

WELCHE MATHEMATIKKENNTNISSE ERWARTEN UNIVERSITÄTEN VON IH- REN STUDIENANFÄNGEN?

**Wolfgang Fellner, Josef Harold, Karl Höllerl (Koordination), Werner Kremser,
Walter Schmid (Koordination)**

Schottengymnasium, Freyung 6, 1010 Wien

Wien, 2002

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
1 PRÄAMBEL	1
2 UNTERSUCHUNG (FRAGEBOGEN).....	2
2.1 Erstellung und Aussendung des Fragebogens.....	2
2.2 Auswertung des Fragebogens.....	4
3 REAKTIONEN AM SEMINAR IMST².....	10
3.1 Reaktionen der Kolleginnen und Kollegen beim Workshop in Zeillern	10
3.2 Reaktion von A.o. Univ. Prof. Malle.....	10
4 AUSHANDELN VON SCHWERPUNKTSETZUNG UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER "GRUNDBILDUNG" AUS MATHEMATIK.....	12
4.1 Der Begriff Grundbildung.....	12
4.2 Schulinterne Schwerpunktsetzung	12
4.3 Information von Schülern und Eltern	13
5 ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN	15
5.1 Auswirkungen auf das Schulprogramm.....	15
5.2 Auswirkungen auf die Oberstufenreform	15
5.3 Nachwort	15
6 LITERATUR	16

ABSTRACT

Der Mathematikunterricht in der AHS-Oberstufe soll gewährleisten, dass noch Jahre nach der Reifeprüfung grundlegendes mathematisches Verständnis erhalten geblieben ist, und die Voraussetzung für eine weit gefächerte Ausbildung schaffen. Wir haben deshalb mit einem Fragebogen akademische Lehrer befragt, welche mathematischen Inhalte/ Fertigkeiten sie von Studienanfängern (aus dem Erweiterungsstoff der AHS) erwarten. Im Laufe unserer Arbeit wurde durch vielfältige Anregungen auch die Frage nach der mathematischen Grundbildung immer wichtiger. Nun legen wir die Auswertung des Fragebogens und den Stand der Diskussion innerhalb unserer Mathematikergruppe der Schule in diesem Papier vor.

1 PRÄAMBEL

Das Projekt ist eine Fortsetzung des vorjährigen. Im Vorjahr wurde ein Fragebogen erstellt, der an verschiedene Hochschulen verschickt wurde (siehe unten im Text). Im heurigen Schuljahr wurde der Fragebogen ausgewertet. Unser Hauptinteresse besteht darin die Studierfähigkeit unserer Schüler bei den mathematischen Einführungsveranstaltungen zu gewährleisten. Dazu soll ein Aushandlungsprozess innerhalb der Fachkolleginnen und –kollegen in der Schule stattfinden um eine Gewichtung des Kern- und Erweiterungsstoffes zu erzielen. Schon jetzt wurde die Frage nach dem Unverzichtbaren in der Grundbildung aus Mathematik immer bedeutender.

2 UNTERSUCHUNG (FRAGEBOGEN)

2.1 Erstellung und Aussendung des Fragebogens

Bei der mehrjährigen Arbeit an einem Schulprogramm für das Schottengymnasium waren mehrere Mathematiklehrer besonders stark engagiert (z.B.: W. Schmid als Administrator der Schule und als wichtigster Ansprechpartner für die innerschulische Koordination mit den Organisationen, Betreuern von außen u.a.m.). Dabei wurde neben unserem Sprachenschwerpunkt ein zweiter im Bereich der mathematischen/naturwissenschaftlichen Fächergruppe in unser Schulprogramm aufgenommen. Bei diesen Diskussionen wurde ausgehend von dem Erweiterungsstoff für die Unterstufenklassen in Mathematik nach dem neuen Lehrplan gleich die Frage gestellt, wohin wir in den 7. und 8. Klassen kommen wollen. Was wollen wir in diesen Klassen vom Erweiterungsstoff weglassen, auswählen, um Zeit für die uns wichtigen Grundvorstellungen zu haben. Aus diesem Prozess des Aushandelns entstand durch die Idee jene zu fragen, die auf ein mathematisches Grundwissen und auf mathematische Vorstellungen am Beginn des Universitätsstudiums zurückgreifen wollen.

Im ersten Jahr unserer Teilnahme bei IMST² erstellten wir ein Rohkonzept für einen Fragebogen, der am Workshop in Zöbern/NÖ. (durch K. Höllerl) vorgestellt wurde. Dieser Vorschlag wurde sorgfältig und kritisch von Univ. Prof. Dr. G. Malle diskutiert und schließlich in der ausgeschickten dreiteiligen Form erstellt. (Vergleiche Abschlussbericht 2000/2001)

Beim S1- Workshop in Zeillern 22. -24. 11.2001 (Teilnehmer Walter Schmid und Karl Höllerl) kam es zu einer ersten Terminplanung. Der Fragebogen sollte an Hochschulen verschickt werden, die im Schuljahr 2001/02 Einführungsvorlesungen für Studienanfänger zur Mathematik durchführten. Ausgenommen waren Anfangsvorlesungen für die Studienrichtungen Mathematik und Physik. Als erstes konnten Vorlesungsverzeichnisse vom Vorjahr organisiert werden. Damit ließ sich Ordnung in die Art der Lehrveranstaltungen und die Zugehörigkeit der Hochschullehrer zu den einzelnen Instituten bringen. Der nächste Schritt erfolgte über das Internet. Nach aufwendiger Suche wurden folgende Institute gefunden: Universität Wien: Institut für Statistik, Institut für Mathematik, Institut für physikalische Chemie; TU Wien Institut für Mathematische Analysis, Institut für Wirtschaftswissenschaften; Wirtschaftsuniversität Wien: Institut für Statistik. Insgesamt wurde 37 akademischen Lehrerinnen und Lehrern der folgende Fragebogen zugesandt bzw. persönlich übergeben.

Komplexe Zahlen;	Ja	Nein
Darstellung komplexer Zahlen in Polarform		
Geometrische Deutung von Multiplikation und Division in Polarform		
Arbeiten mit Potenzen komplexer Zahlen		

Eulersche Formel		
Beschreibung von physikalischen Vorgängen mit komplexen Zahlen (z.B.: Wechselstromkreis)		
Untersuchung vernetzter Systeme (Systemdynamik)		
Funktionen:		
Kurvendiskussionen von rationalen Funktionen		
Kurvendiskussionen von Winkelfunktionen		
Diskussion von Abschnittweise definierten Funktionen		
Newtonsches Näherungsverfahren		
Potenzreihenentwicklung		
Extremwertaufgaben mit Kegelschnitten		
Regel von l'Hospital		
Integralrechnung:		
Substitutionsverfahren		
Partielle Integration		
Partialbruchzerlegung		
Numerische Integration (Simpsonsche Regel; Keplersche Fassregel)		
Anwendungen der Integralrechnung: z. B. Arbeit, Bogenlänge		
Stochastik:		
Hypergeometrische Verteilung		
Poissonverteilung		
Approximation der Binomialverteilung durch die Normalverteilung		
Testen von Hypothesen		
Zweidimensionale Verteilung		
Qualitätssicherung mit statistischen Methoden		

Regression und Korrelation		
Berechnung von Wahrscheinlichkeiten aus gegebenen Wahrscheinlichkeiten		
Verwendung der Bayes'schen Formel		
Matrizenrechnung (Addition, Vervielfachung)		
Matrizenrechnung: Multiplikation, inverse Matrix		
Reihendarstellung von Funktionen (Taylor-Reihe)		
Einfache Differentialgleichungen (inklusive geometrischer Darstellung der Lösungsfunktionen)		

Darüber hinaus wäre es für uns anregend von Ihnen zu erfahren, welche spezielle Inhalte AHS-Absolventen jedenfalls beherrschen sollten.

Welche Mängel sind Ihnen in den letzten Jahren aufgefallen? Haben Sie besondere amüsante Prüfungsantworten erhalten?

Wir möchten uns für Ihren Beitrag zum IMST² – Projekt bedanken und Sie bitten die ausgefüllten Fragebögen mit dem beigelegten Kuvert an das Schottengymnasium zurück zu schicken.

Eine Zusammenfassung aller an uns zurückgeschickten Antworten wird von IFF Wien (Interuniversitäres Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung der Universitäten, Vorstand: Univ. Prof. Dr. R. Fischer) im Rahmen von IMST², Schwerpunktprogramm S1 "Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundausbildung" als Projektbericht veröffentlicht.

2.2 Auswertung des Fragebogens

Von den 37 angeschriebenen akademischen Lehrerinnen und Lehrern antworteten 20. Erfreulicherweise erhielten wir darüber hinaus eine weitere Beantwortung unseres Fragebogens. Nochmals möchten wir darauf hinweisen, dass die abgefragten Lehrveranstaltungen nicht für Hauptfachmathematiker gehalten wurden. Der Frage-

bogen gliedert sich in einen Teil mit geschlossener und einen mit offener Fragestellung.

Bei den geschlossenen Fragen konnte Ja oder Nein gewählt werden, gegliedert nach den Bereichen Komplexe Zahlen, Funktionen, Integralrechnung, Stochastik, Matrizen und Differentialgleichungen. In sämtlichen Bereichen bezogen sich alle Fragen auf den Erweiterungsstoff des Lehrplans für das Gymnasium. Besondere Zustimmung fanden folgende Punkte (Kriterium: Differenz Ja-Nein größer gleich 10):

Kurvendiskussionen von rationalen Funktionen, Substitutionsverfahren, Partielle Integration, Regression und Korrelation, Berechnung von Wahrscheinlichkeiten aus gegebenen Wahrscheinlichkeiten, Matrizenrechnung (Addition, Vervielfachung), Matrizenrechnung (Multiplikation, inverse Matrix).

Eine detaillierte numerische Auswertung über die geschlossenen Fragestellungen befindet sich im Anhang.

Neben den geschlossenen Fragen gab es folgende zwei offene Fragestellungen:

- a) "Darüber hinaus wäre es für uns anregend von Ihnen zu erfahren, welche spezielle Inhalte AHS-Absolventen jedenfalls beherrschen sollten."

Hierzu erhielten wir zum überwiegenden Teil Aussagen wie *"...am wichtigsten wäre das sichere Beherrschen von elementaren Grundkenntnissen wie z.B. Bruchrechnen, Arbeiten mit Exponentialfunktion und Logarithmus, Lösen von Gleichungen und Ungleichungen. Die mit "Ja" angekreuzten Punkte wären wünschenswerte Kenntnisse, die jedoch vielen Anfängern fehlen."*; *"..die Grafen der wichtigsten elementaren Funktionen wie z.B. lineare und quadratische Polynome, e^x , $\ln x$, $\sin x$, $\cos x$,... qualitativ richtig zu zeichnen"*; *"elementare mengentheoretische Begriffe"*; *"Lineare Gleichungssysteme"*; *"Differenzieren von Funktionen in einer Variablen"* *"Umwandeln von algebraischen Ausdrücken"*; *"Verständnis von Vektoren"*; *Verstehen des Integrals als Flächeninhalt"*; *"Grenzwerte bestimmen"*; *"strukturiertes und klares Denken (etwa Unterschied Voraussetzung – Folgerung, notwendige – hinreichende Bedingung)"*; *"..ein qualitatives Verständnis grundlegender Zusammenhänge und das Beherrschen der wichtigsten Grundlagen"*; *"Kopfrechnen"*; *"Integration einfacher Ausdrücke"*; *"Umgang mit Formelsammlungen"*.

Eine numerische Auswertung im Stil einer Marketingfirma (freundlicherweise bereitgestellt von Katharina Kremser) zeigt folgendes Ergebnis:

Die Auswertung ist so zu verstehen, dass Nennungen zusammengefasst wurden und darunter eine Auswahl der einzelnen Themenbereiche aufscheint.

Insgesamt 44 Nennungen.

13	Nennungen zu Algebra, Mengen
	Mengenlehre, Folgen und Reihen, Potenzen, Bruchrechnen, Algebra (Gruppe, Ring, Körper), diskrete Mathematik, Wurzeln,...

7	Nennungen zu Differentialrechnung
	Differentialrechnung, einfache Extremwertaufgaben, Kurvendiskussionen,...
6	Nennungen zu Funktionen
	Exponentialfunktion,...
5	Nennungen zu Logarithmen
	Logarithmus,...
5	Nennungen zu Gleichungen
	Exponentialgleichungen, Lineare Gleichungssysteme,...
2	Nennungen zu komplexe Zahlen
	komplexe Zahlen,...
6	Einzelennungen
	Analytische Geometrie
	Hyperbelfunktion
	moderne statistische Methoden
	Beweisführung mittels vollst. Induktion (direkt, per widerspr., contrapositiv)
	Matrizenkalkül

Vektorrechnung

5	keine Angabe
----------	--------------

b) "Welche Mängel sind Ihnen in den letzten Jahren aufgefallen? Haben Sie besonders „amüsante“ Prüfungsantworten erhalten?"

Insgesamt 18 Nennungen.

5	Nennungen zu Algebra
----------	----------------------

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{a+b}; \sqrt{a+b} = \sqrt{a} + \sqrt{b}; \sqrt{\frac{a}{b}} = \text{keine Ahnung, dass} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}},$$

Überschlagsrechnungen, Kopfrechnen, $1/0=0$;

$$1/a + 1/b = 1/(a+b), \dots$$

5	Nennungen zu mathematischen Konzepten
----------	---------------------------------------

anschauliches Verständnis der mathematischen Konzepte, Verbindung Mathematik-Computer ist nicht gut, Mangel an selbständigem kritischem Denken,...

3	Nennungen zu Logarithmen
----------	--------------------------

$$\ln(a+b) = \ln a + \ln b, e^0 = 0, \dots$$

2	Nennungen zu Stochastik
----------	-------------------------

Wahrscheinlichkeitsrechnung, Kombinatorik,...

2	Nennungen zu Funktionen
----------	-------------------------

Begriff der Funktion,...

1	Einzelnenennung
	Vektorrechnung

5 keine Angabe

Interessant erscheint uns ein Test, den uns Univ. Ass. Mag Dr. Günter Trettenhahn vom Institut für Physikalische Chemie der Universität Wien zur Verfügung gestellt hat. Dieser Test wird jedes Jahr unmittelbar am Semesterbeginn mit allen Studienanfängern durchgeführt. Er ist anonym, ohne Verwendung von Hilfsmitteln und innerhalb von ca. 10 Minuten zu lösen.

Mathematische Übungen I (WS 2001/2002)

Fragebogen (anonym)

Studienanfänger: ja nein

Schultyp AHS BHS Zweig:.....

Aufgaben:
Lösen Sie folgende Gleichung: $x^2 + 6x = -8$
Bestimmen Sie
Den dekadischen Logarithmus von 1: $\lg 1 =$
Die 3. Wurzel von 27 $\sqrt[3]{27} =$
Skizzieren Sie die Funktion $y = x^{1/2}$
Ermitteln Sie folgendes unbestimmte Integral: $\int 2e^x dx =$
Leiten Sie die Funktion $y(x) = \sin x$ ab: $y'(x) =$ $y''(x) =$
Wie viele Kanten, Ecken und Flächen hat ein Würfel? Können Sie diesen skizzieren? Wie ist das Verhältnis von Volumen und Oberfläche?

ad Testauswertung:

Personengruppe	Beispiel (% richtige Lösungen)						Mittelwert richtiger Lösungen
	1	2	3	4	5	6	
Studienanfänger AHS	33	16	11	18	25	16	1,18

Anmerkung: Die Zahl (in %) gibt an, wie viele der Studienanfänger die entsprechende Frage richtig beantwortet haben.

Einen weiteren sehr ausführlichen Eingangstest zum Proseminar "Mathematik für Volkswirte" erhielten wir vom Institut für Statistik der Wirtschaftsuniversität Wien. Zu Beginn des Wintersemesters können Studenten freiwillig an diesem Test teilnehmen. Wir möchten einige Beispiele exemplarisch anführen:

Zeichnen sie den Vektor (1,-1).

Im WS 99/00 konnten 33 von 76 dieses Item richtig beantworten.

1) Berechnen sie die Ableitung (Steigung) der Funktion $f(x) = x^2 + 2$ an der Stelle 0.

34 von 76 konnten diese Fragestellung richtig beantworten.

2) Zu folgenden Funktionstermen x^2 , \sqrt{x} , $1/x$, e^x , $\ln(x)$ sollen die dazugehörigen Funktionsgraphen zugeordnet werden.

Nur 19 von 76 konnten alle fünf Zuordnungen fehlerfrei bewältigen.

Sowohl die Antworten zu den offenen Fragestellungen bzw. ganz besonders die beiden zitierten Tests zeigen großes Interesse an Inhalten und mathematischen Vorstellungen, die in die mathematische Grundbildung eingeordnet werden könnten.

3 REAKTIONEN AM SEMINAR IMST²

3.1 Reaktionen der Kolleginnen und Kollegen beim Workshop in Zeilern

Am Beginn des Workshops IMST² vom 11.-13. April 2002 in Zeilern wurde der Stand unseres Projektes an Hand eines Posters vorgestellt. Die Teilnehmer des Seminars konnten Stellung nehmen und nachfragen. Mehrere Teilnehmer wollten den Zusammenhang zwischen unserem Fragebogen und der "Grundbildung" zur Diskussion stellen. Eine spezielle Frage war *"Was haben die Anforderungen an den Universitäten mit Grundbildung zu tun?"*

Unsere Überlegungen dazu sind: Da der überwiegende Teil unserer Schüler nach der Reifeprüfung auf Universitäten oder Fachhochschulen wechselt, ist uns das Ergebnis der Befragung unabhängig vom Wert für die Grundbildung wichtig. Die Eltern unserer Schüler können diese Einstellung auf Grund unseres Schulprogrammes erwarten. Darüber hinaus werden bei vielen unserer ehemaligen Schüler die mathematischen Kenntnisse fünf Jahre nach der Matura noch durch die Erfahrungen an den Hochschulen verändert und ergänzt. Unser Eindruck ist, dass neben sehr speziellen Inhalten und Fertigkeiten (Erweiterungsstoff) sehr wohl mathematische Grundanschauungen wie z.B. die Zuordnung von elementaren Funktionstermen und –graphen für ein Hochschulstudium unerlässlich sind.

3.2 Reaktion von A.o. Univ. Prof. Malle

Die Auswertung der Fragebögen wurde nach einigen Gesichtspunkten mit Prof. Malle diskutiert. Einer davon war, welche Inhalte des Fragebogens unverzichtbar zu einer mathematischen Grundbildung gehören. Nach einem längeren Aushandlungsprozess wurden die folgenden Punkte als grundlegend und unverzichtbar zum Stoff der Oberstufe gezählt:

Diskussion von Abschnittweise definierten Funktionen

Anwendungen der Integralrechnung: z. B. Arbeit

Approximation der Binomialverteilung durch die Normalverteilung

Testen von Hypothesen (einseitige Tests)

Regression und Korrelation

Berechnung von Wahrscheinlichkeiten aus gegebenen Wahrscheinlichkeiten (Baumdiagramme)

Matrizenrechnung (Addition, Multiplikation)

Ein anderer Gesichtspunkt unseres Gespräches war, welche Bedeutung der von den Hochschullehrern gewünschte Inhalt innerhalb der jeweiligen Studienrichtung bzw. der Stellung innerhalb der Wissenschaften haben kann.

Dieses Gespräch war für uns sehr fruchtbar und war der Anlass, im Kollegenkreis die Diskussion zu unserem Fragebogen weiter zu führen.

4 AUSHANDELN VON SCHWERPUNKTSETZUNG UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER "GRUNDBILDUNG" AUS MATHEMATIK

4.1 Der Begriff Grundbildung

Die Mathematiklehrer unserer Schule einigten sich auf die von PISA stammende Definition der Mathematischen Grundbildung:

Definition: Mathematische Grundbildung ist die Fähigkeit einer Person, die Rolle zu kennen und zu verstehen, die Mathematik in der Welt spielt, fundierte mathematische Urteile abzugeben und sich auf eine Weise mit der Mathematik zu befassen, die den Anforderungen des gegenwärtigen und künftigen Lebens dieser Person als konstruktivem, engagiertem und reflektierendem Bürger entspricht.

4.2 Schulinterne Schwerpunktsetzung

Es entstand am Schulstandort eine Diskussion, welche Themen des Erweiterungsstoffs eigentlich zur Grundbildung gehören, welche Themen nach unserer Vorstellung eher als Voraussetzung zur Hochschulbildung gehören und welche Themen von uns nicht mehr im Unterricht behandelt werden.

Grundbildung	"Hochschulbildung"	gestrichen
Diskussion von Abschnittsweise definierten Funktionen	Darstellung komplexer Zahlen in Polarform	Geometrische Deutung von Multiplikation und Division in Polarform
Anwendungen der Integralrechnung: z. B. Arbeit, Bogenlänge	Geometrische Deutung von Multiplikation und Division in Polarform	Untersuchung vernetzter Systeme (Systemdynamik)
Approximation der Binomialverteilung durch die Normalverteilung	Arbeiten mit Potenzen komplexer Zahlen	Extremwertaufgaben mit Kegelschnitten
Qualitätssicherung mit statistischen Methoden	Eulersche Formel	Regel von l'Hospital
Berechnung von Wahrscheinlichkeiten aus gegebenen Wahrscheinlichkeiten	Beschreibung von physikalischen Vorgängen mit komplexen Zahlen (z.B.: Wechselstromkreis)	Numerische Integration (Simpsonsche Regel; Keplersche Fassregel)

	Kurvendiskussionen von rationalen Funktionen	Hypergeometrische Verteilung
	Kurvendiskussionen von Winkelfunktionen	Poissonverteilung
	Newtonsches Näherungsverfahren	Zweidimensionale Verteilung
	Potenzreihenentwicklung	Verwendung der Bayes'schen Formel
	Partielle Integration	Reihendarstellung von Funktionen (Taylor-Reihe)
	Partialbruchzerlegung	
	Testen von Hypothesen	
	Regression und Korrelation	
	Matrizenrechnung (Addition, Vervielfachung)	
	Matrizenrechnung: Multiplikation, inverse Matrix	
	Einfache Differentialgleichungen (inklusive geometrischer Darstellung der Lösungsfunktionen)	

Die Dynamik des Prozesses erhielt durch die Teilnahme am Projekt viele neue Impulse und wird für uns die Lebendigkeit des immer Neuen behalten.

4.3 Information von Schülern und Eltern

In unserem traditionellen Jahresbericht werden die Ergebnisse und Erfahrungen dargestellt. Uns erscheint es wichtig, dass unsere Überlegungen über geänderte Schwerpunktsetzungen des Mathematikunterrichts nicht nur mit Schülern diskutiert werden, sondern dass auch die Eltern direkt informiert werden. Wir erwarten uns auch Einzelgespräche und Nachfragen bei Elternabenden.

In Supplierstunden mit Oberstufenklassen haben mehrere Mathematikkollegen die Schüler eingeladen, die Frage zu diskutieren: Welche Zusammenhänge haben zwischen Rechenkenntnissen, mathematischer Grundbildung usw. und der Wirtschaft im Laufe der Menschheitsentwicklung seit dem 4. Jahrtausend v. Chr. existiert? Mehr-

fach mündete die Diskussion in der Feststellung : eine Wirtschaft "ohne Zahlen" d.h. ohne Gewinn/ Verlust ist undenkbar.

Ein weiterer Punkt war das neue Auswahlverfahren an der WU-Wien ab WS 2002/03, wo nach Ansicht der Juristen an dieser Universität von den erwarteten 2200 Studienanfängern nur jene im Studium verbleiben dürfen, die die schriftlichen Mathematiktests erfolgreich und termingerecht während des ersten Semesters ablegen. Die Tatsache, dass nach Ansicht von Univ. Prof. Dr. Strasser die mathematische Grundbildung für Studienanfänger über die Prozentrechnung und Schlussrechnungen deutlich hinausreicht, wurde von unseren Schülern interessiert aufgenommen.

5 ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN

5.1 Auswirkungen auf das Schulprogramm

Mehrere der Mathematiklehrer unserer Schule waren vor dem Beginn des Projektes zwei Jahre mit der Erstellung eines Schulprogramms beschäftigt. Damals stellten wir fest, dass es neben unserem sprachlichen Schwerpunkt viele Aktivitäten im mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächerkanon (z.B. Wahlpflichtgegenstände, Teilnahme an Olympiaden und Wettbewerben, Fachbereichsarbeiten, u.a.m.) gibt. Wir sind der Auffassung, dass durch dieses IMST²-Projekt neue Zielsetzungen in der nächsten Umarbeitung unseres Schulprogramms einen entsprechenden Platz finden sollen.

Wir denken daran, dass z. B. die 1. – 4. Klassen geschlossen an mathematischen Wettbewerben wie Känguru teilnehmen sollen, dass Fachbereichsarbeiten aus Mathematik und Informatik besonders gefördert und betreut werden sollen und dass unsere Schüler via Internet die Bedeutung der Mathematik außerhalb der physikalisch/technischen Anwendungsfelder besonders genau erarbeiten sollen.

Wichtig erscheint uns auch, dass der Vergleich des Beweisens/Begründens innerhalb der Mathematik mit dem sprachlich-historischen Argumentieren angestellt wird.

5.2 Auswirkungen auf die Oberstufenreform

Zurzeit finden pädagogische Konferenzen und Diskussionen in Lehrergruppen über autonome Schwerpunktsetzungen für die neue Oberstufe statt. Um eine sinnvolle Diskussion führen zu können, war es wichtig, dass wir uns Gedanken über den Mathematikunterricht gemacht haben, was warum man wie unterrichten soll.

5.3 Nachwort

Innerhalb der vergangenen zwei Jahre lernten wir die Qualitäten und den Ideenreichtum der Träger von IMST² nicht nur kennen sondern wirklich schätzen. Beste Professionalität paart sich hier mit freundlichem Entgegenkommen und einladender Aufbruchstimmung. Für die sehr gute Betreuung während der Seminare und in den dazwischenliegenden Zeiten möchten wir uns herzlich bedanken. Durchgehend war die Organisation sehr geglückt.

6 LITERATUR

- BÜRGER, H., FISCHER, R., MALLE, G., et. al.: Mathematik Oberstufe 3 und 4, Hölder-Pichler-Tempsky, Wien 1999
- NOVAK, J., et. al.: Mathematik Oberstufe Band III und Band IV; Reniets, Wien 1990
- REICHEL, H.-CH., MÜLLER, R., HANISCH, G.: Lehrbuch der Mathematik 7 u. 8, Hölder-Pichler-Tempsky, Wien 1999
- TASCHNER, R. : Mathematik 3 und 4; Oldenburg, Wien 1999
- ACKERL, B., LANG, C. & SCHERZ, H.: Fächerübergreifender Unterricht mit experimentellem Schwerpunkt am Beispiel NWL BG/BRG Leibnitz. MS Pilotprojekt IMST² 2000/01. BG/BRG Leibnitz 2001.
- ATKIN, M. & BLACK, P.: Policy Perils of International Comparisons - The TIMSS Case. Phi Delta Kappan, Vol. 79 (1), September 1997, 22-28.
- FULLAN, M.: Change Forces. Probing the Depths of Educational Reform. Falmer Press: London, New York & Philadelphia 1993.
- IFF (Hrsg.): Endbericht zum Projekt IMST² – Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching. Pilotjahr 2000/01. Im Auftrag des BMBWK. IFF: Klagenfurt 2001.
- KERN, A. & KRÖPFL, B.: Von PFL zu AFL – oder: Am Weg zur selbstorganisierten Gruppe "Aktion forschende LehrerInnen". In: KRAINER, K. & POSCH, P. (Hrsg.): Lehrerfortbildung zwischen Prozessen und Produkten. Klinkhardt: Bad Heilbrunn 1996, 111-124.
- LABUDDE, P.: Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II. Haupt: Bern-Stuttgart-Wien 2000.
- SCHRATZ M., KRAINER, K. & SCHARER M.: Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung in der Fachdidaktik. In: EDER, F. u.a. (Hrsg.): Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung im österreichischen Schulwesen (Bd. 17 der Reihe Bildungsforschung des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur). StudienVerlag, Innsbruck-Wien-München-Bozen, 2002, 355-368.

PISA Studie

Anhang

Komplexe Zahlen:	keine Antwort	Ja	Nein
Darstellung komplexer Zahlen in Polarform	1	10	10
Geometrische Deutung von Multiplikation und Division in Polarform	4	6	11
Arbeiten mit Potenzen komplexer Zahlen	2	5	14
Eulersche Formel	2	8	11
Beschreibung von physikalischen Vorgängen mit komplexen Zahlen (z.B.: Wechselstromkreis)	5	4	12
Untersuchung vernetzter Systeme (Systemdynamik)	5	2	14
Funktionen:	keine Antwort	Ja	Nein
Kurvendiskussionen von rationalen Funktionen	1	18	2
Kurvendiskussionen von Winkelfunktionen	0	14	7
Diskussion von Abschnittweise definierten Funktionen	1	13	7
Newtonsches Näherungsverfahren	3	11	7
Potenzreihenentwicklung	1	10	10
Extremwertaufgaben mit Kegelschnitten	4	2	15
Regel von l'Hospital	1	12	8
Integralrechnung:	keine Antwort	Ja	Nein
Substitutionsverfahren	0	16	5
Partielle Integration	1	15	5
Partialbruchzerlegung	3	7	11
Numerische Integration (Simpsonsche Regel; Keplersche Fassregel)	3	7	11
Anwendungen der Integralrechnung: z. B. Arbeit, Bogenlänge	4	5	12
Stochastik:	keine Antwort	Ja	Nein
Hypergeometrische Verteilung	2	10	9
Poissonverteilung	2	8	11
Approximation der Binomialverteilung durch die Normalverteilung	2	11	8

Testen von Hypothesen	2	11	8
Zweidimensionale Verteilung	2	9	10
Qualitätssicherung mit statistischen Methoden	2	9	10
Regression und Korrelation	0	16	5
Berechnung von Wahrscheinlichkeiten aus gegebenen Wahrscheinlichkeiten	1	17	3
Verwendung der Bayes'schen Formel	5	11	5
Matrizenrechnung (Addition, Vervielfachung)	0	18	3
Matrizenrechnung: Multiplikation, inverse Matrix	1	16	4
Reihendarstellung von Funktionen (Taylor-Reihe)	2	8	11
Einfache Differentialgleichungen (inklusive geometrischer Darstellung der Lösungsfunktionen)	1	12	8

Frage: Darüber hinaus wäre es für uns anregend von Ihnen zu erfahren, welche spezielle Inhalte AHS-Absolventen jedenfalls beherrschen sollten

5	keine Angabe	04,09,10,11,12,
---	--------------	-----------------

7	Differentialrechnung für Funktionen und Variablen/Lebesgue Integrale (statt nur Riemann-Integral), Funktionen mehrerer Variablen und partielle Ableitungen/Ableitungen/einfache Extremwertaufgaben,Kurvendiskussionen /Differenzieren von Funktionen mit einer Variable/Ableitungen/einfache Differentialgleichungen/Ableitungen einfacher Funktionen	03,06,07,08,15,16,17,
6	elementare Funktionen(Polynome, e^x , $\ln x$)/Exponentialfunktion, /Funktions- u. Relationsbegriff/Funktionen, Exponentialfunktion/Exponentialfunktion	01,02,03,07,08,14,
5	Logarithmus/Logarithmus/Logarithmen/Logarithmus (Deka. + nat.) /Rechnen mit Logarithmen	02,07,08,14,16,

5	Exponentialgleichungen/Exponentialgleichungen/Exponentialgleichungen/Lösung von Gleichungen und Ungleichungen/Lineare Gleichungssysteme	08,14,16,02,07,
4	Algebra(Gruppe, Ring, Körper)/diskrete Mathematik/Wurzeln/Kernstoff	01,05,08,13,
4	Mengenlehre/elementare Mengenlehre(kartesische Produkt)/elementare mengentheoretische Begriffe/Mengenlehre	01,03,06,15,
2	Folgen und Reihen/Folgen und Reihen	07,14,
2	Potenzen/Rechnen mit Potenzen	08,17,
2	komplexe Zahlen	17,18,
2	wichtig, ist , dass im Gymnasium die Vermittlung des Ahnswerkzeuges Rechnen, strukturiertes und klares Denken und exemplarisches Eingehen darauf, wie sehr die Mathematik unser Leben prägt/wichtiger als bestimmte Lehrinhalte, sind neben gut gelernten Grundlagen eine gewisse Fähigkeit zur Abstraktion sowie ein Gefühl für die Plausibilität von Resultaten	13,17,
1	Analytische Geometrie	01,
1	Hyperbelfunktion	01,
1	Grundkenntnisse wie Bruchrechnen	02,
1	moderne statistische Methoden	05,
1	Beweisführung mittels vollst. Induktion (direkt, per widerspr., kontrapositiv)	06,
1	Matrizenkalkül	08,
1	Vektorrechnung	15,

Frage: Welche Mängel sind Ihnen in den letzten Jahren aufgefallen? Haben Sie besondere amüsante Prüfungsantworten erhalten?

5	keine Angabe	09,10,11,13,15,
---	--------------	-----------------

5	Grundrechnungsar-	04,05,07,12,17,
---	-------------------	-----------------

	$\text{ten } \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{a+b}; \sqrt{a+b} = \sqrt{a} + \sqrt{b}; \sqrt{\frac{a}{b}} = \text{keine Ahnung, dass} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$ <p>/Algebraische Sicherheit und „Gelenkigkeit“ lässt nach/Bruchrechnen, Doppelbrüche, Potenzen, Konvergenz von Folgen, Buchstabenrechnen/Überschlagsrechnungen, Kopfrechnen/$1/0=0$; $1/a + 1/b = 1/(a+b)$</p>	
3	$\ln(a+b) = \ln a + \ln b / e^0 = 0$ /Logarithmen	04,16,07,
2	geometrisches Vorstellungsvermögen/anschauliches Verständnis der mathematischen Konzepte	01,14,
2	elementare Funktionen (lineare, quadratische Polynome, $e^x, \ln x, \sin x, \cos x, \dots$)/Begriff der Funktion ($e^x, \ln x, \sin x, \cos x, 1/x$), können keinen Punkt ins kartesische Koordinatensystem eintragen geschweige Funktionsverläufe darstellen; einfache Skizze kann nicht dargestellt werden	01,04,
2	negative Wahrscheinlichkeiten, Varianzen/Wahrscheinlichkeitsrechnung, Kombinatorik, Stochastik, statistische Konzepte	02,08,
2	Orientierung an Wirtschaftswissenschaften und Informatik/Verbindung Mathematik-Computer ist nicht gut/Umgang mit Softwarepaketen wie Mathematica oder Matlab bzw. Excel oder SPSS	03,05,
1	Lösungen werden nicht auf Plausibilität geprüft	02,
1	Mangel an selbständiges kritisches Denken, „mein Taschenrechner zeigt Error“	02,
1	Vektorrechnung	12,
1	zwar eine Idee für den Beweis, aber keine Übung ihn aufzuschreiben	06,