

# Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht — Ergebnisse empirischer Untersuchungen bei Schülern, Studenten und Lehrern

Hans Humenberger, Wien

## 1 Einleitung

Diesem Kurzbericht liegt ein ausführliches Forschungsprojekt zugrunde, das durch die Förderung des Bundesministeriums für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten zustande gekommen ist (insbesondere durch Herrn Sektionschef Dr. A. DOBART und Frau MR Mag. H. DOBROZEMSKY). Projektnehmer und -leiter war Univ.-Prof. Mag. Dr. Hans-Christian REICHEL, dem an dieser Stelle für seine diesbezüglichen Bemühungen herzlich gedankt sei. Die empirische Arbeit (insbesondere die umfangreiche Schülerbefragung und auch Teile einer Lehrerbefragung) hätte ohne Hilfe des Stadtschulrates für Wien nicht stattfinden können. Wir danken wir in besonderer Weise Herrn LSI HR Prof. Mag. A. PLESSL, dem Stadtschulrat für Wien, den 15 Direktoren der involvierten Schulen und allen, die unsere Fragebögen ausgefüllt, d.h. die Fragen beantwortet haben. Befragt wurden Lehrer, Schüler und Studierende des Lehramtes Mathematik an der Pädagogischen Akademie und an der Universität Wien. Da an letzterer rund zwei Drittel aller Lehramtskandidaten für das Lehramt Mathematik an höheren Schulen in Österreich ausgebildet werden, haben wir keine anderen Universitäten miteinbezogen. Die ausführlich befragten Lehrer hingegen streuen über das ganze Bundesgebiet. Weiters möchten wir unseren Dank an Herrn Univ.-Doz. Mag. Dr. G. HANISCH aussprechen – für wertvolle Hinweise bei der statistischen Auswertung, speziell für die Durchführung von Cluster- und Faktorenanalysen, deren Ergebnisse hier nicht berücksichtigt werden können<sup>1</sup>

*Anwendungsorientierter Mathematikunterricht* zielt unter anderem darauf ab, den Schülern<sup>2</sup> ein ausgewogenes und angemessenes Bild von Mathematik und deren Verhältnis zur Realität zu vermitteln. Es gibt aber keine allgemein anerkannten Kriterien dafür, wie ein solches Bild auszusehen hat. Befragt man verschiedene Menschen – seien es Mathematiker oder nicht –, so wird man feststellen, daß jeder ein anderes Bild von Mathematik hat. In gewissen Punkten werden diese Bilder übereinstimmen, in anderen nicht – letztlich hat jeder Mensch seine individuelle Vorstellung von Mathematik. Die Aufgabe des Lehrers kann daher nicht darin bestehen, jedem Schüler das gleiche, von ihm vorgefertigte Bild von Mathematik zu vermitteln. Vielmehr sollte es den Schülern ermöglicht werden, sich in vielfältiger Weise mit der Mathematik auseinanderzusetzen und so ein eigenes Bild zu entwickeln, in das möglichst viele Aspekte der Mathematik integriert werden können. In diesem Zusammenhang halten wir es auch für besonders wichtig, daß jeder Lehrer selbst darüber nachdenkt, wie sein eigenes Bild der Mathematik aussieht, denn dieses beeinflusst – bewußt oder unbewußt – seinen Unterricht!

„Anwendungsorientierung im Unterricht“ kann natürlich nicht bedeuten (echte) „Angewandte Mathematik“ zu betreiben — dazu sind erstens weder die Schüler noch die Lehrer in der Lage,

---

<sup>1</sup>Wir verweisen diesbezüglich auf den 453 Seiten umfassenden Endbericht über das zugehörige Forschungsprojekte des Bundesministeriums für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten. In weiterer Folge kurz als *Endbericht* zitiert.

<sup>2</sup>Wann bzw. wo immer in diesem Aufsatz die Rede von Schülern, Studenten, Lehrern die Rede ist, sind stets auch *Schülerinnen*, *Studentinnen* und *Lehrerinnen* miteinbezogen. Wir verwenden diese Termini also stets *berufsbezeichnend* und *nicht geschlechtsspezifisch* – außer dort, wo Unterschiede bzgl. des Geschlechts statistisch untersucht wurden.

und es wäre zweitens u.E. gar nicht sinnvoll (i.a. zu hohe Komplexität der involvierten Mathematik und der Modelle). Vielmehr muß es dabei darum gehen, daß Schüler lernen, wie man Mathematik (prinzipiell) anwenden kann (H. FREUDENTHAL) bzw. um verständige Handhabung und angemessene Vorstellungen (z.B. von A. KIRSCH immer wieder gefordert). Es kommt u.E. nicht so sehr darauf an, ob die Angaben (Daten, Problemstellung) tatsächlich aus irgendjemandes „Realität“ (Alltag, Beruf etc.) stammen<sup>3</sup>, sondern vielmehr darauf, wie an dieses Problem herangegangen wird, *welche Aktivitäten* dabei von den Schülern auszuführen sind. Gewisse Vereinfachungen und Vorstrukturierungen von Modellen sind für den Unterricht sicher nötig und sinnvoll, was jedoch keinen Freibrief für beliebige „Scheinanwendungen“ darstellen soll! In der Anwendungsorientierung sehen wir keinen der reinen Mathematik als Konkurrenz gegenübergestellten Zweig der Mathematik bzw. des Mathematikunterrichts, sondern vielmehr eine *Haltung*, eine *Art*, Mathematik unter den genannten Maximen zu sehen und zu unterrichten.

Es ist sicher, daß der Mathematikunterricht das Denken (besser: die Art zu denken) der Schüler in gewisser Weise beeinflußt – so wie das der Unterricht in jeder Disziplin tut (Geschichte, alte Sprachen, lebende Fremdsprachen, Wirtschaftskunde, Physik, Chemie, Biologie etc.). Wenngleich wir viele Vermutungen haben, *wissen* wir jedoch nur wenig, *wie* der Mathematikunterricht die Denkweisen und vor allem die *Haltungen* (vielleicht sogar die charakterlichen) beeinflußt. *Daß* Querverbindungen zwischen bestimmten Weisen, Mathematik zu unterrichten, und den entstehenden (Denk-) *Haltungen* der Schüler bestehen, zeigen *zum Teil* auch schon unsere empirischen Untersuchungen. Aber *wie* dies geschieht, welche Art von Unterricht welche Auswirkungen hat, ist – abgesehen vom rein technischen Wissen – letztlich unbekannt. Hier sind u.E. daher noch umfangreiche Forschungen notwendig. Bis jetzt gelingt es im Mathematikunterricht i.a. kaum, mit den *Inhalten* auch die *Bedeutung* und *Tragweite* des Gelernten zu vermitteln (dies bestätigen u.a. unsere empirischen Untersuchungen). Da aber *Inhalte* variabel und zeitabhängig sind, kommt letzterem besonders große Bedeutung zu. *Wie* das geschehen könnte, wäre ein weiteres, großteils offenes Forschungsgebiet (sowohl *konkret-inhaltlich* wie auch *allgemein-theoretisch*). Nun aber zu den von uns durchgeführten Untersuchungen!

## Zweck dieser empirischen Untersuchungen

1. Untersuchung des Stellenwertes der Anwendungen im gegenwärtigen und zukünftigen Mathematikunterricht
  - (a) aus der Sicht der Studierenden des Mathematiklehramtes – sowohl *Pädagogische Akademie* (Lehramt für Hauptschulen) als auch *Universität* (Lehramt für höhere Schulen), 202 Auswertungen.
  - (b) aus der Sicht der Schüler (491 Auswertungen, 15 Schulen, i.w. 11. Schulstufe von *Allgemeinbildenden Höheren Schulen*<sup>4</sup> – einige auch 10. Schulstufe)
  - (c) aus der Sicht der Lehrer (173 und 174 Auswertungen)

Insgesamt wurden also 1 040 Fragebögen ausgewertet.

<sup>3</sup>Außerdem: Die Realität jedes einzelnen sieht anders aus. Mit welcher Begründung würde man in allgemeinbildenden Schulen *sehr komplexe und umfangreiche* Modelle aus gewissen Bereichen (vielleicht Technik, Wirtschaft etc.) bevorzugen (z.B. Statikberechnungen an einer Brücke, die wirklich in einer Stadt gebaut wird oder wurde) und andere nicht behandeln?

<sup>4</sup>In weiterer Folge als AHS zitiert; dies sind im wesentlichen verschiedene Formen des Gymnasiums (Schulstufen 5 – 12). Der „Gegensatz“ dazu wären *Berufsbildende Höhere Schulen* (BHS, Schulstufen 9 – 13) wie z.B. *Höhere Technische Lehranstalten* (HTL) oder *Handelsakademien* (HAK).

2. Eine Gegenüberstellung, wie Lehrer und Schüler ihren Mathematikunterricht *erleben*. Dies sollte insbesondere durch die jeweilige Einschätzung der Häufigkeit einzelner Schülertätigkeiten im Unterricht geschehen.

Um eine adäquate Analyse tatsächlich abgehaltener Unterrichtsstunden (also des Mathematikunterrichts der *Praxis*) zu erhalten, haben wir in den Fragebögen 18 typische Schüleraktivitäten unterschieden:

- 1) Reden im Sinn von diskutieren
- 2) Zahlen schreiben
- 3) Text schreiben
- 4) Diagramme bzw. Tabellen erstellen
- 5) Konstruktionen bzw. Zeichnungen anfertigen
- 6) Selbständiges Arbeiten
- 7) Partnerarbeit
- 8) Gruppenarbeit
- 9) Dem Lehrer (der Lehrerin) zuhören
- 10) Anderen Schülern zuhören
- 11) Von der Tafel abschreiben
- 12) Arbeiten mit bzw. aus dem Schulbuch
- 13) Arbeitsblätter (Übungszettel) ausfüllen
- 14) Denken
- 15) Taschenrechner benützen
- 16) Computer benützen
- 17) Argumentieren, Begründen gewisser Sachverhalte
- 18) Beschreiben von mathematischen und außermathematischen „Dingen“ (Lösungswege, Verfahren, Annahmen, Problemsituationen etc.)

3. Wir wollten eruieren, was Schüler, Studenten und Lehrer im Mathematikunterricht für besonders *wichtig, merkwürdig, nützlich bzw. anwendbar* u.a.m. halten.
4. Als (quasi) Nebenprodukt – da wir eine verhältnismäßig große Lehrerstichprobe zur Verfügung hatten –, fragten wir, ob die Kolleginnen und Kollegen eine andere „Verteilung“ der Unterrichtseinheiten wünschen, z.B. **Doppelstunde** pro Woche in Mathematik (wie gelegentlich an *Höheren Technischen Lehranstalten* und im Ausland üblich) als besser empfinden – insbesondere im Hinblick auf *Einführung neuer Themen, komplexere (Anwendungs-)Aufgaben, verstärkte Eigentätigkeit der Schüler* etc. (siehe Abschnitt 4.1).
5. Untersuchung der allgemeinen Einstellung von Lehrern zu *Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht*: Insbesondere was unter Anwendungsorientierung überhaupt verstanden wird (vgl. auch FÖRSTER/REICHEL 1995, HUMENBERGER 1995, HUMENBERGER/REICHEL 1995, REICHEL 1995 u.a.), welche Pro- bzw. Kontraargumente sie gelten lassen, welche Fortbildungsmöglichkeiten gewünscht werden etc. Dazu wurde eine eigene Befragung durchgeführt – vgl. Abschnitt 5. An dieser Stelle seien davon nur zwei Punkte erwähnt:

- 95% der befragten Mathematiklehrer wünschten sich in bezug auf *Anwendungsorientierung im Unterricht* mehr Gelegenheiten für Fortbildungen – ein überaus ernstzunehmender Auftrag an alle verantwortlichen Stellen!
- Das gewichtigste Argument *gegen* Anwendungsorientierung (52% der Befragten stimmten dem zu) war, daß die außermathematischen Bereiche für Schüler und

Lehrer meist so komplex seien, daß sie sich darin i.a. zu wenig bzw. gar nicht auskennen. *Und eigentlich* – so betonten viele Lehrer – *sind wir dafür ja auch gar nicht ausgebildet!*

Bei der Auswertung von Fragebögen ist auf vielerlei zu achten, es steckt weit mehr wissenschaftliche Arbeit darinnen als eine „bloß“ statistische Auswertung der Angaben (Antworten). Wenn z.B. nach der jeweiligen *Zeitdauer* „interessanter Argumentationen“ einerseits und – grob gesprochen – „sturen Tafelabschreibens“ (in den Mathematikstunden) andererseits gefragt wird, unterscheiden sich die Schüler- und die Lehrerantworten zumeist, bisweilen sogar beträchtlich! Dies u.a. deswegen, weil in den Antworten auch **Bewertungen** der jeweiligen Tätigkeit zum Ausdruck kommen. Zeitangaben werden in diesem Sinn *unter-* bzw. *überschätzt*. Ein dazu ähnliches, durchaus bekanntes Phänomen ist, daß z.B. die Intervalle einer sehr häufig verkehrenden Straßenbahnlinie noch *kürzer* als in Wirklichkeit empfunden (und angegeben) werden, die einer selten verkehrenden hingegen als noch *länger*. Dies kann sich rein umgangssprachlich z.B. so äußern, daß von der „seltenen Linie“ gesagt wird, sie komme *nie*, und von der häufig fahrenden, sie komme *dauernd*.

Damit sei nur ein Problemkreis bei der Auswertung von Fragebögen erwähnt: immer müssen aus für sich alleine „sterilen Antworten“ **Bedeutungen und Bewertungen** herausgearbeitet werden (siehe hierzu z.B. den *Endbericht*).

## 2 Ergebnisse aus der Sicht der Studierenden

### 2.1 Allgemeines zur Studentenforschung

Wir haben 202 Mathematik-Studentinnen und -Studenten befragt, und zwar einerseits Studierende am Institut für Mathematik der Universität Wien und andererseits an der Pädagogischen Akademie des Bundes in Wien. Es sollte insbesondere festgestellt werden,

- welche Tätigkeiten von den Studenten im eigenen (ehemaligen) Mathematikunterricht in welchem Ausmaß auszuführen waren,
- welche Bereiche der Mathematik die Studenten für gut brauch- bzw. anwendbar halten und welche nicht,
- welche inner- und außermathematischen Gebiete den Studenten besonders geeignet erscheinen, in den Mathematikunterricht miteinbezogen zu werden.

**Bemerkung:** Der Fragebogen für die Studenten ist in Abschnitt 2.4 wiedergegeben. Die bei jeder Frage auf Ganze gerundeten Prozentzahlen geben an, wieviel Prozent jener Studenten, die die jeweilige Frage gültig beantworteten, diese Stelle (diese Antwort) ankreuzten („valid percent“). Es ist bei den einzelnen Fragen auch angegeben, ob es sich um eine Frage mit *einer* Antwort („○“) oder um eine Frage mit möglichen Mehrfachantworten („□“) handelte. Bei zweiteren ist natürlich nicht zu erwarten, daß die Summe jeweils 100% beträgt!

## 2.2 Häufigkeit der Schülertätigkeiten im Unterricht — Ergebnisse bei der Studentenbefragung

Eine zentrale Frage (Frage 4) bezog sich auf einzelne Schülertätigkeiten im Unterricht; es war anzukreuzen, wie oft gewisse Tätigkeiten im Mathematikunterricht an der Schule auszuführen waren. Die Antwortmöglichkeiten waren hier einheitlich:

immer oft manchmal selten nie .

**Bemerkung:** Diese Frage wurde auch Schülern und Lehrern gestellt – eine kurze Zusammenfassung des entsprechenden Vergleichs findet sich bei den *Ergebnissen aus der Sicht der Lehrer* – Abschnitt 4.

Es war für uns zunächst naheliegend, zu untersuchen, ob sich beim Antwortverhalten zur Frage nach der Häufigkeit der Tätigkeiten im Mathematikunterricht hinsichtlich der folgenden Merkmale signifikante Unterschiede ergeben würden: Geschlecht, Lieblingsgegenstand, Maturanote in Mathematik, Schultyp (AHS – BHS) und Hochschultyp (Universität – Pädagogische Akademie).

Die Testmethode war hier durchgehend der U-Test von MANN und WHITNEY, ein Verfahren, bei dessen Anwendung keine Voraussetzungen bzgl. irgendwelcher Parameter bzw. der Art der Verteilung erfüllt sein müssen — es handelte sich jeweils um unabhängige Stichproben zu einem ordinalskalierten Merkmal.

Es ergaben sich (statistisch) signifikante Unterschiede (Genauerer im *Endbericht*:

- hinsichtlich des Merkmals Geschlecht bei den Antworten zu
  - Zahlen schreiben: Frauen kreuzten häufiger *immer, oft* an.
  - Diagramme bzw. Tabellen erstellen: Frauen kreuzten häufiger *selten, nie* an.
  - Arbeiten mit (aus) dem Schulbuch: Frauen kreuzten häufiger *immer, oft* an.
- hinsichtlich des Merkmals Lieblingsgegenstand in der Schule bei den Antworten zu
  - Konstruktionen bzw. Zeichnungen anfertigen: Studenten mit Mathematik als Lieblingsgegenstand tendierten dabei eher in Richtung *immer, oft*.
  - anderen Schülern zuhören: Studenten mit Mathematik als Lieblingsgegenstand tendierten dabei eher in Richtung *immer, oft*.
  - Denken: Studenten mit Mathematik als Lieblingsgegenstand tendierten dabei eher in Richtung *immer, oft*.
  - Argumentieren–Begründen: Studenten mit Mathematik als Lieblingsgegenstand tendierten dabei eher in Richtung *immer, oft, manchmal*.
  - Beschreiben mathematischer und außermathematischer „Dinge“ (Lösungswege, Verfahren, Annahmen, Problemsituationen etc.): Studenten mit Mathematik als Lieblingsgegenstand tendierten dabei eher in Richtung *immer, oft, manchmal*.
- hinsichtlich des Merkmals Maturaleistung in Mathematik bei den Antworten zu
  - Dem Lehrer zuhören: Studenten mit guter Maturanote in Mathematik kreuzten häufiger *immer* an als andere.
  - Denken: Studenten mit guter Maturanote in Mathematik kreuzten häufiger *immer, oft* an als andere (vgl. das Histogramm in Abbildung 1).

- hinsichtlich des Merkmals **Schultyp** (AHS - BHS) bei den Antworten zu
  - *Diagramme bzw. Tabellen erstellen*: Studenten, die eine AHS besuchten, tendierten eher in Richtung *selten, nie*.
  - *Gruppenarbeit*: Studenten, die von einer AHS kamen, tendierten eher in Richtung *nie*.
- hinsichtlich des Merkmals **Hochschultyp** (Universität - Pädagogische Akademie) bei den Antworten zu
  - *selbständiges Arbeiten*: Studenten der Universität kreuzten häufiger *manchmal, selten, nie* an.
  - *Computer benutzen*: Studenten der Universität kreuzten häufiger *nie* an.

Als Beispiel einer Graphik (Histogramm), wie sie in den detaillierten Ausführungen des *Endberichts* zum Forschungsprojekt zahlreich zu finden sind, sei hier eine wiedergegeben (siehe Abbildung 1): Studierende mit guter Maturaleistung in Mathematik tendierten bei der Frage „*Wie oft kam die Tätigkeit Denken im Unterricht vor?*“ signifikant häufiger zu *immer, oft* als Studierende mit schlechterer Maturaleistung in Mathematik.

## Vergleich bzgl. der Maturaleistung in Math.

Relative Häufigkeit der Antworten

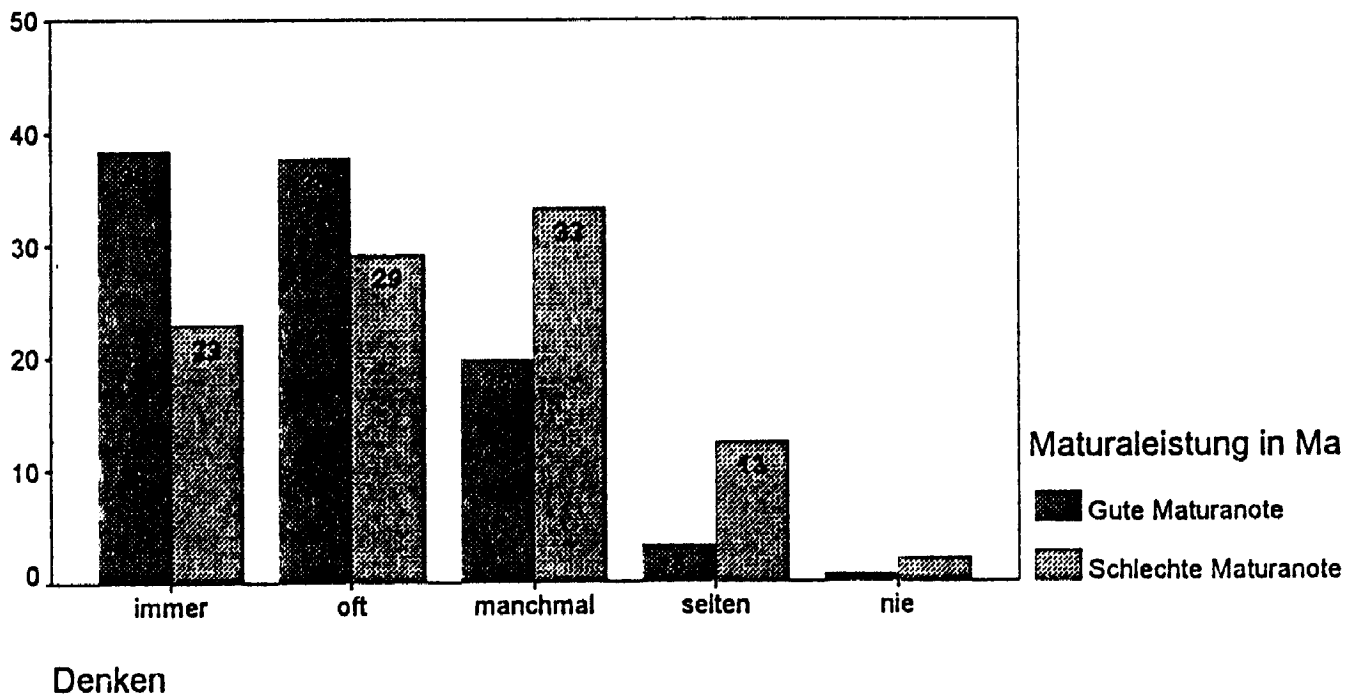


Abbildung 1: Vergleich der angegebenen Häufigkeit von Denken in bezug auf *Maturanote in Mathematik*

Rang	Mathematisches Gebiet	Anzahl der Nennungen
1.	Prozentrechnung	53
2.	Statistik	49
3.	Wahrscheinlichkeitsrechnung	45
3.	Zins- u. Zinseszinsrechnung	45
5.	Schlußrechnung	29
5.	Trigonometrie	29
7.	Integralrechnung	23
8.	Differentialrechnung	21
9.	Extremwertaufgaben	20
10.	Rechnen, insbesondere Grundrechnungsarten	18
11.	Geometrie	11

Tabelle 1: Anwendbare mathematische Gebiete — Studentenmeinung

Rang	Mathematisches Gebiet	Anzahl der Nennungen
1.	Integralrechnung	23
2.	Komplexe Zahlen	21
3.	Differentialrechnung	20
4.	Folgen und Reihen	19
5.	Mengenlehre	18
6.	Kurvendiskussionen	12

Tabelle 2: Nichtanwendbare mathematische Gebiete — Studentenmeinung

### 2.3 Weitere Ergebnisse der Studentenforschung

Die Studierenden sollten u.a. ihrer Meinung nach besonders typische Beispiele für mathematische Inhalte angeben (Frage 5), die ihnen auch außerhalb des Mathematikunterrichts wirklich brauch- bzw. anwendbar zu sein scheinen. Von den 202 Befragten machten 182 Angaben zu dieser Frage. Es konnten auch mehrere Gebiete genannt werden, so daß uns insgesamt 482 Angaben über anwendbare Gebiete der Mathematik vorliegen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über jene Gebiete, die mindestens 10 mal angeführt wurden.

An dieser Tabelle ist u.E. nichts Außergewöhnliches in dem Sinn, daß ein Gebiet vorkäme, mit dem man an dieser Stelle nicht rechnete. Man könnte allenfalls als ungewöhnlich empfinden, daß gewisse erwartete Gebiete fehlen (unter den meistgenannten), wie z.B. *Gleichungen lösen*, *Numerische Mathematik*, *Vektorrechnung* etc. - diese kommen zwar vor, aber nur weit abgeschlagen!

Auffallend war allerdings das Antwortverhalten zu Frage 6, wo sie Beispiele für ihnen besonders unbrauchbar bzw. nicht anwendbar scheinende Gebiete nennen sollten. Zu dieser Frage äußerten sich 140 Studenten mit insgesamt 194 Angaben. In Tabelle 2 sind die Gebiete mit mindestens 10 Nennungen angeführt.

Studierende der Mathematik erachten also laut unserer Untersuchung die Differential- und Integralrechnung (Analysis) vielfach als „nicht anwendungsträchtig“, was zunächst

überraschen mag. Bedenkt man allerdings die Art, *wie* und unter *welchen Gesichtspunkten* die Analysis in den – grob gesagt – kontinental-europäischen Studienplänen auftreten, kann man eine (mögliche) Erklärung finden. Im Gegensatz zu Studiengängen z.B. in den USA, wo das Mathematikstudium i.a. mit aufgaben- und praxisorientierten „Calculus“-Vorlesungen begonnen wird, zeigt die Analysis bei uns von Anfang an den logisch „streng“ fundierten Charakter einer grundlegenden Theorie (mit möglichst exakten Begriffsbildungen und Beweisen etc.). So steht bekanntlich vielfach die Begründung der reellen Zahlen u.v.a. – folgerichtig (!) – am Beginn des Studiums bzw. der Analysisvorlesungen, was den Anwendungscharakter zunächst verdecken mag. Exaktheit, Formalismus und logische Strenge vor einem „salopperen“, präformalen und anwendungsorientierten Zugang zu den Begriffsbildungen. Dies hat im Rahmen des wissenschaftlichen Studiums natürlich seinen Sinn und bedarf allenfalls einer fundierten wissenschaftlich-didaktischen Diskussion, für die hier nicht der Ort ist. Es wäre dazu allerdings zu bemerken, daß die Analysis in der Schule an sich ein anderes Gewicht tragen soll (mehr Raum bzw. Zeit für präformales und anwendungsorientiertes Arbeiten), das – möglicherweise wegen der „Sozialisierung“ der Lehrer durch das Studium an der Universität – nicht (voll) zum Tragen kommt. Doch zurück zu unserem Kurzbericht!

Die Studenten sollten weiters angeben, welche *außermathematischen* bzw. welche *innermathematischen Gebiete* sie für besonders geeignet halten, bei einem anwendungsorientierten Mathematikunterricht thematisiert zu werden.

Die bei geeignete außermathematische Gebiete (Frage 7) am häufigsten genannten waren: *Physik-Technik (176)*, *Wirtschaft-Finanz-Handel (152)*, *Informatik (146)*, *Vermesungswesen (104)*.

Die bei geeignete innermathematische Gebiete (Frage 8) am häufigsten genannten waren: *Prozentrechnung (159)*, *Zins- und Zinseszinsrechnung (138)*, *Schlußrechnung (131)*.

## 2.4 Der Fragebogen für Mathematikstudentinnen und -studenten

„○“ bezeichnet Fragen mit einer eindeutigen Antwort, während bei „□“ Mehrfachantworten möglich waren.

1. Geschlecht („○“):  47% weiblich  53% männlich Lieblingsgegenstand: .....
2. Maturanote in Mathematik: ..... Studiensemester: .....
3. Jemals besuchte Schularten („□“):  22% Hauptschule  83% AHS  17% BHS  
 24% Pädag. Akademie  82% Universität
4. Kreuzen Sie bitte jenes Wort an (nur jeweils eines!), welches *am chessten* beschreibt, wie oft die einzelnen Tätigkeiten von Schülern im Mathematikunterricht ausgeführt wurden („○“):

- Reden im Sinn von diskutieren (*Schwätzen* ist hier *nicht* gemeint)  
 3% Immer  18% Oft  39% Manchmal  31% Selten  9% Nie
- Zahlen schreiben  
 28% Immer  60% Oft  11% Manchmal  1% Selten  0% Nie
- Text schreiben  
 6% Immer  26% Oft  43% Manchmal  21% Selten  4% Nie



• **Diagramme bzw. Tabellen erstellen**

2% Immer     20% Oft     40% Manchmal     34% Selten     4% Nie

• **Konstruktionen bzw. Zeichnungen anfertigen**

7% Immer     45% Oft     38% Manchmal     8% Selten     2% Nie

• **Selbständiges Arbeiten**

4% Immer     25% Oft     33% Manchmal     29% Selten     9% Nie

• **Partnerarbeit**

0% Immer     3% Oft     17% Manchmal     40% Selten     40% Nie

• **Gruppenarbeit**

0% Immer     1% Oft     14% Manchmal     31% Selten     54% Nie

• **Dem/Der Lehrer(in) zuhören**

30% Immer     55% Oft     11% Manchmal     3% Selten     1% Nie

• **Anderen Schülern zuhören**

6% Immer     21% Oft     32% Manchmal     30% Selten     11% Nie

• **Von der Tafel abschreiben**

49% Immer     36% Oft     9% Manchmal     5% Selten     1% Nie

• **Arbeiten mit (aus) dem Schulbuch**

11% Immer     24% Oft     26% Manchmal     24% Selten     15% Nie

• **Arbeitsblätter ausfüllen**

0% Immer     5% Oft     10% Manchmal     26% Selten     59% Nie

• **Denken**

35% Immer     35% Oft     23% Manchmal     6% Selten     1% Nie

• **Taschenrechner benützen**

17% Immer     47% Oft     20% Manchmal     11% Selten     5% Nie

• **Computer benützen**

0% Immer     2% Oft     7% Manchmal     21% Selten     70% Nie

• **Argumentieren, Begründen gewisser Sachverhalte**

9% Immer     25% Oft     33% Manchmal     25% Selten     8% Nie

• **Beschreiben von mathematischen und außermathematischen „Dingen“  
(Lösungswege, Verfahren, Annahmen, Problemsituationen etc.)**

3% Immer     18% Oft     30% Manchmal     36% Selten     13% Nie

5. Geben Sie bitte ein besonders typisches Beispiel für mathematische Inhalte an, die Ihrer Meinung nach wirklich auch außerhalb des Mathematikunterrichts *brauchbar* sind („*Angewandte Mathematik*“). Gemeint ist die Angabe einzelner Schlagworte bzw. Themen oder/und kurze Angabe eines Aufgabentyps (ohne konkrete Zahlen bzw. lange Texte), bei dem gut zu sehen ist, wie Mathematik sinnvoll *angewendet* werden kann.

6. Geben Sie bitte ein Beispiel eines Stoffgebietes im Mathematikunterricht an, das Ihnen außerhalb der Mathematik überhaupt nicht brauchbar bzw. anwendbar zu sein scheint.

7. Welche *außermathematischen Bereiche* eignen sich Ihrer Meinung nach besonders für eine Miteinbeziehung in den Mathematikunterricht („“)?

87% Physik, Technik     75% Wirtschaft, Finanzen, Handel     31% Alltag  
 14% Berufsleben     19% Verkehr     33% Umwelt, Biologie     52% Vermessungswesen  
 72% Informatik     17% Sport     24% Spiele     8% Sonstige: .....

8. Welche *innermathematischen Gebiete* eignen sich Ihrer Meinung nach besonders für die Behandlung außermathematischer Fragestellungen („“)?

79% Prozentrechnung     68% Zins- und Zinseszinsrechnung     65% Schlußrechnung  
 41% Geometrie     12% elementare Algebra     28% Funktionen     14% Vektorrechnung und analytische Geometrie  
 43% Numerische Mathematik (z.B. Fehlerrechnung, Genauigkeitsüberlegungen)     42% Trigonometrie     29% Differentialrechnung  
 28% Integralrechnung     24% Stochastik     5% Sonstige: .....

### 3 Ergebnisse aus der Sicht der Schüler

#### 3.1 Ziele der Schülerbefragung

Wir haben ca. 900 Schülerfragebögen an 15 verschiedene Wiener Schulen ausgesandt und haben 491 davon zurückerhalten, also etwas mehr als die Hälfte; es ist dies u.W. ein bei empirischen Umfragen durchschnittlicher Wert. Es sollte u.a. festgestellt werden,

- welche speziell definierten Tätigkeiten von den Schülern im Unterricht in welchem Ausmaß auszuführen sind,
- welche Bereiche der Mathematik die Schüler für gut anwendbar halten und welche nicht,
- welche inner- und außermathematischen Gebiete die Schüler im Unterricht speziell interessieren würden bzw. interessiert haben, und warum.

**Bemerkung:** Ein Muster eines Schülerfragebogens befindet sich in Abschnitt 3.4. Die bei jeder Frage auf Ganze gerundeten Prozentzahlen geben an, wieviel Prozent jener Schüler, die die jeweilige Frage gültig beantworteten, diese Stelle (diese Antwort) ankreuzten („valid percent“). Es ist bei den einzelnen Fragen auch angegeben, ob es sich um eine Frage mit *einer* Antwort („“) oder um eine Frage mit möglichen Mehrfachantworten („“) handelte. Bei zweiteren ist natürlich nicht zu erwarten, daß die Summe jeweils 100% beträgt!

### 3.2 Häufigkeit der Schülertätigkeiten im Unterricht — Ergebnisse bei der Schülerbefragung

Die Frage nach der *Häufigkeit verschiedener Schüleraktivitäten im Unterricht* war dieselbe wie beim Studentenfragebogen (jeweils Frage 4; für einen diesbezüglichen *Vergleich Schüler-Studenten-Lehrer* siehe Abschnitt 4). Im folgenden geben wir einige signifikante Unterschiede an, die sich dabei („Häufigkeit einzelner Schüleraktivitäten im Unterricht“) in bezug auf verschiedene Merkmale ergaben.

#### Unterschiede bzgl. „Leistung in Mathematik“

Unsere Untersuchung hat ergeben, daß „Gute Mathematiker“ viel öfter bei der Frage nach der Häufigkeit des *Denkens* im Unterricht *immer* angekreuzt haben als „Schlechtere Mathematiker“ (signifikanter Unterschied, siehe Abbildung 2). Über das Zustandekommen dieses Unterschiedes (Gründe) kann vorerst nur spekuliert werden: Eine naheliegende Erklärung wäre z.B., daß gute Mathematiker im Durchschnitt besser mitarbeiten und mit*denken*. Schlechtere Mathematiker sind ja bei komplizierteren (insbesondere nicht routinemäßigen) Aufgaben gar nicht mehr in der Lage, gedanklich voll mitzuhalten und konzentrieren sich bei Schulübungen, Hausübungen und Schularbeiten auf eher stereotype Aufgaben, deren Schema keiner tiefgründigen Überlegungen mehr bedarf. Eine mögliche Gegenthese dazu wäre: Schlechtere Mathematiker müssen auch dann wirklich *denken*, wenn bessere Mathematiker gar nicht voll konzentriert sein müssen. Jemand dieser Auffassung würde natürlich erwarten, daß die schlechteren Mathematiker bei Denken eher in Richtung *immer* tendieren als gute. Dies genauer zu untersuchen, wäre eine mögliche Aufgabe für künftige Forschungen.

#### Vergleich bzgl. der Zeugnisnote

Relative Häufigkeit der Antworten (in %) -- Schüler

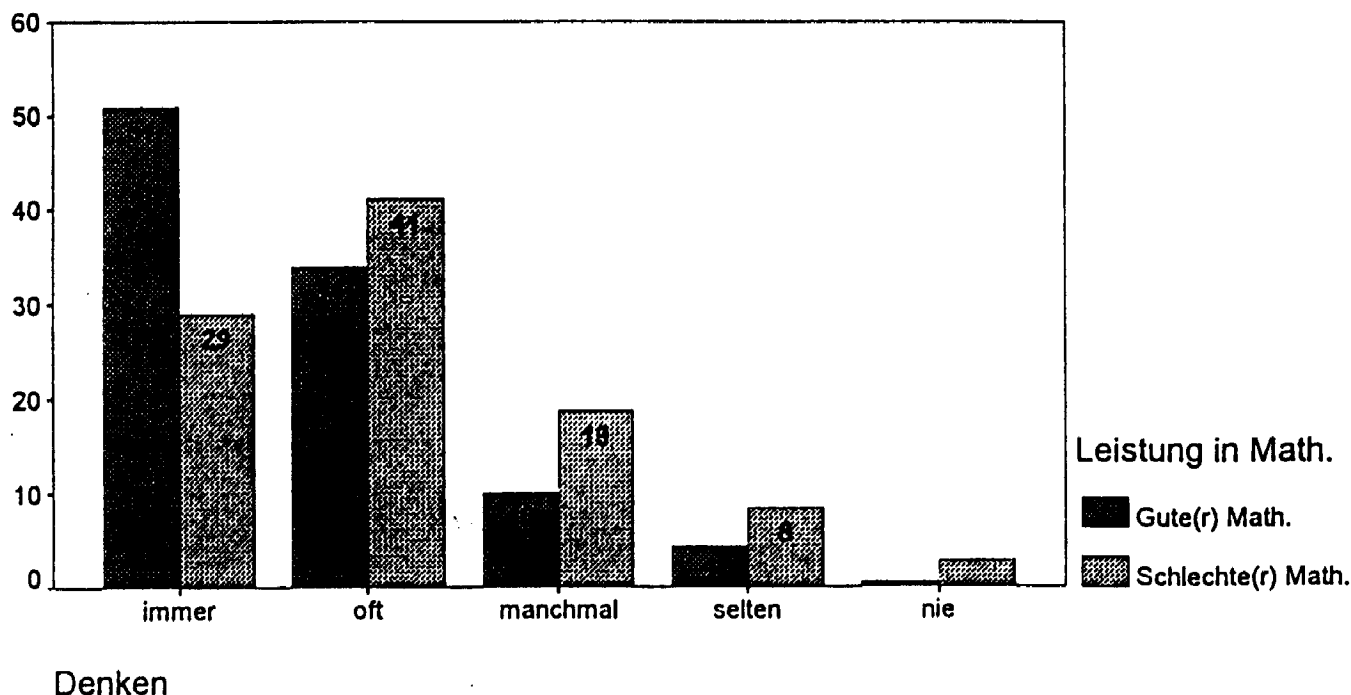


Abbildung 2: Signifikante Unterschiede bei Denken in bezug auf *Leistung in Mathematik*

Signifikante Unterschiede bzgl. der *Leistung in Mathematik* gab es auch bei *Von der Tafel abschreiben* (schlechtere Mathematiker hatten bei *immer* ein deutliches Übergewicht) und bei *Dem Lehrer zuhören* (gute Mathematiker hatten ein Übergewicht bei *immer, oft*).

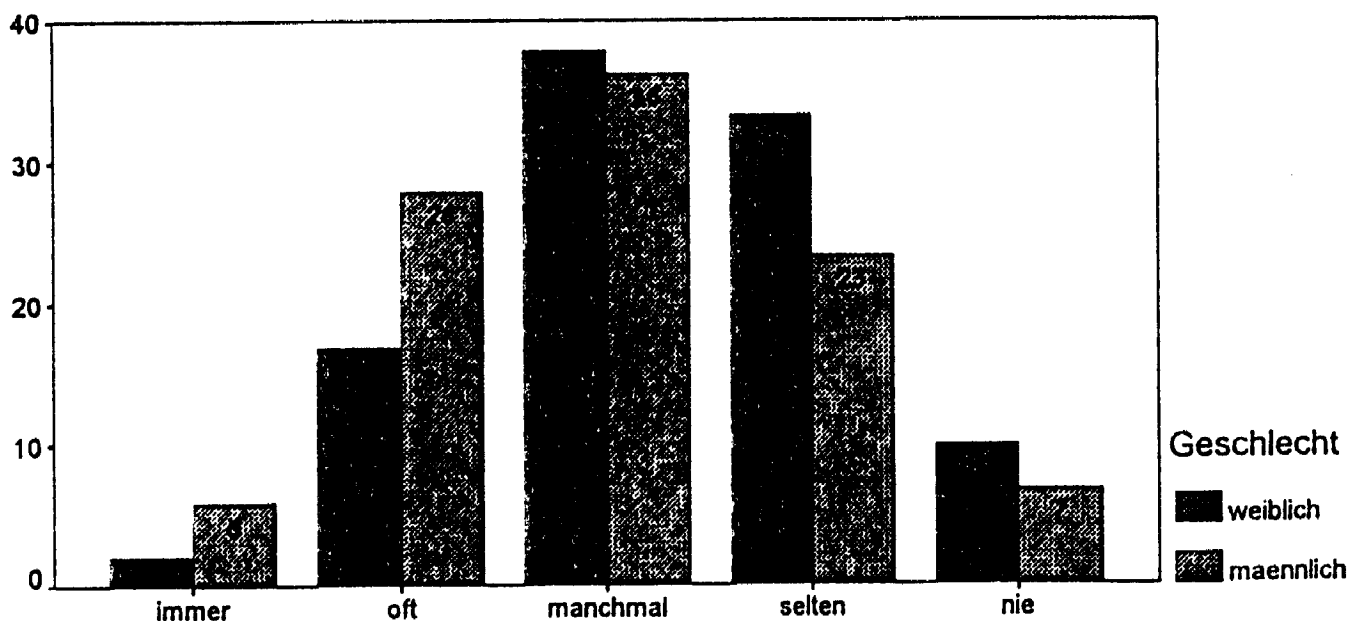
### Unterschiede bzgl. des Geschlechts

Wir konnten feststellen, daß Mädchen beim Reden eher in Richtung *selten* bzw. *nie* tendierten als Burschen, während die Burschen bei *immer* und *oft* das eindeutige Übergewicht hatten (vgl. Abbildung 3). Hier können die vielfältigsten Erklärungen in Betracht gezogen werden, z.B.:

1. Mädchen reden im Unterricht deswegen weniger, weil sie seltener vom Lehrer drangegommen werden.
2. Mädchen sind aus irgendeinem Grund weniger interessiert, bei fachlichen Gesprächen mitzumachen.
3. Mädchen haben ein von Natur aus höheres Redebedürfnis und *empfinden* daher auch gleiche „Redemengen“ (in Relation zu den Burschen) als geringer.
4. Burschen *getrauen* sich mehr, sich durch Wortmeldungen hervorzutun bzw. ihre Meinung, ihre Vermutungen etc. darzustellen, allgemein: sich in den Unterricht einzubringen.

### Vergleich bzgl. des Geschlechtes

Relative Häufigkeit der Antworten (in %) -- Schueler



Reden im Sinn von Diskutieren

Abbildung 3: Signifikante Unterschiede bei Reden in bezug auf das *Geschlecht*

Weitere Tätigkeiten, bei denen die Mädchen in ihrem Antwortverhalten signifikant mehr in Richtung *selten* bzw. *nie* tendierten als Burschen, sind z.B.

- **Selbständiges Arbeiten,**
- **Denken,**
- **Argumentieren bzw. Begründen und**
- **Beschreiben mathematischer und außermathematischer „Dinge“** (Lösungswege, Verfahren, Annahmen, Problemsituationen etc.) — vgl. das entsprechende Histogramm in Abbildung 4.

### Welche Rolle spielen affektive Gesichtspunkte?

Je nachdem, ob Mathematik als Lieblingsgegenstand angegeben wurde oder nicht, unterschieden sich (natürlich) die weiteren Antworten. Schüler, deren Lieblingsgegenstand *nicht* Mathematik ist, tendierten bei der Angabe der Häufigkeit des **selbständigen Arbeitens** eher zu *selten* bzw. *nie*, während die Schüler mit Mathematik als Lieblingsgegenstand bei *oft* und *manchmal* die viel höheren Werte aufzuweisen hatten (vgl. das entsprechende Histogramm in Abbildung 4). Schüler mit Mathematik als Lieblingsgegenstand sind vielleicht eher bereit, im Mathematikunterricht selbständig zu arbeiten, oder sie investieren in viele Unterrichtsergebnisse mehr eigene Denkarbeit, so daß sie u.U. bei gleichen vom Lehrer aufgetragenen Tätigkeiten diese eher als *selbständiges Arbeiten* empfinden.

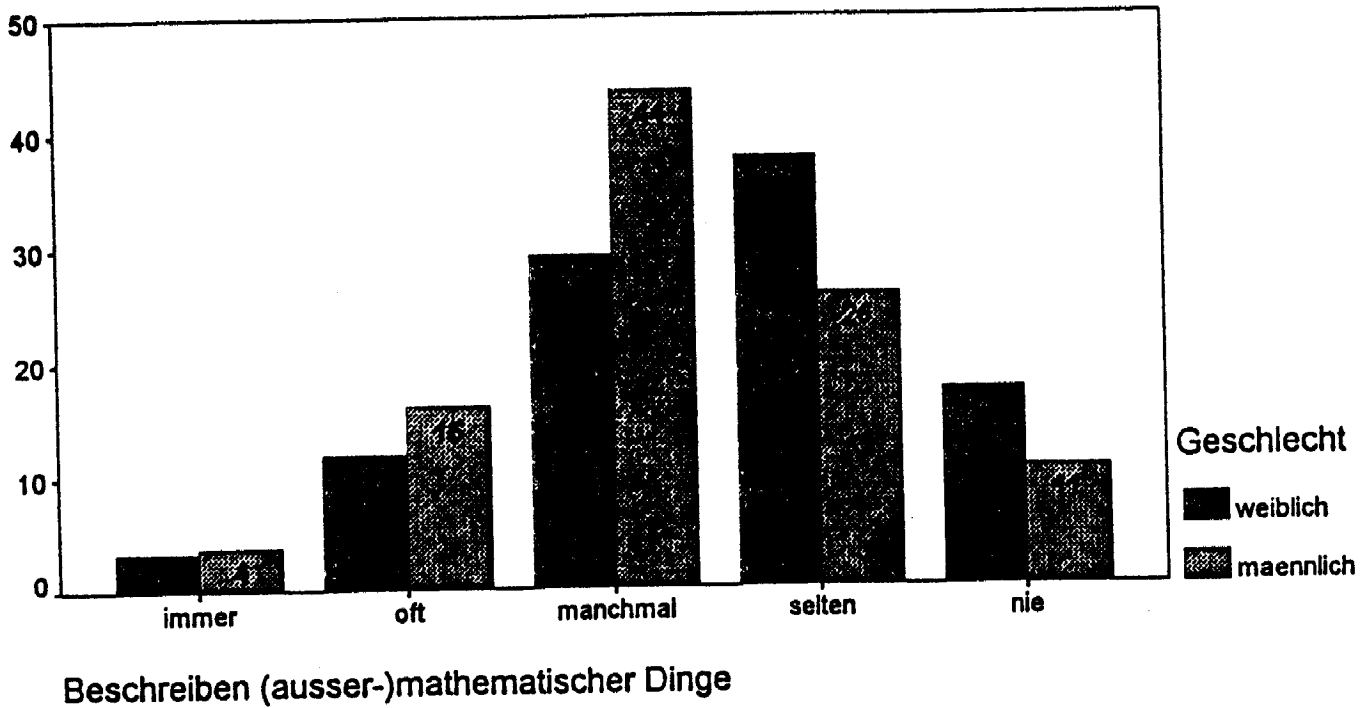
Besonders deutliche Unterschiede in bezug auf *Mathematik als Lieblingsgegenstand* ergaben sich z.B. auch bei den Antworten zu

- **Denken:** Schüler mit Mathematik als Lieblingsgegenstand hatten bei *immer* ein deutliches Übergewicht — siehe das entsprechende Histogramm in Abbildung 5.
- **Beschreiben (außer-)mathematischer Dinge:** Schüler mit Mathematik als Lieblingsgegenstand tendierten dabei häufiger zu *immer*, *oft*, *manchmal*, während die anderen häufiger *selten* bzw. *nie* ankreuzten — siehe das entsprechende Histogramm in Abbildung 5.

Bei detaillierter Auswertung ergab sich auch eine Art Umkehrung: Schüler, die das Denken an sich (und auch außerhalb des Mathematikunterrichts) lieben, entwickeln eine Vorliebe für Mathematik und sollten — sobald diese „entdeckt“ wird — speziell und spezifisch gefördert werden. Es zeigt sich übrigens, daß gerade für mathematisch „gute“ Schüler die Motivation häufiger in *innermathematischen Problemen* liegt als in *außermathematischen Anwendungen*.

## Vergleich bzgl. des Geschlechtes

Relative Haeufigkeit der Antworten (in %) -- Schueler



## Vergleich bzgl. des Lieblingsgegenstandes

Relative Haeufigkeit der Antworten (in %) -- Schueler

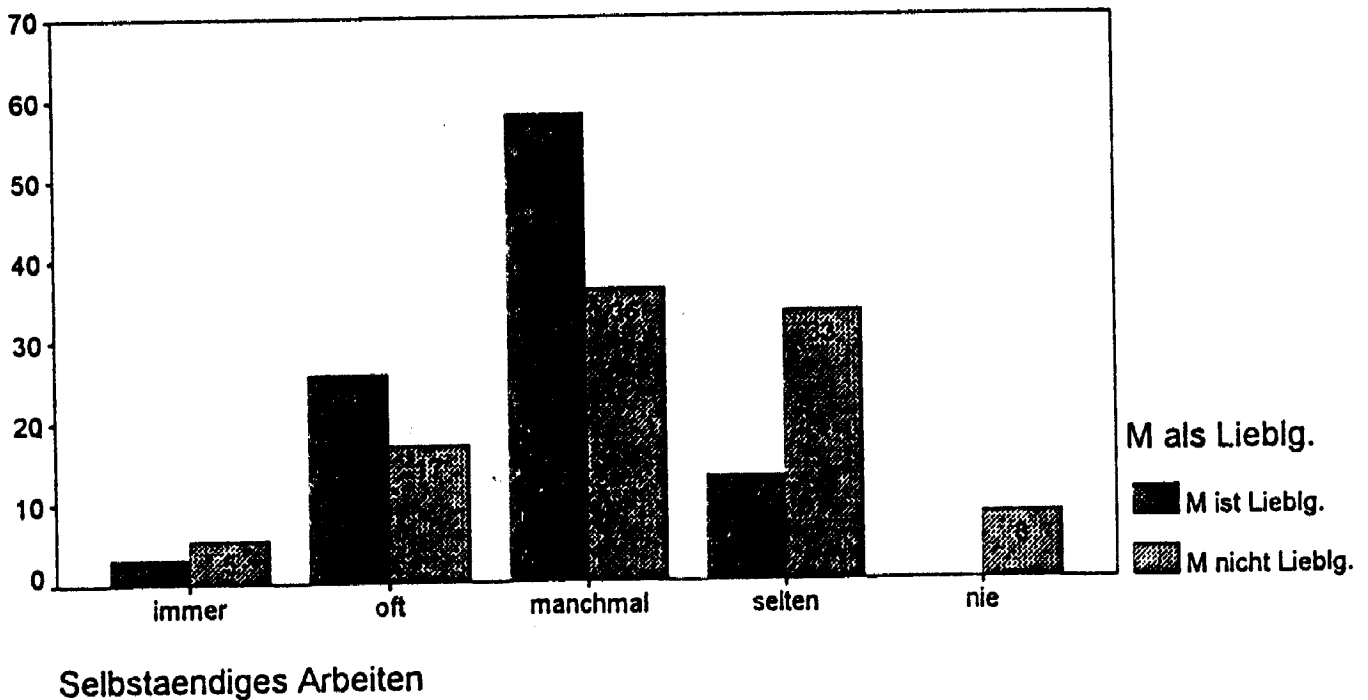
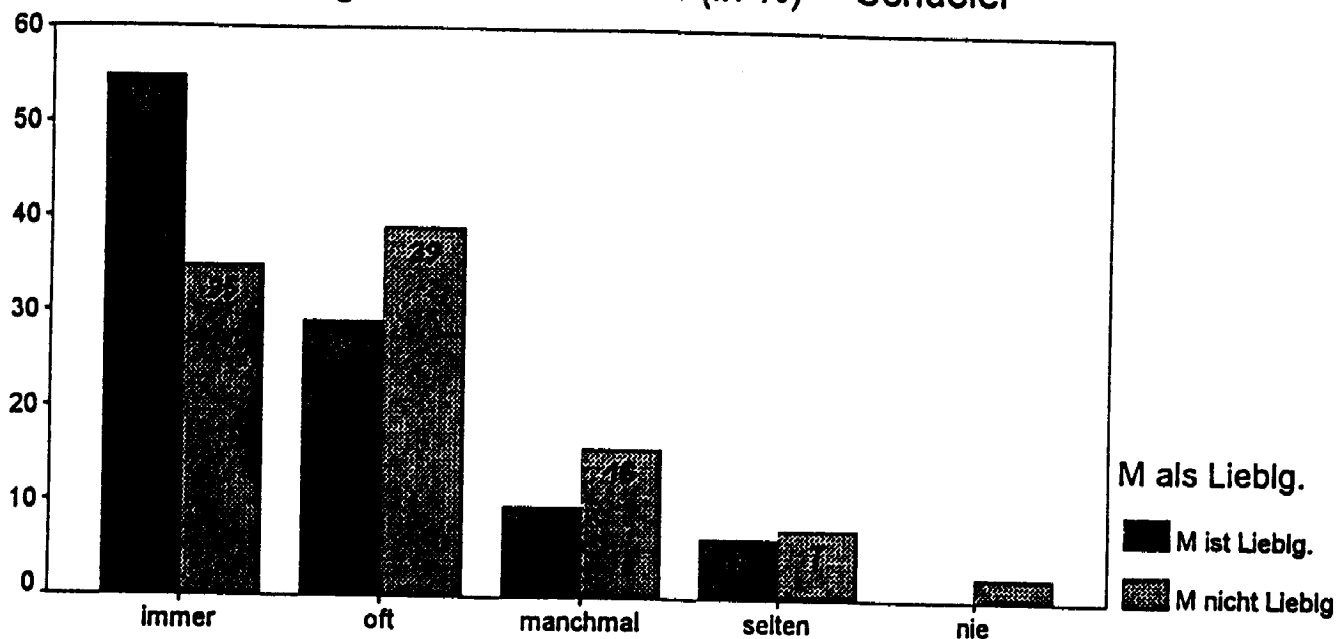


Abbildung 4: Signifikante Unterschiede bei Beschreiben in bezug auf das *Geschlecht* und bei *Selbstaendiges Arbeiten* in bezug auf *Mathematik als Lieblingsgegenstand*

### Vergleich bzgl. des Lieblingsgegenstandes

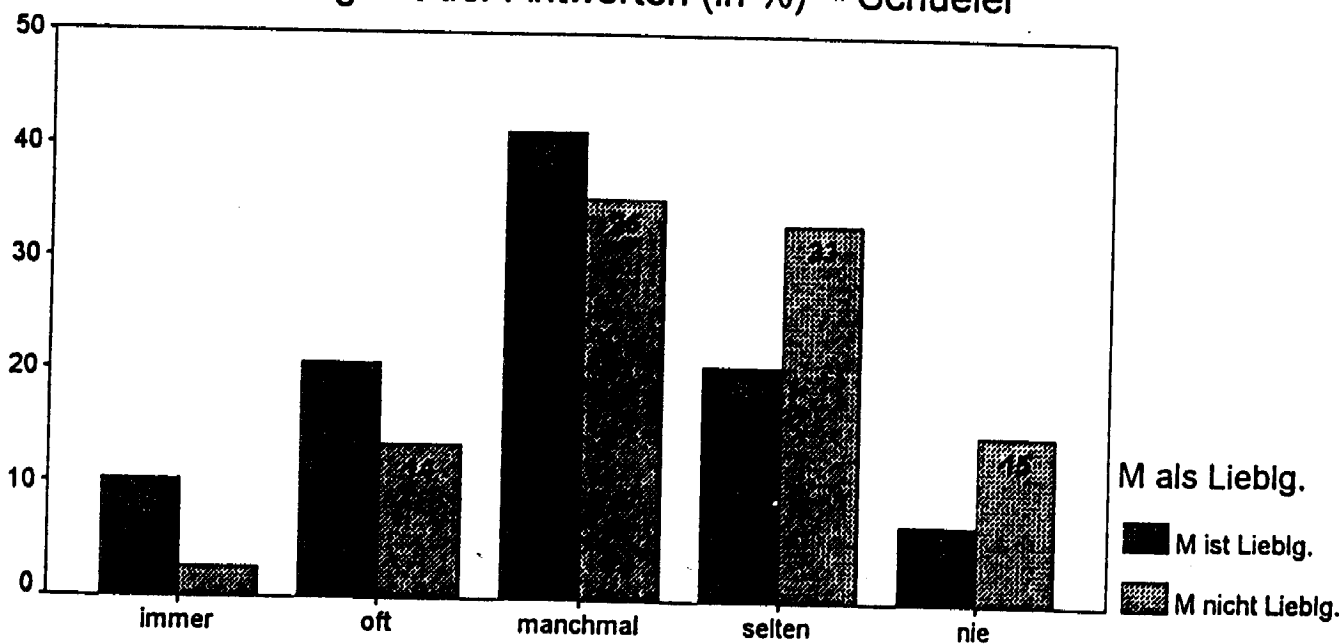
Relative Haeufigkeit der Antworten (in %) -- Schueler



Denken

### Vergleich bzgl. des Lieblingsgegenstandes

Relative Haeufigkeit der Antworten (in %) -- Schueler



Beschreiben (ausser-)mathematischer Dinge

Abbildung 5: Signifikante Unterschiede bei der Häufigkeit von Denken und Beschreiben in bezug auf *Mathematik als Lieblingsgegenstand*

### 3.3 Weitere Ergebnisse der Schülerbefragung

Die ersten Fragen bezogen sich auf das Geschlecht und auf den Lieblingsgegenstand in der Schule. Die Geschlechterverteilung war völlig ausgewogen, während dies beim Lieblingsgegenstand naturgemäß nicht der Fall war. Der unangefochtene Spitzenreiter war **Leibeserziehung** (68 Nennungen) gefolgt von **Philosophie-Psychologie** (46) bzw. **Geschichte** (40); erst in der „dritten Gruppe“ war **Mathematik** (31) zu finden – neben **Bildnerische Erziehung**, **Englisch**, **Biologie**, **Geographie** (vgl. Tabelle 3).

Rang	Gegenstand	Anzahl der Nennungen
1.	Leibeserziehung	68
2.	Philosophie&Psychologie	46
3.	Geschichte	40
4.	Bildnerische Erziehung	34
5.	Englisch	33
6.	Biologie	32
7.	Mathematik	31
8.	Geographie	30
9.	Deutsch	19
10.	Physik	18
11.	Chemie	15
12.	Informatik	10
12.	Musikerziehung	10
14.	Französisch	9
15.	Religion	8
16.	Darstellende Geometrie	7
16.	Latein	7
18.	Italienisch	2
18.	Russisch	2

Tabelle 3: Lieblingsgegenstände von Schülern

Die Frage nach der letzten **Zeugnisnote in Mathematik** brachte ein deutliches Übergewicht der Note *Genügend* vor *Befriedigend* und *Gut*; relativ abgeschlagen folgen dann *Sehr gut* und *Nicht genügend*. Dies ist ein Bild, das man wahrscheinlich auch so erwartet hätte und – so gesehen – nichts Außergewöhnliches darstellt.

Wir haben vor allem deswegen nach Geschlecht, Lieblingsgegenstand, Zeugnisnote usw. gefragt, um Unterschiede hinsichtlich dieser Merkmale im Antwortverhalten zu bestimmten Fragen zu entdecken oder gängige Vorurteile zu widerlegen bzw. zu bestätigen.

Ein nahezu „trivialer“ Zusammenhang konnte naturgemäß zwischen **Mathematik als Lieblingsgegenstand** und **Leistung in Mathematik** gezeigt werden: Schüler mit guten Leistungen in Mathematik haben Mathematik viel häufiger als Lieblingsgegenstand als Schüler mit schlechten Leistungen in Mathematik und umgekehrt.

Zwischen den Merkmalen **Geschlecht** und **Mathematik als Lieblingsgegenstand** konnte ein hochsignifikanter Zusammenhang festgestellt werden: Männliche Schüler haben Mathematik eher als Lieblingsgegenstand als Schülerinnen.



Die *Leistung in Mathematik* stand in unserer Stichprobe hingegen in **keinem** signifikanten Zusammenhang mit dem *Geschlecht* (nicht einmal annähernd!). Die breite Volksmeinung „Burschen sind eben bessere Mathematiker als Mädchen“ kann durch unsere Stichprobe daher *nicht* unterstützt werden!

Die Schüler waren bei Frage 5 aufgerufen, selber Beispiele für ihrer Meinung nach **brauch-** bzw. **anwendbare** Gebiete der Mathematik anzugeben (nicht: vorgegebene Gebiete anzu- kreuzen!). Es konnten auch mehrere Gebiete genannt werden. Was dabei vielleicht etwas ver- wundern mag, ist die Tatsache, daß hier „Extremwertaufgaben“ den vierten Platz<sup>5</sup> einnehmen (87 Nennungen) – noch weit vor Gebieten wie *Bruchrechnung*, *Schlußrechnung*, *Gleichungen* oder *Statistik*, *Trigonometrie*, *Zinsrechnung*. Die ersten drei Plätze gingen an *Wahrscheinlich- keitsrechnung* (151), *Prozentrechnung* (106) und *Rechnen – insbesondere Grundrechnungsarten* (105) (insgesamt 975 Nennungen von 443 Schülern – für Details siehe Tabelle 4).

Rang	Mathematisches Gebiet	Anzahl der Nennungen
1.	Wahrscheinlichkeitsrechnung	151
2.	Prozentrechnung	106
3.	Rechnen, insbesondere Grundrechnungsarten	105
4.	Extremwertaufgaben	87
5.	Statistik	85
6.	Trigonometrie	63
7.	Zins- u. Zinseszinsrechnung	54
8.	Flächenberechnungen	50
9.	Schlußrechnung	37
10.	Volumsberechnungen	30
11.	Wirtschaftsmathematik	27
12.	Satz von PYTHAGORAS	21
13.	Bruchrechnung	20
13.	Geometrie	20
15.	Differentialrechnung	17
16.	Gleichungen	14
17.	Funktionen	10
17.	Kopfrechnen	10

Tabelle 4: Anwendbare mathematische Gebiete — Schülermeinung

Sie sollten auch Beispiele für ihnen **nicht anwendbar** scheinenden mathematischen Lehrstoff angeben (Frage 6, vgl. Tabelle 5: Gebiete mit mindestens 10 Nennungen; insgesamt 650 Nennungen von 418 verschiedenen Schülern). Dabei lag die **Vektorrechnung** an erster Stelle (gemeinsam mit *Komplexen Zahlen*, 79 Nennungen). Das mag an dem Rahmen liegen, in dem die Vektorrechnung eingeführt und behandelt wird: i.a. nämlich als Hilfsmittel für die (analytische) Geometrie. Anwendungen – etwa in Physik oder Wirtschaft – stehen ja relativ selten im Vordergrund. Andererseits muß nicht immer alles außermathematisch motiviert sein, „innermathematische Motivationen“, Querverbindungen und Anwendungen sind ja ein besonders typisches Kennzeichen unserer Wissenschaft. Dieser komplexe Fragenkreis muß jedoch andernorts behandelt werden (siehe z.B. REICHEL 1995).

<sup>5</sup>Dies könnte z.B. mit dem Zeitpunkt der Befragung zusammenhängen (März-April der 11. Schulstufe) oder auch mit der (oft nicht „wirklich“ begründeten) Motivation der Extremwertaufgaben im Mathematikunterricht.

Den dritten Platz in der Reihung nahmen die *Kurvendiskussionen* ein (74) und dann wieder zwei Überraschungen: *Differentialrechnung* (55) an vierter Stelle gefolgt von *Funktionen* (51)! Daraus scheint u.a. zu folgen, daß Schüler *Extremwertaufgaben* offenbar losgelöst von *Differentialrechnung* sehen und sie auch ganz anders beurteilen! (Die Meinung *alles ist unbrauchbar* fanden wir 13 mal, 14. Rang, vgl. Tabelle 5.)

Rang	Mathematisches Gebiet	Anzahl der Nennungen
1.	Komplexe Zahlen	79
1.	Vektorrechnung	79
3.	Kurvendiskussionen	74
4.	Differentialrechnung	55
5.	Funktionen	51
6.	Logarithmus	42
7.	Kegelschnitte	35
8.	Folgen und Reihen	31
9.	Extremwertaufgaben	29
10.	Analytische Geometrie	23
11.	Trigonometrie	19
12.	Mengenlehre	18
13.	Gleichungen	15
14.	ALLES!	13
14.	Wahrscheinlichkeitsrechnung	13
16.	Oberstufenstoff (ab 9. Stufe)	11

Tabelle 5: Nichtanwendbare mathematische Gebiete — Schülermeinung

Eine weitere Frage (Frage 9) lautete: Glaubst Du eher, daß man für Mathematik unbedingt **besonders begabt** sein muß, oder eher daß **jeder Mensch** mit „durchschnittlicher“ Intelligenz Mathematik erlernen kann? Die Deutlichkeit des Ausgangs dieser Fragestellung – nämlich ca. 4:1 für „Jeder Mensch“ (80%) – mag überraschen.

Die Frage nach der **Art der Aufgaben** (Frage 10), die die befragten Schüler am liebsten hatten, ergab (u.E. erfreulicherweise) folgendes Bild: *Anwendungsaufgaben* (270 Schüler, 1. Rang!) vor *Aufgaben mit bereits erlerntem Schema* (182).

Zum Schluß (Frage 12) sollten die Schüler kurz den **Inhalt bzw. das Thema einer Mathematikstunde** angeben, die ihnen in letzter Zeit besonders gut gefallen hat, und *warum* dies so war. Zunächst gilt es festzuhalten, daß betrüblicherweise fast die Hälfte aller Schüler zu dieser Frage *gar nichts* sagen wollte bzw. konnte (211 von 491 Schülern). Von den 280 Schülern, die Angaben dazu machten (mit insgesamt 312 Nennungen von interessanten Stundeninhalten), hatten 46 Schüler Bemerkungen der Art „gibt es niemals!“ gemacht. Dieser „Inhalt“ war somit der eindeutige Spitzenreiter. Der *Wahrscheinlichkeitsrechnung* (2. Platz, 34 Nennungen) kam offenbar zugute, daß es sich i.a. um Schüler von 11. Schulstufen handelte, wo gerade Wahrscheinlichkeitsrechnung das Thema war. *Expressis verbis* gaben z.B. auch 15 Schüler an, daß eine Stunde ihnen deswegen gefallen habe, weil *kein Stoff* durchgemacht wurde. Summiert man die eher destruktiven Nennungen jener Inhalte, die eindeutig auf „Keine Mathematik im Unterricht“ abzielten (*gibt es niemals, kein Stoff durchgemacht, Notenbesprechung, Schularbeitsbesprechung, Märchenstunde, keine Hausübung, Stunde entfallen*), so ergaben sich 103 von 280 Nennungen – mehr als ein Drittel! Anders formuliert: 314

von 491 Schülern ( $\approx 64\%$ , fast zwei Drittel) gaben keine oder eine destruktive Antwort (vgl. Tabelle 6 mit allen Inhalten, die mindestens 10 mal genannt wurden). Eine genauere Analyse der „positiven“ und „negativen“ Antworten wird Inhalt einer anderen Arbeit sein.

Rang	Themen (Inhalte) der Stunden	Anzahl der Nennungen
1.	Gibt es niemals!	46
2.	Wahrscheinlichkeitsrechnung	34
3.	Schularbeitsbesprechung	26
4.	Jede Stunde!	18
5.	Arbeiten mit dem Computer	15
5.	Kein Stoff durchgemacht!	15
7.	Kurvendiskussionen	14
7.	Selbständiges Arbeiten	14
9.	Gutes Erklären (Verständnis!)	13
9.	Übungsstunde	13
11.	Kegelschnitte	11
11.	Neuer Stoff	11
13.	Extremwertaufgaben	10

Tabelle 6: Thema (Inhalt) der letzten interessanten Mathematikstunde — Schüler

Besonders erfreulich aus der Sicht eines Mathematikers muß es natürlich sein, daß der „Inhalt“ *Jede Stunde* mit 18 Nennungen auf Platz 4 lag.

Es gab viele „interessante“ Stellungnahmen zum Thema *letzte interessante Mathematikstunde* – einige davon seine im folgenden aufgelistet:

- „Der Stoff ist immer interessant → Stunden verlieren trotzdem an Qualität → richtiges Verstehen des Stoffes nicht möglich → einige begreifen das Vorgetragene → die meisten nicht → machen Lärm → andere dürfen sich ihrer Meinung nach auch nicht auskennen.“
- „Die jetzige Stunde → Fragebogen ausfüllen, Kreuzerl machen → vielleicht was ändern??!“
- „Stoffgebiet Wahrscheinlichkeitsrechnung, da man bei diesem Kapitel merkt, daß Mathematik auch im Alltag nützlich ist. Hingegen wenn ich irgendwelche Winkelfunktionen ableiten muß, kommt mir die Mathematik ziemlich sinnlos vor, als würde sie nur als Gedächtnistraining unterrichtet.“
- „Wenn der Lehrer sich in ein Gebiet hineinsteigert und dabei glänzende Augen bekommt.“
- „Mathematikschularbeit: endlich preisgeben meines Wissens. Spannung der Note.“
- „Einführung in die Wahrscheinlichkeit – wir haben die ganze Stunde nur geredet und NICHTS gerechnet!“
- „In Mathe geht es immer lustig zu, unser Lehrer ist ein lustiger Kauz!!!“
- „Beim Rechnen von Extremwertaufgaben war ich sehr motiviert, weil das ein Thema war, was ich auch anwenden kann.“

- „Lehrer gestaltete den Unterricht lebhaft durch Mitbringen einer Urne für die Wahrscheinlichkeitsrechnung.“
- „Warum sollte mir die Mathematikstunde nicht gefallen? Die Zeit der strengen Lehrer, deren Bestrafungsmethoden noch aus dem 19. Jhdt. stammen, ist endgültig vorbei. Ich lerne Mathematik, um etwas zu werden.“
- „Die erste Stunde nach meiner Prüfung, da wußte ich zum ersten Mal in diesem Jahr, worum es geht und wie ich rechnen soll.“
- „Eine Mathematikstunde, in der viele Beispiele an der Tafel mit ausführlicher Erklärung gerechnet wurden.“
- „Jede Mathematikstunde ist erheiternd.“
- „Lehrer hat von seiner Jugend erzählt.“
- „Diskussion und Besprechung der Schularbeit und der Noten: menschliche Seite des Lehrers.“
- „Mir gefallen Beispiele, die wir manchmal rechnen, in denen es um lebensnahe Dinge geht (z.B. Wurf eines Tennisballes, Bakterienausbreitung etc.). Nur machen wir das nicht sehr oft, sondern sehr selten.“
- „Mir gefallen sie [die Mathematikstunden] nicht. Ein Erfolgserlebnis ist allerdings, wenn man durch *eigenes* Denken ein *praktisches* Beispiel lösen kann.“
- „Das Thema war Wahrscheinlichkeitsrechnung. Zum ersten Mal stellte ich fest, daß Mathematik auch im Berufsleben verwendet wird.“
- „Das war letzte Woche, da mußten wir fast die ganze Stunde selber rechnen. Sie hat mir gut gefallen, weil man da selber sehen kann, ob man das Stoffgebiet verstanden hat. Meistens wird nämlich vorgerechnet.“
- „Wir haben einen Baum gezeichnet und mit seiner Hilfe eine Aufgabe noch besser lösen können. Das hat mir gefallen, weil ich zum ersten Mal in diesem Jahr etwas verstanden habe und die Sache ein wenig nützlich ist.“
- „Daß mir eine Mathematikstunde gefällt, passiert öfters. Das hängt damit zusammen, daß wir ein Mathe-Genie in der Klasse haben. Es ist immer wieder interessant, wie er die Lehrkraft in der Stunde verbessert und sie auf Fehler aufmerksam macht. Öfters kann sie seine Fragen gar nicht beantworten. Darum finde ich es faszinierend, *welche* Fragen man in der Mathematik überhaupt stellen kann!“
- „Es ist unabhängig vom Inhalt der Stunde. Verstehe ich den durchgenommenen Stoff und kann ich in der Stunde mitreden, macht mir das Spaß. Kenne ich mich nicht aus, sitze ich da und rede mit Mitschülern.“
- „Die Prüfungsstunden, bei denen man nicht selber geprüft wird. Die Prüflinge sind mir selbst an Intelligenz meist unterlegen, und ich habe genug Zeit, das Beispiel fertig zu rechnen.“

Eine Vielzahl von Kommentaren zur *letzten interessanten Mathematikstunde* ist allerdings sehr bedenklich ausgefallen, diese Aussagen verbreiten für Mathematiklehrer wohl nicht gerade eine rosige Stimmung:

- „Letzte Mathematikstunde: Wir besprachen den Wandertag. Allgemein: (1) Neues Thema (2) Besprechung (3) Üben (4) Hausübung.“
- „Die heutige Mathematikstunde hat mir gut gefallen, zumal wir diesen Fragebogen, auf dessen statistische Auswertung ich schon sehr gespannt bin, während der Stunde ausfüllen müssen, und wir uns deshalb nicht mit einem der Stoffgebiete, die in Frage 11 (nicht) angekreuzt wurden, beschäftigen mußten.“
- „Die Inhalte der Mathematikstunden interessieren mich fast überhaupt nicht, weil ich lieber allein auf Dinge draufkomme.“
- „Bei uns ist jede Mathematikstunde sehr ähnlich. Sie gefällt mir dann, wenn mir ein Kapitel logisch erscheint und ich es verstehe. [...] Die schlechtesten Stunden: Er/Sie kommt rein und sagt: 'Löscht's die Tafel, macht's die Hefte auf, wir schreiben'. Das erklärt er/sie dann so: 'Wir sind zwei Monate hinten!' Das sagt aber bei uns jeder Lehrer, damit wir etwas lernen. — Ein schlechter Scherz!“
- „In der Schule wurde ein Handballturnier veranstaltet. Unser Mathematikprofessor beteiligte sich an dieser Veranstaltung als Schiedsrichter. Durch diese Begebenheit kam es dazu, daß wir mit dem Turnprofessor, der supplierte, in den Schulhof gingen und Fußball spielten. Das war eine sehr interessante Mathematikstunde.“
- „Nach langem Überlegen stellte ich fest, daß mir noch keine Mathematikstunde gut gefallen hat.“
- „Wie kann einem eine Mathe-Stunde gefallen?“
- „Mathe kann mich nie begeistern.“
- „Mir gefallen keine Mathematikstunden, es sei denn, es ist eine Freistunde.“
- „Ich kann mich nicht mehr daran erinnern.“
- „Mir fällt leider keine ein.“
- „MI, 1.6.1994: Mathematik entfällt.“
- „Eine Stunde im Mai: ich war nicht da!“
- „Mathematikstunden gleichen sich wie ein Ei dem anderen.“
- „Sie sind alle gleich! Es gibt keine besseren oder schlechteren.“
- „Ich bin von keiner Mathematikstunde begeistert und das Fach interessiert mich einfach nicht.“
- „ $\bar{A}$ “
- „Nichts, alles wird viel zu schnell durchgenommen, so daß man den Stoff gar nicht richtig erlernen kann! Stoff wird einem massenweise hineingepreßt!“
- „Ich möchte nur noch dazu sagen, daß ich für die Abschaffung des Pflichtunterrichts Mathematik in der Oberstufe bin, da ich es wahrscheinlich nie mehr brauchen werde und auch von allen meinen Bekannten weiß, daß sie ihr Wissen bis jetzt noch nirgendwo anwenden konnten → völlig sinnlos!!“

- „Da gibt's nichts zu beschreiben. Ich finde den Unterricht zum Kotzen, da manche Lehrer nicht fähig sind zu unterrichten. Mir gefällt's nicht besonders, bin's aber leid, darüber zu schreiben/reden/sonstiges.“

Eine Frage, die sich in diesem Zusammenhang wohl wieder einmal stellt, ist, worin die Ursachen solcher und ähnlicher Bemerkungen von seiten der Schüler liegt. Mögliche Erklärungsversuche sind u.a. folgende:

1. Die Verfasser solch überaus kritischer Zeilen sind einfach *generell* von Schule und Unterricht derartig angewidert, daß sie kein gutes Haar daran bei Umfragen lassen. Dies wäre auch bei einer entsprechenden Umfrage in anderen Gegenständen der Fall und gleicht also eher einem allgemeinen Rundumschlag als einer Kritik an Mathematik, wobei wir hier nicht weiter ins Detail gehen wollen (viele Gründe vorstellbar, allgemein pädagogisches Problem).
2. Diese Art von Kritik ist doch etwas Mathematik-spezifisches und begegnet uns bei anderen Gegenständen nicht in derselben Form. Dann ist wohl die Mathematik (einschließlich all ihrer Beteiligten: Lehrer, Schüler, Didaktiker etc.) gefragt, die wirklichen Gründe zu erforschen und entsprechend zu reagieren. Es gibt natürlich – auch wenn es sich um ein Mathematik-spezifisches Problem handeln sollte – die verschiedensten möglichen Ursachen, wobei oft relativ einseitig argumentiert wird (je nach dem, ob es sich um Schüler, Eltern, Lehrer, Didaktiker, Politiker, Schulbehörde etc. handelt):
  - (a) Mangelnde pädagogische, didaktische oder fachliche Fähigkeit mancher (vieler, aller) Mathematiklehrer – „die Schuld liegt bei den Lehrern“.
  - (b) Mangelnde Aus- und Fortbildung der Lehrer – „die Schuld liegt bei der Lehreraus- und -fortbildung“.
  - (c) Mangelnde Bereitschaft der Schüler, *aktiv* Mathematik zu lernen, sich zu engagieren (nicht nur die Stunde abzusetzen und zu *konsumieren*) – „die Schuld liegt bei den Schülern“.
  - (d) Mangelnde Flexibilität des Schul- bzw. Unterrichtssystems – „die Schuld liegt am Schulsystem“.
  - (e) Theoretizität des Gegenstandes – „die Schuld liegt beim Gegenstand“.
  - (f) Zu viele Schüler, die eigentlich kein Gymnasium besuchen sollten, tun dies heutzutage doch – „die Schuld liegt bei der Gesellschaft, bei den Eltern etc.“.
  - (g) ... – „die Schuld liegt bei ...“.

### 3.4 Der Fragebogen für Schülerinnen bzw. Schüler

„○“ bezeichnet Fragen mit einer eindeutigen Antwort, während bei „□“ Mehrfachantworten möglich waren.

1. Geschlecht („○“):  weiblich  männlich  
Lieblingsgegenstand in der Schule: .....
2. Letzte Zeugnisnote in Mathematik: .....

3. Schularart („ O “):  0% Hauptschule  100% AHS  0% BHS  
Momentane Schulstufe („ O “):  18% 10. Schulstufe  82% 11. Schulstufe

4. Kreuze bitte jenes Wort an (nur jeweils eines!), welches *am ehesten* beschreibt, wie oft die einzelnen Tätigkeiten im Mathematikunterricht ausgeführt werden („ O “):

- Reden im Sinn von diskutieren (*Schwätzen* ist hier *nicht* gemeint)

4% Immer  22% Oft  37% Manchmal  29% Selten  8% Nie

- Zahlen schreiben

64% Immer  27% Oft  7% Manchmal  2% Selten  0% Nie

- Text schreiben

4% Immer  17% Oft  41% Manchmal  32% Selten  6% Nie

- Diagramme bzw. Tabellen erstellen

1% Immer  9% Oft  41% Manchmal  40% Selten  9% Nie

- Konstruktionen bzw. Zeichnungen anfertigen

4% Immer  27% Oft  43% Manchmal  23% Selten  3% Nie

- Selbständiges Arbeiten

5% Immer  17% Oft  38% Manchmal  32% Selten  8% Nie

- Partnerarbeit

3% Immer  5% Oft  8% Manchmal  27% Selten  57% Nie

- Gruppenarbeit

1% Immer  4% Oft  4% Manchmal  20% Selten  71% Nie

- Dem/Der Lehrer(in) zuhören

33% Immer  46% Oft  14% Manchmal  6% Selten  1% Nie

- Anderen Schülern zuhören

8% Immer  30% Oft  32% Manchmal  24% Selten  6% Nie

- Von der Tafel abschreiben

59% Immer  29% Oft  8% Manchmal  3% Selten  1% Nie

- Arbeiten mit (aus) dem Schulbuch

13% Immer  30% Oft  23% Manchmal  24% Selten  10% Nie

- Arbeitsblätter ausfüllen bzw. Beispiele von Übungszetteln rechnen

2% Immer  18% Oft  25% Manchmal  24% Selten  31% Nie

- Denken

36% Immer  39% Oft  16% Manchmal  7% Selten  2% Nie

- Taschenrechner benützen

32% Immer  54% Oft  11% Manchmal  3% Selten  0% Nie

- Computer benützen

1% Immer  1% Oft  7% Manchmal  17% Selten  74% Nie

- Argumentieren, Begründen gewisser Sachverhalte

4% Immer  27% Oft  36% Manchmal  24% Selten  9% Nie

- **Beschreiben von mathematischen und außermathematischen „Dingen“**  
(Lösungswege, Verfahren, Annahmen, Problemsituationen etc.)

4% Immer       14% Oft       36% Manchmal       32% Selten       14% Nie

5. Gib bitte ein besonders typisches Beispiel für einen mathematischen Lehrstoff an, der Deiner Meinung nach wirklich auch außerhalb des Mathematikunterrichts *brauchbar* ist („*Angewandte Mathematik*“). Gemeint ist die Angabe einzelner Schlagworte bzw. Themen oder/und kurze Angabe eines Aufgabentyps (ohne konkrete Zahlen bzw. lange Texte), bei dem gut zu sehen ist, wie Mathematik sinnvoll *angewendet* werden kann.

6. Gib bitte ein Beispiel eines Stoffgebietes im Mathematikunterricht an, das Dir außerhalb der Mathematik überhaupt **nicht** brauchbar bzw. anwendbar zu sein scheint.

7. Bei welchen Gebieten kann man Mathematik Deiner Meinung nach besonders gut gebrauchen („“)?

<input type="checkbox"/> 97% Physik, Technik	<input type="checkbox"/> 90% Wirtschaft, Finanzen, Handel
<input type="checkbox"/> 27% Alltag	<input type="checkbox"/> 39% Berufsleben
<input type="checkbox"/> 15% Verkehr	<input type="checkbox"/> 20% Umwelt, Biologie, Medizin
<input type="checkbox"/> 88% Vermessungswesen	<input type="checkbox"/> 8% Gesellschaft
<input type="checkbox"/> 70% Informatik	<input type="checkbox"/> 12% Sport
<input type="checkbox"/> 10% Spiele	<input type="checkbox"/> 4% Sonstige: .....

8. Welche Gebiete aus der *Realität* würdest Du gerne im Unterricht behandeln („“)?

<input type="checkbox"/> 50% Alltag (z.B. Preisvergleiche, Freizeitgestaltung, Reisen)
<input type="checkbox"/> 35% Ökologie (z.B. Umweltverschmutzung, Recycling, Waldsterben)
<input type="checkbox"/> 44% Gesellschaft (z.B. Bevölkerungsentwicklung, Wettrüsten, Wahlen, Autos, LKW, Eisenbahn)
<input type="checkbox"/> 37% Biologie/Medizin (z.B. Krankheitsausbreitung, Vererbung, Medikamententests)
<input type="checkbox"/> 37% Wirtschaft (z.B. Zinsen, Steuern, Lebens- und andere Versicherungen)
<input type="checkbox"/> 23% Physik (z.B. aus Mechanik, Astronomie, Elektronik)
<input type="checkbox"/> 26% Technik (z.B. Gebäudekonstruktionen, Motoren)
<input type="checkbox"/> 48% Sport (z.B. Billard, Tennis)
<input type="checkbox"/> 15% Kunst (z.B. Malerei)
<input type="checkbox"/> 6% Handarbeiten, Werken (z.B. Schneidern, Basteln)
<input type="checkbox"/> 6% Andere Bereiche: .....

9. Was denkst Du eher („“)?

- 20% Für Mathematik muß man besonders begabt sein.
- 80% Jeder Mensch mit „durchschnittlicher“ Intelligenz kann Mathematik erlernen.



10. Was interessiert Dich in Mathematik am meisten, was hast Du am liebsten („□“)?

35%	Knobelaufgaben
32%	Textaufgaben aus dem Alltag oder anderen Bereichen
26%	Rechenaufgaben
32%	Aufgaben, bei denen man auch zeichnen muß (Geometrie)
16%	Reine Konstruktionsaufgaben
37%	Aufgaben, von denen man das Schema bereits in der Schule gelernt hat
12%	Lernen von neuem Stoff
55%	Aufgaben, bei denen man sieht, wie man Mathematik anwenden kann

11. Welche Gebiete aus der bisherigen Schulzeit haben Dich besonders interessiert („□“)?

14%	Bruchrechnung	5%	Teilbarkeit
17%	Prozentrechnung	12%	Schlußrechnung
27%	Dreieckskonstruktionen	30%	Flächen- und Volumsberechnungen
10%	Termumformungen	15%	Lineare Gleichungen
33%	Quadratische Gleichungen	9%	Wurzeln, reelle Zahlen
11%	Lineare Funktionen	14%	Quadratische Funktionen
47%	Der Satz von PYTHAGORAS	17%	Kreisberechnungen
29%	Vektorrechnung	11%	Exponentialfunktion und Logarithmus
11%	Folgen und Reihen	31%	Trigonometrische Funktionen
32%	Wahrscheinlichkeitsrechnung	23%	Statistik
22%	Differentialrechnung	7%	Andere Bereiche: .....

12. Beschreibe ganz kurz den Inhalt jener Mathematikstunde, die Dir in letzter Zeit am besten gefallen hat. Warum hat sie Dir gut gefallen?

## 4 Ergebnisse aus der Sicht der Lehrer

### 4.1 Unterrichtsformen und -organisation

Wir erreichten eine Gesamtzahl von 173 Lehrerinnen und Lehrer mit diesem Fragebogen (nicht die gleichen Lehrer wie beim zweiten Lehrerfragebogen: „Allgemeine Lehrerpositionen zur Anwendungsorientierung“ – siehe Abschnitt 5).

**Bemerkung:** Ein Muster des Fragebogens ist in Abschnitt 4.3 wiedergegeben. Die bei jeder Frage auf Ganze gerundeten Prozentzahlen geben an, wieviel Prozent jener Lehrer, die die jeweilige Frage gültig beantworteten, diese Stelle (diese Antwort) ankreuzten („valid percent“). Es ist bei den einzelnen Fragen auch angegeben, daß es sich durchwegs um Fragen mit *einer* Antwort („○“) handelte (keine Mehrfachantworten, wie z.T. bei den anderen Fragebögen). Die Summe beträgt daher bei jeder Frage 100%.

Im Hinblick auf längerfristige Perspektiven des Mathematikunterrichts sollte durchaus auch diskutiert werden, *wie* Unterricht organisiert werden kann. Und wie allenfalls neu formulierte Ziele und Inhalte mit neuen Unterrichtsformen korrespondieren könnten. So könnte sich der Unterricht in einem bestimmten Fach z.B. auf gewisse Wochen (Monate) im Schuljahr beschränken, oder schwerpunktmäßig in Doppelstundeneinheiten erfolgen. Auch das muß

natürlich andernorts detailliert studiert werden. Die Frage, was die Kolleginnen und Kollegen von der Einführung einer (z.B. an manchen *Höheren Technischen Lehranstalten* oder im Ausland üblichen) **Doppelstunde Mathematik** (eine pro Woche) halten, hatte folgendes Ergebnis: für die Oberstufe der AHS (9.-12. bzw. 13. Schulstufe) wurde dies mehrheitlich (74%) gewünscht und für die Unterstufe (5.-8. Schulstufe) mehrheitlich (69%) abgelehnt.

Wie bereits erwähnt, wurden die Lehrer auch nach der Häufigkeit der Schüleraktivitäten in ihrem Unterricht gefragt, wodurch sich eine Vergleichsmöglichkeit ergab, wie *verschieden* Schüler, Studenten und Lehrer das Geschehen „Mathematikunterricht“ erleben – siehe folgender Abschnitt, für genauere Analysen sei auf den *Endbericht* verwiesen.

## 4.2 Häufigkeit der Schüleraktivitäten im Mathematikunterricht — direkter Vergleich der Antworten von Schülern, Studenten und Lehrern

In diesem besonders umfangreichen Teil unserer empirischen Untersuchungen haben wir die Bewertung einzelner typischer Schülertätigkeiten des Mathematikunterrichts durch Schüler und Lehrer gegenübergestellt. Dabei wurde nach (vermeintlichen) Häufigkeiten und Zeitdauern während des Unterrichts gefragt und daraus deren *Bewertung* unter Berücksichtigung der bereits beschriebenen Probleme „destilliert“. Bei 16 von 18 typischen Schüleraktivitäten ergaben sich **signifikante Unterschiede** zwischen Schülern und Lehrern. *Schüler* und *Lehrer* erleben den Unterricht z.T. *völlig anders*. Diese in ihrer Allgemeinheit nicht weiter überraschende Aussage wird durch unsere Untersuchung quantifiziert, mögliche Konsequenzen werden erleichtert (derartige Unterschiede betreffen vor allem auch die Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht).

Grob formuliert: die Lehrer glauben, daß im Unterricht die Schüler besonders häufig die unten (Vergleich Lehrer – Schüler) bei 1. genannten Aktivitäten (jene, die u.E. eher eine mögliche Anwendungsorientierung ausmachen) ausführen, weil vielleicht ihr Unterricht so geplant war, während der tatsächliche Unterricht von den Schülern ganz anders erlebt wird, bei ihnen stehen ja die unter 2. genannten Aktivitäten im Vordergrund (genauere Analysen finden sich im *Endbericht* zum Forschungsprojekt).

Eine dazugehörige Frage wäre, *wodurch* sich diese Unterschiede ergeben? Läuft der Unterricht vielfach in der Realität anders ab als vom Lehrer geplant, wobei der Lehrer dieses Abdriften vom Plan vielleicht gar nicht merkt? Will der Lehrer dieses Abdriften bewußt nicht wahrhaben? Läuft der Unterricht vielleicht sogar nach Plan ab und die Schüler *empfinden* ihn nur anders? Ist es eine Mischung aus den genannten und vielleicht noch vielen anderen Gründen? – ein weithin offenes Forschungsgebiet der Mathematikdidaktik.

### Vergleich Lehrer – Schüler

1. Folgende Schüleraktivitäten wurden von den Lehrern **signifikant** als häufiger im Unterricht empfunden und angegeben als von den Schülern:

*Reden, Text schreiben, Diagramme erstellen, Konstruktionen anfertigen, Selbständiges Arbeiten, Partnerarbeit, Gruppenarbeit, Schulbuch benutzen, Denken, Computer benutzen, Argumentieren, Beschreiben.*

2. Folgende Schüleraktivitäten wurden von den Schülern signifikant als häufiger im Unterricht empfunden und angegeben als von den Lehrern:

*Zahlen schreiben, Von der Tafel abschreiben, Arbeits- und Übungsblätter ausfüllen, Taschenrechner benutzen.*

3. Zwischen Schülern und Lehrern waren die folgenden Aktivitäten nicht signifikant unterschiedlich (bzgl. der angegebenen Häufigkeit):

*Dem Lehrer zuhören, Anderen Schülern zuhören.*

### Vergleich Lehrer – Studenten

1. Folgende Schüleraktivitäten wurden von den Lehrern signifikant als häufiger im Unterricht empfunden und angegeben als von den Studenten:

*Reden, Text schreiben, Diagramme erstellen, Konstruktionen anfertigen, Selbständiges Arbeiten, Partnerarbeit, Gruppenarbeit, Anderen Schülern zuhören, Schulbuch benutzen, Denken, Arbeitsblätter, Computer benutzen, Argumentieren, Beschreiben.*

2. Folgende Schüleraktivitäten wurden von den Studenten signifikant als häufiger im Unterricht empfunden und angegeben als von den Lehrern:

*Von der Tafel abschreiben, Taschenrechner benutzen.*

### Vergleich Studenten – Schüler

1. Folgende Schüleraktivitäten wurden von den Studenten signifikant als häufiger im Unterricht empfunden und angegeben als von den Schülern:

*Text schreiben, Diagramme erstellen, Zeichnungen und Konstruktionen anfertigen, Partnerarbeit, Gruppenarbeit.*

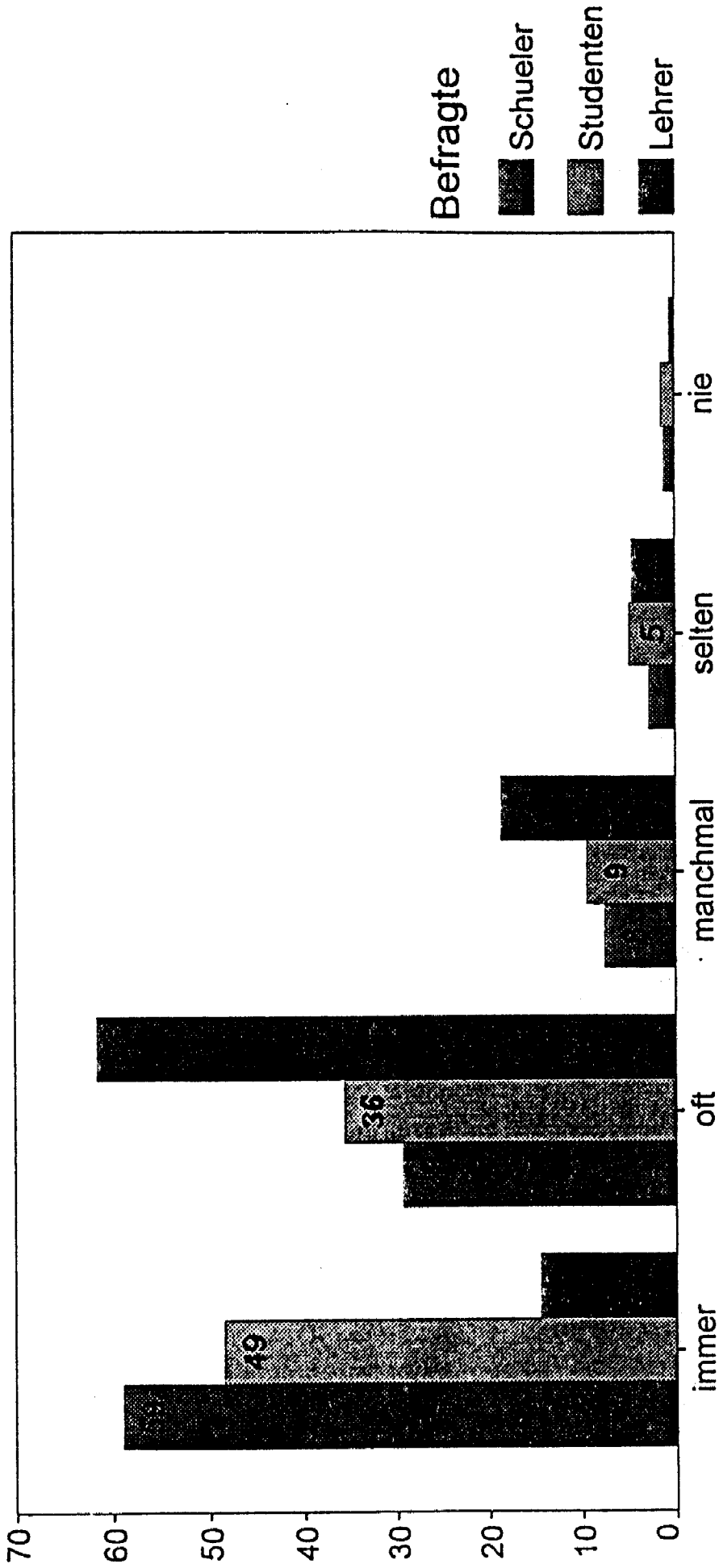
2. Folgende Schüleraktivitäten wurden von den Schülern signifikant als häufiger im Unterricht empfunden und angegeben als von den Studenten:

*Zahlen schreiben, Anderen Schülern zuhören, Von der Tafel abschreiben, Arbeitsblätter, Taschenrechner benutzen.*

In den Abbildungen 6 und 7 ist je ein Beispiel eines Histogramms wiedergegeben, wie sie im Endbericht für jede Tätigkeit (mit einer Ausnahme) zu finden sind: Die relative Häufigkeit der Antworten *immer, oft, manchmal, selten, nie* getrennt nach Schülern, Studenten und Lehrern. Anhand von **Selbständiges Arbeiten** und **Von der Tafel abschreiben** ist das unterschiedliche Empfinden von Unterricht exemplarisch schon abzulesen (insbesondere die Unterschiede Schüler-Lehrer).

# Vergleich der Befragten (Schue-Student-Lehr)

## Relative Haeufigkeit der Antworten (in %)

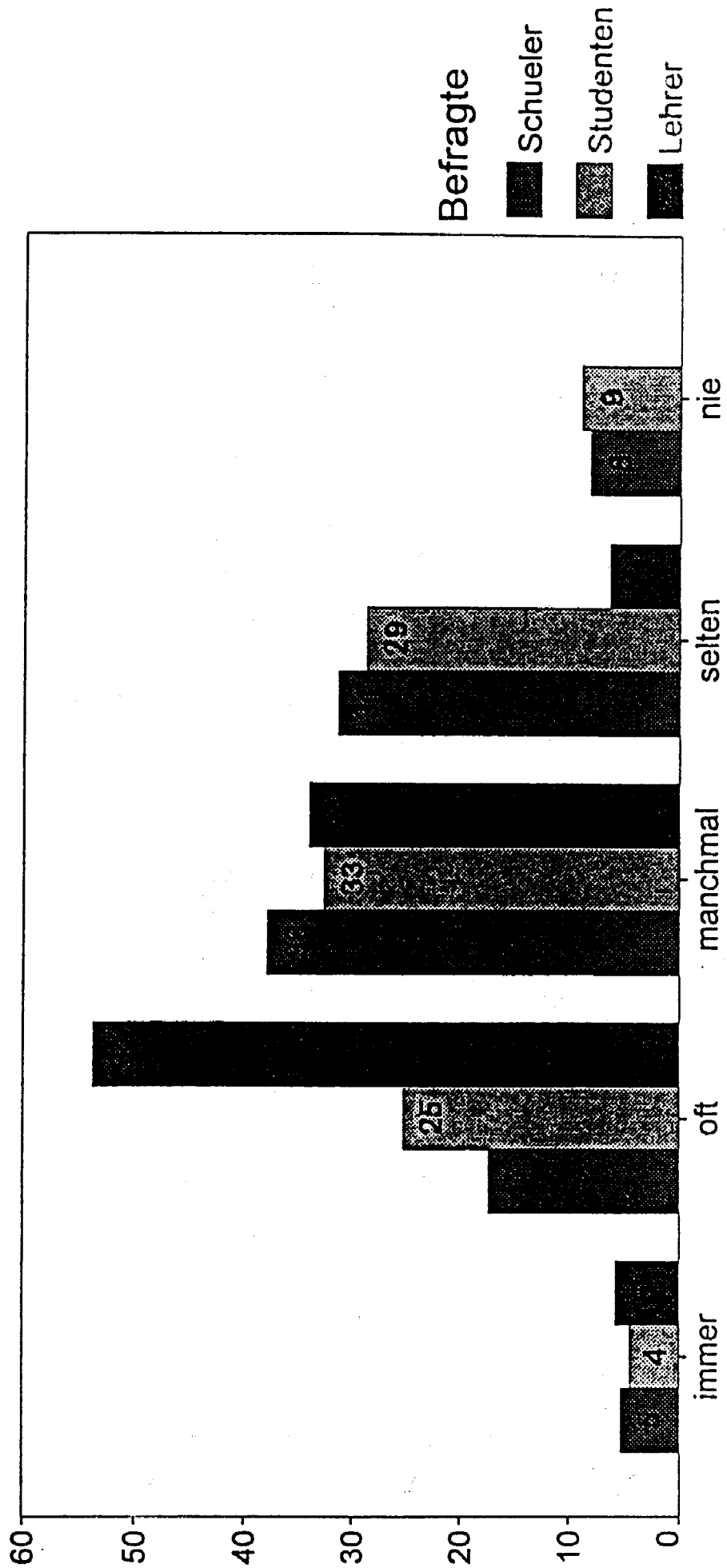


Von der Tafel abschreiben

Abbildung 7: Vergleich: Schüler-Studenten-Lehrer, Von der Tafel abschreiben

# Vergleich der Befragten (Schue-Stud-Lehr)

## Relative Haeufigkeit der Antworten (in %)



Selbstaendiges Arbeiten

Abbildung 6: Vergleich: Schüler-Studenten-Lehrer, *Selbständiges Arbeiten*

### Einige weitere Details:

- Bei **Reden** gaben 54% der Lehrer, aber nur 37% der Schüler *manchmal* an. 29% der Lehrer gaben *selten* an (12% der Schüler).
- Bei **Zahlen schreiben** gaben nur 25% der Lehrer, aber 64% der Schüler *immer* an. 69% der Lehrer gaben *oft* an (27% der Schüler).
- Bei **Text schreiben** gaben 38% der Lehrer, aber nur 17% der Schüler *oft* an. 32% der Lehrer gaben *selten* an (19% der Schüler).
- Bei **Diagramme bzw. Tabellen erstellen** gaben 31% der Lehrer, aber nur 9% der Schüler *oft* an. 23% der Lehrer gaben *selten* an (40% der Schüler).
- Bei **Konstruktionen bzw. Zeichnungen anfertigen** gaben 55% der Lehrer, aber nur 27% der Schüler *oft* an. 5% der Lehrer gaben *selten* an (23% der Schüler).
- Bei **Selbständiges Arbeiten** gaben 54% der Lehrer, aber nur 17% der Schüler *oft* an. 6% der Lehrer gaben *selten* an (31% der Schüler).
- Bei **Partnerarbeit** gaben 57% der Schüler, aber nur 6% der Lehrer *nie* an. 39% der Lehrer gaben *manchmal* an (8% der Schüler).
- Bei **Gruppenarbeit** gaben 71% der Schüler, aber nur 17% der Lehrer *nie* an. 29% der Lehrer gaben *manchmal* an (4% der Schüler).
- Bei **Von der Tafel abschreiben** gaben 62% der Lehrer, aber nur 29% der Schüler *oft* an. 15% der Lehrer gaben *immer* an (59% der Schüler).
- Bei **Taschenrechner benutzen** gaben 37% der Lehrer, aber nur 11% der Schüler *manchmal* an. 6% der Lehrer gaben *immer* an (32% der Schüler).
- Bei **Computer benutzen** gaben nur 25% der Lehrer, aber 74% der Schüler *nie* an.
- Bei **Argumentieren, Begründen** gaben nur 27% der Schüler, aber 46% der Lehrer *oft* an. 24% der Schüler gaben *selten* an (7% der Lehrer).
- Bei **Beschreiben (außer-)mathematischer „Dinge“** gaben nur 14% der Schüler, aber 37% der Lehrer *oft* an. 14% der Schüler gaben *nie* an, während bei den Lehrer kein einziger *nie* ankreuzte.

Anhand dieser Zahlen und vorherigen Graphiken (Histogramme, Abbildungen 6 und 7) scheinen uns die (beträchtlichen) Unterschiede in der *Empfindung* bzw. *Bewertung* der Häufigkeit von Schülertätigkeiten und des gesamten Unterrichts deutlich aufgezeigt und quantifiziert zu sein! Im *Endbericht* findet sich zu jedem der oben genannten Punkte auch eine entsprechende graphische Darstellung (Histogramm), wie sie exemplarisch in den Abbildungen 6 und 7 zu sehen sind.

### 4.3 Erster Fragebogen für Mathematiklehrerinnen und -lehrer

1. Kreuzen Sie bitte jenes Wort an (nur jeweils eines!), welches *am ehesten* beschreibt, wie oft die einzelnen Tätigkeiten von den Schüler(inne)n in Ihrem Unterricht auszuführen sind („○“):

- Reden im Sinn von diskutieren (*Schwätzen ist hier nicht gemeint*)  
 2% Immer     31% Oft     54% Manchmal     12% Selten     1% Nie
- Zahlen schreiben  
 25% Immer     69% Oft     5% Manchmal     1% Selten     0% Nie
- Text schreiben  
 5% Immer     38% Oft     37% Manchmal     19% Selten     1% Nie
- Diagramme bzw. Tabellen erstellen  
 2% Immer     31% Oft     43% Manchmal     23% Selten     1% Nie
- Konstruktionen bzw. Zeichnungen anfertigen  
 9% Immer     55% Oft     31% Manchmal     5% Selten     0% Nie
- Selbständiges Arbeiten  
 6% Immer     54% Oft     34% Manchmal     6% Selten     0% Nie
- Partnerarbeit  
 1% Immer     19% Oft     39% Manchmal     35% Selten     6% Nie
- Gruppenarbeit  
 1% Immer     4% Oft     29% Manchmal     49% Selten     17% Nie
- Dem/Der Lehrer(in) zuhören  
 16% Immer     75% Oft     8% Manchmal     1% Selten     0% Nie
- Anderen Schülern zuhören  
 3% Immer     26% Oft     55% Manchmal     14% Selten     2% Nie
- Von der Tafel abschreiben  
 14% Immer     61% Oft     19% Manchmal     5% Selten     1% Nie
- Arbeiten mit (aus) dem Schulbuch  
 10% Immer     38% Oft     33% Manchmal     17% Selten     2% Nie
- Arbeitsblätter ausfüllen  
 0% Immer     6% Oft     22% Manchmal     44% Selten     28% Nie
- Denken  
 41% Immer     45% Oft     12% Manchmal     2% Selten     0% Nie
- Taschenrechner benützen  
 6% Immer     47% Oft     38% Manchmal     8% Selten     1% Nie
- Computer benützen  
 0% Immer     4% Oft     24% Manchmal     46% Selten     26% Nie
- Argumentieren, Begründen gewisser Sachverhalte  
 10% Immer     46% Oft     36% Manchmal     7% Selten     1% Nie

- Beschreiben von mathematischen und außermathematischen „Dingen“ (Lösungswege, Verfahren, Annahmen, Problemsituationen etc.)

5% Immer     36% Oft     41% Manchmal     18% Selten     0% Nie

2. Eine allfällige Koppelung zweier Mathematikstunden zu einer Doppelstunde pro Woche (wie z.B. an einigen HTL's oder im Ausland üblich) bringt es zwar mit sich, daß die Schüler nicht so häufig Mathematik-Stunde bzw. -Hausübung haben, bietet jedoch im Unterricht die Möglichkeit, auch Inhalte zu planen, die eine längere und kontinuierliche (nicht durch „Läuten“ unterbrochene) Zeit beanspruchen – z.B. bei der Einführung neuer Themen, bei (auch nur etwas) komplexeren (Anwendungs-)Beispielen, längere Aufgaben mit verstärkter Eigentätigkeit der Schüler, „Miniprojekte“ etc., wobei erfahrungsgemäß oft das Läuten die Stunde unterbricht und wichtige Ergänzungen auf die Hausübung verschoben werden müssen oder/und der Lehrer nächste Stunde nochmals von vorne beginnen muß. Würden Sie sich eine solche Doppelstunde wünschen?

Unterstufe (5.–8. Stufe) – („ O “):     31% ja     69% nein

Oberstufe (9.–12. bzw. 13. Stufe) – („ O “):     74% ja     26% nein

3. Wünschen Sie sich persönlich die in letzter Zeit vieldiskutierte Verkürzung der Schulstunden von 50 auf 45 Minuten? („ O “)     7% ja     93% nein

## 5 Allgemeine Lehrerpositionen zur Anwendungsorientierung — eine zweite Lehrerbefragung

### 5.1 Zielsetzungen dieser Befragung

Wir haben ca. 70 Lehrer mit Hilfe des Stadtschulrates für Wien befragen können; ca. 100 weitere Lehrer konnten wir im Rahmen von Fortbildungsseminaren befragen, so daß sich insgesamt eine Zahl von 174 ergeben hat! Das Hauptanliegen dieses Fragebogens war es, herauszufinden,

- mit welcher Einstellung die Lehrer einer allfälligen Anwendungsorientierung im Unterricht begegnen,
- was unter *Anwendungsorientierung* überhaupt verstanden wird,
- von welchen Faktoren das Ausmaß einer Anwendungsorientierung ihrer Meinung nach abhängen soll,
- wie sie zum Problemkreis „Eingekleidete Aufgaben – Scheinanwendungen – komplexe Realitätsbezüge“ stehen,
- wie sie sich das Ausmaß von vereinfachten bzw. komplexeren Realitätsbezügen in den Lehrbüchern wünschen,
- ob und welche Fortbildungsmöglichkeiten sich die Lehrer in Sachen Anwendungsorientierung wünschen,
- welche Argumente für bzw. gegen Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht sie gelten lassen.



**Bemerkung:** Ein Muster des entsprechenden Fragebogens für Mathematiklehrer findet sich in Abschnitt 5.3. Die bei jeder Frage auf Ganze gerundeten Prozentzahlen geben an, wieviel Prozent jener Lehrer, die die jeweilige Frage gültig beantworteten, diese Stelle (diese Antwort) ankreuzten („valid percent“). Es ist bei den einzelnen Fragen auch angegeben, ob es sich um eine Frage mit *einer* Antwort („○“) oder um eine Frage mit möglichen Mehrfachantworten („□“) handelte. Bei zweiteren ist natürlich nicht zu erwarten, daß die Summe jeweils 100% beträgt!

## 5.2 Kurzfassung der Ergebnisse

Beim Zweitgegenstand (Frage 1) war zunächst auffällig, daß mehr als die Hälfte der Mathematiklehrer *Physik* als Zweitgegenstand hatten (53%). Aufgrund dessen unterscheiden wir später nicht zwischen den einzelnen Zweitgegenständen, sondern nur zwischen *Physik ist Zweitgegenstand* und *Physik ist NICHT Zweitgegenstand*. Sonst wären nämlich die einzelnen Gruppen zu klein geworden, um noch statistische Aussagekraft zu haben.

Bei der *Fachlichen* und *Disziplinären Strenge* (Frage 3) ordnete sich erwartungsgemäß der Großteil bei „mittel“ ein. Als „nicht streng“ ordneten sich nur so wenige ein (insbesondere bei der fachlichen Strenge), daß wir für spätere statistische Untersuchungen jeweils „mittel“ und „nicht streng“ zu *einer* Merkmalsausprägung zusammengefaßt haben.

Es ergaben sich statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen

1. **Fachlicher Strenge und Disziplinärer Strenge:** die fachlich strengen Lehrer sind demnach eher auch disziplinär streng (dieser Zusammenhang wird wohl nicht sonderlich überraschen).
2. **Fachlicher Strenge und Physik als Zweitgegenstand:** Physiklehrer sind danach eher die strengeren Lehrer.
3. **Dienstalter und Physik als Zweitgegenstand:** ältere Mathematiklehrer haben demnach eher Physik im Zweitgegenstand als jüngere. Erklärung: früher war das Lehramt Mathematik in Österreich kombinationspflichtig mit entweder Physik, Chemie oder Darstellende Geometrie. Erst später wurde es möglich (aber auch noch nicht so üblich wie heute), Mathematik mit jedem beliebigen anderen Schulfach zu kombinieren.

Bei Frage 4 waren 85% der Meinung, daß anhand von Anwendungsaufgaben auch *neuer mathematischer Lehrstoff* erarbeitet werden könne. Gleichzeitig bekräftigten 96%, daß *Festigungsphasen* im Unterricht („Üben“) für die Sicherung eines gewissen Unterrichtsertrages unbedingt nötig seien (Frage 5).

Bei den Fragen nach dem *Istzustand* (Frage 6) und nach dem *Sollzustand* (Frage 7) bei der Anwendungsorientierung im Unterricht ergab sich folgendes Bild: Von jenen, die beide Fragen beantworteten, gaben 58% der Anwendungsorientierung beim Sollzustand einen höheren Anteil an als sie den Istzustand einschätzten, m.a.W. diese glaubten, daß i.a. eine Steigerung der Anwendungsorientierung nötig sei. Bei 40% ist der zeitliche Anteil von Anwendungen im Unterricht beim Ist- und beim Sollzustand gleich – sie sind offenbar mit dem jetzigen Stand zufrieden. Nur 2% glaubten, daß der Unterricht i.a. sogar weniger Anwendungsbeispiele enthalten solle als ihrer Einschätzung nach momentan üblich.

Mit diesem Ergebnis kann man aus unserer Sicht durchaus „zufrieden“ sein; gleichwohl ist anzumerken, daß hier von einer allgemeinen Wunschvorstellung (Sollzustand) und weder von

der jeweils eigenen Unterrichtspraxis noch von der Praxis anderer Kollegen die Rede war. Daß die Unterrichtswirklichkeit diesem Wunschdenken doch erheblich nachhinkt, braucht an dieser Stelle wohl nicht extra betont zu werden.

Die Deklaration der Einflußfaktoren, die das Ausmaß der Anwendungen im Mathematikunterricht bestimmen sollten (Frage 8), ergab: 90% sind der Meinung, daß das in Rede stehende Ausmaß vom Lehrstoff abhängen soll, 80% geben dabei der **Klassensituation** (Interesse, Leistungsniveau etc.) eine Bedeutung, 62% der Einordnung ins jeweilige Unterrichtsgeschehen und 58% der Schulstufe. Die wichtigsten Einflußgrößen für das Anwendungsausmaß sind daher laut unserer Umfrage der *Lehrstoff* und die *Klassensituation*.

Bei der Frage 10 nach der Art und Häufigkeit von Anwendungsaufgaben im Unterricht wurde die Option, daß Anwendungen im Unterricht überhaupt nicht vorzukommen bräuchten, erfreulicherweise nie angekreuzt. Die absolute Mehrheit erhielt der Standpunkt, „viele relativ einfache Realitätsbezüge und selten komplexe“ seien am besten.

In unserer Untersuchung (Frage 11) waren 85% der Meinung, daß der *Transfereffekt* (ob das Gelernte auch später selbständig anwendbar ist) primär von den verlangten **Aktivitäten im Unterricht** abhängen und erst sekundär vom Herkunftsbereich der Übungsbeispiele (also ob diese inner- oder außermathematischen Ursprung haben).

Bei den Wünschen bzgl. der Anzahl der Anwendungsbeispiele im Lehrbuch (Fragen 12 und 13) hat es bei den **vereinfachten Realitätsbezügen** in der Unterstufe (5.-8. Schulstufe) und in der Oberstufe (9.-12. bzw. 13. Schulstufe) eine deutliche absolute Mehrheit für **mehr Beispiele** gegeben (Unterstufe 55%, Oberstufe 63%) – ebenfalls ein ernstzunehmender Auftrag für Lehrbuchautoren! Ebenso bei den *eher komplexen Realitätsbezügen* in der Oberstufe (61%). Nur bei den komplexen Realitätsbezügen in der Unterstufe sprach sich die Mehrheit für *gleich viele* wie jetzt aus (64%). Die Option *weniger Beispiele als jetzt* wurde bei allen vier möglichen Kombinationen (vereinfachte-komplexe Realitätsbezüge in der Oberstufe-Unterstufe) nur von einer kleinen Minderheit (jeweils 2-7%) in Anspruch genommen!

**Mangel an Fortbildungsmöglichkeiten:** Dieser zeigte sich bei *Anwendungsorientiertem Mathematikunterricht* besonders deutlich: 95% wünschten sich, **mehr Fortbildungsmöglichkeiten** in dieser Richtung geboten zu bekommen (Frage 14) – ein überaus deutlicher Auftrag an alle dafür verantwortlichen Stellen!

### **Argumente FÜR Anwendungsorientierung** (Frage 15)

Dazu ist hervorzuheben, daß nur *ein* Argument einen Zuspruch von weniger als 40% erhielt, nämlich die Schüler könnten dadurch leichter die *Grenzen* von Mathematisierungen erfahren. Alle anderen Pro-Argumente erhielten einen Zuspruch von über 40%! Drei davon sogar einen Zuspruch von über 50% – diese seien hier nochmals formuliert:

1. Die Schüler erkennen dadurch besser die Bedeutung, den Sinn von Mathematik („Wozu braucht man das?“), sind dadurch i.a. besser motiviert und arbeiten besser mit. (71%)
2. Explizit genannte Lehrplanziele wie *Argumentieren und exaktes Arbeiten, Darstellen und Interpretieren, produktives geistiges Arbeiten, kritisches Denken* und *Anwenden von Mathematik* können durch die Einbeziehung von Realitätsbezügen besser erreicht werden. (58%)
3. Viele mathematische Bereiche haben ihren Ursprung eindeutig in der „Praxis“ (z.B. Stochastik, Numerik, Lineare Optimierung, Differenzgleichungen etc.), daher sind mit

ihnen sozusagen *naturgemäß* Anwendungen verbunden, die im Unterricht nicht verdrängt werden sollen. (55%)

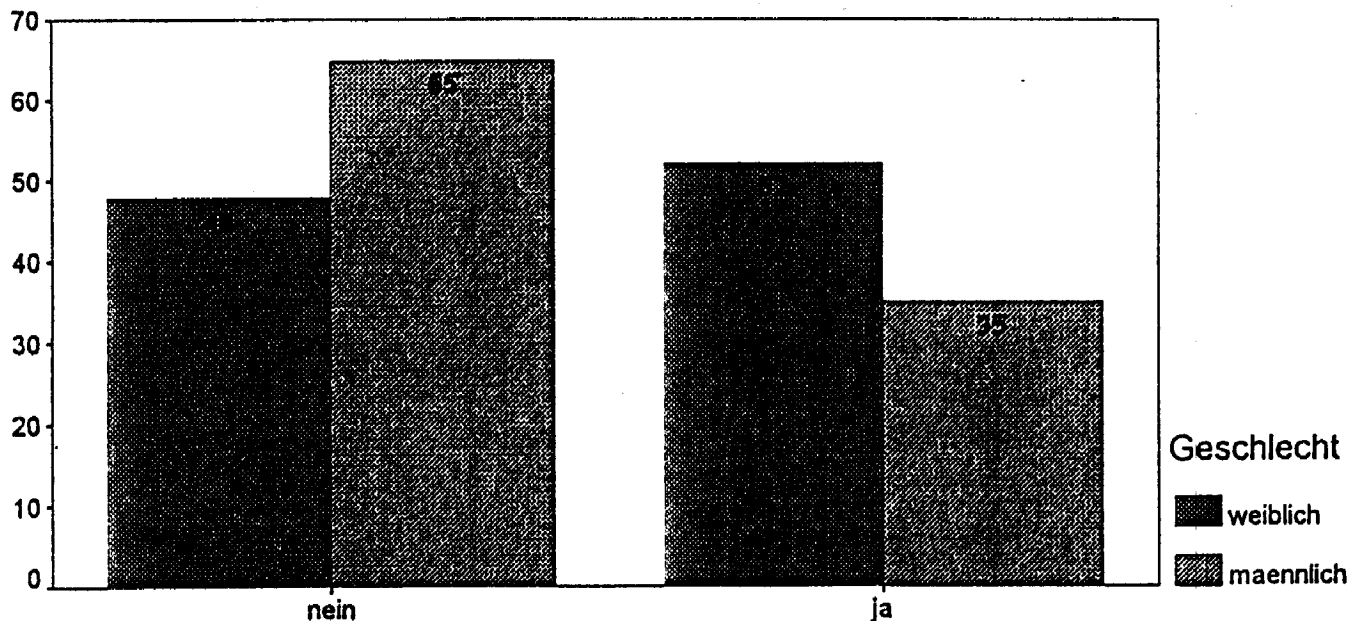
### Argumente GEGEN Anwendungsorientierung (Frage 16)

Die Gegenargumente erhielten erfreulicherweise (bis auf drei Ausnahmen) alle einen Zuspruch von unter 40%. Die gewichtigsten drei Gegenargumente, die laut unserer Untersuchung also besonders ernst zu nehmen sind, seien auch ungekürzt wiedergegeben:

1. Die außermathematischen Gebiete sind meist so komplex, daß sich darin die Schüler gar nicht und die Lehrer oft zu wenig in diesen Gebieten auskennen. *Die Lehrer sind dafür eigentlich ja auch gar nicht ausgebildet.* (52%) Der letzte kursiv geschriebene Teil war oft unterstrichen oder mit Kommentaren wie „oh, wie wahr!“ versehen – ein deutliches Signal an die Ausbildung von Lehramtskandidaten!
2. Es gibt i.a. zu wenig Beispiele im Lehrbuch und die eigenständige Beschaffung bzw. Zusammenstellung durch die einzelnen Lehrer ist zu aufwendig und nicht ökonomisch! (50%)
3. Es gibt zu wenig Fortbildungsmöglichkeiten in diesem Bereich. (44%) – besonders von den Lehrerinnen beanstandet, siehe das Histogramm in Abbildung 8!

### Vergleich bzgl. des Geschlechtes

Relative Häufigkeit der Antworten (in %) -- Lehrer



Zu wenig Fortbildungsmöglichkeiten

Abbildung 8: Wunsch nach mehr Fortbildungsmöglichkeiten bei Lehrerinnen und Lehrern

### 5.3 Zweiter Fragebogen für Mathematiklehrerinnen und -lehrer

„○“ bezeichnet Fragen mit einer eindeutigen Antwort, während bei „□“ Mehrfachantworten möglich waren.

1. Geschlecht („○“):  54% weiblich  46% männlich  
Zweitgegenstand: ..... Dienstjahre: .....
2. Schulart („□“):  68% G  75% RG  24% ORG  14% Sonstig: .....
3. Wie würden Sie sich selbst bzgl. der „Strenge“ im Unterricht einordnen?  
Fachlich („○“):  23% streng  75% mittel  2% nicht streng  
Disziplinar („○“):  19% streng  72% mittel  9% nicht streng
4. Ist es Ihrer Meinung nach möglich, im Unterricht anhand von Anwendungsaufgaben *neuen* mathematischen Lehrstoff zu entwickeln („○“)?  85% ja  15% nein
5. Sind Ihrer Meinung nach im Unterricht *Festigungsphasen* (Üben des prinzipiell Gleichen — meist innermathematisch) unbedingt nötig, um einen gewissen „Unterrichtsertrag“ zu sichern (insbesondere im Hinblick auf kommende Anwendungen) — „○“ ?  
 96% ja  4% nein
6. Spielen außermathematische Anwendungen im durchschnittlichen Unterricht Ihrer Meinung nach tatsächlich eine nennenswerte Rolle („Istzustand“) — „○“ ?  
 66% ja  34% nein  
Wenn ja, zu durchschnittlich wieviel Prozent der Unterrichtszeit schätzen Sie („○“ ) ?  
 41% 0%-20%  46% 21%-40%  11% 41%-60%  2% 61%- 80%  0% 81%-100%
7. Sollen Ihrer Meinung nach außermathematische Anwendungen im Unterricht überhaupt eine nennenswerte Rolle spielen („Sollzustand“) — „○“ ?  98% ja  2% nein  
Wenn ja, zu durchschnittlich wieviel Prozent der Unterrichtszeit („○“):  
 13% 0%-20%  42% 21%-40%  36% 41%-60%  9% 61%- 80%  0% 81%-100%
8. Soll Ihrer Meinung nach obiges Ausmaß (Sollzustand) auch von „äußeren“ Faktoren abhängen? (Nur zu beantworten, wenn Sie die vorige Frage prinzipiell mit „ja“ beantwortet haben.)
  - (a) Von der Schul- bzw. Altersstufe („○“)?  58% ja  42% nein  
Wenn ja, in welchen Schulstufen ist es Ihrer Meinung nach besonders wichtig, außermathematische Fragestellungen zu behandeln („□“)?  
 33% 5.-6. Stufe  44% 7.-8. Stufe  37% 9.-10. Stufe  50% 11.-13. Stufe
  - (b) Vom mathematischen Lehrstoff („○“)?  90% ja  10% nein  
Wenn ja, welche *innermathematischen Gebiete* eignen sich Ihrer Meinung nach besonders für die Behandlung außermathematischer Fragestellungen? („□“)  
 81% Prozent- und Zinsrechnung  66% Schlußrechnung  33% Geometrie  
 12% elementare Algebra  56% Funktionen  13% Vektorrechnung und analytische Geometrie  55% Numerische Mathematik (besonders Fehlerrechnung und Genauigkeitsüberlegungen)  62% Trigonometrie  49% Differentialrechnung  41% Integralrechnung  72% Stochastik  2% Sonstige: .....

(c) Von der **Klassensituation** (Interessen, Leistungsniveau etc. - „○“)?

80% ja  20% nein

(d) Von der zeitlichen Einordnung in das **Unterrichtsgeschehen** (Prüfungszeiten, Schularbeiten etc. - „○“)?  62% ja  38% nein

(e) Von sonstigen Faktoren: .....

9. Welche **außermathematischen Bereiche** eignen sich Ihrer Meinung nach besonders für eine Miteinbeziehung in den Mathematikunterricht („□“)?

86% Physik, Technik  87% Wirtschaft, Finanzen  49% Alltag  22% Berufsleben  
 36% Verkehr  51% Umwelt, Biologie, Medizin  61% Vermessungswesen  
 41% Informatik  40% Sport  15% Gesellschaft  32% Spiele  2% Sonstige

10. Welchem der folgenden Standpunkte können Sie am ehesten zustimmen („○“)?

0% Anwendungsaufgaben brauchen gar nicht im Unterricht enthalten zu sein!

8% Anwendungsaufgaben können zwar didaktisch wertvoll sein, aber sie dürfen auf *keinen* Fall zu komplex sein und sie sollen überhaupt nur eher selten behandelt werden.

51% Anwendungsaufgaben sind sicher nützlich; komplexe („echte“) Anwendungsaufgaben sollten jedoch nur *selten* behandelt werden (1-2 mal pro Jahr, z.B. projektartig), um die Schüler leistungs- und motivationsmäßig nicht zu überfordern. Dafür sollen öfter einfache und für die Schule vorstrukturierte Realitätsbezüge geschaffen werden („eingekleidete Aufgaben“, „Textbeispiele“).

41% Anwendungsorientierung ist ein wichtiges Ziel des Mathematikunterrichts, aber *nicht* mit zurechtgestutzten, nur „eingekleideten Aufgaben“, sondern vorwiegend mit möglichst realitätsnahen, *echten* Anwendungen, denn eingekleidete Aufgaben (z.B. „Ein Auto fährt ...“, „Ein Kaufmann verkauft ...“ etc.) dienen ohnehin nur dem Eintrainieren eben gelernter Verfahren (Kalküle).

11. Welche der folgenden beiden Ansichten vertreten Sie eher („○“)?

15% Ob das Gelernte bei außermathematischen Problemen auch selbständig anwendbar ist (*Transfereffekt*), hängt primär davon ab, ob die Unterrichtsbeispiele außermathematischen Ursprung haben, und erst sekundär von der Art ihrer Behandlung bzw. von der Art des Unterrichts. (Diesem Standpunkt würde entsprechen: „Ein Kaufmann verkauft ...“ hat außermathematischen Ursprung und trägt daher von vornherein mehr zur „Brauchbarkeit“ bei als „Löse die Gleichung  $2x - 3 = 5$ “).

85% Der angesprochene *Transfereffekt* hängt primär von der Art des Unterrichts bzw. von den **Aktivitäten** ab, die von den Schülern verlangt werden (Begründen, Erklären, Selbständigkeit, Schätzen, Darstellen, Interpretieren, Überprüfen der Ergebnisse, Vernetzungsprinzip etc.) und erst sekundär vom Herkunftsbereich der Unterrichtsbeispiele. (Diesem Standpunkt würde entsprechen: „Löse die Gleichung ...“ *kann* bei geeigneter Behandlung sogar einen größeren Transfereffekt bewirken als „Ein Kaufmann ...“ bei einem eher ungeeigneten Unterricht.)

12. In welchem Ausmaß würden Sie sich in den Lehrbüchern Beispiele mit *vereinfachten Realitätsbezügen* wünschen (im Vergleich zum Iststand)?

Unterstufe („○“):  3% weniger  42% gleich viel  55% mehr

Oberstufe („○“):  2% weniger  35% gleich viel  63% mehr

13. In welchem Ausmaß würden Sie sich in den Lehrbüchern Beispiele mit eher *komplexen Realitätsbezügen* wünschen (im Vergleich zum Iststand)?

Unterstufe („○“):  7% weniger  64% gleich viel  29% mehr

Oberstufe („○“):  5% weniger  34% gleich viel  61% mehr

14. Würden Sie sich mehr Gelegenheiten (außer dem Lehrbuch) wünschen, Materialien für einen anwendungsorientierten Unterricht zu bekommen („○“)?  95% ja  5% nein  
Wenn ja, in welcher Form wäre das für Sie sinnvoll („□“)?

24% eigenes „Schulbuch“ (auch für Schüler)

45% Skriptum nur für Lehrer

44% regelmäßige Zeitschrift für Lehrer

53% Seminare

25% zentrale Aufgabensammlung an der Universität oder im Ministerium — Anforderungsmöglichkeit

39% veränder- bzw. ergänzbare „Beispielbörse“, die zentral angelegt und durch einen „Verwalter“ und durch in der Praxis stehende Kollegen ständig ergänzt wird — analoge Anforderungsmöglichkeit

7% Sonstiges: .....

15. Welche der folgenden Argumente für die Einbeziehung von außermathematischen Fragestellungen in den Unterricht würden Sie gelten lassen („□“)?

58% Explizit genannte Lehrplanziele wie *Argumentieren und exaktes Arbeiten, Darstellen und Interpretieren, produktives geistiges Arbeiten, kritisches Denken* und insbesondere *Anwenden von Mathematik* können durch die Einbeziehung von Realitätsbezügen besser erreicht werden.

48% Ein richtig(er)es Gesamtbild von Mathematik kann nur durch die Verbindung Mathematik – Anwendungen gegeben werden. Ein wesentlicher Gesichtspunkt von Mathematik ist es eben, daß mit ihrer Hilfe andere Probleme gelöst werden können („Hilfswissenschaft“) und dieser Aspekt sollte schon in der Schule deutlich werden.

71% Die Schüler erkennen durch Anwendungen die Bedeutung, den Sinn von Mathematik besser („Wozu braucht man das?“), sie sind dabei i.a. besser motiviert und arbeiten i.a. auch besser mit.

41% Die Schüler merken sich die mathematischen Inhalte besser, sie können das Gelernte (später) selbständig besser anwenden (d.h. besserer *Transfereffekt*), wenn sie mit gewissen mathematischen Verfahren Realitätsbezüge verbinden können.

42% Durch außermathematische Anwendungen trägt der Unterricht mehr zur sogenannten „Allgemeinbildung“ bei.

35% Die Schüler können so auch die wichtigen *Grenzen* von „Mathematisierungen“ erfahren (wo kann Mathematik *nichts* beitragen?).

47% Außermathematische Probleme bieten eine bessere Möglichkeit, das *Vernetzungsprinzip* zu pflegen, weil zu deren Lösung meist mehr als nur *ein* (vorher einstudierter) Kalkül notwendig ist.

43% Der *Computer* bzw. *Taschenrechner* kann bei Anwendungsaufgaben besonders gut eingesetzt werden. Er nimmt lästige Rechenarbeit ab und schafft somit Platz bzw. Zeit für andere Inhalte.

- 55% Viele mathematische Bereiche haben ihren Ursprung eindeutig in der „Praxis“ (z.B. Stochastik, Numerik, Lineare Optimierung, Differenzgleichungen etc.), daher sind mit ihnen sozusagen *naturgemäß* Anwendungen verbunden, die im Unterricht nicht verdrängt werden sollen.
- 45% Die Schüler werden durch außermathematische Anwendungen im Schulunterricht befähigt, ihre eigene „Umwelt“ besser zu erschließen, Probleme zunächst zu erkennen und auch zu lösen; sie können so aus dem Mathematikunterricht mehr für ihr Studium, für ihren Beruf und für ihren Alltag mitnehmen.
- 1% Sonstiges: .....

16. Welchen der folgenden Argumente gegen die Einbeziehung von außermathematischen Fragestellungen in den Unterricht würden Sie eine Bedeutung beimessen („□“)?

- 27% Außermathematische Anwendungen kosten zu viel Unterrichtszeit!
- 52% Die außermathematischen Gebiete sind meist so komplex, daß sich darin die Schüler gar nicht und die Lehrer oft zu wenig in diesen Gebieten auskennen. Die Lehrer sind dafür eigentlich ja auch gar nicht ausgebildet.
- 36% Die Behandlung von außermathematischen Anwendungen stellt oft auch eine *mathematische* Überforderung der meisten Schüler und manchmal auch der Lehrer dar.
- 13% Die Schüler sind bei einem anwendungsorientierten Unterricht *nicht* besser motiviert („Schon wieder Umwelt!“), arbeiten *nicht* besser mit und die allgemeine Disziplin ist dabei allenfalls *schlechter*.
- 21% Die Vorbereitungszeit für den Unterricht außermathematischer Anwendungen ist meist zu lang.
- 26% Außermathematische Anwendungen stellen meist *Einzelprobleme* dar, die nicht so intensiv geübt werden können wie andere Aufgaben (fehlendes notwendiges Üben des „prinzipiell Gleichen“).
- 24% Außermathematische Anwendungen sind meistens *nicht* schularbeits- bzw. prüfungsrelevant. („Das kommt ohnehin nicht zur Schularbeit!“)
- 50% Es gibt i.a. zu wenig Beispiele im Lehrbuch und die eigenständige Beschaffung bzw. Zusammenstellung durch die einzelnen Lehrer ist zu aufwendig und auch gar nicht ökonomisch!
- 44% Es gibt zu wenig Fortbildungsmöglichkeiten in diesem Bereich.
- 20% Es gibt überhaupt zu wenige Gelegenheiten, bei denen in der Schule *Angewandte Mathematik* betrieben werden kann: Die wirklichen Anwendungen sind sowieso zu kompliziert für den Unterricht, und die für den Unterricht zugeschnittenen „Pseudonanwendungen“ (z.B. nur eingekleidete Aufgaben) erfüllen ihren vermeintlichen Zweck auch nicht.
- 5% Der *Transfereffekt* (d.h. späteres selbständiges Anwenden des Gelernten in anderen Situationen) wird durch außermathematische Anwendungen ohnehin nicht verbessert; durch ordentliches (meist innermathematisches) Üben wird dieses Ziel viel effektiver erreicht.
- 12% Der Unterricht wird durch Anwendungsorientierung schwerer planbar, es ergeben sich oft unvorhergesehene Situationen bzw. Fragen („Abschweifungen“), wodurch die nötige *Kontinuität* im Unterricht gestört wird.

**21%** Bei der notwendigen *Bewertung der Leistungen* ergeben sich große Schwierigkeiten, diese einigermaßen objektiv durchzuführen.

**5%** Sonstiges: .....

## 6 Konsequenzen des Forschungsprojekts für die Lehre

Theoretische Untersuchungen in der Art des vorliegenden Forschungsprojekts müssen praktische Konsequenzen besitzen:

1. Maßnahmen in der Lehreraus- und -fortbildung
2. Auswirkungen auf Unterrichtsmaterialien und Schulbücher

Beiden Gesichtspunkten wurde im Rahmen unseres Projekts Beachtung geschenkt, und die noch offenen Fragen in diesen beiden Punkten wären Kern einer Fortsetzung des vorliegenden Projekts. Auf der vorliegenden Untersuchung aufbauend müßten einige im Ansatz bereits beschriebene Materialien hiezu entwickelt, ausgebaut und verbreitet werden.

### 6.1 Maßnahmen in der Lehreraus- und -fortbildung

- Im Endbericht finden sich zahlreiche Anregungen für Neugestaltung der Lehreraus- und -fortbildung. Z.B. die Gestaltung einer neuen Lehrveranstaltung über *Angewandte Mathematik für Lehramtskandidaten* (samt Übungen), die eben jetzt auch als Konsequenz unserer Forschungen in den neugestalteten Studienplan der Universität Wien aufgenommen wurde. Diese Neugestaltung geschah auch im Zusammenhang mit dem gegenständlichen Projekt!

Im Endbericht findet sich als Beispiel eine Diplomarbeit, die eine detaillierte Ausarbeitung dieser von Prof. REICHEL gehaltenen (Neu-) Lehrveranstaltung zum Inhalt hat.

- Ferner wurde eine *Lehrerfortbildungsveranstaltung* erarbeitet mit dem Titel *Motivation und Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht*, die zunächst zur Erprobung eintägig im Burgenland abgehalten wurde, danach im Projektrahmen zweimal dreitägig als bundesweite Lehrerfortbildung (in Raach und in Mariazell). Wir werden uns bei den verantwortlichen Stellen um eine starke Intensivierung solcher Fortbildungsveranstaltungen bemühen, zumal der Wunsch nach einer diesbezüglichen Angebotserhöhung von 95% der befragten Lehrer ausgesprochen wurde!
- Weitere Materialien für die Lehreraus- und -fortbildung wären nach bereits vorhandenen Ideen im Zuge einer allfälligen Fortsetzung des Projekts zu entwickeln. Insbesondere die Erhöhung des Angebotes an Lehrerfortbildungsveranstaltungen zum Thema *Anwendungsorientierung* (bzw. deren Genehmigung) wird eines unserer Hauptanliegen in Zukunft gegenüber den entsprechenden Behörden sein. Die Organisationsform solcher Seminare sollte im Hinblick auf eine möglichst hohe Akzeptanz besonders gut überlegt sein. In diesem Zusammenhang wäre auch die Abhaltung von jeweils nur eintägigen Seminaren „vor Ort“ zu erwägen, d.h. in den einzelnen Schulen selbst mit den jeweiligen (interessierten) Mathematiklehrern dieser Schule (vielleicht auch nahe gelegener



anderer Schulen). Dadurch könnte die Fahrzeit der Lehrer reduziert und die Kosten für Übernachtungen etc. eingespart werden. Weiters könnte dadurch die Bildung von interessierten Lehrergruppen gefördert werden, die auch außerhalb der Seminare verstärkt zusammenarbeiten und ihre Erfahrungen austauschen. Andererseits würde dieses System aber mehr „Seminarleiter“ als bisher erfordern, was wiederum mit *höheren* Kosten verbunden wäre. Dies wäre zunächst natürlich in kleinerem Rahmen an einigen „Versuchs“- bzw. „Pilot“-schulen zu erproben.

## 6.2 Ringvorlesung: Informatik für Lehramtskandidaten

Die Ringvorlesung ist eine sehr wesentliche Neueinführung beim Praxisbezug der Lehrerausbildung, die nunmehr regelmäßig von Doz. E. NEUWIRTH und Prof. H.-C. REICHEL angekündigt wird und für den Hochschulkurs Informatik für Lehramtskandidaten sogar zur Pflichtlehrveranstaltung erhoben wurde.

Die Grundintention der Ring-Vorlesung besteht darin, daß die Lehramtskandidaten nicht nur die „Reine Mathematik“, sondern auch – im Sinne einer breit angelegten Anwendungsorientierung – möglichst viele konkrete Einsatz-Möglichkeiten der Mathematik in Wirtschaft, Technik, Verwaltung etc. kennenlernen sollten. Es geht dabei um eine zweistündige Lehrveranstaltung durch ein Semester, bei der jede Woche Spezialisten aus der Praxis berichten: aus Medizin, Wirtschaft, Privatfirmen, Staatsbetrieben, ORF, Schulbehörden, Forschung etc. Die Vortragenden geben einen Einblick, wie Mathematik und Computeranwendungen in ihrem jeweiligen Bereich eingesetzt werden.

Studierende erreichen ein Zeugnis, indem sie über *eines* der behandelten Themen weiter recherchieren und darüber eine Seminararbeit verfassen.

## 6.3 Auswirkungen auf Unterrichtsmaterialien und Schulbücher

Im Projektzeitraum wurden die Schulbücher von LAUB/HRUBY/REICHEL/LITSCHAUER/-GROSS für die 5. – 8. Schulstufe und REICHEL/MÜLLER/HANISCH für die 9. – 12. Schulstufe entsprechend aktualisiert und verändert. Zu beachten ist allerdings, daß diese Bücher bereits seit ihrer Entstehung besonderes Gewicht auf Anwendungsorientierung gelegt haben! Als nur ein Beispiel sei das im Projektzeitraum neu erarbeitete Buch für die 7. und 8. Schulstufe genannt.

Von dem eben fertiggestellten Buch für die 7. Schulstufe (völlige Neubearbeitung!) seien hier nur einige Wörter aus dem Stichwortverzeichnis angegeben, aus dem sich die starke Anwendungsorientierung sofort ersehen läßt: *Europa, Österreich, Kredite, Banken, KEST, Lohnverhandlungen, Mehrwertsteuer, Schulden, Zinsen, Sozialpartner* sowie natürlich die bekannten Stichworte aus *Technik, Physik* und anderen *Naturwissenschaften*.

### Literatur

1. BLUM, W. (1985): Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der didaktischen Diskussion. In: Mathematische Semesterberichte 32, 2, 195-232.
2. FÖRSTER, F. u. H.-C. REICHEL (1995): Was ist „Anwendungsorientierter Mathematikunterricht“? Aus: HISCHEK, H. u. M. WEISS (Hrsg., 1995), 78-83.

3. HISCHE, H. u. M. WEISS (Hrsg., 1995): Fundamentale Ideen. Zur Zielorientierung eines künftigen Mathematikunterrichts unter Berücksichtigung der Informatik. Franzbecker, Bad Salzdetfurth.
4. HUMENBERGER, H. (1995): Ein Trinkproblem – Einsicht gewinnen bei einer Optimierungsaufgabe. In: *Mathematik in der Schule* 33, 10, 530–539.
5. HUMENBERGER, H. u. H.-C. REICHEL (1995): Fundamentale Ideen der Angewandten Mathematik und ihre Umsetzung im Unterricht. Bibliographisches Institut, Mannheim-Leipzig-Wien-Zürich.
6. HUMENBERGER, H. u. H.-C. REICHEL (1996):
  - (a) Endbericht zum Forschungsprojekt „Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht“ (453pp). Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten.
  - (b) Übersicht und Kurzbericht der Ergebnisse (35pp).
  - (c) Ausführliche Bibliographie zum Thema „Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht“ (über 1 200 Zitate, 45pp). Die Bibliographie ist mittlerweile auf über 1 300 Zitate erweitert worden und liegt uns in zwei Fassungen vor: einerseits die durchgehend alphabetisch geordnete und andererseits eine zusätzlich nach *Themengebieten* geordnete Version (51pp). Interessenten können gegen Zusendung eines 100,- öS Scheines (Spesen für Kopien und Porto) beim Verfasser ein Exemplar der gewünschten Version anfordern.
7. KAISER-MESSMER, G. u. W. BLUM (1993): Einige Ergebnisse von vergleichenden Untersuchungen in England und Deutschland zum Lehren und Lernen von Mathematik in Realitätsbezügen. In: *JMD* 14, 3/4, 269–305.
8. KAISER-MESSMER, G. u. W. BLUM (1994): Vergleich mathematischer Leistungen deutscher und englischer Lernender in Klasse 8. In: *mathematica didactica* 17, 2, 17–52.
9. LAUB, J., E. HRUBY, H.-C. REICHEL, D. LITSCHAUER u. H. GROSS (1985 – 1988): *Mathematik Arbeitsbuch 1 – 4* (5.–8. Schulstufe). Hölder- Pichler-Tempsky, Wien. Entsprechende Neuauflagen, insbesondere Band 3 (7. Schulstufe) – 1996.
10. REICHEL, H.-C. (1995): Hat die Stoffdidaktik Zukunft? In: *ZDM* 27, 6, 178–187.
11. REICHEL, H.-C., R. MÜLLER, G. HANISCH (1989 – 1992): *Lehrbuch der Mathematik 5 – 8* (9.–12. Schulstufe). Hölder-Pichler-Tempsky, Wien. Entsprechende Neuauflagen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hans HUMENBERGER  
Institut für Mathematik  
Universität für Bodenkultur  
Gregor Mendel-Straße 33  
A – 1180 Wien