	W3a	W3b
0,389	0,304	0,282	0,268	0,277	0,207	0,303	0,346	**0,417**	0,318	0,337	**0,431**	0,386

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in P2 und der Punktezahl aller anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,496.

Unerwarteterweise korreliert Aufgabe P2 nicht am höchsten mit W3b (Bruchgleichung / quadratische Gleichung), sondern mit W3a, allerdings in geringerem Ausmaß als P1. Unter den Pflichtaufgabe ist die Korrelation mit der anderen Algebraaufgabe P1 am höchsten.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Obwohl die Aufgabe vor allem Kenntnisse aus früheren Schuljahren erfordert, wird sie erfolgreicher bearbeitet als die 1. Aufgabe.

Pflichtaufgabe 3 (Körperberechnung)

Beschreibung
Hier geht es um trigonometrische Kenntnisse (Sinus mit Umstellen der Formel) und stereometrische Kenntnisse (Oberflächenberechnung einer quadratischen Pyramide). Räumliches Vorstellungsvermögen spielt eine Rolle beim Erkennen von rechtwinkligen Dreiecken im Schrägbild.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	nicht bearb.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**2,5 Pkt.**	**zu leicht**	**zu schwer**
Anteile	1,3%	4,1%	8,3%	8,6%	11,2%	16,3%	50,4%	**2,1 %**	**1,1 %**
auf-summiert	**1,3%**	**5,3%**	**13,6%**	**22,2%**	**33,3%**	**49,6%**	**100%**		

Nahezu allen Schülern gelingt der Einstieg in die Aufgabe. Rund die Hälfte erreicht die volle Punktezahl.

Lösungserfolg	**75,2 % ± 31,6 %**

Die Schüler können bei dieser Aufgabe mit einer Erfolgsquote von 75 % ihr vorhandenes Können zeigen.

Vergleich mit Lehrereinschätzung
Die Schwierigkeit dieser Aufgabe wird zutreffend eingeschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte
Obwohl 3 Hilfsgrößen erforderlich sind, die jeweils verschiedene Kenntnisse erfordern (Pythagoras zur Berechnung der Quadratdiagonalen, Sinus (mit Formelumstellung) zur Berechnung der Seitenkante, Pythagoras (mit Formelumstellung) zur Berechnung der Seitenhöhe) ist die Erfolgsquote hoch.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	Min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,88	1,42	1,72	1,90	2,07	2,25	2,43

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 69 % und 83 % der Punkte.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 10,4 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt. Der Einfluss der Klasse spielt hier also eine etwas geringere Rolle als insgesamt bei den Pflichtaufgaben.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei P3	im Pflichtteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	**7,3 % weniger Punkte (**)**	7,8 % weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**9,9 % weniger Punkte (**)**	11,4 % weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	**1,9 % mehr Punkte (*)**	0,9 % mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**8,6 % weniger Punkte (**)**	9,7 % weniger Punkte

Der Rückstand von weiblichen Schülern, von ausländischen Schülern und von Schülern in großen Gemeinden ist ähnlich hoch wie in den übrigen Pflichtaufgaben.
Der Erfolg bei Lehrerinnen tritt vor allem bei Schülerinnen auf: Weibliche Schüler profitieren etwas mehr von weiblichen Lehrern als männliche Schüler.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	W1a	W1b	W2a	W2b	W3a	W3b
0,335	0,304	**0,359**	**0,367**	**0,375**	0,251	0,324	**0,440**	0,359	0,363	0,284	**0,434**	0,326

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in P3 und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,533.
Aufgabe P3 korreliert erwartungsgemäß am höchsten mit Aufgabe W1a (Oberfläche einer Achteckspyramide) und geringer mit der überwiegend algebraischen Aufgabe W1b. Unerwartet hoch ist die Korrelation mit W3a (Parabelberechnungen). Bei den Pflichtaufgaben sind die Korrelation mit den anderen Aufgaben geometrischen Inhalts am höchsten.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Obwohl einige Zwischenschritte selbständig zu erschließen sind und auch räumliches Vorstellungsvermögen erforderlich ist, wird die Aufgabe recht erfolgreich bearbeitet. Insgesamt entspricht sie dem bekannten Standard einer Körperberechnungsaufgabe.

Pflichtaufgabe 4 (Körperberechnung)

Beschreibung
Die Formel des Kugelvolumens muss umgestellt werden, wofür das Rechnen mit Kubikwurzeln benötigt wird. Über die Formel für das Kegelvolumen, die ebenfalls umzustellen ist, und eine Berechnung mit Pythagoras kann der Kegelmantel ermittelt werden.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	nicht bearb.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**zu leicht**	**zu schwer**
Anteile	2,9%	4,6%	4,0%	6,0%	15,9%	66,6%	**2,7%**	**0,6%**
auf-summiert	**2,9%**	**7,5%**	**11,5%**	**17,5%**	**33,4%**	**100%**		

Weniger als 3 % der Schüler haben keinen Zugang zu der Aufgabe. Rund zwei Drittel der Schüler erreichen die volle Punktzahl.

Lösungserfolg	**82,5 % ± 30,4 %**

Diese Aufgabe hat die höchste Erfolgsquote in der Prüfung.

Vergleich mit Lehrereinschätzung
Die Schwierigkeit dieser Aufgabe wird zutreffend eingeschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte
Von den drei erforderlichen Hilfsgrößen ist eine explizit in der Aufgabe genannt (Radius). Die beiden anderen ergeben sich aus den Formeln zu den in der Aufgabe genannten Größen direkt (Höhe bei Kegelvolumen) oder indirekt (Seitenlinie bei Kegelmantel).

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,54	1,27	1,55	1,67	1,79	1,91	2,00

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 78 % und 89 % der Punkte.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 9,8 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt. Der Einfluss der Klasse spielt hier wie bei der anderen Körperberechnungsaufgabe eine etwas geringere Rolle als insgesamt bei den Pflichtaufgaben.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei P4	im Pflichtteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	**2,6 % weniger Punkte (**)**	7,8 % weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**8,0 % weniger Punkte (**)**	11,4 % weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	0,8 % mehr Punkte (ns)	0,9 % mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**6,4 % weniger Punkte (**)**	9,7 % weniger Punkte

Der Rückstand weiblicher Schüler gegenüber männlichen ist geringer als bei P3, aber immer noch signifikant.
Insgesamt ist kein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Lehrern zu erkennen. Bei getrennter Betrachtung von Jungen und Mädchen treten jedoch unterschiedliche Tendenzen hervor: Männliche Schüler profitieren leicht von männlichen Lehrern, weibliche Schüler (insbesondere deutsche und ausländische) profitieren deutlich von weiblichen Lehrern.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P3	P5	P6	P7	P8	W1a	W1b	W2a	W2b	W3a	W3b
0,284	0,282	**0,359**	0,302	0,334	0,197	0,295	0,325	0,325	0,306	0,236	0,354	0,282

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in P4 und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,453.
Erwartungsgemäß korreliert Aufgabe P4 am höchsten mit der anderen Pflichtaufgabe zur Körperberechnung. Etwas geringer sind die Korrelationen zu den Wahlaufgaben W1a und W1b.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Es könnte sein, dass die im Aufgabentext enthaltenen Hinweise auf die für die Lösung erforderlichen Hilfsgrößen mit zum hohen Erfolg dieser Aufgabe beitragen, der auch durch zwei Formelumstellungen (eine mit Kubikwurzel) nicht beeinträchtigt wird.

Pflichtaufgabe 5 (Trigonometrie)

Beschreibung
Die Aufgabe erfordert neben geometrischen Grundkenntnissen (Stufenwinkel oder Winkelsumme im Dreieck) die Anwendung von zwei trigonometrischen Funktionen (sin, tan) zur Streckenberechnung.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	nicht bearb.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**zu leicht**	**zu schwer**
Anteile	2,8%	5,8%	5,0%	9,9%	13,7%	62,8%	**3,2%**	**0,2%**
auf-summiert	**2,8%**	**8,7%**	**13,6%**	**23,5%**	**37,2%**	**100%**		

Wie bei den Pflichtaufgaben zur Körperberechnung (P3 und P4) ist die Nichtbearbeitungsquote gering und die Erfolgsquote hoch: Über 60 % erreichen die maximale Punktezahl.

Lösungserfolg	**79,3 % ± 32,4 %**

Der erzielte Lösungserfolg entspricht etwa der Note 2.

Vergleich mit Lehrereinschätzung
Die Schwierigkeit dieser Aufgabe wird zutreffend eingeschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte
Um die drei Hilfsgrößen zu berechnen ist eine Hilfslinie erforderlich sowie die Umstellung von zwei trigonometrischen Formeln. In der Zeichnung können die notwendigen Zwischenschritte sichtbar gemacht werden.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,50	1,25	1,46	1,60	1,73	1,87	2,00

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 73 % und 86 % der Punkte.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 8,8 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt. Der Einfluss der Klasse spielt hier also eine etwas geringere Rolle als insgesamt bei den Pflichtaufgaben.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei P5	im Pflichtteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	**7,6 % weniger Punkte (**)**	7,8 % weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**9,7 % weniger Punkte (**)**	11,4 % weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	1,0 % mehr Punkte (ns)	0,9 % mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**7,3 % weniger Punkte (**)**	9,7 % weniger Punkte

Der Rückstand von weiblichen und ausländischen Schülern, sowie von Schülern in großen Gemeinden ist ähnlich hoch wie bei den übrigen Pflichtaufgaben.
Das Geschlecht des Lehrers spielt beim Erfolg von Schülerinnen eine gewisse Rolle: Weibliche Schüler profitieren leicht von weiblichen Lehrern.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	W1a	W1b	W2a	W2b	W3a	W3b
0,279	0,268	0,367	0,302	**0,419**	0,225	0,289	0,374	0,321	0,365	0,250	0,371	0,296

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in P5 und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,485.
Aufgabe P5 korreliert erwartungsgemäß am höchsten mit der anderen trigonometrischen Pflichtaufgabe. Der Zusammenhang mit der trigonometrischen Wahlaufgabe ist geringer. Der geringe Zusammenhang mit W2b erklärt sich vermutlich aus den vorwiegend algebraischen Anforderungen dieser Aufgabe.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Die Zeichnung und die geringe Anzahl der Zwischenschritte machen die Aufgabe überschaubar. Trotz Formelumstellung entspricht sie dem Standard trigonometrischer Aufgaben.

Pflichtaufgabe 6 (Trigonometrie)

Beschreibung
In der Aufgabe benötigt man geometrische Grundkenntnisse (Winkelsumme im Dreieck), trigonometrische Winkelberechnung (inv tan) und Streckenberechnung (Pythagoras, cos).

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	nicht bearb.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**2,5 Pkt.**	**zu leicht**	**zu schwer**
Anteile	2,4%	3,6%	6,6%	7,0%	6,0%	11,2%	63,3%	**2,3%**	**1,4%**
auf-summ.	**2,4%**	**6,0%**	**12,6%**	**19,5%**	**25,5%**	**36,7%**	**100%**		

Wie auch bei der zuvor dargestellten Trigonometrieaufgabe ist die Nichtbearbeitung gering und der Erfolg hoch. Wiederum erreichen mehr als 60 % der Schüler die volle Punktzahl.

Lösungserfolg	**79,9 % ± 31,8 %**

Der Lösungserfolg ist sogar noch etwas besser als bei der anderen Trigonometrie-aufgabe.

Vergleich mit Lehrereinschätzung
Die Schwierigkeit dieser Aufgabe wird zutreffend eingeschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte
In der Aufgabe müssen 5 Hilfsgrößen berechnet werden, die man nach Einzeichnen einer Hilfslinie alle in der Zeichnung erkennen kann.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,66	1,52	1,85	2,04	2,18	2,34	2,50

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 74 % und 87 % der Punkte.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 10,6 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt. Der Einfluss der Klasse spielt hier also eine etwas geringere Rolle als insgesamt bei den Pflichtaufgaben.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei P6	im Pflichtteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	**3,4 % weniger Punkte (**)**	7,8 % weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**7,3 % weniger Punkte (**)**	11,4 % weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	**1,9 % mehr Punkte (*)**	0,9 % mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**6,7 % weniger Punkte (**)**	9,7 % weniger Punkte

Der Rückstand von Mädchen und von ausländischen Schülern ist etwas geringer als bei der vorhergehenden Trigonometrieaufgabe. Der Unterschied bei Lehrern kommt vor allem dadurch zustande, dass weibliche Schüler von weiblichen Lehrern profitieren.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P3	P4	P5	P7	P8	W1a	W1b	W2a	W2b	W3a	W3b
0,297	0,277	0,375	0,334	**0,419**	0,200	0,292	0,380	0,333	**0,411**	0,256	**0,402**	0,311

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in P6 und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,504.
Aufgabe P6 korreliert am höchsten mit der anderen trigonometrischen Pflichtaufgabe. Der Zusammenhang mit der trigonometrischen Wahlaufgabe W2a ist fast genau so hoch; mit der überwiegend algebraischen Aufgabe W2b besteht aber nur ein geringerer Zusammenhang. Wie bei P3 besteht auch hier ein relativ hoher Zusammenhang mit der algebraischen Wahlaufgabe W3a.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Obwohl die Aufgabe mit der Berechnung von 5 Hilfsgrößen relativ viele Zwischenschritte erfordert, wird sie sehr erfolgreich gelöst. Es könnte daran liegen, dass die Hilfsgrößen gut in der Zeichnung sichtbar gemacht werden können und die zu zeichnende Hilfslinie relativ naheliegend ist (Zerlegung des Teilvierecks in zwei rechtwinklige Dreiecke).

Pflichtaufgabe 7 (Sachrechnen)

Beschreibung
In der Aufgabe muss zwei mal nacheinander ein Grundwert berechnet werden.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	nicht bearb.	0 Pkt.	0,5 Pkt.	1 Pkt.	1,5 Pkt.	zu leicht	zu schwer
Anteile	8,1%	22,4%	13,1%	5,9%	50,5%	**12,6%**	**0,9%**
auf-summiert	**8,1%**	**30,5%**	**43,6%**	**49,5%**	**100%**		

Beinahe ein Drittel der Schüler scheitert völlig an der Aufgabe, die Hälfte erreicht die volle Punktezahl.

Lösungserfolg **58,8 % ± 44,7 %**

Der Lösungserfolg liegt weit hinter dem bei den Geometrieaufgaben zurück. Die Aufgabe hat die höchste Streuung, was darauf hinweist, dass es eine „entweder-oder"-Aufgabe war: Entweder volle Punktzahl oder voller Misserfolg.

Vergleich mit Lehrereinschätzung
Die Aufgabe wird mit deutlichem Abstand als die leichteste von allen Aufgaben eingeschätzt (Jeder 8. Lehrer hält sie für zu leicht). Das entspricht nicht dem tatsächlichen Lösungserfolg. Eventuell war für die Bewertung ausschlaggebend, dass es sich um eine sehr kurze Aufgabe handelt. Übersehen wurde dabei, dass der Einstieg in die Aufgabe schwierig ist (Erkennen des Aufgabentyps, Grundwertberechnung).

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte
Die Aufgabe besteht aus zweimaliger Anwendung des gleichen Verfahrens: Berechnung des Grundwerts aus Prozentsatz und Prozentwert.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,25	0,54	0,75	0,89	1,02	1,20	1,37

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 50 % und 68 % der Punkte.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 8,6 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt. Der Einfluss der Klasse spielt hier also eine geringere Rolle als insgesamt bei den Pflichtaufgaben.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei P7	im Pflichtteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	**32,8% weniger Punkte (**)**	7,8% weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**24,0% weniger Punkte (**)**	11,4% weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	2,5% weniger Punkte (ns)	0,9% mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**15,0% weniger Punkte (**)**	9,7% weniger Punkte

Bei keiner Aufgabe hat es einen so riesigen Unterschied zwischen Jungen und Mädchen gegeben wie bei dieser. Auch ausländische Schüler liegen für den Pflichtteil extrem hinter deutschen Schülern zurück und der Rückstand in großen Gemeinden ist ebenfalls erhöht.
Im Hinblick auf die Lehrer profitieren hier im Unterschied zu Algebra- und Geometrieaufgaben männliche Schüler von männlichen Lehrern.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8	W1a	W1b	W2a	W2b	W3a	W3b
0,242	0,207	0,251	0,197	0,225	0,200	**0,370**	0,315	0,278	0,271	0,245	0,334	0,274

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in P7 und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,400. Dieser Wert ist der geringste von allen Aufgaben, was darauf hindeutet, dass ein Erfolg in dieser Aufgabe nur sehr beschränkt etwas mit Erfolg in der gesamten Prüfung zu tun hat.
Die Aufgabe hat nur mit der weiteren Sachaufgabe P8 eine höhere Korrelation.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Eine Schwierigkeit der Aufgabe bestand darin, dass die gegebene Größe nicht ein Grundwert, sondern ein Prozentwert war. Eine weitere Schwierigkeit war die zweimalige Durchführung dieser Grundaufgabe (schwierigste Grundaufgabe des Prozentrechnens). Insbesondere für männliche Schüler waren die Probleme nicht gravierend. Jedoch waren für rund die Hälfte der Schülerinnen die Schwierigkeiten unüberwindlich.

Pflichtaufgabe 8 (Sachrechnen)

Beschreibung
Es handelt sich um eine Zinseszinsaufgabe mit wechselnden Zinssätzen über einen Zeitraum von 5 Jahren sowie die Berechnung eines durchschnittlichen Zinssatzes nicht durch ein arithmetisches, sondern durch ein geometrisches Mittel (5. Wurzel).

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	nicht bearb.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**2,5 Pkt.**	**zu leicht**	**zu schwer**
Anteile	4,2%	10,7%	8,5%	11,6%	22,9%	14,0%	28,2%	**0,7%**	**0,9%**
auf-summiert	**4,2%**	**14,9%**	**23,3%**	**34,9%**	**57,8%**	**71,8%**	**100%**		

In diese Aufgabe finden zwar fast alle Schüler einen Einstieg. Vermutlich kommen jedoch rund 40 % über den ersten Teil der Aufgabe nicht hinaus und scheitern an der 5. Wurzel.

Lösungserfolg	**59,5 % ± 35,0 %**

Der Lösungserfolg bleibt ähnlich wie bei der anderen Sachaufgabe um rund 20 Prozentpunkte hinter dem in den Geometrieaufgaben des Pflichtteils zurück. Die wesentlich geringere Streuung als bei P7 signalisiert, dass es bei dieser Aufgabe möglich war, Teilerfolge zu erzielen.

Vergleich mit Lehrereinschätzung
Die Schwierigkeit der Aufgabe wird eher unterschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritt
P8 ist die Pflichtaufgabe mit den meisten Lösungsschritten (7 Hilfsgrößen erforderlich), von denen aber 4 Schritte jeweils gleichartig sind.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,53	0,96	1,28	1,50	1,70	1,98	2,42

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 51 % und 68 % der Punkte.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 12,4 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt, was etwa dem durchschnittlichen Wert der Pflichtaufgaben entspricht und deutlich höher als bei der 1. Sachaufgabe liegt.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei P8	im Pflichtteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	**14,7% weniger Punkte (**)**	7,8% weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**13,1% weniger Punkte (**)**	11,4% weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	**3,5% weniger Punkte (*)**	0,9% mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**13,0% weniger Punkte (**)**	9,7% weniger Punkte

Auch bei dieser Sachaufgabe ist der Rückstand der Mädchen gegenüber den Jungen deutlich erhöht. In großen Orten ist der Rückstand gegenüber kleineren Orten ebenfalls höher als im Durchschnitt des Pflichtteils.
Die Unterschiede bei Lehrern kommen dadurch zustande, dass wie bei der anderen Sachaufgabe männliche Schüler deutlich von männlichen Lehrern profitieren.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	W1a	W1b	W2a	W2b	W3a	W3b
0,383	0,303	0,324	0,295	0,289	0,292	0,370	0,388	**0,427**	0,362	0,347	**0,479**	0,388

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in P8 und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,547.
Die Korrelationen mit den algebraischen Aufgaben (P1, W1b, W3a und W3b) sind höher als die mit der anderen Sachaufgabe. Das könnte mit den starken Algebraanforderungen im 2. Teil der Aufgabe zusammenhängen.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Wenn Schüler gelernt haben, Zinssätze in Wachstumsfaktoren umzuwandeln, ist der erste Teil relativ einfach zu bewältigen, wobei aber im letzten Schritt ein anderer Aufgabentyp auftritt (Prozentsatzberechnung). Im zweiten Teil geht es darum, zu erkennen, dass nicht ein arithmetisches Mittel zu berechnen ist, sondern die 5. Wurzel aus einem Wachstumsfaktor.

5.3.2 Analyse der Wahlaufgaben

Wahlaufgabe 1 (Körperberechnung)

Die Aufgabe wurde von 71,7 % der Schüler gewählt.

Wahlaufgabe 1a

Beschreibung

Hier geht es um die Zerlegung eines regelmäßigen Achtecks in gleichschenklige Teildreiecke und die Anwendung von tan, um dann eine Achtecksfläche sowie Manteldreiecke zur Gewinnung der Pyramidenoberfläche berechnen zu können.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	n.b.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**2,5 Pkt.**	**3 Pkt.**	**3,5 Pkt.**	**4 Pkt.**	**zu leicht**	**zu schw.**
Anteile	4,9%	12,8%	6,6%	5,8%	4,7%	6,3%	6,1%	10,8%	10,7%	31,4%		
auf-summ.	**4,9%**	**17,6%**	**24,2%**	**30,0%**	**34,7%**	**41,0%**	**47,1%**	**57,9%**	**68,6%**	**100%**	**4,8%**	**2,1%**

Ungefähr ein Sechstel der Schüler kommt mit der Aufgabe nicht zurecht, knapp ein Drittel erreicht die volle Punktezahl.

Lösungserfolg	**59,9 % ± 38,6 %**

Der Lösungserfolg ist um 15 Prozentpunkte geringer als bei der entsprechenden Pflichtaufgabe P3 mit der Oberflächenberechnung einer quadratischen Pyramide. Der Erfolg entspricht der Note 3.

Vergleich mit Lehrereinschätzung

Die Schwierigkeit dieser Aufgabe wird eher unterschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte

Da keine Skizze vorgegeben ist, ist vor allem die erste der 5 notwendigen Hilfsgrößen nicht ohne weiteres zu erkennen (Bestimmung des Mittelpunktswinkels im Achteck).

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,00	1,12	1,97	2,41	2,79	3,28	3,85

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 49 % und 70 % der Punkte.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 15,8 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt, was einen durchschnittlichen Wert bedeutet.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei W 1a	im Wahlteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	**12,0% weniger Punkte (**)**	7,2% weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**19,1% weniger Punkte (**)**	20,4% weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	**4,7% mehr Punkte (**)**	3,4% mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**15,5% weniger Punkte (**)**	20,4% weniger Punkte

Der Rückstand von weiblichen Schülern ist hier deutlich höher als bei anderen Körperberechnungsaufgaben. Der Rückstand von ausländischen Schülern und von Schülern in größeren Orten ist ebenfalls deutlich erhöht, entspricht aber ungefähr dem Rückstand in den anderen Wahlaufgaben.
Der höhere Erfolg von Lehrerinnen tritt vor allem bei Schülerinnen auf: Weibliche Schüler (insbesondere deutsche und ausländische) profitieren sehr stark von weiblichen Lehrern.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W1b	W2a	W2b	W3a	W3b
0,415	0,346	**0,440**	0,325	0,374	0,380	0,315	0,388	0,472	0,418	0,354	**0,578**	0,460

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in W1a und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,625.
Die Aufgabe korreliert überraschenderweise am höchsten mit der Algebraaufgabe W3a; die Korrelationen mit den anderen Körperberechnungsaufgaben sind deutlich geringer, aber immer noch beträchtlich hoch (außer mit P4).

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Der trigonometrische Einstieg in die Achtecksberechnung war für manche Schüler möglicherweise unzugänglich. Trotzdem war der Lösungserfolg passabel.

Anmerkung zur Wortwahl „achtseitige Pyramide“

Der Begriff ist unglücklich gewählt, da in der Raumgeometrie der Begriff „Seiten“ sowohl Flächen als auch Kanten bezeichnen kann. Er sollte deshalb vermieden werden. Zusätzlich kann irritieren, dass ein neunflächiger Körper als achtseitig bezeichnet wird.
Mit dem Begriff Achteckspyramide wird (in Analogie zu „quadratische Pyramide“ oder „Rechteckspyramide“) die Form der Grundfläche deutlicher angesprochen.

Wahlaufgabe 1b

Beschreibung

Aus gegebenen Teilvolumina soll die Oberfläche eines aus Kegelstumpf und Halbkugel zusammengesetzten Körpers berechnet werden. Die Aufgabe enthält neben hohen algebraischen Anforderungen (gegebene Größen in Abhängigkeit von e und z.T. als Vielfache von π; Kubikwurzel, Formel umstellen) auch beträchtliche geometrische Anforderungen (Kreisring in Schnittzeichnung erkennen, Hilfsdreieck zeichnen, Zusammensetzung der Oberfläche aus Teilflächen).

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	n.b.	0 Pkt.	0,5 Pkt.	1 Pkt.	1,5 Pkt.	2 Pkt.	2,5 Pkt.	3 Pkt.	3,5 Pkt.	4 Pkt.	zu leicht	zu schwer
Anteile	15,2%	19,0%	9,5%	7,0%	6,3%	6,3%	5,9%	6,8%	4,3%	19,6%	**0,3%**	**5,7%**
auf-summ.	**15,2%**	**34,2%**	**43,8%**	**50,8%**	**57,1%**	**63,5%**	**69,3%**	**76,2%**	**80,4%**	**100%**		

Gut einem Drittel der Schüler gelingt nicht einmal ein Einstieg in die Aufgabe; die volle Punktezahl erreicht nur ein Fünftel der Schüler.

Lösungserfolg **40,6 % ± 39,4 %**

Der Erfolg entspricht der Note 4 und bleibt um 20 Prozentpunkte (entsprechend 1 Notenstufe) hinter dem des a-Teils der Aufgabe zurück.

Vergleich mit Lehrereinschätzung

Die Schwierigkeit wird in der Tendenz richtig eingeschätzt, aber eher noch unterschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte

Mit 9 zu ermittelnden Hilfsgrößen ist die Aufgabe recht umfangreich und zu Beginn kaum überschaubar. Bei der Rechnung müssen 3 verschiedene Radien unterschieden werden.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,00	0,55	1,08	1,56	2,03	2,69	3,58

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 27 % und 51 % der Punkte. Während beim a-Teil nur ein Viertel der Klassen weniger als die Hälfte der Punkte erreichen, sind es hier drei Viertel der Klassen.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 16,5 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt, was weitgehend dem Durchschnitt entspricht.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei W 1b	im gesamten Wahlteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	3,0 % mehr Punkte (ns)	7,2 % weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**19,0 % weniger Punkte (**)**	20,4 % weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	2,0 % mehr Punkte (ns)	3,4 % mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**12,4 % weniger Punkte (**)**	20,4 % weniger Punkte

Während der Rückstand der ausländischen Schüler und der Schüler in großen Orten ähnlich hoch ist wie im a-Teil, sind Mädchen - im Unterschied zum a-Teil – ungefähr gleich erfolgreich wie Jungen. Bei den Lehrern ergeben sich signifikante Unterschiede, wenn man Schülerinnen und Schüler getrennt betrachtet: Weibliche Schüler (insbesondere Aussiedler und ausländische) profitieren von weiblichen Lehrern.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W1a	W2a	**W2b**	**W3a**	**W3b**
0,511	0,417	0,359	0,325	0,321	0,333	0,278	0,427	0,472	0,403	**0,567**	**0,642**	**0,585**

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in W1b und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,663.
Die Aufgabe korreliert am höchsten mit den algebraischen Aufgaben P1, W2b, W3a und W3b.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Wie die Auswertung früherer Prüfungen gezeigt hat, haben Aufgaben, bei denen in Abhängigkeit von e gerechnet werden muss, eine hohe Misserfolgswahrscheinlichkeit (vgl. Kapitel 1.2). Eine weitere Schwierigkeit bei dieser Aufgabe ist die relativ hohe Anzahl von Zwischenschritten.

Wahlaufgabe 2 (Trigonometrie)

Die Aufgabe wurde von 73,0 % der Schüler gewählt.

Wahlaufgabe 2a

Beschreibung

In einem Viereck sollen zwei Winkel berechnet werden. Dazu müssen zwei Hilfslinien eingezeichnet werden, von denen jeweils zunächst nur ein Punkt bekannt ist. Die Berechnungen erfordern alle drei trigonometrischen Funktionen, um damit Strecken bzw. mit den Umkehrfunktionen Winkel bestimmen zu können.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	n.b.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**2,5 Pkt.**	**3 Pkt.**	**3,5 Pkt.**	**4 Pkt.**	**4,5 Pkt.**	**5 Pkt.**	zu leicht	zu schw.
Ant.	3,2%	7,0%	9,4%	11,4%	6,8%	5,9%	6,3%	6,6%	4,6%	8,5%	10,9%	19,4%	**0,6%**	**6,6%**
auf-sum	**3,2%**	**10,2%**	**19,6%**	**31,0%**	**37,8%**	**43,7%**	**50,0%**	**56,6%**	**61,2%**	**69,7%**	**80,6%**	**100%**		

90 % der Schüler finden einen Einstieg in die Aufgabe; die volle Punktezahl erreichen aber nur 20 %.

Lösungserfolg	**53,9 % ± 35,9 %**

Der Erfolg entspricht ungefähr der Note 3,3 und ist damit passabel angesichts der erhöhten Anforderungen des Wahlteils.

Vergleich mit Lehrereinschätzung

Die Schwierigkeit der Aufgabe wird einigermaßen realistisch eingeschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte

Mit rund 15 Schritten ist dieses die umfangreichste Aufgabe der Prüfung. Die Schrittfolge ist dadurch vorstrukturiert, dass im 1. Schritt eine erste gesuchte Größe und nach der Hälfte der Schritte eine weitere gesuchte Größe erreicht wird.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,50	1,42	2,21	2,73	3,15	3,72	4,55

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 44% und 63% der Punkte.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 13,8 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt, ein Wert, der etwas unter dem Durchschnitt des Wahlteils liegt.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei W 2a	Im Wahlteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	**10,3% weniger Punkte (**)**	7,2% weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**15,8% weniger Punkte (**)**	20,4% weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	0,0% mehr Punkte (ns)	3,4% mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**15,4% weniger Punkte (**)**	20,4% weniger Punkte

Bei Mädchen, ausländischen Schülern und Schülern in größeren Orten gibt es beträchtliche Rückstände, die in einer ähnlichen Größenordnung wie bei W1a liegen. Bei Lehrern sind zwei gegensätzliche Effekte zu beobachten: Weibliche (insbesondere deutsche) Schüler profitieren von weiblichen Lehrern, männliche Schüler (insbesondere deutsche) profitieren von männlichen Lehrern.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W1a	W1b	W2b	W3a	W3b
0,382	0,318	0,363	0,306	0,365	**0,411**	0,271	0,362	0,418	0,403	0,424	**0,508**	0,386

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in W2a und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,616.
Die Aufgabe korreliert am höchsten mit der Algebraaufgabe W3a. Deutlich geringer sind die Korrelationen mit den anderen Wahlaufgaben und mit der trigonometrischen Pflichtaufgabe P6.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Angesichts der Vielzahl der Schritte ist der erzielte Erfolg nicht selbstverständlich. Durch die Zwischenfragen wird der Einstieg in die Aufgabe und das Erreichen mindestens von Teilergebnissen erleichtert.

Wahlaufgabe 2b

Beschreibung

In der Aufgabe geht es um das Ausnützen der Beziehungen in einem Dreieck mit Winkeln von 30°, 60° und 90° (in ungewöhnlicher Lage und mit gegebener Höhe 2e) und um das Rechnen mit Wurzeltermen in Kombination mit Brüchen ohne Verwendung des Taschenrechners.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	nicht bearb.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**2,5 Pkt.**	**3 Pkt.**	**zu leicht**	**Zu Schwer**
Anteile	27,0%	29,4%	9,7%	11,9%	8,5%	5,0%	2,7%	5,9%	**0,0%**	**14,3%**
auf-summ.	**27,0%**	**56,4%**	**66,1%**	**78,0%**	**86,5%**	**91,5%**	**94,1%**	**100%**		

Über die Hälfte der Schüler findet überhaupt keinen Zugang zur Aufgabe, über 3/4 der Schüler schafft höchstens 1 Punkt; die volle Punktezahl erreichen nur 6 %.

Lösungserfolg	**21,2 % ± 30,2 %**

Der erzielte Lösungserfolg entspricht ungefähr der Note 5 und signalisiert einen völligen Misserfolg.

Vergleich mit Lehrereinschätzung

Die Aufgabe wird zutreffend als die schwierigste von allen erkannt. Allerdings wird die Schwierigkeit trotzdem stark unterschätzt, da nur jeder 7. Lehrer die Aufgabe für zu schwer hält.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte

Für die Aufgabe sind nur 3 Lösungsschritte erforderlich. Jeder dieser Schritte übersteigt aber im Anforderungsniveau beträchtlich die Anforderungen der anderen Aufgaben.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,00	0,14	0,38	0,59	0,84	1,22	2,14

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 13 % und 28 % der Punkte und in 95 % der Klassen wird weniger als 41 % der möglichen Punkte erreicht.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 13,1 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt, ein Wert, der etwas unter dem Durchschnitt des Wahlteils liegt.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei W 2b	im Wahlteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	1,0% mehr Punkte (ns)	7,2% weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**22,5% weniger Punkte (**)**	20,4% weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	**8,1% mehr Punkte (*)**	3,4% mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**29,0% weniger Punkte (**)**	20,4% weniger Punkte

Bei ausländischen Schülern und Schülern in größeren Orten ist der Rückstand überdurchschnittlich hoch. Zwischen Mädchen und Jungen ist im Misserfolg kein Unterschied festzustellen.
Der Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Lehrern kommt daher, dass weibliche Schüler (unabhängig von der Herkunft) sehr stark von weiblichen Lehrern profitieren.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W1a	W1b	W2a	W3a	W3b
0,430	0,337	0,284	0,236	0,250	0,256	0,245	0,347	0,354	**0,567**	0,424	**0,530**	0,465

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in W2b und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,586.
Die hohen Korrelationen mit P1, W1b, W3a und W3b verdeutlichen, wie stark in dieser Aufgabe die algebraischen Anforderungen dominieren.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Obwohl die Aufgabe relativ wenig Schritte erfordert, ist sie für die meisten Schüler unlösbar. Das Fiasko dieser Aufgabe ist, dass die wenigen Schritte dieser Aufgabe jeweils ein so hohes Schwierigkeitsniveau haben, dass sie für die überwiegende Mehrzahl der Schüler unbegehbar werden.

Wahlaufgabe 3 (Algebra)

Die Aufgabe wurde von nur 55,3 % der Schüler gewählt.

Wahlaufgabe 3a

Beschreibung

Die Aufgabe erfordert das Umgehen mit Formvariablen, das Zeichnen von Parabeln, sowie die Fähigkeiten, Schnittpunkte zu berechnen und die Gleichung einer Geraden durch zwei Punkte aufzustellen.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	n.b.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**2,5 Pkt.**	**3 Pkt.**	**3,5 Pkt.**	**4 Pkt.**	**4,5 Pkt.**	**5 Pkt.**	zu leicht	zu schw.
Ant.	9,6%	15,8%	12,9%	5,8%	5,6%	5,4%	5,5%	5,0%	6,4%	6,6%	6,1%	15,3%	**0,6%**	**4,8%**
auf-sum.	**9,6%**	**25,4%**	**38,2%**	**44,1%**	**49,7%**	**55,1%**	**60,6%**	**65,6%**	**72,0%**	**78,6%**	**84,7%**	**100%**		

Das Lösungsverhalten ist ähnlich wie bei der verwandten Pflichtaufgabe P1: Ungefähr 10 % Nichtbearbeitung, ungefähr die Hälfte der Schüler erreicht weniger als 1/3 der Punkte und gut 1/5 erreicht 90 % der Punkte oder mehr.

Lösungserfolg	**42,6 % ± 37,9 %**

Der Lösungserfolg entspricht ungefähr der Note 3,8 und ist damit auch für eine Wahlaufgabe eher enttäuschend niedrig.

Vergleich mit Lehrereinschätzung

Die Schwierigkeit der Aufgabe wird tendenziell richtig bewertet, aber im Ausmaß eher unterschätzt.

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte

Die meisten der 12 Lösungsschritte in der Aufgabe sind durch gesuchte Größen im Aufgabentext schon kenntlich gemacht. Entscheidender als die Anzahl der Schritte ist hier die Frage, wie weit bei den Schülern relativ spezielle Algebrakenntnisse verfügbar sind.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,00	0,64	1,48	2,08	2,68	3,42	4,75

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 30 % und 54 % der Punkte. Auch dieses Lösungsverhalten entspricht weitgehend dem in Aufgabe P1.
Von der Streuung zwischen den Schülern waren 18,2 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt. Der Wert ist der höchste von allen Aufgaben. Er lässt erkennen, dass es sehr von der Klasse abhängt, ob die für die Aufgabe erforderlichen Spezialkenntnisse vermittelt und trainiert wurden.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei W 3a	im Wahlteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	**6,8% weniger Punkte (**)**	7,2% weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**25,6% weniger Punkte (**)**	20,4% weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	**5,0% mehr Punkte (*)**	3,4% mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**26,4% weniger Punkte (**)**	20,4% weniger Punkte

Im Unterschied zu den anderen Algebraaufgaben liegen hier die Mädchen deutlich hinter den Jungen zurück. Der Rückstand der ausländischen Schüler und der Schüler in größeren Orten ist wie in der Aufgabe P1 überdurchschnittlich hoch.
Der größere Erfolg bei weiblichen Lehrern kommt dadurch zustande, dass weibliche Schüler (insbesondere Aussiedler und deutsche) deutlich von weiblichen Lehrern profitieren.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W1a	W1b	W2a	W2b	W3b
0,659	0,431	0,434	0,354	0,371	0,402	0,334	0,479	**0,578**	**0,642**	**0,508**	**0,530**	**0,563**

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in W3a und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,724. Dieser Wert übertrifft den aller anderen Aufgaben deutlich. Als Einzelaufgabe liefert sie – bei den Schülern die sie gewählt haben – die beste Prognose für den Gesamterfolg in der Prüfung.
Die Korrelation mit P1 ist der höchste Wert, der bei den Korrelationen zwischen den Aufgaben vorkommt. Außerdem besteht auch ein enger Zusammenhang mit allen anderen Wahlaufgaben.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Die Aufgabe ist in ihrer Schrittfolge durchsichtig, stellt aber in den einzelnen Schritten hohe und relativ spezielle algebraische Anforderungen.

Wahlaufgabe 3b

Beschreibung

Die Aufgabe erfordert wichtige Kenntnisse aus dem 8. Schuljahr (binomische Formeln, Lösen von Bruchgleichungen) sowie das Lösen von quadratischen Gleichungen.

Punkteverteilung und Schwierigkeitseinschätzung der Lehrer

	nicht bearb.	**0 Pkt.**	**0,5 Pkt.**	**1 Pkt.**	**1,5 Pkt.**	**2 Pkt.**	**2,5 Pkt.**	**3 Pkt.**	**zu leicht**	**zu schwer**
Anteile	10,7%	23,3%	24,1%	9,9%	6,5%	5,7%	6,6%	13,3%	**0,1%**	**11,6%**
auf-summ.	**10,7%**	**33,9%**	**58,1%**	**68,0%**	**74,5%**	**80,1%**	**86,7%**	**100%**		

Rund ein Drittel der Schüler finden keinen Zugang zur Aufgabe und nur ein gutes Achtel erreicht die volle Punktezahl.

Lösungserfolg **33,1 % ± 35,8 %**

Der erreichte Prozentsatz entspricht etwa der Note 4,3 und signalisiert damit einen deutlichen Misserfolg.

Vergleich mit Lehrereinschätzung

Die Schwierigkeit der Aufgabe wird in der Tendenz richtig erkannt, im quantitativen Ausmaß eher noch unterschätzt (nur jeder 9. Lehrer hält die Aufgabe für zu schwer).

Vergleich mit Anzahl der Lösungsschritte

Die Lösungsschritte sind durch das Verfahren vorgegeben, sind aber für viele Schüler wegen der stark wechselnden Gesichtspunkte nicht einfach durchzuführen: Nenner = 0 ausschließen, binomische Formel ausklammern, Hauptnenner finden, erweitern und dabei mehrfach Klammern beachten, ausmultiplizieren, umformen, Lösungsformel anwenden und Lösungen mit der Definitionsmenge vergleichen.

Wie viel Prozent der Klassen lagen unter welchem Punktedurchschnitt?

Klassenanteile	min	5%	25%	50%	75%	95%	max
Erreichter Punktedurchschnitt	0,00	0,25	0,64	0,94	1,27	1,77	2,59

Die mittlere Hälfte der Klassen erreichte zwischen 21 % und 42 % der Punkte. Nur 5 % der Klassen kommen auf einen durchschnittlichen Erfolg von mindestens 60 % der Punkte.

Von der Streuung zwischen den Schülern waren 17,6 % durch die Zugehörigkeit zur Klasse bestimmt. Der hohe Wert zeigt, dass auch bei dieser Aufgabe der Erfolg sehr stark davon bestimmt ist, wie weit die notwendigen algebraischen Verfahren vermittelt und geübt wurden.

Besonderheiten bei einzelnen Schülergruppen

	bei W 3b	im Wahlteil
weibliche Schüler im Vergleich zu männlichen	0,6% mehr Punkte (ns)	7,2% weniger Punkte
ausländische Schüler im Vergleich zu deutschen	**20,9% weniger Punkte (**)**	20,4% weniger Punkte
mit weiblichem Lehrer im Vgl. zu männlichem L.	**5,1% mehr Punkte (*)**	3,4% mehr Punkte
in Orten >50 000 im Vgl. zu Orten < 50 000	**21,6% weniger Punkte (**)**	20,4% weniger Punkte

Ähnlich wie bei der Aufgabe P2 gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen. Der Rückstand der ausländischen Schüler und der Schüler in großen Orten ist ungefähr gleich hoch wie im gesamten Wahlteil.
Der größere Erfolg bei weiblichen Lehrern tritt in erster Linie bei Schülerinnen auf: Weibliche Schüler (unabhängig von der Herkunft) profitieren stark von weiblichen Lehrern.

Übersicht über Korrelation mit anderen Aufgaben

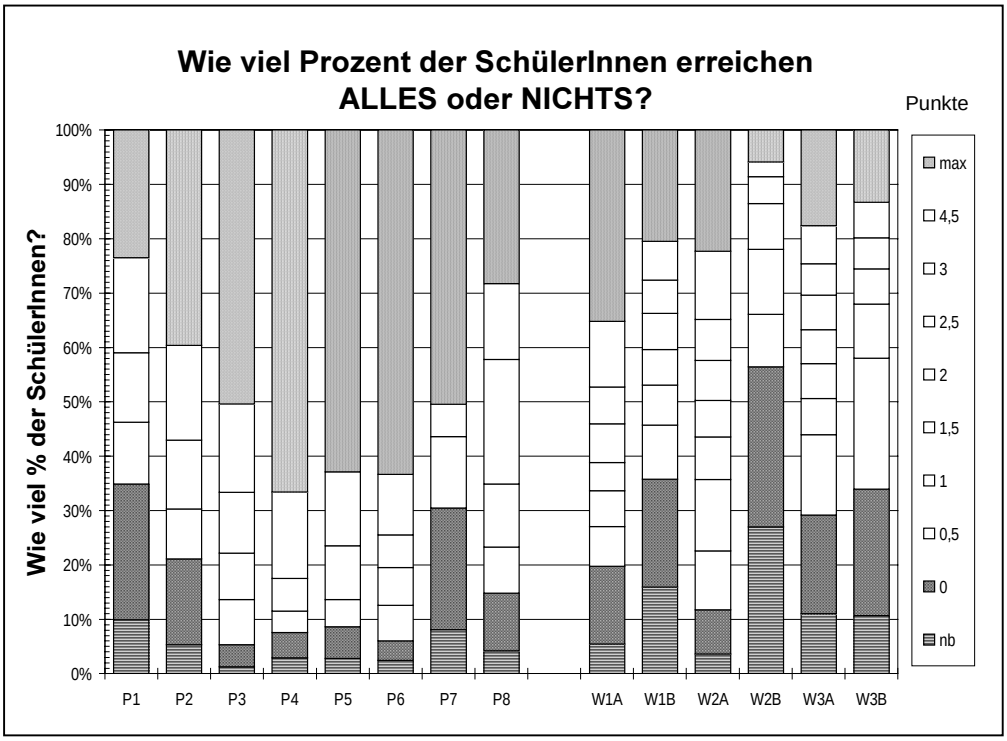
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W1a	W1b	W2a	W2b	W3a
0,469	0,386	0,326	0,282	0,296	0,311	0,274	0,388	0,460	**0,585**	0,386	0,465	**0,563**

Die Korrelation zwischen der Punktezahl in W3b und der Punktezahl in allen anderen Aufgaben (*Trennschärfe*) betrug 0,601.
Die Korrelation mit den anderen Aufgaben algebraischen Inhalts ist recht hoch. Eine Ausnahme bildet die deutlich niedrigere Korrelation mit P2.

Mögliche Gründe für Erfolg bzw. Misserfolg
Der deutliche Misserfolg bei dieser Aufgabe kann damit zusammenhängen, dass hier komplexe algebraische Kenntnisse aus dem 8. Schuljahr im Vordergrund stehen, die laut Lehrplan zwar im 10. Schuljahr aufgefrischt werden sollten, was aber offensichtlich nicht in allen Klassen erfolgreich umgesetzt wird.

5.3.3 Die Reihenfolge der Aufgaben

In der nachfolgenden Grafik ist die Punkteverteilung bei allen Prüfungsaufgaben dargestellt. Im unteren Teil ist erkennbar, wo die Hürden (nicht bearbeitet, 0 Punkte) besonders hoch waren. Im oberen Teil wird deutlich, wie viel Prozent der Schüler jeweils die volle Punktzahl erreicht haben. Ist der mittlere Teil relativ schmal, handelt es sich um eine „entweder – oder - Aufgabe". Gleichzeitig kann man aus der Grafik erkennen, wo die Reihenfolge der Aufgaben pädagogisch nicht sinnvoll gewählt ist, z.B. wenn schwere Aufgaben als Einstieg in die Prüfung gestellt werden.



Grafik 16: Detaillierter Lösungserfolg der Prüfungsaufgaben

Offensichtlich waren die Algebraaufgaben am Anfang des **Pflichtteils** eine hohe Einstiegshürde waren.
10 % der Schüler nahmen die 1. Aufgabe überhaupt nicht in Angriff. Mit 0 Punkten (*nicht bearbeitet* oder *alles falsch*) scheiterte gut 1/3 der Schüler an der 1. Aufgabe und gut 1/5 der Schüler an der 2. Aufgabe.
Von da aus wäre es günstiger, in der Prüfung mit den Geometrieaufgaben zu beginnen, da hier die Misserfolgsquote (*nicht bearbeitet* oder *alles falsch*) in allen Pflichtaufgaben unter 10 % liegt. Die Algebraaufgaben sollten als schwierigste Aufgaben am Ende des Pflichtteils stehen.
Unabhängig davon wäre es sinnvoll in den Prüfungen verschiedener Jahre eine konstante Reihenfolge einzuhalten.

Die Reihenfolge *Körperberechnung, Trigonometrie, Algebra* bei den **Wahlaufgaben** erscheint angemessen.
Allerdings fällt die Aufgabe W2b mit einer Misserfolgsquote von über 50 % völlig aus dem Rahmen.
Bei den Wahlaufgaben W1a und W2a bleibt die Misserfolgsquote immerhin unter 20 %, bei denen der Algebra (W3a und W3b) liegt sie ähnlich hoch wie bei den algebraischen Pflichtaufgaben.

5.4 Zusammenfassende Analysen

In den folgenden Analysen werden komplexere statistische Verfahren angewendet.
Die gemeinsame **Grundidee** ist: Die Datensätze aller Schüler werden verglichen mit dem Ziel, Informationen über Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit (Abstand) der Datensätze zu gewinnen und daraus etwas über Zusammenhänge zwischen den Aufgaben ablesen zu können.
Durch Korrelationsberechnungen (Faktorenanalyse) oder durch Berechnung der Abstände zwischen den Datensätzen der Schüler (Clusteranalyse) werden ähnliche Muster im Lösungsverhalten identifiziert.
Man versucht dabei so zu vergröbern, dass einerseits übersichtliche Muster entstehen (Darstellung in wenigen Dimensionen bei der Faktorenanalyse; Zusammenfassung in eine überschaubare Anzahl von Schülergruppen (Cluster) bei der Clusteranalyse), andererseits aber möglichst viel Information erhalten bleibt (bei der Faktorenanalyse durch Erhöhung der Anzahl der Faktoren, wodurch sich der Anteil der erklärten Varianz erhöht; bei der Clusteranalyse durch Erhöhung der Anzahl der Cluster).
Mit der **Faktorenanalyse** kann man wesentliche Dimensionen (Faktoren) identifizieren und beschreiben, die im Lösungserfolg der Schüler stecken. Die Darstellung in einem mehrdimensionalen Raum macht sichtbar, welche Aufgaben in Bezug auf das Lösungsverhalten nahe und welche weit voneinander entfernt liegen.
Mit der **Clusteranalyse** erhält man verschiedene Gruppen von Schülern, die ein ähnliches Lösungsverhalten aufweisen. Von jeder Gruppe kann man den durchschnittlichen Erfolg bei jeder Aufgabe bestimmen und so erkennen, welche Typen des Lösungserfolgs bei den Schülern vorkommen, und in welcher hierarchischen Ordnung diese Typen zueinander stehen.
Die Anzahl der ausgewählten Faktoren oder Cluster ergibt sich nicht zwingend, sondern hängt von der subjektiven Einschätzung der Auswerter ab. Ein Kriterium ist die Interpretierbarkeit der Faktoren bzw. Cluster.

Ein methodisches Problem bei der Auswertung der Prüfung 1998 entsteht dadurch, dass nur die Pflichtaufgaben von allen Schülern bearbeitet wurden, während es bei den Wahlaufgaben 3 verschiedene Populationen gibt: Wahlgruppe W1/W2 mit 9458 Schülern, Wahlgruppe W1/W3 mit 5713 Schülern und Wahlgruppe W2/W3 mit 5985 Schülern. (Wie Schüler, die mehr oder weniger Wahlaufgaben bearbeitet haben, diesen 3 Gruppen zugeordnet wurden, siehe Kapitel 3.5)
Wenn man die Wahlaufgaben in die Analyse einbezieht, muss man also 3 Populationen getrennt betrachten und die Pflichtaufgaben zusammen mit den Wahlaufgaben W1 und W2 oder W1 und W3 oder W2 und W3 analysieren.
Eine andere Möglichkeit wäre es, die Pflichtaufgaben jeweils zusammen nur mit einer Wahlaufgabe zu betrachten. Man erhält dann 3 sich überschneidende Populationen: W1 wurde von insgesamt 15171 Schülern gewählt, W2 von insgesamt 15443 Schülern und W3 von insgesamt 11698 Schülern.
Im folgenden wird die erste dieser beiden Möglichkeiten gewählt.

In der nachfolgenden Analyse werden bei jedem der beiden Verfahren zuerst die Zusammenhänge der Pflichtaufgaben bei der gesamten Schülerpopulation analysiert. Dann werden die Pflichtaufgaben zusammen mit den 3 möglichen Wahlaufgaben jeweils getrennt für die 3 Populationen W1/W2, W1/W3 und W2/W3 untersucht.

5.4.1 Faktorenanalyse

Die Ergebnisse der Faktorenanalyse (SPSS: Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse; Rotationsmethode: Oblimin mit Kaiser-Normierung) sind jeweils in einer Mustermatrix zusammengestellt. In den Zeilen stehen die Faktoren (Dimensionen), die extrahiert wurden, in den Spalten der Matrix stehen die Prüfungsaufgaben.
Die Zahlen in den Zellen der Matrix sind – mathematisch gesprochen – die Koordinaten bezüglich der Dimensionsachsen, oder – in der Terminologie der psychologischen Forschungsliteratur – die Ladungen der Prüfungsaufgaben auf den Faktoren. Sie geben bei orthogonalen Achsen die Korrelation zwischen Prüfungsaufgabe und Faktor an.
Die Faktoren lassen sich inhaltlich interpretieren, wenn man untersucht, welche Prüfungsaufgaben jeweils hoch auf dem Faktor laden (fette Markierung bei Ladungen über 0,5) und welche nicht.

Pflichtaufgaben (n=21156)

Durch die folgenden 3 Faktoren ist 61 % der Varianz erklärt. In der Mustermatrix sind die relevanten Ladungen fett hervorgehoben.

	Algebra		Körperberech.		Trigonometrie		Sachrechnen	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Faktor 1	,02	,03	**,61**	**,57**	**,80**	**,81**	-,01	,08
Faktor 2	,12	-,07	,08	-,04	,05	-,05	**,94**	**,60**
Faktor 3	**,74**	**,84**	,13	,18	-,13	-,04	-,10	,29

Die Faktoren lassen sich inhaltlich gut interpretieren:

Faktor 1 ist ein **Geometriefaktor**, der stark durch die beiden Trigonometrieaufgaben (P5 und P6) und etwas schwächer durch die beiden Körperberechnungsaufgaben (P3 und P4) bestimmt ist.

Faktor 2 ist ein **Sachrechenfaktor** (mit sehr hoher Ladung von P7)

Faktor 3 ist ein **Algebrafaktor** mit hohen Ladungen von P1 und P2.

Demnach spiegelt sich die inhaltliche Nähe der Aufgaben auch im Lösungsverhalten der Schüler wider.

Pflichtaufgaben mit W1/W2 (n= 9458 Schüler)

Fasst man in einer groben Analyse zunächst Pflichtaufgaben und Teilaufgaben im Wahlbereich nach Stoffgebieten zusammen, so kann man mit der Extraktion von 3 Faktoren 76 % der Varianz erklären. Die Mustermatrix sieht wie folgt aus:

	Algebra P1/P2	Körperber. P3/P4	Trigon. P5/P6	Sachrech. P7/P8	Körperber. W1	Trigon. W2
Faktor 1	**,96**	,08	-,04	,00	**,69**	**,68**
Faktor 2	-,12	**,75**	**,91**	-,03	,14	,18
Faktor 3	-,06	,03	-,03	**1,00**	,13	,05

Die neue Information dieser Matrix ist, dass die beiden geometrischen Wahlaufgaben nicht auf dem geometrischen Faktor 2, sondern auf dem algebraischen Faktor 1 am höchsten laden.

Bei differenzierter Betrachtung aller Aufgaben und Aufgabenteile ist es sinnvoll 4 Faktoren zu extrahieren. Dadurch werden 60 % der Varianz erklärt. Man erhält folgende Mustermatrix.

	Algebra		Körperber.		Trigonometrie		Sachrech.		Körperber.		Trigonometrie	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W1a	W1b	W2a	W2b
Faktor 1	**,75**	**,60**	,03	,01	-,07	-,02	-,12	,22	,28	**,76**	,36	**,81**
Faktor 2	-,01	-,03	,33	-,03	**,78**	**,78**	-,03	,00	,30	,02	**,53**	,02
Faktor 3	,02	-,07	,08	,03	,03	-,07	**,96**	**,59**	,23	,05	,07	,04
Faktor 4	-,01	,23	,46	**,90**	-,01	,07	-,03	,09	,14	,04	-,10	-,13

Durch die Extraktion von 4 Faktoren erhält man erwartungsgemäß wieder einen **Algebrafaktor** (Faktor 1), einen **Sachrechenfaktor** (Faktor 3) und eine Aufspaltung des Geometriefaktors in **Trigonometrie** (Faktor 2) und **Körperberechnung** (Faktor 4).

Wie schon nach Betrachtung der Korrelationen in der Aufgabenanalyse zu erwarten (siehe Kapitel 5.3.2), zeigen die hohen Ladungen der b-Teile der Wahlaufgaben W1 und W2 auf dem Algebrafaktor, dass diese Aufgaben für Schüler im wesentlichen algebraische Aufgaben sind.

Überraschend ist hier vor allem der Faktor 4, auf dem nur die zweite Körperberechnungsaufgabe P4 hoch lädt, während in P3 der trigonometrische Anteil dieser Aufgabe auch eine Rolle zu spielen scheint und auch der a-Teil von W1 zwar schwache Zusammenhänge mit dem Algebra- und dem Trigonometriefaktor zeigt, aber keine mit dem Faktor 4.

Die Gemeinsamkeit von P4 und W1a, dass beide Aufgabentexte keine Skizze enthalten, scheint also für das Lösungsverhalten keine größere Rolle zu spielen.

Pflichtaufgaben mit W1/W3 (n= 5713 Schüler)

Fasst man in einer groben Analyse zunächst Pflichtaufgaben und Teilaufgaben im Wahlbereich nach Stoffgebieten zusammen, so kann man mit der Extraktion von 3 Faktoren 83 % der Varianz erklären. Die Mustermatrix sieht wie folgt aus:

	Algebra P1/P2	Körperber. P3/P4	Trigon. P5/P6	Sachrech. P7/P8	Körperber. W1	Algebra W3
Faktor 1	**,87**	-,06	,10	,02	**,67**	**,96**
Faktor 2	,08	**,91**	**,84**	,01	,16	-,10
Faktor 3	-,07	,05	,04	**,98**	,16	,04

Hier bestätigt sich das Bild, das man schon bei der Population W1/W2 bekommen hat: Es gibt einen **Algebrafaktor** (Faktor 1), einen **Geometriefaktor** (Faktor 2) und einen **Sachrechenfaktor** (Faktor 3). Die Wahlaufgabe 1 aus der Körperberechnung ist für Schüler in erster Linie eine Algebraaufgabe.

Verfeinert man die Analyse, so kann man wieder alle Aufgaben und Aufgabenteile getrennt betrachten. Durch Extraktion von 4 Faktoren wird 68 % der Varianz erklärt. Man erhält folgende Mustermatrix.

	Algebra		Körperber.		Trigonometrie		Sachrech.		Körperber.		Algebra	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W1a	W1b	W3a	W3b
Faktor 1	**,64**	,44	,02	-,14	-,03	,08	-,05	,28	,34	**,70**	**,76**	**,87**
Faktor 2	,21	-,07	**,65**	,17	**,84**	**,78**	-,02	,03	,44	,09	,15	-,07
Faktor 3	,04	-,04	,05	,07	,04	-,09	**,97**	**,50**	,18	,10	,05	-,01
Faktor 4	,01	**,54**	,17	**,86**	-,04	,04	-,03	,17	-,01	,05	-,02	-,02

Auch hier bleiben der **Algebrafaktor** (Faktor 1) und der **Sachrechenfaktor** (Faktor 3) erhalten, während sich der Geometriefaktor in **Trigonometrie** (Faktor 2) und **Körperberechnung** (Faktor 4) aufspaltet.
Die hohe Ladung von W1b auf dem Algebrafaktor unterstreicht wieder den stark algebraischen Charakter dieser Aufgabe.
Rätsel gibt auch hier der Faktor 4 auf. Während die Körperberechnungsaufgaben P3 (eher zur Trigonometrie gehörig) und W1a (nur eine gewisse Nähe zur Trigonometrie und zur Algebra erkennbar) keinen Zusammenhang mit diesem Faktor erkennen lassen, lädt neben der Körperberechnungsaufgabe P4 (Kugel/Kegelberechnungen) nur die Algebraaufgabe P2 (Lösung eines linearen Gleichungssystems) hoch auf diesem Faktor. Vielleicht ist demnach für diesen Faktor weniger die räumliche Geometrie als vielmehr ein eher algorithmisches Vorgehen kennzeichnend.

Pflichtaufgaben mit W2/W3 (n= 5985 Schüler)

Fasst man in einer groben Analyse zunächst Pflichtaufgaben und Teilaufgaben im Wahlbereich nach Stoffgebieten zusammen, so kann man mit der Extraktion von 3 Faktoren 78 % der Varianz erklären. Die Mustermatrix sieht wie folgt aus:

	Algebra P1/P2	Körperber. P3/P4	Trigon. P5/P6	Sachrech. P7/P8	Trigon. W2	Algebra W3
Faktor 1	**,91**	,04	-,00	,02	**,57**	**,90**
Faktor 2	,00	**,71**	**,94**	,01	,28	-,07
Faktor 3	-,08	,18	-,09	**,98**	,10	,07

Die 3 Faktoren decken sich wieder mit den Faktoren, die bei den anderen Populationen zu erkennen waren: **Algebra** (Faktor 1), **Geometrie** (Faktor 2), **Sachrechnen** (Faktor 3), wobei bei Wahlaufgabe 2 die Nähe zur Algebra bestimmend ist.

Bei getrennter Betrachtung aller Aufgaben und Aufgabenteile und Extraktion von 4 Faktoren werden 63 % der Varianz erklärt. Man erhält folgende Mustermatrix.

	Algebra		Körperber.		Trigonometrie		Sachrech.		Trigonometrie		Algebra	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	W2a	W2b	W3a	W3b
Faktor 1	**,65**	,33	,01	-,13	,01	,04	-,06	,23	,39	**,76**	**,73**	**,77**
Faktor 2	,05	-,12	,33	,16	**,83**	**,76**	-,05	,00	,46	,11	,07	-,06
Faktor 3	,02	-,06	,22	,08	,01	-,08	**,95**	**,61**	,12	,05	,08	,00
Faktor 4	,18	**,65**	,39	**,78**	-,05	,11	-,04	,08	-,00	-,15	,08	,03

Hier kann man im wesentlichen die gleichen Faktoren wie bei der Wahlgruppe W1/W3 erkennen:

Ein ausgeprägter **Algebrafaktor** (Faktor 1), auf dem neben P1, W3a und W3b auch wieder W2b hoch lädt, nicht aber die Algebraaufgabe P2 (lineares Gleichungssystem).

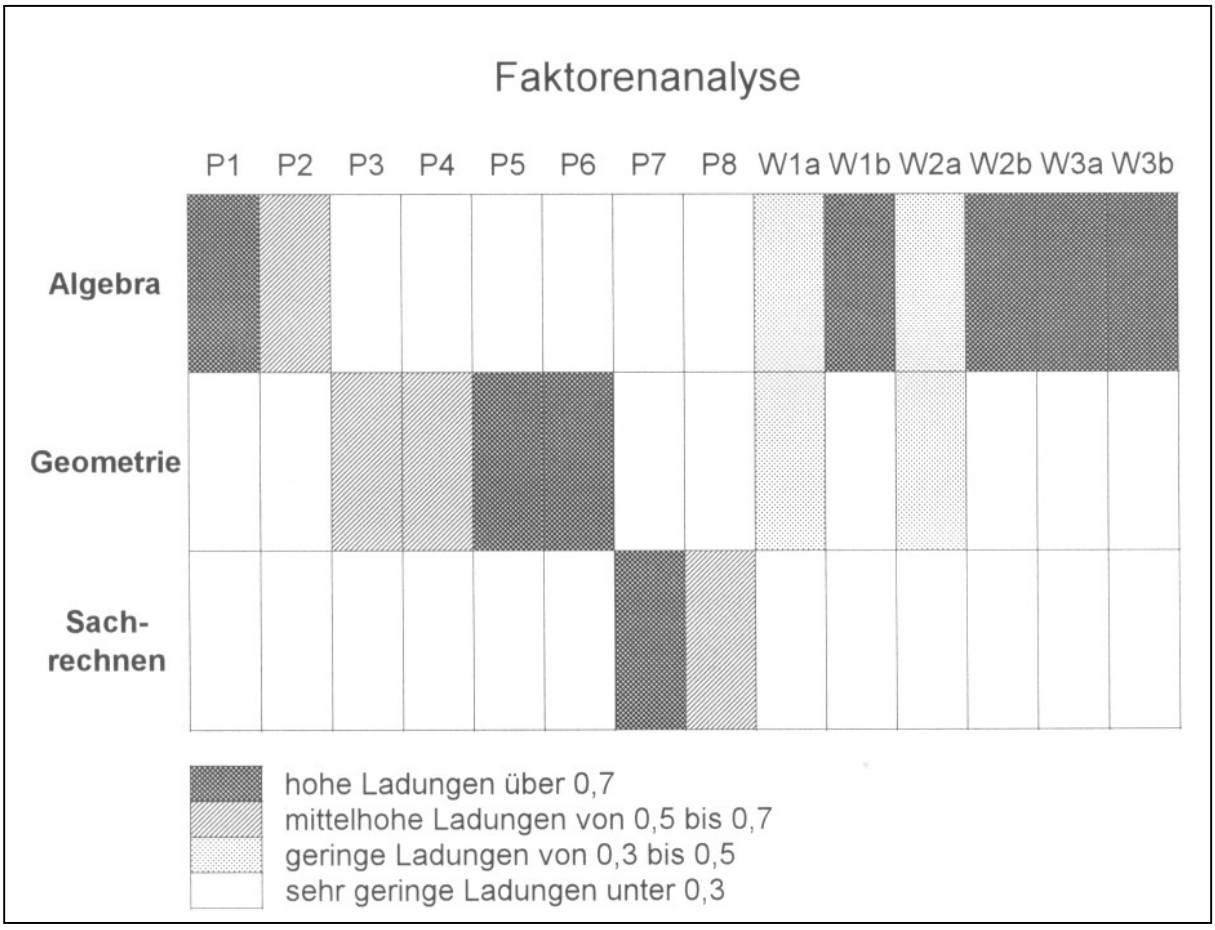
Ein **Trigonometriefaktor** (Faktor 2), auf dem die Pflichtaufgaben P5 und P6 hoch laden. Bei den Wahlaufgaben lässt nur W2a (mit fast gleicher Nähe zur Algebra) einen gewissen Zusammenhang erkennen.

Ein **Sachrechenfaktor** (Faktor 3) der stärker durch P7 als durch P8 bestimmt ist.

Ein weiterer Faktor 4, der am stärksten durch die Körperberechnungsaufgabe P4 und etwas schwächer durch die Algebraaufgabe P2 bestimmt ist und nur einen schwächeren Zusammenhang mit der anderen Körperberechnungsaufgabe P3 erkennen lässt. Er kann also wieder wie bei der Wahlgruppe W1/W3 vielleicht als ein Faktor beschrieben werden, bei dem es um stark algorithmisch bestimmte Aufgaben geht.

Zusammenfassung

Zusammengefasst ergibt sich bei den verschiedenen Populationen folgendes Bild:



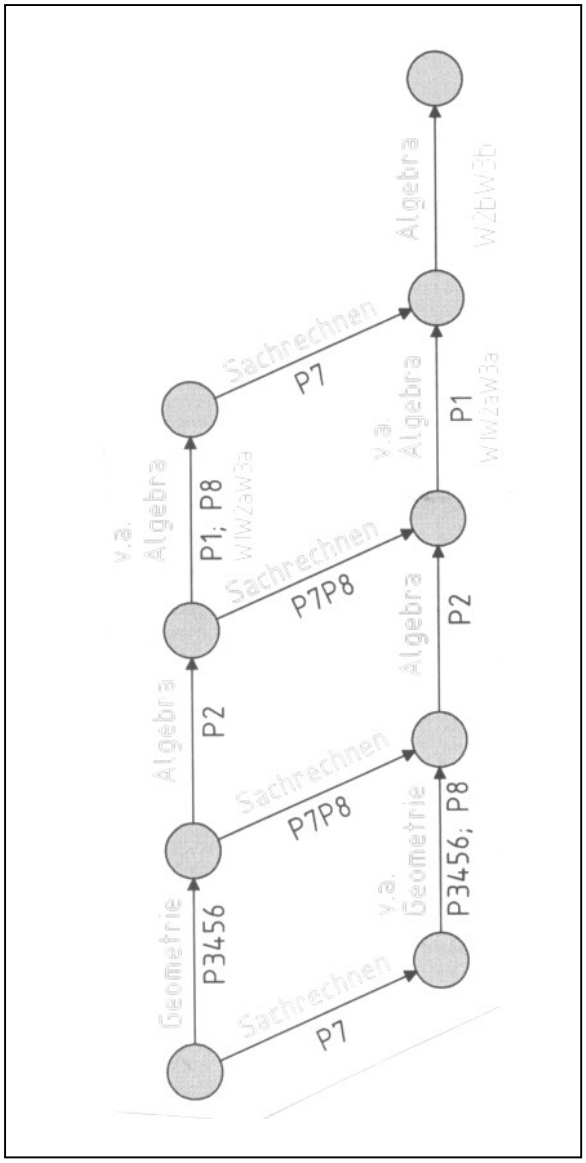
Grafik 17: Faktorenanalyse. Welche Aufgaben gehören zusammen?

Die eindrücklichste Information aus Grafik 17: Die Wahlaufgaben bieten im wesentlichen keine Wahl. In allen Aufgabenteilen sind maßgebliche Algebraanteile enthalten; die b-Teile der Wahlaufgaben 1 und 2 sind aus Schülersicht reine Algebraaufgaben!

5.4.2 Clusteranalyse

Bei der Durchführung der Clusteranalyse (SPSS: Clusterzentrenanalyse mit 25 Iterationen) zeigte sich, dass die gebildeten Cluster nicht unerheblich von der Reihenfolge der Urliste abhingen: Wenn die Reihenfolge der Schüler in der Urliste variiert wurde, blieben ungefähr drei Viertel der Cluster konstant, während sich ein Viertel der Cluster mehr oder weniger deutlich änderte. Insofern scheint es sich bei der Clusteranalyse um ein methodisch nicht ganz ausgereiftes Verfahren zu handeln: Wenn die Reihenfolge der Urliste nicht bekannt ist, sind unabhängige Auswerter nicht in der Lage, identische Cluster zu erzeugen. In der Literatur wird auf dieses Problem versteckt hingewiesen, indem vor „seriellen Effekten“ gewarnt wird.
Quelle: SCHLOSSER, O. (1976). *Einführung in die sozialwissenschaftliche Zusammenhangsanalyse. (*Rowohlt) Rheinbek, S.186
Aus diesem Grund verzichten wir im folgenden auf die quantitative Darstellung der Cluster in einer Matrix.

Trotz dieser Einschränkungen erwies sich auch bei verschiedener Sortierung der Urliste und bei unterschiedlicher Anzahl der Cluster (5 bis 10 Cluster) ein gewisses Muster als relativ konstant, das in Grafik 18 dargestellt und kurz qualitativ beschrieben wird.



Grafik 18: Clusteranalyse. Wie weit kommen einzelne Schüler im Lösungserfolg

Die Knoten in der Grafik zeigen, wie weit einzelne Schülergruppen (Cluster) bei ihrem Prüfungserfolg gekommen sind. Es handelt sich dabei um Gruppen vergleichbarer Größe (je 10 % bis 20 % der Population).
Die Pfeile zwischen den Knoten geben an, welche Aufgabengebiete (zusätzlich) erfolgreich bearbeitet wurden.
Bei den Pflichtaufgaben (P1 bis P8) ergibt sich folgendes Bild:

- Die erfolgloseste Gruppe (unterster Knoten) scheitert an allen Aufgaben.
- Die erfolgreichste Gruppe (oberster Knoten) bewältigt alle Aufgaben.
- Dazwischen ist bei allen Wegen nach oben erkennbar, dass die **Geometrie** (P3 bis P6) **eine kleinere Hürde** darstellt **als** die **Algebra** (P1, P2).
- In der Algebra ist P2 leichter zugänglich als P1.
- Das **Sachrechnen** nimmt eine **Sonderstellung** ein: Erfolg im Sachrechnen (insbesondere bei P7) ist an jeder Stelle möglich.

Nimmt man die Wahlaufgaben hinzu, so zeigt sich:

- Alle Wahlaufgaben werden erst relativ spät (nach Bewältigung von P2 bis P6) erfolgreich bearbeitet.
- Erfolg in W2b und W3b setzt den Erfolg in allen anderen Aufgaben voraus (oberster Pfeil).

Durch diese Analyse werden didaktische Wege erkennbar, wie der **Prüfungserfolg** im Unterricht **vorbereitet** werden kann:

Zunächst sollte man mit möglichst allen Schülern versuchen, das Niveau der **Geometrie**-Pflichtaufgaben zu erreichen.

Der weitere Weg zum Erfolg ist im wesentlichen durch die Algebra bestimmt, wobei stark algorithmisch geprägte **Algebra**aufgaben (P2) leichter zugänglich sind. Eine Chance zum Erfolg in den Wahlteilen ist erst dann erkennbar, wenn algebraische Grundkompetenzen aufgebaut sind.

Im **Sachrechnen** lohnt es sich zu individualisieren: Im Unterricht sollte, abhängig von der Präferenz der einzelnen Schüler beim Sachrechnen, differenziert werden indem das Thema bei der Prüfungsvorbereitung intensiviert oder zurückgestellt wird.

6. Fazit

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Vorbemerkung zur Einteilung der Stoffgebiete

Die voranstehende Analyse hat gezeigt, dass die Körperberechnungsaufgabe W1b und die Trigonometrieaufgabe W2b für die Schüler primär Algebraaufgaben waren (siehe Kapitel 2.5.2 und 2.6.2, 5.3.2 und 5.4.1). Deshalb werden diese beiden Aufgaben im folgenden den Algebraaufgaben zugerechnet.

6.1.1 Gesamtergebnisse

Siehe dazu Kapitel 4.1 bis 4.4

Der Untersuchung lagen die Daten (erreichte Punktezahlen pro Aufgabe) von 21156 Schülern und damit von 62,8 % aller Schüler der 10. Realschulklassen zugrunde.
Die durchschnittliche Anmeldenote betrug 3,00 bei einer Standardabweichung von 0,99 pro Schüler und von 0,34 pro Klasse.
Die durchschnittliche Prüfungsnote betrug 3,12 bei einer Standardabweichung von 1,19 pro Schüler und 0,44 pro Klasse.
Der Prüfungserfolg lag ähnlich hoch wie in den Prüfungen seit Neugestaltung der Prüfung 1996 und um 1/4 bis 1/2 Note schlechter als in den Prüfungen der zuvor gültigen Prüfungsordnung.
Die Korrelation zwischen Anmeldenote und Prüfungsnote war mit 0,83 wie in früheren Jahren recht hoch.

6.1.2 Ergebnisse einzelner Schülergruppen

Siehe dazu Kapitel 4.5

Männliche und weibliche Schüler

Fasst man die Aufgaben entsprechend den darin enthaltenen stofflichen Anforderungen zusammen, so werden einige Tendenzen sichtbar:

Bei den **algebraischen Aufgaben** (P1, P2, W1b, W2b, W3a und W3b) gibt es mit Ausnahme von W3a keine signifikanten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen.

Davon abweichend erreichen in den Aufgaben zur **Geometrie (Körperberechnung** (P3, P4, W1a) und **Trigonometrie** (P5, P6, W2a)) Mädchen etwas weniger Punkte als Jungen (zwischen 3% und 12 %; wobei die Unterschiede hochsignifikant sind).

Überraschenderweise sind die Unterschiede am größten im **Sachrechnen** (P7, P8). Hier liegen weibliche Schüler zwischen 15% und 30% (jeweils hochsignifikant) hinter den männlichen Schülern zurück.

Zusammengefasst betrachtet ist bemerkenswert, dass die Unterschiede insgesamt kleiner sind als in früheren Prüfungen (siehe Kapitel 4.5.1). Die detaillierte Analyse zeigt, dass eventuell die Erhöhung der algebraischen Inhalte verbunden mit einer Reduzierung des Sachrechnens diese Angleichung bewirkt.

Aussiedler

Ihr Anteil beträgt insgesamt 3%, wobei er in Gemeinden unter 50 000 Einwohnern bei 2% und in Städten über 50000 Einwohnern bei 6% liegt.

Auffallende Unterschiede bei differenzierter Betrachtung der einzelnen Stoffgebiete:

In der Mehrzahl der **Algebraaufgaben** (P1, P2, W2b, W3b) sind Aussiedlerschüler signifikant besser als deutsche Schüler.

In den restlichen Algebraaufgaben und allen **Geometrieaufgaben** ist der Lösungserfolg fast gleich wie bei den deutschen Schülern.

Im **Sachrechnen** liegen Aussiedlerschüler etwas hinter deutschen Schülern zurück. Die Unterschiede sind signifikant, wenn man P7 und P8 zusammenfasst.

Ausländische Schüler

Ihr Anteil beträgt insgesamt 9%, wobei er in Gemeinden unter 50 000 Einwohnern bei 6 % und in Städten über 50 000 Einwohnern bei 17 % liegt.
Ausländische Schüler liegen in allen Aufgaben hochsignifikant hinter deutschen Schülern zurück, wobei der Rückstand mit rund 10 % in den Geometrieaufgaben des Pflichtteils am geringsten ist und vor allem in Algebra und Sachrechnen bei 20 % oder darüber liegt.
Auffallend ist, dass die Rückstände jeweils geringer sind, wenn ausländische Schüler von Lehrerinnen unterrichtet werden. Insbesondere ausländische Schülerinnen profitieren von weiblichen Lehrern bei Algebraaufgaben.
In der didaktischen Diskussion haben die großen zusätzlichen Probleme der Gruppe der ausländischen Schüler bisher kaum Beachtung gefunden.

6.1.3 Ergebnisse bei Lehrerinnen und Lehrern

Siehe dazu Kapitel 4.6 und 4.7

Während es in der Anmeldenote keine Rolle spielt, ob Schüler von männlichen oder weiblichen Lehrern unterrichtet werden, erzielen die Schüler in 3 der 8 Pflichtaufgaben und bei 2/3 der Wahlaufgaben bei Lehrerinnen ein signifikant besseres Ergebnis als bei Lehrern. Der umgekehrte Fall tritt bei einer Aufgabe ein (P8). Bedeutsam sind die Unterschiede vor allem im Bereich der **Algebra**, wo die Schüler in 2/3 der Aufgaben bei Lehrerinnen rund 5 % mehr Punkte als bei Lehrern erzielen (diese Aufgaben weisen die höchsten Unterschiede zwischen Lehrerinnen und Lehrern auf).
Leichte Vorteile zugunsten männlicher Lehrer sind im **Sachrechnen** zu erkennen, die Schüler erreichen bei ihnen dort durchschnittlich 3 % mehr Punkte. Offensichtlich kommt das Sachrechnen nicht nur männlichen Schülern (siehe Kapitel 6.1.2), sondern auch männlichen Lehrern entgegen.
Detailbetrachtungen zeigen noch wesentlich deutlichere Zusammenhänge:

Während es für das Prüfungsergebnis männlicher Schüler keine Rolle spielt, ob sie von männlichen oder weiblichen Lehrern unterrichtet werden, erreichen **weibliche Schüler** bei Lehrerinnen 7% mehr Punkte als bei männlichen Lehrern.

Noch etwas mehr profitieren **ausländische Schüler** (sie erreichen bei Lehrerinnen 8 % mehr Punkte) und **Aussiedler** (sie erreichen 9 % mehr Punkte). Dabei ist auch der Anteil der weiblichen Lehrer bei diesen Schülern fast anderthalb mal so hoch wie bei deutschen Schülern.

Der Anteil der Lehrerinnen liegt in Gemeinden unter 50 000 Einwohnern bei 24 % und in Städten über 50 000 Einwohnern bei 38 %. Dabei erreichen die Schüler in den **Großstädten** 9% mehr Punkte bei weiblichen Lehrern als bei männlichen.

6.1.4 Ergebnisse in den Pflicht- und Wahlaufgaben

Siehe dazu Kapitel 5.1

Im Lösungserfolg der beiden Prüfungsteile gab es große Unterschiede. Die Schüler erreichten im Pflichtteil 68% der möglichen Punkte (entspricht Note 2,5), im Wahlteil hingegen lediglich 44% (entspricht Note 3,75).
Während das beste Schülerviertel seine Punkte zu gleichen Anteilen aus Pflicht- und Wahlbereich erzielte, holten die Schüler des schwächsten Viertels nur 20% ihrer Punkte aus dem Wahlbereich.
Damit war der **Wahlbereich** ein Bereich großer **Misserfolge** und bot vielen Schülern keine echte Wahlmöglichkeit.

6.1.5 Ergebnisse in den einzelnen Stoffgebieten

Siehe dazu Kapitel 5.2

Algebraische Aufgaben haben sowohl im Pflichtbereich (P1, P2) mit durchschnittlich 54% (entspricht Note 3,3) als auch im Wahlbereich (W1b, W2b, W3a, W3b) mit durchschnittlich 35% (entspricht Note 4,2) den geringsten Lösungserfolg. Insgesamt beträgt der Lösungserfolg nur 41%, was der **Note 4,0** entspricht. Offensichtlich sind viele Schüler im Bereich der Algebra in der prekären Lage zeigen zu müssen, was sie nicht können.
Im Gegensatz dazu können in der **Geometrie** (Körperberechnung und Trigonometrie) viele Schüler zeigen, was sie können. Bei der Körperberechnung liegt der Lösungserfolg im Pflichtbereich (P3, P4) bei 78% (entspricht Note 2,0) und im Wahlbereich (W1a) bei 60% (entspricht Note 3,0), was insgesamt einem Lösungserfolg von 71% und der Note 2,4 entspricht. Bei der Trigonometrie liegt der Lösungserfolg im Pflichtbereich (P5, P6) bei 80% (entspricht Note 2,0) und im Wahlbereich (W2a) bei 54% (entspricht Note 3,2), was insgesamt einem Lösungserfolg von 68% und der Note 2,6 entspricht. Damit liegt der Lösungserfolg in der Geometrie bei 70% entsprechend der **Note 2,5**.
Im **Sachrechnen** liegt der Lösungserfolg mit 59% (entspricht **Note 3,0**) zwischen dem von Algebra und Geometrie. Insgesamt ist er aber deutlich geringer als der durchschnittliche Lösungserfolg des Pflichtteils.

6.2 Diskussion der Ergebnisse

6.2.1 Lehrerinnen und Lehrer

Schülerinnen profitieren von Lehrerinnen

Diese Beobachtung ist eines der wesentlichsten Ergebnisse der Studie. In der **bisherigen Diskussion** über Geschlechtsunterschiede im Mathematikunterricht ist dieser Aspekt kaum angesprochen worden. Wenn über die Lehrervariable zu Geschlechtsunterschieden im Mathematikunterricht nachgedacht wird, steht die Frage nach den verschiedenen Erwartungshaltungen der Lehrpersonen gegenüber Mädchen und Jungen im Vordergrund, während die Frage, ob es dabei Unterschiede im Unterrichtserfolg zwischen Lehrerinnen und Lehrern gibt, unberücksichtigt bleibt.

Quellen:
KAISER-MESSMER, G. (1989). Women and mathematics. Frau und Mathematik – ein verdrängtes Thema der Mathematikdidaktik. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 21(2), S.56-66
LEDER, G. C. (1992). Mathematics and Gender: Changing Perspectives. In: GROUWS, D. A. (Ed.): *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. NCTM, New York, S.597-622, insbesondere S.610f

Ein möglicher Grund könnte sein, dass bei den meisten Untersuchungen die Stichproben zu klein sind um Aussagen darüber zu treffen. In dieser Studie ergab sich durch die Vollerhebung mit hoher Rücklaufquote die Möglichkeit, auch Daten über Prüfungserfolge von rund 900 Lehrpersonen zu bekommen und dadurch neue Erkenntnisse zu gewinnen.

Die einzigen beiden Untersuchungen mit größeren Stichproben, die bei der Literaturrecherche in der Datenbank MATHDI98 des FIZ Karlsruhe zu finden waren, sind zwei Studien aus Nigeria und Pakistan, die aber widersprüchliche Ergebnisse zeigen (Abfrage: „(teacher? or class?) and (pupil? or students) and (gender or sex) and empirical“).
Quellen:
MALLAM, W. A. (1993). Impact of school-type and sex of the teacher on female students‘ attitudes toward mathematics in Nigerian secondary schools. *Educational Studies in Mathematics,* 24(2), S.223-229
WARWICK, D. P. & JATOI, H. (1994). Teacher Gender and Student Achievement in Pakistan. *Comparative Education Review,* 38(3), S.377-399

Fragt man nach den **möglichen Ursachen** für diese Unterschiede, so bietet sich als nächstliegende Erklärung an, dass Lehrerinnen wichtige Identifikationsmöglichkeiten für Mädchen bieten. Für diese Deutung könnte sprechen, dass auf der anderen Seite auch männliche Schüler eher von Lehrern zu profitieren scheinen (signifikant bei 4 Wahlaufgaben und 1 Pflichtaufgabe, insgesamt jedoch nicht signifikant; bei keiner Aufgabe profitieren Jungen signifikant von Lehrerinnen) und dass männliche Lehrer damit als Identifikationsmöglichkeit für Jungen eine Rolle spielen könnten.
Eine weitere Ursache könnte sein, dass Lehrerinnen vielleicht mehr Verständnis und Sensibilität für Lernprobleme in Mathematik aufbringen, was in der Tendenz das Lernklima positiv beeinflussen und Ängste abbauen könnte.
Diese Ursachen müssten im Rahmen künftiger Forschungsvorhaben untersucht werden.

Vergleicht man den Rückstand von Schülerinnen gegenüber Schülern bei Lehrerinnen mit dem bei Lehrern, so stellt man fest, dass er sich von knapp 10 % bei Lehrern auf 2,5 % bei Lehrerinnen reduziert, also bei Lehrerinnen nur noch rund 1/4 so groß ist wie bei Lehrern. Angesichts dieser Quantitäten muss man sich fragen, ob in den letzten Jahren bei der Frage nach Ursachen der Geschlechtsunterschiede im Fach Mathematik nicht über **das falsche Thema** diskutiert worden ist. Statt zum Abbau einer Benachteiligung von Mädchen eine Einschränkung der Koedukation ins Auge

zu fassen, wäre es denkbar, bei der Lehrerzuteilung stärker darauf zu achten, dass Mädchen (wie Jungen) im Laufe ihrer Schulzeit gezielt durch weibliche (und männliche) Lehrer mehr Identifikationsmöglichkeiten im Mathematikunterricht bekommen. Auch hier zeigt sich weiterer Forschungsbedarf.

Minderheitengruppen profitieren von Lehrerinnen

Sowohl ausländische Schüler (deren Rückstand gegenüber deutschen Schülern bei Lehrerinnen um rund 1/3 kleiner ist als bei Lehrern) als auch Aussiedlerschüler (die bei Lehrern gleichauf mit deutschen Schülern liegen und bei Lehrerinnen um 7 % (signifikant) besser sind) haben bei Lehrerinnen einen höheren Prüfungserfolg. Die Signifikanz der Aussagen kommt dadurch zustande, dass es in den Minderheitengruppen die Mädchen sind, die von den Lehrerinnen profitieren. Mögliche Ursachen wurden oben angesprochen.

Schüler in Großstädten profitieren von Lehrerinnen

In Gemeinden bis 10 000 Einwohnern profitieren die Schüler signifikant von männlichen Lehrern (sie erreichen 5% mehr Punkte als bei Lehrerinnen), wobei signifikante Unterschiede nur bei männlichen Schülern auftreten (sie erreichen 6% mehr Punkte).
In größeren Gemeinden, insbesondere in Großstädten, profitieren die Schüler dagegen signifikant von Lehrerinnen (sie erreichen 9% mehr Punkte als bei Lehrern), wobei signifikante Unterschiede nur bei weiblichen Schülern auftreten (sie erreichen 15% mehr Punkte).
Diese Ergebnisse überraschen, da in bezug auf die schwierigen Unterrichtsbedingungen in Großstädten oft die Befürchtung geäußert wird, Lehrerinnen könnten diesen Problemen weniger gewachsen sein.

Kaum Verschlechterung in der Prüfung bei Lehrerinnen

Während bei männlichen Lehrern von der Anmeldenote zur Prüfungsnote eine Verschlechterung um 1/8 Note eintritt, ist die Verschlechterung bei Lehrerinnen nur gut halb so groß. In die gleiche Richtung geht die höhere Korrelation zwischen Anmeldenote und Prüfungsnote bei Lehrerinnen (.842) als bei Lehrern (.827). Möglicherweise stimmt die vorige Einschätzung von Lehrerinnen eher mit der Prüfungsleistung überein, oder die von Lehrerinnen unterrichteten Schüler sind eher in der Lage, ihr Leistungsvermögen in die Prüfung einzubringen.

Lehrerinnen, Lehrer und mathematische Teilgebiete

Auffallend ist die Sonderrolle, die das Sachrechnen spielt. Während in den anderen Gebieten höhere Erfolge bei Lehrerinnen (insbesondere durch Mädchen) erzielt wurden, waren im Sachrechnen die Jungen erfolgreicher, die von Lehrern unterrichtet wurden (sie erreichten 5% mehr Punkte als bei Lehrerinnen).
Die Gründe dafür können sowohl in der Auswahl der Realitätsgebiete liegen (Themen, die mehr auf männliche Interessen zugeschnitten scheinen wie Finanzierungsfragen und das Thema Auto) als auch im Unterricht, wo es Lehrern eventuell besser gelingt, den Schülern Sachthemen nahe zu bringen.

Die festgestellten Stärken von Lehrerinnen und Lehrern können wichtige Hinweise für die Lehrerfortbildung liefern: Beide können von den Stärken der anderen lernen.

6.2.2 Die Rolle der Algebra in der Prüfung

Algebraische Anforderungen durchdringen die ganze Prüfung:

z.T. explizit als **Gleichungsalgebra** (P1, P2, W3),

meistens implizit als **Formelalgebra** (alle anderen Aufgaben mit Ausnahme evtl. von P7; meistens mit dem Problem der richtigen Zuordnung zu den Variablen der Formel, mit dem Problem der Umformung nach der gesuchten Variablen und dem Problem des Einsetzens von berechneten Hilfsgrößen in die Formel),

und an manchen Stellen als **Variablenalgebra** mit der Anforderung, in Abhängigkeit von e (und π) zu rechnen (W1b, W2b) und dabei keinen Taschenrechner zu verwenden.

Damit stellen sich zwei Fragen:

Ist Algebra die wichtigste Fähigkeit, die ein Schüler im Mathematikunterricht erwerben sollte?

Besteht die Krönung der Algebra darin, dass man keinen Taschenrechner verwendet?

Beide Fragen geben Anlass zu Zweifeln, wenn man an die späteren Anforderungen im Beruf oder im täglichen Leben denkt, wo die Schwerpunkte eher im Bereich der Vorstellungen liegen, und wenn man berücksichtigt, dass algorithmische Umformungen algebraischer Terme relativ leicht und sicher maschinell erledigt werden können.

Das stärkere Gewicht, das die Algebra im Vergleich zu früheren Prüfungen (bis 1995) heute besitzt, hat drei sichtbare Konsequenzen:

Die „Stärkung der Algebra“ bewirkt eine Schwächung der Schüler. Neben der Erhöhung der Anzahl der Pflichtgebiete hat die Zunahme der algebraischen Anforderungen die Prüfung erschwert und die Prüfungsnoten verschlechtert.

Gleichzeitig geht die Ausweitung der Algebra zu Lasten des Sachrechnens.

Das höhere Gewicht der Algebra scheint eher den Mädchen entgegenzukommen und könnte mitverantwortlich sein für die Abnahme der Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen im Prüfungserfolg.

6.2.3 Die Rolle der Geometrie in der Prüfung

Traditionell sind geometrische Anforderungen stark in der Prüfung verankert, wenngleich ihr Anteil durch die primär algebraischen Inhalte der b-Teile im Wahlbereich (W1b, W2b) deutlich zurückgeht.

Dabei entsprechen sich die Lösungserfolge bei beiden geometrischen Gebieten (Körperberechnungen und Trigonometrie) weitgehend. Insgesamt fällt im Bereich der Geometrie das gute Abschneiden der Schüler auf:

Im Pflichtteil werden Aufgaben mit relativ hohen Anforderungen (P4: Komplexe Situation durch Gleichheit der Radien und Volumina von Kugel und Kegel, verbunden mit zwei Formelumstellungen, bei denen eine Kubikwurzel auftritt oder P6: Auffinden einer Hilfslinie und Berechnung von 4 Hilfsgrößen: 3 Winkeln und 1 Strecke) mit einem Lösungserfolg von über 80% sehr erfolgreich bearbeitet.

Ähnliches ist im Wahlbereich zu beobachten, wo trotz komplexer Anforderungen (in W1a handelt es sich um eine Achteckspyramide und bei W2a sind 2 Hilfslinien (eine zerlegt in 2 Teilstrecken) und 11 nicht geforderte Hilfsgrößen (7 Strecken, 1 Winkel, 3 Teilflächen) zu ermitteln) beide Aufgaben einen Lösungserfolg von deutlich über 50% aufweisen und damit die höchsten Erfolgsquoten im Wahlbereich haben.

Offensichtlich ist die Geometrie mit Abstand das zugänglichste der 3 Themengebiete. Gründe für dieses Abschneiden könnte die Beliebtheit der Geometrie bei Lehrern und

Schülern sein, was durch das Wahlverhalten in bisherigen Prüfungen bestätigt wird. Offensichtlich setzen Schüler und Lehrer bei ihrer Prüfungsvorbereitung hier einen Schwerpunkt.

Im Vergleich zu früheren Prüfungen wurde in zwei Aufgaben (P4, W1a) auf zeichnerische Darstellungen verzichtet mit dem Ziel auch Anforderungen an die Raumvorstellung zu stellen. Zu fragen ist hierbei, ob dieses Ziel nicht eher explizit kenntlich gemacht werden sollte, z. B. durch Anfertigung zeichnerischer Darstellungen (Netze, Schrägbilder, Schnitte) oder durch Aufgabenteile, die ausschließlich räumlich-visuelle Fähigkeiten und keine Berechnungen erfordern (z.B. Erkennen von Schnittfiguren in Körpern oder Identifikation von Körpern in unterschiedlicher Lage).

Quellen:
MAIER, P. H. (1999). *Räumliches Vorstellungsvermögen – Ein theoretischer Abriß des Phänomens räumliches Vorstellungsvermögen. Mit didaktischen Hinweisen für den Unterricht*. (Auer) Donauwörth
MAIER, P. H. (1996). Räumliches Vorstellungsvermögen im Geometrieunterricht. *Praxis Schule 5-10*, Heft 3, S.22-27

6.2.4 Die Rolle des Sachrechnens

Die Reduzierung des Sachrechnens ist zu bedauern, zumal die von Realschulen im Schulgesetz geforderte Orientierung an »lebensnahen Sachverhalten« dadurch vernachlässigt wird (vergleiche Kapitel 1.3).
Da mit dieser Reduzierung z.B. die Beschäftigung mit Wachstumsprozessen aus dem Unterricht verschwunden ist, muss man sich fragen, ob damit nicht die einzige stoffliche Neuerung weggefallen ist, mit der Realschüler befähigt wurden, das Ausmaß von Entwicklungen in der Umwelt abzuschätzen.
Zum anderen muss man die Frage stellen, ob dadurch nicht die Vorbereitung der Schüler auf die Berufsperspektiven im kaufmännischen/tertiären Sektor weitgehend unter den Tisch fällt.
Im Hinblick auf die Ausbildung gesellschaftlicher Kompetenz ist das Fehlen statistischer Fragestellungen (Lesen von Tabellen und Grafiken, Auswerten von Daten) zu bedauern.

6.2.5 Mathematikkompetenz am Ende der Realschulzeit

Eine Abschlussprüfung kann immer nur einen Ausschnitt mathematischer Fähigkeiten und Fertigkeiten abprüfen. Im Hinblick auf die Fertigkeiten ist zu fragen, ob sich die Anforderungen des Pflichtteils tatsächlich auf Minimalkompetenzen beschränken, über die jeder Schüler am Ende seiner Schulzeit verfügen sollte.
Im Hinblick auf die Fähigkeiten zeigt sich, dass zentrale im Bildungsplan geforderte mathematische Kompetenzen, wie ein gefestigtes Zahlverständnis, sicheres Schätzen und Überschlagsrechnen sowie Raumvorstellungsvermögen gar nicht oder nur in Ansätzen thematisiert werden. Dies trifft auch für das Lesen und Interpretieren von Grafiken und für die kritische Beurteilung von Daten zu. Es fehlen also Bereiche, die in privaten, gesellschaftlichen und künftigen beruflichen Bereichen vieler Schüler eine wichtige Rolle spielen.

6.3 Ausblicke

Im Rückblick auf die Ergebnisse der Studie bleiben Fragen offen, die einer weiteren Diskussion bedürfen.

Reihenfolge und Punktezahl der Aufgaben

Durch den ständigen Wechsel der Anordnung (seit 1996) entsteht Verwirrung; durch die fehlende Schwierigkeitsabstufung werden unnötige Hindernisse aufgebaut. Günstig wäre es sowohl im Pflichtbereich als auch im Wahlbereich, eine feste Reihenfolge etwa der folgenden Form einzuhalten: Zuerst Körperberechnung, dann Trigonometrie; dann Sachrechnen und abschließend Algebra.
Der ständige Wechsel der Punktezahl sowohl bei den Pflichtaufgaben als auch bei den Wahlaufgaben ist eine relativ große Fehlerquelle bei der Korrektur (falsche Höchstpunktzahl pro Aufgaben bei rund 5% der Schüler; siehe Kapitel 3.5). Konstante Punktezahlen bei Pflicht- bzw. Wahlaufgaben wären wünschenswert.

Der Einfluss der Klasse

Die Analyse zeigt, dass nicht nur die individuelle Leistung, sondern auch die Zugehörigkeit zur Klasse für den Prüfungserfolg eine Rolle spielt (siehe Kapitel 4.4). Zu fragen ist, wie dieser Einfluss verringert werden kann (z. B. durch mehr Wahlmöglichkeiten).

Die Prüfung als Mittel und Zweck

»Wenn ein zentrales Prüfungsverfahren überhaupt eine Wirkung hat, dann nur durch die Rückkopplung in den Lernvorgang hinein. Diese Rückkopplung ist aber nicht unbedingt wünschenswert, weil sie die Produktion „abfragbaren" Wissens über Gebühr favorisiert.«

Quelle: STAMPE, E. (1984). *Repetitorium Fachdidaktik Mathematik*. (Klinkhardt) Bad Heilbrunn, S.158

Wie kann diese Rückkopplung in beiden Richtungen überhaupt sinnvoll erfolgen?

Von der Prüfung zum Unterricht, dadurch dass Raum für innovative und lebensrelevante Inhalte und Qualifikationen geschaffen werden sollte. Beispielsweise ließe sich im Sachrechnen das Auswerten von statistischen Diagrammen und Tabellen einbeziehen, wie sie vielfach in den Medien vorkommen.

Vom Unterricht zur Prüfung, dadurch dass mehr Freiraum gegeben wird (z. B. durch mehr Wahlmöglichkeiten; durch zentrale Prüfung im Pflichtteil und schulinterne Prüfung im Wahlteil; durch offenere Aufgabenformen).

Möglicherweise wären das Schritte, um von der stark rezeptiven Unterrichtsausrichtung (Prüfungsdressur) wegzukommen - die oft im krassen Gegensatz zu den didaktischen Vorstellungen der Unterrichtenden steht, - ohne die unbedingt notwendige Transparenz der Anforderungen zu beeinträchtigen.

Die Prüfung polarisiert

Diese Prüfung, in der das beste Schülerviertel (mit der Durchschnittsnote 1,5) und das schlechteste Schülerviertel (Durchschnittsnote 4,75) weit auseinanderklaffen, vergrößert die Unterschiede, die in der Anmeldenote zwischen bestem und schwächstem Schülerviertel bestehen (Durchschnittsnoten 1,7 und 4,3). Offensichtlich werden in der Prüfung leistungsstarke Schüler belohnt und schwächere Schüler bestraft. Ist das beabsichtigt?
Im Zusammenhang damit stellt sich letztlich die Frage: Soll den Schülern in der Prüfung gezeigt werden, was sie nicht können, oder sollen sie Gelegenheit bekommen, ihr Können zu zeigen?

Anhang

Anhang A.1

Prüfungsaufgaben mit Lösungen

Anhang A.2

Stufenanalyse der einzelnen Prüfungsaufgaben

Im Kopf ist jeweils die Aufgabennummer, das mathematische Teilgebiet sowie der Aufgabentext (ggf. mit vorgegebenen zeichnerischen Darstellungen) aufgeführt.

Im linken Teil der nachfolgenden grafischen Darstellung sind die gegebenen Größen (obere Zeile) und ihre Verknüpfungen (unterer Teil) dargestellt. Die Anzahl der Arbeitsschritte ist in der linken Spalte (senkrecht gelesen) aufgeführt.

Im mittleren Teil der Darstellung sind die aus den gegebenen und den einzelnen Arbeitsschritten ermittelten Größen (in Fettdruck) dargestellt. Dabei ist zu erkennen, an welcher Stelle welche Größen benötigt werden und darüber hinaus welche Reihenfolge der Operationen zwingend bzw. beliebig ist. Zwischen den einzelnen Kästchen sind die Operationssymbole angegeben (z.T. als Taschenrechnersymbole)

Im rechten Teil werden die Schwierigkeiten bei den einzelnen Arbeitsschritten aus Schülerperspektive dargestellt. Zusätzlich erfolgt eine Zuordnung der Arbeitsschritte zu den mathematischen Teilgebieten (A: Algebra, E: Ebene Geometrie, R: Räumliche Geometrie, S: Sachrechnen).

Anhang A.3

Erfassungsbogen zur Erhebung der Daten

Der Erfassungsbogen wurde so gestaltet, dass er von jedem Erstkorrektor auch als persönliche Korrekturliste benutzt werden konnte.

Anhang A.4

Ausgewählte statistische Rohdaten

Die ersten drei Seiten enthalten die Daten zum Lösungserfolg in den Teilgebieten, die weiteren drei Seiten zum Lösungserfolg bei den einzelnen Prüfungsaufgaben.
Der Lösungserfolg (Anteil der erreichten Punkte) ist jeweils in Promille angegeben.

Erläuterung der Abkürzungen:
N-DIF: Differenz Prüfungserfolg – Anmeldeerfolg (positive Werte bei Verbesserung, negative Werte bei Verschlechterung).
n: Anzahl, x: arithmetisches Mittel, s: Standardabweichung, t: t-Test (Signifikanzprüfung: signifikant für $t > 2$, hochsignifikant für $t > 2{,}6$)
Die waagerechten Pfeile beziehen sich auf den Vergleich der beiden nebeneinanderstehenden Schülergruppen.
Bei den senkrechten Pfeilen werden Ausländer bzw. Aussiedler mit Deutschen verglichen.

Abschlußprüfung an **Realschulen** — **Wahlbereich**

Mathematik

Haupttermin **1998** — Blatt 1 - 3

Zugelassene Hilfsmittel: Formelsammlung, elektronischer Taschenrechner (nicht programmierbar), die an der Schule im Unterricht eingeführt sind, sowie Parabelschablone und Zeichengeräte

Hinweis: Im Wahlbereich (16 P) sind zwei der drei Aufgaben zu bearbeiten

Aufgabe W 1:

a) Von einer regelmäßigen achtseitigen Pyramide sind bekannt: (4 P)

Grundkante a = 6,4 cm
Körperhöhe h = 15,1 cm

Berechnen Sie die Oberfläche der Pyramide.

b) Ein zusammengesetzter Körper besteht aus einem Kegelstumpf und einer Halbkugel. (4 P)

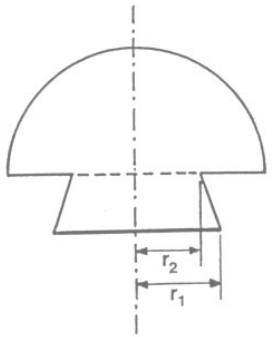
Es gilt:

$r_1 = 7e$
$r_2 = 4e$
$V_{KSt} = 124\pi e^3$ (Volumen Kegelstumpf)
$V_{HK} = 486\pi e^3$ (Volumen Halbkugel)

Zeigen Sie ohne Verwendung gerundeter Werte, daß sich die Oberfläche des Körpers mit der Formel

$O = 331\pi e^2$

berechnen läßt.



Aufgaben dürfen nur mit Zustimmung des Oberschulamts Stuttgart veröffentlicht werden.

KM B.-W.

Abschlußprüfung an **Realschulen** — **Wahlbereich**

Mathematik

Haupttermin **1998** — Blatt 2

Zugelassene Hilfsmittel: Formelsammlung, elektronischer Taschenrechner (nicht programmierbar), die an der Schule im Unterricht eingeführt sind, sowie Parabelschablone und Zeichengeräte

Hinweis: Im Wahlbereich (16 P) sind zwei der drei Aufgaben zu bearbeiten

Aufgabe W 2:

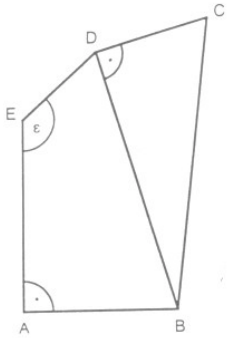
a) Vom Viereck ABDE sind bekannt: (5 P)

$\overline{AB} = 4{,}9$ cm
$\overline{AE} = 6{,}2$ cm
$\overline{BD} = 7{,}8$ cm
Winkel DBA = 73,0°

Berechnen Sie den Abstand des Punktes D von AB.
Wie groß ist der Winkel AED = ε?

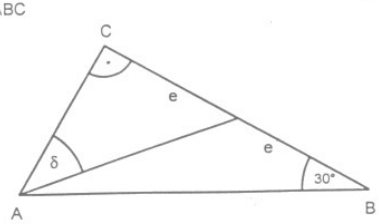
Der Flächeninhalt des Dreiecks BCD ist halb so groß wie der Flächeninhalt des Vierecks ABDE.

Wie groß ist der Winkel DCB?



b) Zeigen Sie ohne Verwendung gerundeter Werte, daß im nebenstehenden Dreieck ABC gilt: (3 P)

$\cos\delta = \frac{2\sqrt{7}}{7}$



Aufgaben dürfen nur mit Zustimmung des Oberschulamts Stuttgart veröffentlicht werden.

KM B.-W.

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg

Abschlußprüfung an **Realschulen**

Mathematik **Pflichtbereich**

Haupttermin **1998** Blatt 1 - 2

Name der Schülerin, des Schülers

Familienname: _____ Vorname: _____

Zugelassene Hilfsmittel: Formelsammlung, elektronischer Taschenrechner (nicht programmierbar), die an der Schule im Unterricht eingeführt sind, sowie Parabelschablone und Zeichengeräte

Hinweis: Im Pflichtbereich (17 P) sind alle 8 Aufgaben zu bearbeiten

Aufgabe P 1: (2 P)

Eine nach oben geöffnete Normalparabel hat den Scheitelpunkt S(-0,5 | -4).

Berechnen Sie die Koordinaten der Schnittpunkte der Parabel mit der x-Achse bzw. der y-Achse.

Aufgabe P 2: (2 P)

Lösen Sie das Gleichungssystem:

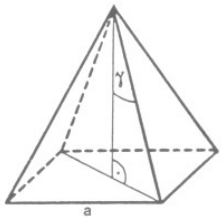
$$\frac{1}{3}x - 2y = -1$$
$$2x - y = 4x - 7$$

Aufgabe P 3: (2,5 P)

Eine quadratische Pyramide hat die Maße:

$a = 6{,}8$ cm
$\gamma = 37{,}0°$

Berechnen Sie die Oberfläche der Pyramide.



Aufgabe P 4: (2 P)

Eine Kugel hat das Volumen $V = 589$ cm^3.
Ihr Radius ist gleich groß wie der Grundkreisradius eines volumengleichen Kegels.

Berechnen Sie die Mantelfläche des Kegels.

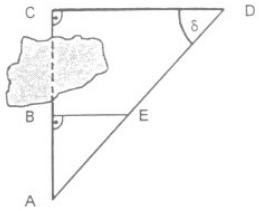
Aufgaben dürfen nur mit Zustimmung des Oberschulamts Stuttgart veröffentlicht werden.

KM B.-W.

Aufgabe P 5: (2 P)

Die Entfernung der Punkte A und C kann nicht direkt gemessen werden.
Folgende Größen sind bekannt:

$\overline{DE} = 1\,356$ m
$\overline{BE} = 352$ m
$\delta = 65{,}0°$

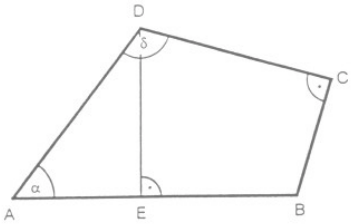


Berechnen Sie die Länge $\overline{AC}$.

Aufgabe P 6: (2,5 P)

Vom Viereck ABCD sind bekannt:

$\overline{BC} = 4{,}0$ cm
$\overline{CD} = 6{,}3$ cm
$\alpha = 54{,}0°$
$\delta = 110{,}0°$



Berechnen Sie die Länge $\overline{DE}$.

Aufgabe P 7: (1,5 P)

Bei einer Radarkontrolle wurde bei 15% aller Fahrzeuge eine Geschwindigkeitsübertretung festgestellt.
20% dieser Geschwindigkeitsübertretungen führten zu einem Fahrverbot; das waren 12 Fälle.

Wie viele Fahrzeuge wurden kontrolliert?

Aufgabe P 8: (2,5 P)

Ein Kapital von 24 000,00 DM wird 5 Jahre lang angelegt. Zinsen werden mitverzinst.

Zinssatz im 1. Jahr: 3,0%
Zinssatz im 2. Jahr: 3,5%
Zinssatz im 3. Jahr: 4,5%
Zinssatz im 4. Jahr: 6,0%
Für das fünfte Jahr werden 2 125,55 DM Zinsen gutgeschrieben.

Wie hoch ist der Zinssatz im fünften Jahr?

Bei welchem jährlich gleichbleibenden Zinssatz hätte sich nach fünf Jahren das gleiche Endkapital ergeben?

Aufgaben dürfen nur mit Zustimmung des Oberschulamts Stuttgart veröffentlicht werden.

KM B.-W.

Abschlußprüfung an Realschulen — **Wahlbereich**

Mathematik

Haupttermin **1998** — Blatt 3

Zugelassene Hilfsmittel: Formelsammlung, elektronischer Taschenrechner (nicht programmierbar), die an der Schule im Unterricht eingeführt sind, sowie Parabelschablone und Zeichengeräte

Hinweis: Im Wahlbereich (16 P) sind zwei der drei Aufgaben zu bearbeiten

Aufgabe W 3:

a) Eine Parabel p_1 mit der Gleichung $y = x^2 + 2x + q$ geht durch den Punkt $P(-3\,|\,-1)$. (5 P)
Eine zweite Parabel p_2 hat die Gleichung $y = -x^2$.

Zeichnen Sie beide Parabeln in ein Koordinatensystem ein.

Berechnen Sie die Koordinaten der Schnittpunkte der beiden Parabeln.

Bestimmen Sie rechnerisch die Gleichung der Geraden, die durch diese beiden Schnittpunkte verläuft.

b) Bestimmen Sie die Definitionsmenge und die Lösungsmenge der Gleichung: (3 P)

$$\frac{3x-1}{3x^2-6x+3} - \frac{6x-1}{6x-6} = \frac{-4x}{3x-3}$$

Aufgaben dürfen nur mit Zustimmung des Oberschulamts Stuttgart veröffentlicht werden.

KM B.-W.

Abschlußprüfung an Realschulen — **Lehrerblatt**

Mathematik

Haupttermin **1998** — Seite 2

Pflichtbereich (17 P)

Zu Aufgabe P 1:
$N_1(-2{,}5\,|\,0)$; $N_2(1{,}5\,|\,0)$; $P(0\,|\,-3{,}75)$ — 2 P

Zu Aufgabe P 2:
$x = 3$; $y = 1$ — 2 P

Zu Aufgabe P 3:
$O = 145\ cm^2$ — 2,5 P

Zu Aufgabe P 4:
$M = 350\ cm^2$ — 2 P

Zu Aufgabe P 5:
$\overline{AC} = 1\,984$ m — 2 P

Zu Aufgabe P 6:
$\overline{DE} = 5{,}6$ cm — 2,5 P

Zu Aufgabe P 7:
400 Fahrzeuge — 1,5 P

Zu Aufgabe P 8:
7,5%
4,9% — 2,5 P

Nur für den Dienstgebrauch. Eine Veröffentlichung ist unzulässig.

KM B.-W.

Abschlußprüfung an Realschulen — **Lehrerblatt**

Mathematik

Haupttermin **1998** — Seite 3

Wahlbereich (16 P)

Zu Aufgabe W 1:

a) $O = 632\ cm^2$ — 4 P

b) Nachweis — 4 P

8 P

Zu Aufgabe W 2:

a) Abstand 7,5 cm
$\varepsilon = 116{,}4°$
$\sphericalangle DCB = 36{,}4°$ — 5 P

b) Nachweis — 3 P

8 P

Zu Aufgabe W 3:

a) Zeichnung
$S_1(-2\,|\,-4)$; $S_2(1\,|\,-1)$
$y = x - 2$ — 5 P

b) $D = \mathbb{R} \setminus \{1\}$
$L = \left\{\frac{1}{2};\ -3\right\}$ — 3 P

8 P

Nur für den Dienstgebrauch. Eine Veröffentlichung ist unzulässig.

KM B.-W.

RSA 1998 Aufgabe P1
Algebra
(2 Punkte)

Eine nach oben geöffnete Normalparabel hat den Scheitelpunkt S(-0,5|-4).
Berechnen Sie die Koordinaten der Schnittpunkte der Parabel mit der x-Achse bzw. der y-Achse.

Geg.:	x_S -0,5	y_S -4	y0 0	x1 0
Ges.:				

1	2	3	4
x_{01} 1,5	x_{02} -2,5	y_1 -3,75	

1	$(x-x_S)^2$	+	y_S	=	0	=	y
2	$(x-x_S)^2$	+	y_S				
	x_S	+	$y_S \pm \sqrt{}$			=	x_{01} 1,5
3	x_S	-	$y_S \pm \sqrt{}$			=	x_{02} -2,5
4	$(0-x_S)^2$	+	y_S		0 einsetzen	=	y_1 -3,75

Schwierigkeiten:

A Scheitelpunktgleichung

A 2 Lösungen bei Wurzelziehen

oder

1	2	3	4	5	6
			x_{01} 1,5	x_{02} -2,5	y1 -3,75

1	$(x+0,5)^2$	+	-4	=	y		
	x^2+x		-3,75	=	y		
	x^2+x		-3,75	=	0		
2	1					=	p
3			-3,75			=	q
4	/-2 $-\frac{1}{2}$	+	$\sqrt{(\frac{1}{4}+3,75)}$	=	x_{01} 1,5		
5	/-2 $-\frac{1}{2}$	-	$\sqrt{(\frac{1}{4}+3,75)}$	=	x_{02} -2,5		
6	0^2+0		-3,75		0 einsetzen	=	y1 -3,75

A Scheitelpunktgleichung

A Umformen auf Normalform

A p und q bestimmen

A p-q-Formel

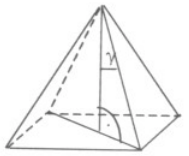
RSA 1998 Aufgabe P2
Algebra
(2 Punkte)

Lösen Sie das Gleichungssystem:
$^1/_3x-2y = -1$
$2x-y = 4x-7$

Geg.:	1/3x-2y=-1	2x-y=4x-7		1	2	3	
Ges.:					y = 1	x = 3	*Schwierigkeiten:*
1	x-6y=-3						A Bruch beseitigen
		-2x-y=-7					A beide Gleichungen anpassen nach einem Verfahren für LGS
2	2x-12y=-6	&	⇒	-13y=-13			A Division durch negative Zahlen A Verfahren für LGS anwenden
					y = 1		A Gleichung auflösen
	2x-12=-6				einsetzen		A einsetzen in eine Gleichung
3						x = 3	A Gleichung auflösen

RSA 1998 **Aufgabe P3**
Körperberechnung
(2,5 Punkte)

Eine quadratische Pyramide hat die Maße:
a = 6,8 cm γ = 37,0°.
Berechnen Sie die Oberfläche der Pyramide.



Geg.: / Ges.:	n 4		a 6,8		γ 37,0	1	2	3	4	5
										O **145**
1	n/2 √	×	a			**d** **9,6**				
2					γ sin 1/x	d /2	= **s** **8,0**			
3			a /2 x²	-			s x²	+ = **hs** √ **7,2**		
4	n	×	a					hs /2	× = **M** **98**	
5			a x²						M +	= **O** **145**

Schwierigkeiten:

R	Schrägbild lesen
E	Pythagoras
R	Schrägbild lesen
E	sinus
A	Formel umstellen
R	räumliches rechtwinkliges Hilfsdreieck
A	Formel umstellen
E	Pythagoras
entfällt je nach Formelsammlung	
R	Oberflächenformel finden für quadr.Pyramide

RSA 1998 Aufgabe P4
Körperberechnung
(2 Punkte)

Eine Kugel hat das Volumen V=589 cm³.
Ihr Radius ist gleich groß wie der Grundkreisradius eines volumengleichen Kegels.
Berechnen Sie die Mantelfläche des Kegels.

Geg.:	V_{Ku} 589	r_{Ku} $=r_{Ke}$	V_{Ku} $=V_{Ke}$	1	2	3	4
Ges.:							**M 350,3**

1	V_{Ku} $/(4/3\pi)$ $\sqrt[3]{}$			=	**r_{Ku} 5,20**					
2		$r_{Ke}^2 \cdot \pi$ 1/x	×	V_{Ke} /3	=	**h 20,80**				
3		r_{Ke} x^2	+		=	h x^2	$\sqrt{}$	**s 21.44**		
4		r_{Ke} $\times\pi$	×					s	=	**M 350,3**

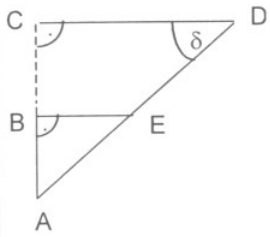
Schwierigkeiten:

R	Formel finden für Kugelvolumen
A	Formel umstellen
A	3.Wurzel
R	Formel finden für Kegelvolumen
A	Formel umstellen
R	rechtwinkliges Hilfsdreieck
E	Pythagoras
R	Formel finden für Kegelmantel

RSA 1998

Aufgabe P5
Trigonometrie
(2 Punkte)

Die Entfernung der Punkte A und C kann nicht direkt gemessen werden. Folgende Größen sind bekannt:
DE = 1356 m BE = 352 m δ = 65,0°
Berechnen Sie die Länge AC.



Geg.:	DE 1356		BE 352		δ 65,0°	*Stufenwinkel* δ=BEA	*1*	*2*	*3*	*4*
Ges.:										**AC 1984**
1	DE	×			δ sin		**EF 1229**			
2							EF	= **BC 1229**		
3			BE	×		BEA tan			**AB 755**	
4								BC +	AB =	**AC 1984**

Schwierigkeiten:

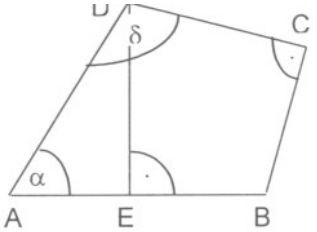
E	Hilfslinie; sinus
A	Formel umstellen
E	Rechteck erkennen
E	Stufenwinkel erkennen; tangens
A	Formel umstellen
E	Addition von 2 Teilstrecken

RSA 1998 Aufgabe P6

Trigonometrie

(2,5 Punkte)

Vom Viereck ABCD sind bekannt:
BC = 4,0 cm CD = 6,3 cm
α = 54,0° δ = 110,0°
Berechnen Sie die Länge DE.



Geg.: / Ges.:	BC 4,0	CD 6,3	α 54,0	δ 110,0	1	2	3	4	5	6
										DE 5,58
1			α +90		= **δ1 36**					
2	BC	: CD				= tanδ3 0,6349				
3							tan^{-1} = **δ3 32,4**			
4				δ	- δ1	-	δ3	= **δ2 41,6**		
5	BC x^2	+ CD x^2							= $\sqrt{}$ **BD 7,46**	
6								δ2 cos	× BD	= **DE 5,58**

Schwierigkeiten:

E		Winkelsumme
E		Hilfslinie; tangens
	A	Umkehrfunktion
E		Teilwinkel
E		Verbindungslinie
E		Pythagoras
E		cosinus
	A	Formel umstellen

RSA 1998

Aufgabe P7
Sachrechnen
(1,5 Punkte)

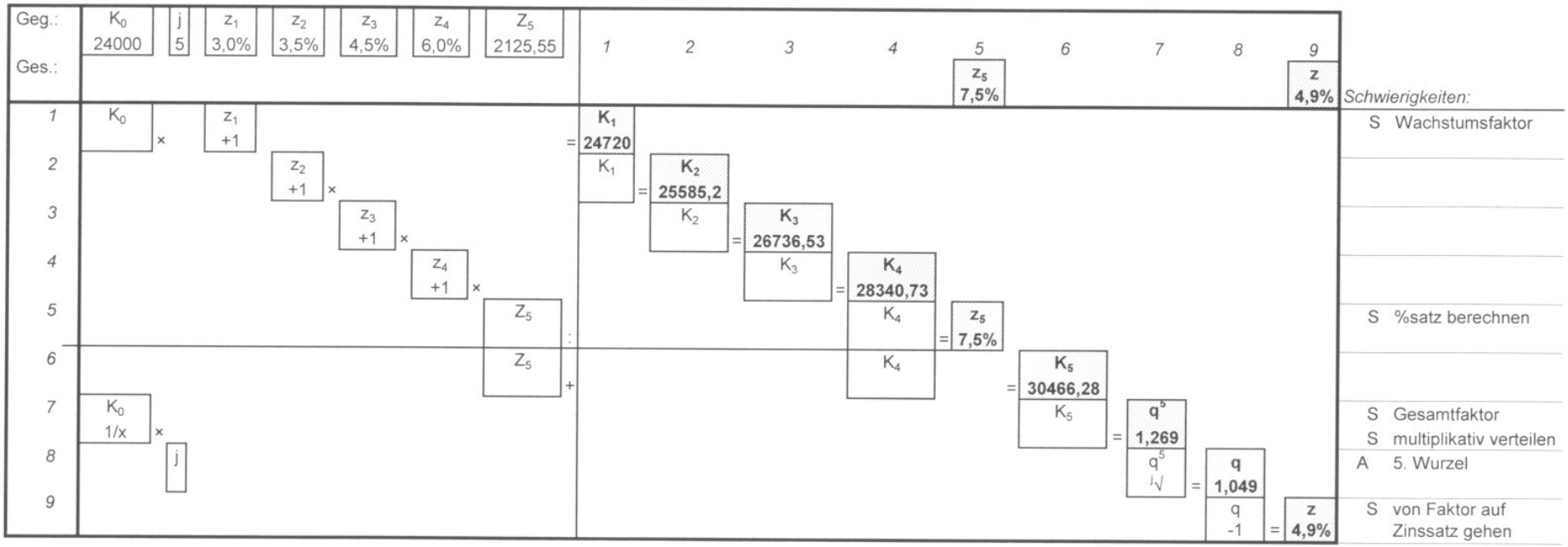
Bei einer Radarkontrolle wurde bei 15% aller Fahrzeuge
eine Geschwindigkeitsübertretung festgestellt.
20% dieser Geschwindigkeitsübertretungen führten zu einem Fahrverbot;
das waren 12 Fälle. Wie viele Fahrzeuge wurden kontrolliert?

Geg.:	p 15%		q 20%		V 12		*1*		*2*	
Ges.:									**F** **400**	*Schwierigkeiten:*
1			q 1/x	×	V	=	**Ü** **60**			S Grundwert gesucht
2	p 1/x	×					Ü	=	**F** **400**	S Grundwert gesucht

RSA 1998 Aufgabe P8

Sac (2,5 Punkte)

Ein Kapital von 24 000,00 DM wird 5 Jahre lang angelegt. Zinsen werden mitverzinst.
Zinssatz im 1.Jahr: 3,0 % Zinssatz im 2. Jahr: 3,5 %
Zinssatz im 3.Jahr: 4,5 % Zinssatz im 4. Jahr: 6,0 %
Für das fünfte Jahr werden 2 125,55 DM Zinsen gutgeschrieben.
Wie hoch ist der Zinssatz im fünften Jahr?
Bei welchem jährlich gleichbleibenden Zinssatz hätte sich nach fünf Jahren das gleiche Endkapital ergeben?



RSA 1998 — Aufgabe W1a — Körperberechnung (4 Punkte)

Von einer regelmäßigen achtseitigen Pyramide sind bekannt:
Grundkante a = 6,4 cm
Körperhöhe h = 15,1 cm
Berechnen Sie die Oberfläche der Pyramide.

Geg.: / Ges.:	*n*	a	h	*Mittelpunktsw.*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
	8	6,4	15,1	360						**O 632**

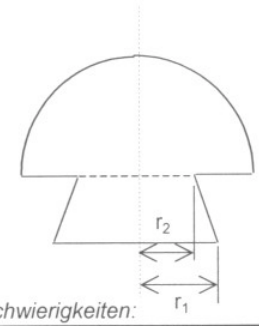
1	n 1/x	x			*Mittelpunktsw.*	=	α **45**								
2		a /2	:				α /2 tan	=	ρ **7,7**						
3	n	x	a	x					ρ :2	=	**A 198**				
4				h x²	+				ρ x²	= √		**hT 17**			
5	n	x	a	x								hT :2	=	**M 434**	
6											A	+		M	= **O 632**

Schwierigkeiten:

E	Regelm. Achteck (Vorstellung, Skizze)
E	rechtw. Hilfsdreieck
E	tangens
A	Formel umstellen
E	Gesamtfläche
R	rechtw. Hilfsdreieck
E	Pythagoras
	entfällt je nach Formelsammlung
R	Formel finden

RSA 1998 Aufgabe W1b
Körperberechnung
(4 Punkte)

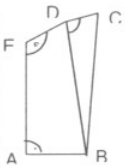
Ein zusammengesetzter Körper besteht aus einem Kegelstumpf und einer Halbkugel.
Es gilt: $r_1 = 7e$ $r_2 = 4e$
$V_{KSt} = 124\pi e^3$ (Volumen Kegelstumpf) $V_{HK} = 486\pi e^3$ (Volumen Halbkugel)
Zeigen Sie ohne Verwendung gerundeter Werte, daß sich die Oberfläche des Körpers mit der Formel $O = 331\pi e^2$ rechnen läßt.



Geg.:	r_1 7e	r_2 4e	V_{KSt} $124\pi e^3$	V_{HK} $486\pi e^3$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Schwierigkeiten:	
Ges.:														**O $331\pi e^2$**		
1				V_{HK} $/2\pi\cdot 3$	= $\sqrt[3]{}$	**r 9e**									R	Volumen Halbkugel
															A	Formel umstellen
															A	3. Wurzel
2						r x^2 $\cdot 2\pi$	= **M_{HK} $162\pi e^2$**								R	Mantel Halbkugel
3		r_2 x^2	- +			r x^2		= $\times\pi$ **G_{HK} $65\pi e^2$**							R	Schnittzeichnung lesen
															E	Kreisringfläche
4	r_1 x^2	r_2 x^2	+						**Hilfs-größe $93e^2$**						R	Volumen Kegelstumpf
	+ r_1	r_2	×													
5				V_{KSt} :					= HG $/\pi\cdot 3$	= **h 4e**					A	Formel umstellen
6	r_1	r_2	-								= **d 3e**				E	Radiusdifferenz
7										h x^2	+ d x^2	= $\sqrt{}$ **s 5e**			R	rechtwinkliges Hilfsdreieck
															E	Pythagoras
8	(r_1	+ r_2	)×									s $\cdot\pi$	= **M_{KSt} $55\pi e^2$**		R	Mantel Kegelstumpf
9	r_1 x^2		$\times\pi$											**G_{KSt} $49\pi e^2$**	E	Kreisfläche
10						M_{HK}	+ G_{HK}	+					M_{KSt}	+ G_{KSt} = **O $331\pi e^2$**	R	Zusammensetzen

RSA 1998 Aufgabe W2a
Trigonometrie
(5 Punkte)

Vom Viereck ABDE sind bekannt: AB = 4,9 cm, AE = 6,2 cm, BD = 7,8 cm, Winkel DBA = 73,0°
Berechnen Sie den Abstand des Punktes D von AB. Wie groß ist der Winkel AED=ε?
Der Flächeninhalt des Dreiecks BCD ist halb so groß wie der Flächeninhalt des Vierecks ABDE.
Wie groß ist der Winkel DCB?



Geg.:	AB 4,9	AE 6,2	BD 7,8	DBA 73,0	k 1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ges.:						DF 7,5							ε 116,4							DCB 66,5

1			BD	x	DBA sin	=	DF 7,5														E	Hilfslinie zu Hilfsp.F
																					E	sinus
																					A	Formel umstellen
2		AE	=					GF 6,2													E	Hilfspunkt G
3							DF	-	GF	=	DG 1,3										E	Teilstrecke
4			BD	x	DBA cos	=						FB 2,3									E	cosinus
																					A	Formel umstellen
5	AB	-										FB	=	AF 2,6							E	Teilstrecke
6														AF	=	EG 2,6					E	Hilfslinie EG
7									DG	:						EG	=	DEG 25,7			E	tangens
																$\tan^{-1}$					A	Umkehrfunktion
8																		DEG +90	=	ε 115,7	E	Winkel zus.setzen
9							DF	x				FB :2	=							A_{BFD} 8,51	E	rechtw.Dreiecksfl.
10									DG	x				EG :2	=					A_{EGD} 1,65	E	rechtw.Dreiecksfl.
11		AE	x											EG	=					A_{RE} 16,24	E	Rechtecksfläche
12																				A_{BFD} + A_{EGD} + A_{RE}	E	Flächen zus.setzen
																				A_4 26,4		
13				k	x															A_4	E	Flächenbeziehung
																				A_3 13,2		
14			BD 1/x	x																A_3 ×2	E	rechtw.Dreiecksfl.
																				DC 3,4	A	Formel umstellen
15			BD :																	DC	E	tangens
																				$\tan^{-1}$	A	Umkehrfunktion

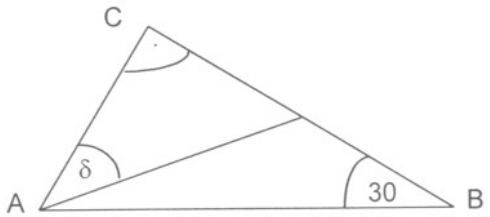
DCB 66,5

Schwierigkeiten:

E	Hilfslinie zu Hilfsp.F
E	sinus
A	Formel umstellen
E	Hilfspunkt G
E	Teilstrecke
E	cosinus
A	Formel umstellen
E	Teilstrecke
E	Hilfslinie EG
E	tangens
A	Umkehrfunktion
E	Winkel zus.setzen
E	rechtw.Dreiecksfl.
E	rechtw.Dreiecksfl.
E	Rechtecksfläche
E	Flächen zus.setzen
E	Flächenbeziehung
E	rechtw.Dreiecksfl.
A	Formel umstellen
E	tangens
A	Umkehrfunktion

RSA 1998 Aufgabe W2b
Trigonometrie
(3 Punkte)

Zeigen Sie
ohne Verwendung gerundeter Werte,
daß im nebenstehenden Dreieck ABC gilt:
$\cos \delta = 2\sqrt{7}/7$



Geg.:	CE = e		EB = e		CBA = 30°		BCA = 90°		*1*	*2*	*3*
Ges.:											**$\cos\delta = 2\sqrt{7}/7$**
1	(	CE	+	EB	)×	CBA = tan		=	**CA = $2e\sqrt{3}/3$**		
2		CE = x^2							CA = x^2	= √	**AE = $\sqrt{7}/\sqrt{3}$**
3									CA	/ AE	= **$\cos\delta = 2\sqrt{7}/7$**

Schwierigkeiten:

E	Hilfspunkt E; tan in ungewöhnl. Lage
A	Ablesen aus Tabelle; Wurzelterme
E	Pythagoras
A	Rechnen mit Wurzeltermen Bruchrechnen
E	cos
A	Bruchdiv., Rationalmachen des Nenners

RSA 1998 — Aufgabe W3a — Algebra — (5 Punkte)

Eine Parabel p_1 mit der Gleichung $y = x^2+2x+q$ geht durch den Punkt P(-3|-1).
Eine zweite Parabel p_2 hat die Gleichung $y = -x^2$.
Zeichnen Sie beide Parabeln in ein Koordinatensystem ein.
Berechnen Sie die Koordinaten der Schnittpunkte der beiden Parabeln.
Bestimmen Sie rechnerisch die Gleichung der Geraden, die durch diese beiden Schnittpunkte verläuft.

Geg.: / Ges.:	Parabel p_1 $y=x^2+2x+q$	x_P -3	y_P -1	Parabel p_2 $y=-x^2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					q -4		Zeich-nung		x_1 1	x_2 -2	y_1 -1	y_2 -4			m 1	b -2
1	$y_P=x_P^2+2x_P+q$	einsetzen	einsetzen													
2	$y=x^2+2x+1-5$ $y=(x+1)^2-5$				x_S -1	y_S -5										
3	zeichnen mit Schablone			zeichnen mit Schablone												
4	$y=x^2+2x-4$ &			$y=-x^2$				$2x^2+2x-4=0$ $x^2+x-2=0$								
5								$x=-½+\sqrt{(¼+2)}$	x_1 1							
6								$x=-½-\sqrt{(¼+2)}$		x_2 -2						
7				$-x_1^2$					einsetzen		y_1 -1					
8				$-x_2^2$						einsetzen		y_2 -4				
9									einsetzen		einsetzen		$y_1=mx_1+b$ $-1=m+b$			
10										einsetzen		einsetzen		$y_2=mx_2+b$ $-4=-2m+b$		
11													$-1=m+b$	$-4=-2m+b$ &	$\Rightarrow$ m 1	
12													$-1=1+b$		einsetzen	b -2

Schwierigkeiten:
- A Punktprobe
- A quadr.Ergänzg.
- A bin.Formel
- A Scheitelp.form
- A Parabeln mit Schablone zeichnen
- A Gleichsetzungs-verfahren
- A qu.Gleichung Normalform p-q-Formel
- A einsetzen
- A Geraden-gleichung

oder je nach Formelsammlung ab Schritt 9

	9	10	11	12
9	y_1 -1 - y_2 -4 =	senkrecht 3		
10	x_1 1 - x_2 -3 =		waagerecht 3	
11		senkrecht	waagerecht =	m 1
12	einsetzen in y=mx+b	einsetzen in y=mx+b	einsetzen in y=mx+b	b -2

Schwierigkeiten:
- A Rechn.m.neg.Z.
- A Rechn.m.neg.Z.
- A 2 Ebenen Formvariable und Pmktprobe

RSA 1998 Aufgabe W3b
Algebra
(3 Punkte)

Bestimmen Sie die Definitionsmenge
und die Lösungsmenge der Gleichung:

$$\frac{3x-1}{3x^2-6x+3}-\frac{6x-1}{6x-6}=\frac{-4x}{3x-3}$$

Geg.: / Ges.:	Zähler 1 3x-1	Nenner 1 3x²-6x+3	Zähler 2 6x-1	Nenner 2 6x-6	Zähler 3 -4x	Nenner 3 3x-3	1	2	3	4	5	6
								D x≠1			x₁ 0,5	x₂ -3
1		ausklammern bin.Formel 3(x-1)²		ausklammern 6(x-1)		ausklammern 3(x-1)	=0 x=1					
2							aus- schließen	D x≠1				
3		zerlegen 3(x-1)(x-1)	&	zerlegen 2·3·(x-1)	&	zerlegen 3·(x-1)			⇒ HN 6(x-1)²			
4	erweitern 2(3x-1) ausmult. 6x-2	erweitern 6(x-1)²	erweitern (x-1)(6x-1) ausmult. (6x²-7x+1)	erweitern 6(x-1)²	erweitern 2(x-1)(-4x) ausmult. -8x²+8x	erweitern 6(x-1)²				⇒ quadr.Gleichung 2x²+5x-3=0 x²+2,5x-1,5=0		
5	-		=							x=-1,25+√(1,5625+1,5)	x₁ 0,5	
6										x=-1,25-√(1,5625+1,5)		x₂ -3

Schwierigkeiten:

A ausklammern
bin.Fromel
Nenner = 0 setzen

A Komplement

A Hauptnenner
erweitern auf HN

A Zählergleichung
Klammern um Zähler
Minus vor Klammer

A Normalform
p-q-Formel

Klassenliste zur schriftlichen Realschulabschlußprüfung Mathematik 1998

Name des Schulorts: _____ Name der Schule: _____

Anzahl der 10. Klassen der Schule: ☐ Klassen

Mathematiklehrer(in): männlich ☐ weiblich ☐

Gibt es Aufgaben, die Ihrer Meinung nach zu leicht oder zu schwer sind?

	Pflichtaufgabe Nr.								Wahlaufgabe Nr.					
ℓ = zu leicht	1	2	3	4	5	6	7	8	1a	1b	2a	2b	3a	3b
ś = zu schwer														

Schüler			Note der	Punktezahl in Aufgabe Nr.														Ges.	Note
			Jahres-	Pflichtaufgaben								Wahlaufgaben						pkte-	der
Nr.	m/w	A/S/D	leistung	1	2	3	4	5	6	7	8	1a	1b	2a	2b	3a	3b	zahl	Prüf.
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			

Legende: In jeder Zeile werden pro Schüler folgende Daten erfasst:

Geschlecht (männlich / weiblich)
Nationalität (A = ausländisch, S = Aussiedler, D = sonstige Deutsche)
Note der **Jahresleistung** Mathematik (Einreichungsnote: ganze Note oder Dezimal)
Vom Erstkorrektor ermittelte **Punktezahl** bei den einzelnen Aufgaben **(0 = null Punkte, - = nicht bearbeitet)**
Gesamtpunktezahl des Erstkorrektors
schriftliche Prüfungsnote des Erstkorrektors
(Die erste und die letzten vier Spalten sind für Ihren persönlichen Gebrauch bestimmt)

Erfolg Gebiete		Männliche Schüler männl.Lehrer				Männliche Schüler weibl.Lehrer					Weibliche Schüler männl.Lehrer				Weibliche Schüler weibl.Lehrer				
		n	x	s	$t\downarrow$	n	x	s	$t\downarrow$	$t\leftarrow$	n	x	s	$t\downarrow$	n	x	s	$t\downarrow$	$t\leftarrow$
Anmelde-	deutsch	5047	608	193		1656	585	191		*4,1*	5528	584	201		2133	597	202		*-2,6*
note	ausl.	452	563	184	*4,7*	205	548	196	*2,7*	*1,0*	526	531	200	*5,8*	245	568	199	*2,1*	*-2,4*
	Aussiedl.	112	645	210	*-2,0*	49	632	170	*-1,7*	*0,4*	176	606	233	*-1,4*	100	645	211	*-2,3*	*-1,4*
	insg.	**5611**	**605**	**193**		**1910**	**582**	**191**		*4,4*	**6230**	**580**	**202**		**2478**	**596**	**203**		*-3,3*
Prüfungs-	deutsch	5047	602	223		1656	592	221		*1,6*	5528	547	246		2133	571	242		*-3,9*
note	ausl.	452	508	241	*8,5*	205	513	237	*4,8*	*-0,2*	526	451	244	*8,6*	245	519	254	*3,2*	*-3,6*
	Aussiedl.	112	624	230	*-1,0*	49	606	221	*-0,4*	*0,5*	176	537	264	*0,5*	100	630	263	*-2,4*	*-2,8*
	insg.	**5611**	**595**	**226**		**1910**	**584**	**224**		*1,8*	**6230**	**538**	**248**		**2478**	**569**	**245**		*-5,1*
N-DIF	deutsch	4957	-5	129		1633	7	121		*-3,4*	5446	-37	135		2100	-26	127		*-3,2*
	ausl.	445	-56	151	*7,8*	202	-35	134	*4,6*	*-1,6*	517	-80	136	*7,0*	240	-51	135	*2,9*	*-2,8*
	Aussiedl.	112	-21	124	*1,2*	49	-27	130	*1,9*	*0,3*	176	-69	134	*3,1*	100	-15	143	*-0,9*	*-3,1*
	insg.	**5514**	**-10**	**131**		**1884**	**2**	**124**		*-3,2*	**6139**	**-41**	**136**		**2440**	**-28**	**129**		*-4,2*
Pflicht	deutsch	5047	724	198		1656	715	198		*1,6*	5528	662	232		2133	678	220		*-2,8*
	ausl.	452	641	237	*8,4*	205	654	228	*4,1*	*-0,6*	526	568	249	*8,8*	245	626	246	*3,5*	*-3,0*
	Aussiedl.	112	745	207	*-1,1*	49	733	188	*-0,6*	*0,3*	176	656	254	*0,3*	100	716	231	*-1,7*	*-1,9*
	insg.	**5611**	**718**	**203**		**1910**	**709**	**202**		*1,6*	**6230**	**654**	**235**		**2478**	**675**	**224**		*-3,8*
Wahl	deutsch	5047	473	286		1656	461	281		*1,4*	5528	425	295		2133	459	297		*-4,4*
	ausl.	452	368	283	*7,5*	205	364	285	*4,7*	*0,2*	526	327	272	*7,4*	245	407	295	*2,6*	*-3,7*
	Aussiedl.	112	497	301	*-0,9*	49	471	300	*-0,2*	*0,5*	176	412	314	*0,6*	100	541	333	*-2,7*	*-3,2*
	insg.	**5611**	**465**	**287**		**1910**	**451**	**283**		*1,8*	**6230**	**417**	**295**		**2478**	**457**	**299**		*-5,7*
P12	deutsch	5047	545	337		1656	535	322		*1,0*	5528	539	332		2133	563	324		*-2,9*
	ausl.	452	460	342	*5,1*	205	459	334	*3,2*	*0,0*	526	440	323	*6,5*	245	552	346	*0,5*	*-4,3*
	Aussiedl.	112	581	334	*-1,1*	49	615	349	*-1,7*	*-0,6*	176	549	347	*-0,4*	100	690	324	*-3,8*	*-3,3*
	insg.	**5611**	**539**	**338**		**1910**	**529**	**325**		*1,1*	**6230**	**531**	**333**		**2478**	**567**	**328**		*-4,6*
P34	deutsch	5047	814	232		1656	813	232		*0,2*	5528	766	271		2133	787	254		*-3,0*
	ausl.	452	730	302	*7,2*	205	761	279	*3,0*	*-1,2*	526	686	302	*6,4*	245	741	286	*2,7*	*-2,4*
	Aussiedl.	112	832	240	*-0,8*	49	832	220	*-0,6*	*0,0*	176	767	283	*0,0*	100	792	270	*-0,2*	*-0,7*
	insg.	**5611**	**808**	**240**		**1910**	**808**	**238**		*0,0*	**6230**	**760**	**275**		**2478**	**783**	**259**		*-3,6*
P56	deutsch	5047	826	248		1656	829	247		*-0,4*	5528	780	280		2133	800	264		*-2,8*
	ausl.	452	763	305	*5,0*	205	793	267	*1,9*	*-1,2*	526	697	326	*6,4*	245	730	315	*3,8*	*-1,3*
	Aussiedl.	112	858	245	*-1,4*	49	853	228	*-0,7*	*0,1*	176	763	312	*0,8*	100	837	273	*-1,4*	*-2,0*
	insg.	**5611**	**822**	**253**		**1910**	**826**	**249**		*-0,6*	**6230**	**773**	**286**		**2478**	**794**	**270**		*-3,2*
P78	deutsch	5047	688	286		1656	659	292		*3,6*	5528	534	327		2133	536	327		*-0,1*
	ausl.	452	585	330	*7,2*	205	572	309	*4,0*	*0,5*	526	418	324	*7,8*	245	455	332	*3,7*	*-1,4*
	Aussiedl.	112	683	300	*0,2*	49	607	306	*1,2*	*1,5*	176	518	356	*0,7*	100	520	337	*0,5*	*-0,1*
	insg.	**5611**	**680**	**292**		**1910**	**648**	**296**		*4,1*	**6230**	**524**	**329**		**2478**	**527**	**329**		*-0,4*
W1	deutsch	3807	533	332		1267	528	325		*0,5*	3803	488	339		1538	524	331		*-3,5*
	ausl.	309	429	342	*5,3*	144	411	344	*4,1*	*0,5*	331	373	331	*6,0*	157	487	349	*1,3*	*-3,5*
	Aussiedl.	83	590	357	*-1,5*	32	524	315	*0,1*	*0,9*	124	442	363	*1,5*	68	588	381	*-1,6*	*-2,6*
	insg.	**4199**	**526**	**334**		**1443**	**516**	**328**		*1,0*	**4258**	**478**	**341**		**1764**	**523**	**335**		*-4,7*
W2	deutsch	3761	450	286		1228	432	282		*1,9*	4067	400	291		1487	428	300		*-3,2*
	ausl.	345	367	294	*5,1*	155	352	282	*3,4*	*0,6*	378	327	285	*4,6*	168	382	297	*1,9*	*-2,0*
	Aussiedl.	87	441	331	*0,3*	35	387	304	*0,9*	*0,8*	125	398	311	*0,1*	63	468	365	*-1,0*	*-1,4*
	insg.	**4193**	**443**	**289**		**1418**	**422**	**284**		*2,4*	**4570**	**394**	**292**		**1717**	**425**	**302**		*-3,8*
W3	deutsch	2526	416	337		817	403	329		*1,0*	3187	383	331		1241	414	332		*-2,8*
	ausl.	250	295	306	*5,4*	110	321	344	*2,4*	*-0,7*	343	281	297	*5,5*	165	356	323	*2,1*	*-2,6*
	Aussiedl.	54	444	384	*-0,6*	31	511	351	*-1,8*	*-0,8*	102	392	362	*-0,3*	69	560	353	*-3,5*	*-3,0*
	insg.	**2830**	**405**	**337**		**959**	**397**	**334**		*0,7*	**3632**	**374**	**330**		**1475**	**414**	**334**		*-4,0*

Erfolg Gebiete		Männliche Schüler				Weibliche Schüler					**Schüler insg.**			
		n	x	s	t↓	n	x	s	t↓	t←	n	x	s	t↓
Anmelde-	deutsch	6703	602	193		7661	588	201		4,5	**14364**	**594**	**197**	
note	ausl.	657	558	188	5,6	771	543	200	5,9	1,5	**1428**	**550**	**195**	8,1
	Aussiedl.	161	641	199	-2,5	276	620	226	-2,6	1,0	**437**	**628**	**217**	-3,5
	insg.	**7521**	**599**	**193**		**8708**	**585**	**202**		4,7	**16229**	**591**	**198**	
Prüfungs-	deutsch	6703	599	223		7661	554	245		11,7	**14364**	**575**	**236**	
note	ausl.	657	510	240	9,8	771	473	249	8,7	2,9	**1428**	**490**	**246**	13,0
	Aussiedl.	161	619	227	-1,1	276	571	267	-1,1	1,9	**437**	**589**	**254**	-1,2
	insg.	**7521**	**592**	**226**		**8708**	**547**	**247**		12,0	**16229**	**568**	**239**	
N-DIF	deutsch	6590	-2	127		7546	-34	133		14,3	**14136**	**-19**	**131**	
	ausl.	647	-49	146	8,9	757	-71	136	7,3	2,8	**1404**	**-61**	**141**	11,3
	Aussiedl.	161	-22	126	2,0	276	-49	140	1,9	2,0	**437**	**-39**	**135**	3,2
	insg.	**7398**	**-7**	**130**		**8579**	**-38**	**134**		14,6	**15977**	**-23**	**133**	
Pflicht	deutsch	6703	722	198		7661	667	229		15,5	**14364**	**692**	**217**	
	ausl.	657	645	234	9,4	771	586	249	9,2	4,6	**1428**	**613**	**244**	13,0
	Aussiedl.	161	742	201	-1,2	276	678	248	-0,8	2,8	**437**	**701**	**234**	-0,8
	insg.	**7521**	**716**	**202**		**8708**	**660**	**232**		16,3	**16229**	**686**	**221**	
Wahl	deutsch	6703	470	284		7661	435	296		7,3	**14364**	**451**	**291**	
	ausl.	657	367	284	8,8	771	352	282	7,4	1,0	**1428**	**359**	**283**	11,4
	Aussiedl.	161	489	301	-0,8	276	458	327	-1,3	1,0	**437**	**470**	**318**	-1,3
	insg.	**7521**	**461**	**286**		**8708**	**428**	**297**		7,3	**16229**	**443**	**292**	
P12	deutsch	6703	542	333		7661	545	330		-0,5	**14364**	**544**	**331**	
	ausl.	657	459	339	6,1	771	476	335	5,6	-0,9	**1428**	**468**	**337**	8,3
	Aussiedl.	161	592	339	-1,8	276	600	346	-2,7	-0,2	**437**	**597**	**343**	-3,3
	insg.	**7521**	**536**	**335**		**8708**	**541**	**332**		-0,9	**16229**	**539**	**333**	
P34	deutsch	6703	814	232		7661	772	267		10,0	**14364**	**792**	**252**	
	ausl.	657	740	296	7,6	771	703	298	6,7	2,3	**1428**	**720**	**298**	10,0
	Aussiedl.	161	832	234	-1,0	276	776	279	-0,2	2,1	**437**	**797**	**264**	-0,4
	insg.	**7521**	**808**	**239**		**8708**	**766**	**271**		10,3	**16229**	**786**	**258**	
P56	deutsch	6703	827	248		7661	786	276		9,3	**14364**	**805**	**264**	
	ausl.	657	773	294	5,3	771	707	323	7,4	3,9	**1428**	**737**	**312**	9,0
	Aussiedl.	161	856	240	-1,5	276	789	301	-0,2	2,4	**437**	**814**	**282**	-0,7
	insg.	**7521**	**823**	**252**		**8708**	**779**	**282**		10,3	**16229**	**799**	**270**	
P78	deutsch	6703	681	288		7661	535	327		28,2	**14364**	**603**	**318**	
	ausl.	657	581	324	8,4	771	430	327	8,5	8,8	**1428**	**499**	**334**	11,7
	Aussiedl.	161	660	304	0,9	276	519	349	0,8	4,3	**437**	**571**	**340**	2,1
	insg.	**7521**	**672**	**293**		**8708**	**525**	**329**		29,8	**16229**	**593**	**321**	
W1	deutsch	5074	531	330		5341	498	337		5,0	**10414**	**515**	**334**	
	ausl.	453	423	343	6,7	488	410	341	5,6	0,6	**942**	**416**	**342**	8,7
	Aussiedl.	115	571	347	-1,3	192	494	376	0,2	1,8	**307**	**523**	**367**	-0,4
	insg.	**5642**	**524**	**333**		**6022**	**491**	**340**		5,2	**11664**	**507**	**337**	
W2	deutsch	4989	446	286		5553	407	294		6,8	**10542**	**426**	**291**	
	ausl.	500	363	290	6,2	545	344	289	4,8	1,0	**1045**	**353**	**290**	7,7
	Aussiedl.	122	426	324	0,8	188	421	332	-0,6	0,1	**310**	**423**	**329**	0,2
	insg.	**5611**	**438**	**288**		**6287**	**402**	**295**		6,7	**11898**	**419**	**292**	
W3	deutsch	3343	412	335		4428	392	331		2,7	**7771**	**401**	**333**	
	ausl.	360	303	319	5,9	508	305	308	5,6	-0,1	**868**	**304**	**312**	8,1
	Aussiedl.	85	469	373	-1,5	171	459	368	-2,6	0,2	**256**	**463**	**370**	-2,9
	insg.	**3788**	**403**	**336**		**5107**	**385**	**332**		2,5	**8895**	**393**	**334**	

Erfolg Gebiete		männl.Lehrer n	x	s	$t\downarrow$	weibl.Lehrer n	x	s	$t\downarrow$	$t\leftarrow$
Anmelde-	deutsch	10575	595	197		3789	592	198		0,9
note	ausl.	978	546	193	7,5	450	559	198	3,3	-1,2
	Aussiedl.	288	621	225	-2,2	149	641	198	-3,0	-0,9
	insg.	**11841**	**592**	**198**		**4388**	**590**	**198**		0,5
Prüfungs-	deutsch	10575	573	237		3789	580	233		-1,6
note	ausl.	978	477	244	12,0	450	517	246	5,5	-2,8
	Aussiedl.	288	571	255	0,1	149	622	250	-2,1	-2,0
	insg.	**11841**	**565**	**240**		**4388**	**575**	**236**		-2,4
N-DIF	deutsch	10403	-22	133		3733	-12	126		-4,1
	ausl.	962	-69	144	10,4	442	-44	135	5,1	-3,1
	Aussiedl.	288	-50	132	3,6	149	-19	139	0,7	-2,3
	insg.	**11653**	**-26**	**135**		**4324**	**-15**	**127**		-4,8
Pflicht	deutsch	10575	692	218		3789	695	211		-0,7
	ausl.	978	602	246	12,2	450	639	238	5,2	-2,6
	Aussiedl.	288	691	241	0,1	149	722	218	-1,5	-1,3
	insg.	**11841**	**684**	**223**		**4388**	**690**	**215**		-1,4
Wahl	deutsch	10575	448	291		3789	460	290		-2,2
	ausl.	978	346	278	10,5	450	388	291	5,0	-2,6
	Aussiedl.	288	445	312	0,2	149	518	324	-2,4	-2,3
	insg.	**11841**	**439**	**292**		**4388**	**454**	**293**		-2,9
P12	deutsch	10575	542	334		3789	551	324		-1,5
	ausl.	978	449	332	8,3	450	509	344	2,6	-3,1
	Aussiedl.	288	562	342	-1,0	149	665	334	-4,2	-3,0
	insg.	**11841**	**534**	**335**		**4388**	**551**	**327**		-2,7
P34	deutsch	10575	789	255		3789	798	245		-1,9
	ausl.	978	707	303	9,6	450	750	283	3,9	-2,6
	Aussiedl.	288	792	269	-0,2	149	805	255	-0,3	-0,5
	insg.	**11841**	**783**	**260**		**4388**	**794**	**250**		-2,4
P56	deutsch	10575	802	266		3789	812	257		-2,1
	ausl.	978	728	319	8,2	450	759	296	4,1	-1,7
	Aussiedl.	288	800	292	0,1	149	842	259	-1,4	-1,5
	insg.	**11841**	**796**	**272**		**4388**	**808**	**262**		-2,5
P78	deutsch	10575	608	318		3789	589	318		3,1
	ausl.	978	495	337	10,5	450	508	327	5,1	-0,7
	Aussiedl.	288	582	345	1,4	149	549	330	1,5	1,0
	insg.	**11841**	**598**	**322**		**4388**	**580**	**321**		3,2
W1	deutsch	7609	510	336		2805	526	328		-2,1
	ausl.	640	400	337	8,0	301	451	349	3,7	-2,2
	Aussiedl.	207	501	368	0,4	100	568	362	-1,3	-1,5
	insg.	**8457**	**502**	**338**		**3207**	**520**	**332**		-2,6
W2	deutsch	7828	424	290		2714	430	292		-0,9
	ausl.	722	346	290	6,9	323	367	290	3,6	-1,1
	Aussiedl.	213	415	320	0,4	98	439	347	-0,3	-0,6
	insg.	**8763**	**417**	**292**		**3135**	**424**	**294**		-1,0
W3	deutsch	5712	397	334		2058	409	331		-1,4
	ausl.	593	287	301	7,7	275	342	332	3,2	-2,4
	Aussiedl.	156	410	371	-0,5	100	545	353	-4,0	-2,9
	insg.	**6462**	**388**	**334**		**2434**	**407**	**334**		-2,5

Erfolg Einzelaufg.		Männliche Schüler männl.Lehrer				Männliche Schüler weibl.Lehrer					Weibliche Schüler männl.Lehrer				Weibliche Schüler weibl.Lehrer				
		n	x	s	t↓	n	x	s	t↓	t←	n	x	s	t↓	n	x	s	t↓	t←
P1	deutsch	5047	471	408		1656	442	405		2,6	5528	469	403		2133	473	400		-0,4
	ausl.	452	380	392	4,6	205	349	399	3,1	0,9	526	359	374	6,0	245	484	399	-0,4	-4,2
	Aussiedl.	112	502	407	-0,8	49	561	434	-2,0	-0,8	176	466	406	0,1	100	640	396	-4,1	-3,4
	insg.	**5611**	**464**	**408**		**1910**	**435**	**406**		2,8	**6230**	**460**	**402**		**2478**	**481**	**401**		-2,2
P2	deutsch	5047	619	398		1656	629	387		-0,9	5528	608	395		2133	653	377		-4,5
	ausl.	452	539	421	4,0	205	568	408	2,1	-0,8	526	521	408	4,8	245	619	412	1,3	-3,1
	Aussiedl.	112	661	389	-1,1	49	668	403	-0,7	-0,1	176	632	406	-0,8	100	740	365	-2,3	-2,2
	insg.	**5611**	**613**	**400**		**1910**	**623**	**390**		-1,0	**6230**	**601**	**398**		**2478**	**653**	**381**		-5,6
P3	deutsch	5047	786	292		1656	796	286		-1,2	5528	728	330		2133	746	320		-2,2
	ausl.	452	709	341	5,3	205	744	324	2,4	-1,3	526	635	364	6,1	245	690	354	2,6	-1,9
	Aussiedl.	112	825	279	-1,4	49	857	267	-1,5	-0,7	176	733	327	-0,2	100	734	368	0,4	0,0
	insg.	**5611**	**780**	**297**		**1910**	**792**	**290**		-1,5	**6230**	**720**	**334**		**2478**	**740**	**326**		-2,5
P4	deutsch	5047	850	280		1656	834	291		2,1	5528	815	314		2133	838	294		-2,9
	ausl.	452	757	369	6,6	205	782	352	2,4	-0,8	526	750	365	4,5	245	804	319	1,7	-2,0
	Aussiedl.	112	842	301	0,3	49	801	336	0,8	0,8	176	810	348	0,2	100	865	280	-0,9	-1,4
	insg.	**5611**	**843**	**290**		**1910**	**827**	**300**		2,0	**6230**	**809**	**320**		**2478**	**836**	**296**		-3,6
P5	deutsch	5047	835	292		1656	835	288		0,0	5528	768	338		2133	784	321		-1,9
	ausl.	452	748	361	6,0	205	787	340	2,2	-1,3	526	682	381	5,5	245	715	364	3,1	-1,1
	Aussiedl.	112	868	276	-1,2	49	837	340	0,0	0,6	176	759	350	0,4	100	805	333	-0,6	-1,1
	insg.	**5611**	**829**	**299**		**1910**	**830**	**296**		-0,2	**6230**	**761**	**343**		**2478**	**778**	**326**		-2,2
P6	deutsch	5047	819	307		1656	824	300		-0,6	5528	790	322		2133	812	305		-2,7
	ausl.	452	776	346	2,8	205	798	312	1,1	-0,8	526	709	370	5,4	245	741	357	3,4	-1,1
	Aussiedl.	112	850	291	-1,1	49	865	259	-1,0	-0,3	176	766	358	1,0	100	862	294	-1,6	-2,3
	insg.	**5611**	**816**	**310**		**1910**	**822**	**301**		-0,8	**6230**	**782**	**328**		**2478**	**807**	**311**		-3,2
P7	deutsch	5047	735	406		1656	712	411		2,0	5528	491	449		2133	509	443		-1,6
	ausl.	452	597	450	6,9	205	569	453	4,7	0,7	526	342	409	7,3	245	371	420	4,6	-0,9
	Aussiedl.	112	726	421	0,2	49	667	470	0,8	0,8	176	527	471	-1,0	100	400	457	2,4	2,2
	insg.	**5611**	**724**	**412**		**1910**	**696**	**419**		2,6	**6230**	**479**	**448**		**2478**	**491**	**444**		-1,1
P8	deutsch	5047	660	323		1656	627	327		3,6	5528	561	360		2133	552	362		1,0
	ausl.	452	579	361	5,1	205	574	352	2,2	0,2	526	464	374	5,9	245	504	384	1,9	-1,4
	Aussiedl.	112	657	331	0,1	49	571	340	1,2	1,5	176	512	386	1,7	100	592	363	-1,1	-1,7
	insg.	**5611**	**653**	**327**		**1910**	**619**	**331**		3,9	**6230**	**551**	**363**		**2478**	**549**	**364**		0,3
W1a	deutsch	3807	650	375		1267	659	370		-0,7	3803	561	389		1538	611	375		-4,3
	ausl.	309	532	414	5,3	144	511	415	4,5	0,5	331	419	400	6,4	157	570	397	1,3	-3,9
	Aussiedl.	83	718	369	-1,6	32	686	379	-0,4	0,4	124	528	415	0,9	68	611	427	0,0	-1,3
	insg.	**4199**	**643**	**379**		**1443**	**645**	**377**		-0,2	**4258**	**549**	**393**		**1764**	**607**	**379**		-5,3
W1b	deutsch	3807	416	406		1267	397	398		1,4	3803	415	390		1538	437	389		-1,9
	ausl.	309	325	386	3,8	144	311	387	2,5	0,4	331	326	367	4,0	157	405	387	1,0	-2,2
	Aussiedl.	83	461	452	-1,0	32	363	459	0,5	1,0	124	356	410	1,7	68	565	421	-2,7	-3,3
	insg.	**4199**	**410**	**406**		**1443**	**387**	**399**		1,8	**4258**	**406**	**390**		**1764**	**439**	**391**		-3,0
W2a	deutsch	3761	589	354		1228	565	353		2,0	4067	515	358		1487	538	358		-2,1
	ausl.	345	486	377	5,1	155	478	376	2,9	0,2	378	430	364	4,4	168	478	357	2,1	-1,4
	Aussiedl.	87	545	388	1,1	35	477	401	1,5	0,9	125	507	360	0,3	63	546	414	-0,2	-0,7
	insg.	**4193**	**579**	**358**		**1418**	**554**	**358**		2,3	**4570**	**508**	**359**		**1717**	**532**	**361**		-2,4
W2b	deutsch	3761	220	305		1228	210	302		1,0	4067	207	299		1487	245	318		-4,1
	ausl.	345	170	288	2,9	155	141	263	2,8	1,1	378	155	275	3,3	168	222	325	0,9	-2,4
	Aussiedl.	87	268	362	-1,4	35	238	378	-0,5	0,4	125	216	344	-0,3	63	337	399	-2,2	-2,1
	insg.	**4193**	**217**	**306**		**1418**	**203**	**301**		1,4	**4570**	**203**	**299**		**1717**	**246**	**323**		-4,9
W3a	deutsch	2526	458	387		817	448	384		0,6	3187	413	374		1241	447	375		-2,7
	ausl.	250	319	361	5,4	110	356	389	2,3	-0,9	343	303	349	5,2	165	359	359	2,8	-1,7
	Aussiedl.	54	438	404	0,4	31	556	399	-1,5	-1,3	102	393	398	0,5	69	572	377	-2,7	-2,9
	insg.	**2830**	**445**	**387**		**959**	**441**	**387**		0,3	**3632**	**403**	**374**		**1475**	**443**	**376**		-3,5
W3b	deutsch	2526	345	364		817	327	351		1,2	3187	332	359		1241	358	368		-2,2
	ausl.	250	254	347	3,8	110	262	351	1,8	-0,2	343	244	315	4,4	165	350	354	0,3	-3,4
	Aussiedl.	54	455	436	-2,2	31	435	391	-1,7	0,2	102	389	419	-1,6	69	540	420	-3,9	-2,3
	insg.	**2830**	**339**	**365**		**959**	**323**	**353**		1,2	**3632**	**326**	**358**		**1475**	**366**	**371**		-3,6

Erfolg Einzelaufg.		Männliche Schüler				Weibliche Schüler					**Schüler insg.**			
		n	x	s	$t\downarrow$	n	x	s	$t\downarrow$	$t\leftarrow$	**n**	**x**	**s**	$t\downarrow$
P1	deutsch	6703	464	408		7661	470	402		*-1,0*	**14364**	**467**	**405**	
	ausl.	657	370	394	*5,6*	771	399	386	*4,8*	*-1,4*	**1428**	**386**	**390**	*7,3*
	Aussiedl.	161	520	416	*-1,7*	276	529	411	*-2,4*	*-0,2*	**437**	**526**	**413**	*-3,0*
	insg.	**7521**	**457**	**408**		**8708**	**466**	**402**		*-1,4*	**16229**	**462**	**405**	
P2	deutsch	6703	621	395		7661	621	391		*0,1*	**14364**	**621**	**393**	
	ausl.	657	548	417	*4,5*	771	553	412	*4,6*	*-0,2*	**1428**	**551**	**414**	*6,4*
	Aussiedl.	161	663	393	*-1,3*	276	671	395	*-2,1*	*-0,2*	**437**	**668**	**394**	*-2,5*
	insg.	**7521**	**616**	**398**		**8708**	**616**	**394**		*-0,1*	**16229**	**616**	**396**	
P3	deutsch	6703	788	291		7661	733	327		*10,7*	14364	**759**	**312**	
	ausl.	657	720	336	*5,7*	771	653	362	*6,4*	*3,6*	1428	**684**	**352**	*8,6*
	Aussiedl.	161	835	276	*-2,0*	276	733	342	*0,0*	*3,2*	437	**771**	**323**	*-0,8*
	insg.	**7521**	**783**	**295**		**8708**	**726**	**332**		*11,6*	**16229**	**752**	**317**	
P4	deutsch	6703	846	283		7661	821	308		*5,0*	**14364**	**833**	**297**	
	ausl.	657	765	364	*6,8*	771	767	352	*4,6*	*-0,1*	**1428**	**766**	**357**	*8,0*
	Aussiedl.	161	829	313	*0,8*	276	830	326	*-0,4*	*0,0*	**437**	**830**	**321**	*0,2*
	insg.	**7521**	**839**	**292**		**8708**	**817**	**313**		*4,6*	**16229**	**827**	**304**	
P5	deutsch	6703	835	291		7661	773	334		*11,9*	**14364**	**802**	**316**	
	ausl.	657	760	355	*6,2*	771	693	376	*6,3*	*3,5*	**1428**	**724**	**368**	*8,8*
	Aussiedl.	161	859	297	*-1,0*	276	775	345	*-0,1*	*2,6*	**437**	**806**	**331**	*-0,3*
	insg.	**7521**	**829**	**298**		**8708**	**766**	**339**		*12,6*	**16229**	**795**	**322**	
P6	deutsch	6703	820	305		7661	796	318		*4,5*	14364	**807**	**312**	
	ausl.	657	783	336	*2,9*	771	719	367	*6,3*	*3,4*	1428	**748**	**354**	*6,7*
	Aussiedl.	161	855	282	*-1,4*	276	801	339	*-0,2*	*1,7*	437	**821**	**321**	*-0,9*
	insg.	**7521**	**817**	**308**		**8708**	**789**	**324**		*5,6*	**16229**	**802**	**317**	
P7	deutsch	6703	730	408		7661	496	447		*32,6*	**14364**	**605**	**445**	
	ausl.	657	588	452	*8,4*	771	351	413	*8,6*	*10,3*	**1428**	**460**	**447**	*11,7*
	Aussiedl.	161	708	437	*0,7*	276	481	470	*0,5*	*5,0*	**437**	**564**	**471**	*1,9*
	insg.	**7521**	**717**	**414**		**8708**	**482**	**447**		*34,5*	**16229**	**591**	**448**	
P8	deutsch	6703	652	325		7661	558	360		*16,2*	**14364**	**602**	**347**	
	ausl.	657	577	358	*5,6*	771	477	378	*6,0*	*5,1*	**1428**	**523**	**372**	*8,1*
	Aussiedl.	161	631	336	*0,8*	276	541	380	*0,8*	*2,5*	**437**	**574**	**367**	*1,6*
	insg.	**7521**	**645**	**329**		**8708**	**550**	**363**		*17,2*	**16229**	**594**	**351**	
W1a	deutsch	5074	652	373		5341	576	386		*10,3*	10414	**613**	**382**	
	ausl.	453	526	414	*6,9*	488	468	405	*5,9*	*2,2*	942	**496**	**410**	*9,0*
	Aussiedl.	115	709	372	*-1,6*	192	558	421	*0,6*	*3,2*	307	**614**	**410**	*-0,1*
	insg.	**5642**	**643**	**379**		**6022**	**566**	**390**		*10,8*	**11664**	**604**	**386**	
W1b	deutsch	5074	411	404		5341	421	390		*-1,3*	**10414**	**416**	**397**	
	ausl.	453	321	386	*4,6*	488	351	376	*3,8*	*-1,2*	**942**	**337**	**381**	*5,9*
	Aussiedl.	115	434	456	*-0,6*	192	430	426	*-0,3*	*0,1*	**307**	**432**	**438**	*-0,7*
	insg.	**5642**	**404**	**404**		**6022**	**416**	**391**		*-1,6*	**11664**	**410**	**397**	
W2a	deutsch	4989	583	354		5553	521	358		*8,9*	**10542**	**550**	**358**	
	ausl.	500	484	376	*5,9*	545	445	362	*4,7*	*1,7*	**1045**	**463**	**370**	*7,5*
	Aussiedl.	122	526	393	*1,8*	188	520	379	*0,0*	*0,1*	**310**	**522**	**385**	*1,4*
	insg.	**5611**	**573**	**358**		**6287**	**514**	**360**		*8,8*	**11898**	**542**	**360**	
W2b	deutsch	4989	218	305		5553	218	305		*0,0*	**10542**	**218**	**305**	
	ausl.	500	161	281	*4,0*	545	176	293	*3,1*	*-0,9*	**1045**	**169**	**288**	*5,0*
	Aussiedl.	122	259	367	*-1,5*	188	256	368	*-1,7*	*0,1*	**310**	**257**	**367**	*-2,3*
	insg.	**5611**	**213**	**305**		**6287**	**215**	**306**		*-0,3*	**11898**	**214**	**305**	
W3a	deutsch	3343	455	386		4428	423	375		*3,7*	**7771**	**437**	**380**	
	ausl.	360	331	370	*5,8*	508	322	354	*5,8*	*0,4*	**868**	**325**	**361**	*8,2*
	Aussiedl.	85	481	406	*-0,6*	171	465	400	*-1,4*	*0,3*	**256**	**471**	**402**	*-1,4*
	insg.	**3788**	**444**	**387**		**5107**	**414**	**375**		*3,7*	**8895**	**427**	**380**	
W3b	deutsch	3343	341	361		4428	340	362		*0,1*	7771	**340**	**361**	
	ausl.	360	257	348	*4,2*	508	279	332	*3,6*	*-0,9*	868	**269**	**339**	*5,5*
	Aussiedl.	85	448	420	*-2,7*	171	450	426	*-3,9*	*0,0*	256	**449**	**424**	*-4,7*
	insg.	**3788**	**335**	**362**		**5107**	**337**	**362**		*-0,3*	**8895**	**336**	**362**	

Erfolg Einzelaufg.		männl.Lehrer n	x	s	t↓	weibl.Lehrer n	x	s	t↓	t←
P1	deutsch	10575	470	405		3789	459	403		1,4
	ausl.	978	369	382	7,5	450	422	404	1,9	-2,4
	Aussiedl.	288	480	407	-0,4	149	614	411	-4,6	-3,2
	insg.	**11841**	**462**	**405**		**4388**	**461**	**404**		0,2
P2	deutsch	10575	613	397		3789	643	382		-4,0
	ausl.	978	530	414	6,3	450	596	411	2,4	-2,8
	Aussiedl.	288	643	400	-1,3	149	716	379	-2,3	-1,8
	insg.	**11841**	**607**	**399**		**4388**	**640**	**385**		-4,8
P3	deutsch	10575	755	314		3789	768	307		-2,1
	ausl.	978	669	355	8,1	450	715	342	3,4	-2,3
	Aussiedl.	288	769	312	-0,7	149	774	343	-0,3	-0,2
	insg.	**11841**	**749**	**318**		**4388**	**763**	**312**		-2,5
P4	deutsch	10575	832	299		3789	836	293		-0,8
	ausl.	978	753	367	7,7	450	794	335	2,8	-2,0
	Aussiedl.	288	822	331	0,5	149	844	301	-0,3	-0,7
	insg.	**11841**	**825**	**306**		**4388**	**832**	**298**		-1,3
P5	deutsch	10575	800	319		3789	807	308		-1,1
	ausl.	978	712	373	8,1	450	748	355	3,8	-1,7
	Aussiedl.	288	801	328	-0,1	149	815	336	-0,3	-0,4
	insg.	**11841**	**793**	**325**		**4388**	**801**	**314**		-1,4
P6	deutsch	10575	804	315		3789	817	303		-2,3
	ausl.	978	740	361	6,0	450	767	338	3,3	-1,4
	Aussiedl.	288	799	336	0,3	149	863	283	-1,8	-2,0
	insg.	**11841**	**798**	**320**		**4388**	**813**	**307**		-2,7
P7	deutsch	10575	607	446		3789	598	441		1,2
	ausl.	978	459	447	9,9	450	461	446	6,2	-0,1
	Aussiedl.	288	604	462	0,1	149	488	478	3,0	2,5
	insg.	**11841**	**595**	**448**		**4388**	**580**	**445**		1,9
P8	deutsch	10575	608	346		3789	584	349		3,6
	ausl.	978	517	373	7,8	450	536	371	2,8	-0,9
	Aussiedl.	288	569	372	1,9	149	585	356	0,0	-0,4
	insg.	**11841**	**600**	**350**		**4388**	**579**	**352**		3,2
W1a	deutsch	7609	606	384		2805	633	373		-3,2
	ausl.	640	474	410	8,3	301	542	407	4,0	-2,4
	Aussiedl.	207	604	408	0,1	100	635	414	-0,1	-0,6
	insg.	**8457**	**596**	**389**		**3207**	**624**	**379**		-3,6
W1b	deutsch	7609	415	398		2805	419	394		-0,4
	ausl.	640	325	376	5,5	301	360	390	2,5	-1,3
	Aussiedl.	207	398	431	0,6	100	501	443	-2,0	-1,9
	insg.	**8457**	**408**	**398**		**3207**	**416**	**396**		-1,0
W2a	deutsch	7828	550	358		2714	550	356		0,0
	ausl.	722	457	371	6,7	323	478	366	3,4	-0,9
	Aussiedl.	213	522	372	1,1	98	521	411	0,8	0,0
	insg.	**8763**	**542**	**361**		**3135**	**542**	**360**		0,0
W2b	deutsch	7828	214	302		2714	229	311		-2,3
	ausl.	722	162	282	4,4	323	183	300	2,6	-1,1
	Aussiedl.	213	237	352	-1,1	98	302	395	-2,2	-1,4
	insg.	**8763**	**210**	**302**		**3135**	**227**	**314**		-2,7
W3a	deutsch	5712	433	380		2058	447	379		-1,5
	ausl.	593	310	354	7,5	275	358	372	3,7	-1,8
	Aussiedl.	156	409	401	0,8	100	567	384	-3,1	-3,1
	insg.	**6462**	**421**	**380**		**2434**	**442**	**380**		-2,3
W3b	deutsch	5712	338	361		2058	346	362		-0,9
	ausl.	593	248	329	5,8	275	315	355	1,4	-2,7
	Aussiedl.	156	412	426	-2,5	100	508	414	-4,3	-1,8
	insg.	**6462**	**332**	**361**		**2434**	**349**	**365**		-2,0