

Claudia Gebhardt, Günther Ossimitz, Bernard Winkelmann

Möglichkeiten von Computern und interaktiven Hypermedia-Lernangeboten im österreichischen Mathematikunterricht

Ergebnisse einer Fragebogenaktion im Sommer 1998

Einbettungen und Ziele der Fragebogenaktion

Diese Fragebogenaktion wurde auf Initiative der Abteilung für Didaktik der Mathematik des Instituts für Mathematik, Statistik und Didaktik der Mathematik der Universität Klagenfurt (W. Peschek, G. Kadunz, G. Ossimitz, E. Schneider, B. Winkelmann) von den Autoren dieser Studie entwickelt und durchgeführt. Das Vorhaben wurde unterstützt durch eine finanzielle Förderung seitens der Forschungskommission der Universität Klagenfurt.

Im Mathematikunterricht an den Höheren Schulen Österreichs (AHS, BHS)¹ werden bereits interaktive Hypermedia-Lernangebote verschiedener Art eingesetzt, wie wir aus persönlicher Erfahrung bzw. von einzelnen Schulen wissen; es gab jedoch bislang nur sehr vereinzelt Informationen über die dabei gesammelten praktischen Erfahrungen. Eine adäquate Einordnung der in der Abteilung bisher erarbeiteten Ergebnisse und Erfahrungen zu Hypermedia-Lernangeboten Mathematik machte jedoch auch die Einbeziehung der gegenwärtigen schulischen Situation und der dort gesammelten Erfahrungen wünschenswert. Daher sollte im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchungen auch erhoben werden,

- an welchen österreichischen Schulen interaktive Hypermedia-Lernumgebungen bereits im Mathematikunterricht eingesetzt werden,
- welcher Art diese Lernumgebungen sind und welche unterrichtspraktischen Erfahrungen damit gemacht wurden,
- an welchen österreichischen Schulen Interesse besteht, interaktive Hypermedia-Lernumgebungen zur Mathematik künftig einzusetzen.

Mit diesen Zielsetzungen wurde von G. Ossimitz und B. Winkelmann ein Fragebogen entwickelt und an ausgewählte Mathematiklehrer und -lehrerinnen versandt. Die Auswahl erfolgte anhand des technologischen Interesses der entsprechenden Personen nach Einschätzung der zugehörigen ARGE-Leiter in den einzelnen österreichischen Bundesländern². Der Fragebogen sollte grundsätzlich zügig zu beantworten sein, aber auch Möglichkeiten zu freien Äußerungen von Erfahrungen, Hoffnungen und Befürchtungen bieten.

Dabei wurde der Begriff „interaktive Hypermedia-Lernumgebung zur Mathematik“ nicht verwendet, da er eine längere Erklärung vorausgesetzt hätte. Stattdessen fragten wir nach

¹ AHS = Allgemeine Höhere Schule, Gymnasium; BHS = Berufliche Höhere Schule. Beide Schultypen führen nach der 12. Jahrgangsstufe zur allgemeinen Hochschulreife. Die BHS teilen sich auf in die wirtschaftlich orientierten HAK (Handelsakademien), in denen Mathematik traditionell weniger gewichtig ist, und die technisch orientierten HTL (Höhere Technische Lehranstalten), in denen Mathematik traditionell ein wichtiges Hauptfach mit entsprechendem Stundenvolumen ist.

² In den ARGE (Arbeitsgemeinschaften) sind die Lehrer bestimmter Fächer und Schulformen eines Bundeslandes zusammengefasst; in diesem Rahmen werden etwa Fortbildungen organisiert.

dem Einsatz und den Möglichkeiten von CD-ROMs und Internet (den beiden bisher ausschließlichen Distributionsmedien) im und für den Mathematikunterricht.

Damit - und mit weiteren Fragen zum Einsatz von Computern und mathematischer Software im Mathematikunterricht - wurde ein gewisses Umfeld mit erhoben, das für die einordnende Interpretation der Antworten als notwendig eingeschätzt wurde. Zugleich sollte damit einer möglichen Frustration der Fragebogenbeantworter durch fast ausschließlich negativ zu beantwortende Fragen und damit einer zu kleinen Rücklaufquote vorgebeugt werden.

Die Betreuung und statistische Auswertung dieser Fragebogenaktion wurde von C. Gebhardt wahrgenommen.

Statistische Auswertung der Fragebögen

Insgesamt wurden 130 LehrerInnen, 84 davon per Anschreiben und 46 per Mail auf unseren diesbezüglichen Fragebogen aufmerksam gemacht.

Insgesamt beantworteten 58 LehrerInnen den Fragebogen. Das entspricht einer Rücklaufquote von 44.6 %. 57 LehrerInnen unterrichten nach ihren Angaben Mathematik und 33 davon gleichzeitig Informatik. Ein(e) Lehrer(in) machte davon Gebrauch, auf keine persönlichen Fragen einzugehen.

Eine erste Einordnung der befragten LehrerInnen entsprechend ihrer Dienstzeit kann der folgenden Übersicht entnommen werden:

```

0 | 1334
0 | 5568999
1 | 01222244
1 | 55667788899999
2 | 000011222333344
2 | 556789
3 | 001

```

Abbildung 1: Stamm-Blatt-Diagramm Dienstzeit

Das heißt, dass hauptsächlich dienst erfahrene LehrerInnen unseren Fragebogen beantwortet haben.

Dienstjahre	< 10	[10,20)	[20, 30)	> 30
absolut	11	22	21	3
in (%)	19.3	38.6	36.8	5.3

Tabelle 1: Einteilung nach Dienstzeit

Unsere Umfrage sollte u.a. klären, ob es hinsichtlich der Schultypen Unterschiede zum Beispiel bei der Vorbereitung und Durchführung des Mathematikunterrichtes gibt. Dazu teilten wir die LehrerInnen gemäß dem Schultyp, an dem sie derzeit unterrichten, ein:

Typ	Anzahl (absolut)	Anzahl (in %)
Gymnasium	26	45.6
HAK	21	36.8
HTL	10	17.6

Tabelle 2: Einteilung nach Schultypen

Bezogen auf alle 57 UmfrageteilnehmerInnen, sind 43.8 % der Schulen im Internet mit einer Homepage vertreten.

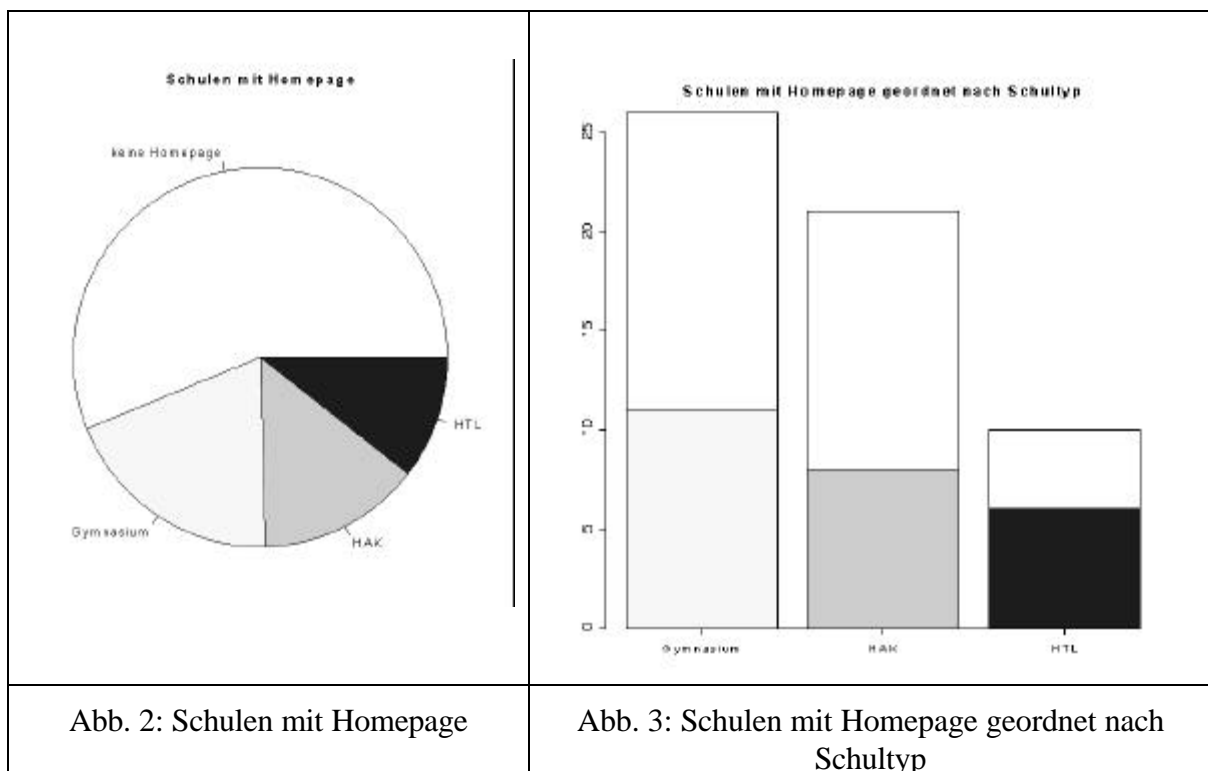
Typ	Anzahl (absolut)	Anzahl (in %)
Gymnasium	11	19.3
HAK	8	14.0
HTL	6	10.5
gesamt	25	43.8

Tabelle 3: Schulen mit Homepage

Aufgeschlüsselt auf die einzelnen Schultypen, ergibt sich folgendes Bild:

Typ	Anzahl (absolut)	Anzahl (in % des Schultyps)
Gymnasium	11	42.3
HAK	8	38.1
HTL	6	60.0

Tabelle 4: Relative Anzahl der Schulen mit Homepage nach Schultyp



Nur auf 28 % (7) der Homepages befinden sich Links zu Servern mit mathematischen Lernprogrammen und dgl. Berücksichtigt wurden dabei keine URL's, die auf andere Schulen oder Universitäten hinweisen.

Bei der Auswertung der weiteren Fragen können wir auf 58 Fragebögen Bezug nehmen.

**Frage 1: Sind Sie schon einmal im Internet „gesurft“?
Wenn ja, mit welcher Software?**

Typ	keine	MS-Explorer	beide	Netscape	Browser unbekannt
Gymnasium	1	5	8	10	2
HAK	4	5	8	3	1
HTL	0	1	6	3	0

Tabelle 5: verwendete Browser

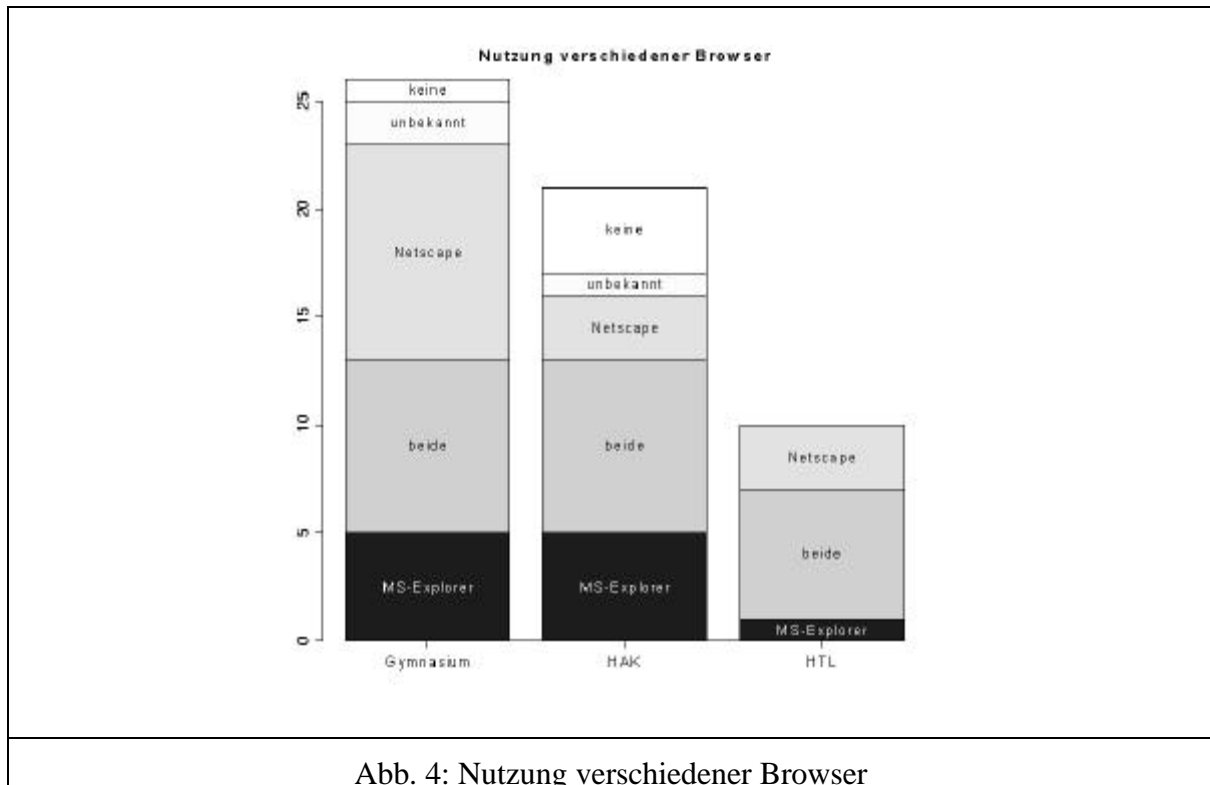


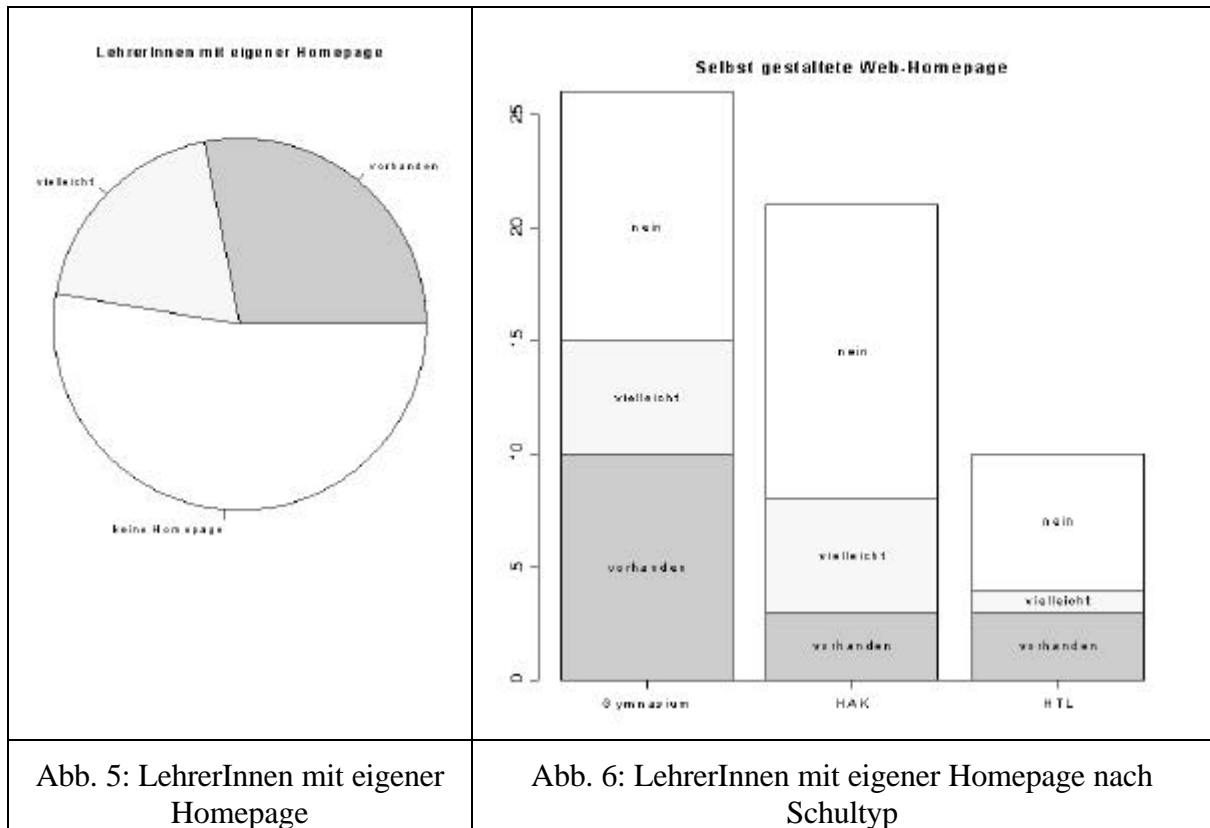
Abb. 4: Nutzung verschiedener Browser

Frage 2: Können Sie sich vorstellen, eine (selbst gestaltete) Web-Homepage anzulegen?

Typ	nein	in [%]	vielleicht	in [%]	vorhanden	in [%]
Gymnasium	11	42.3	5	19.2	10	38.5
HAK	13	61.9	5	23.8	3	14.3
HTL	6	60	3	10	1	30
gesamt	30	52.6	13	22.8	14	24.6

Tabelle 6: Web-Homepage

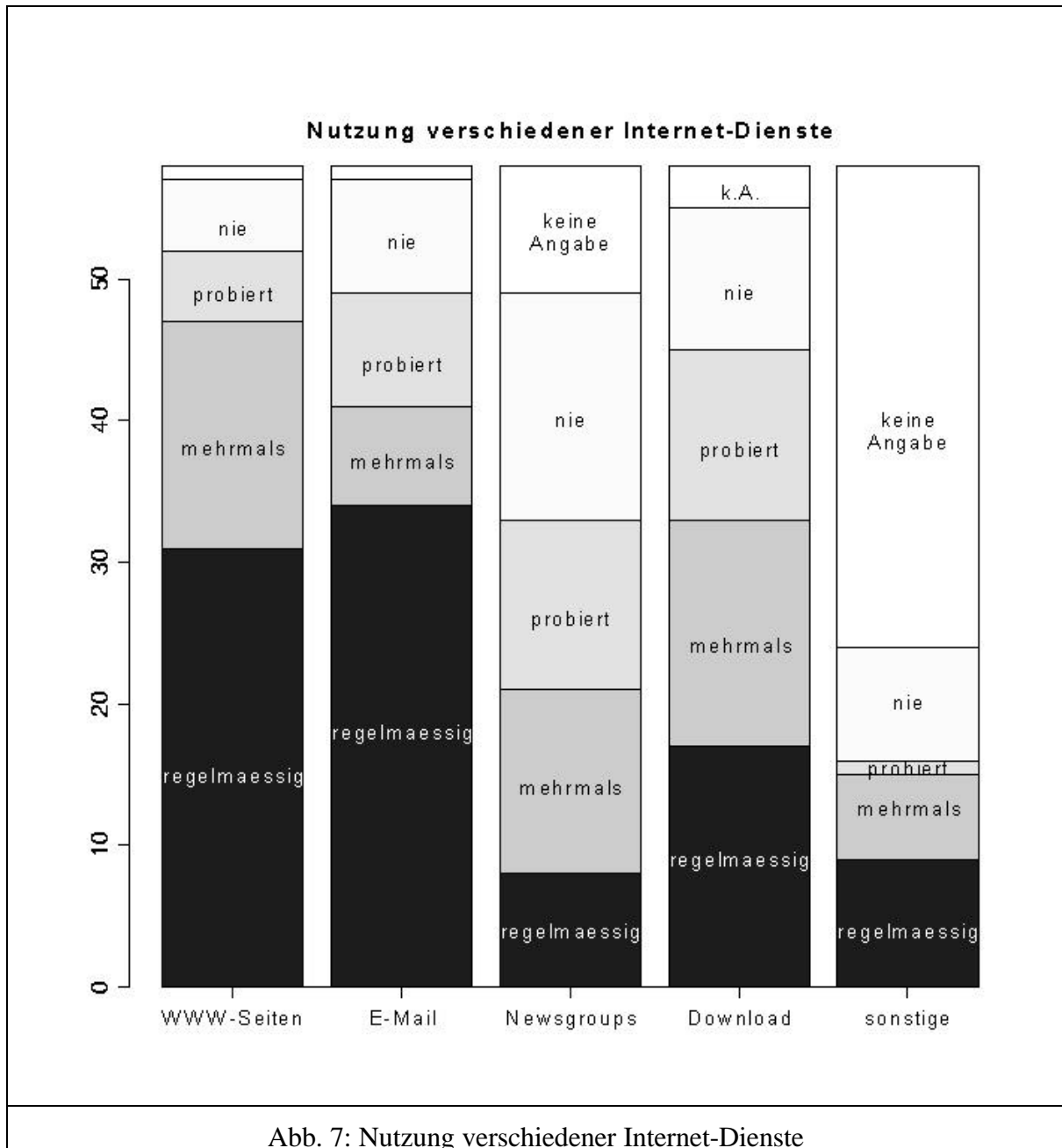
Damit ergeben sich die nachfolgenden Schaubilder:



Frage 3: Welche der folgenden Internet-Dienst haben Sie schon genutzt?

	WWW-Seiten		E-Mail		Newsgroups		Download		Sonstiges	
regelmäßig	31	53.5 %	34	58.6 %	8	13.8 %	17	29.3 %	9	15.5 %
mehrmals	16	27.6 %	7	12.1 %	13	22.4 %	16	27.6 %	6	10.4 %
probiert	5	8.6 %	8	13.8 %	12	20.7 %	12	20.7 %	1	1.7 %
nie	5	8.6 %	8	13.8 %	16	27.6 %	10	17.2 %	8	13.8 %
keine Angabe	1	1.7 %	1	1.7 %	9	15.5 %	3	5.2 %	34	58.6 %

Tabelle 7: Internet-Dienste



Frage 4: Software/CD-ROMs/WWW in der Unterrichtsvorbereitung

- 4a) **Haben Sie in der Unterrichtsvorbereitung bereits mathematisch orientierte Software-Produkte genutzt?**

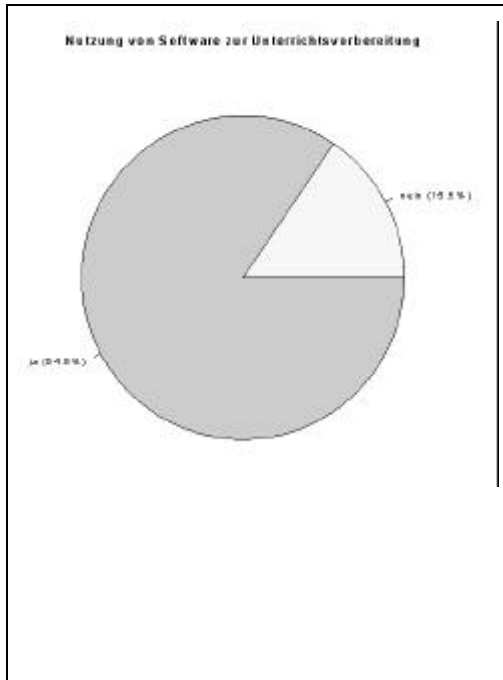


Abb. 8: Nutzung von Software zur Unterrichtsvorbereitung

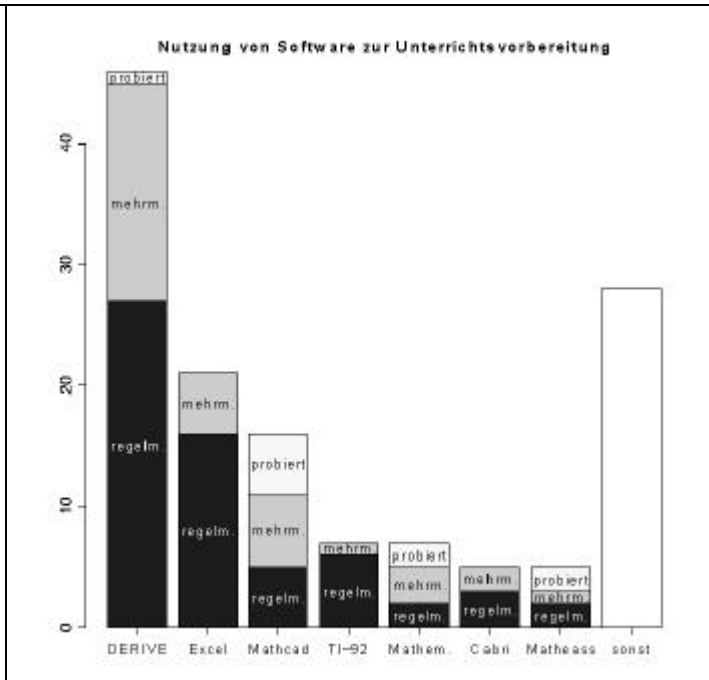


Abb. 9: Nutzung von Software zur Unterrichtsvorbereitung

4b) Haben Sie in der Unterrichtsvorbereitung bereits mathematisch orientierte CD-ROMs genutzt?

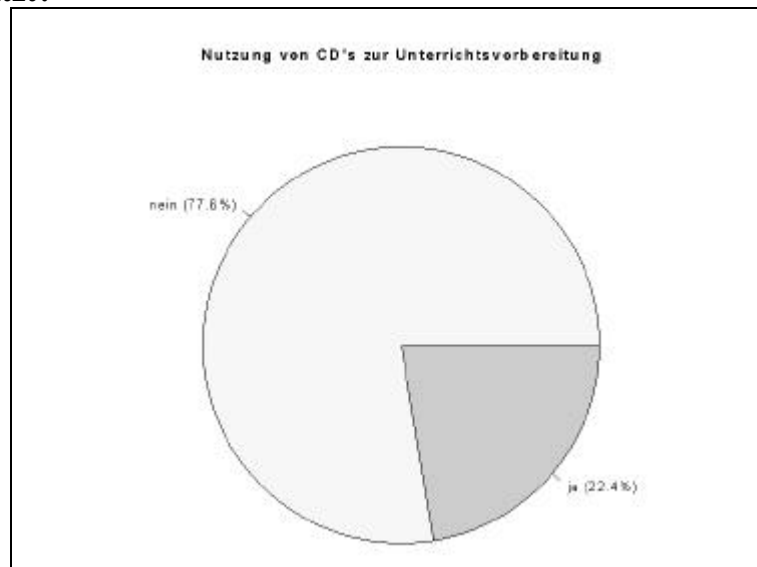


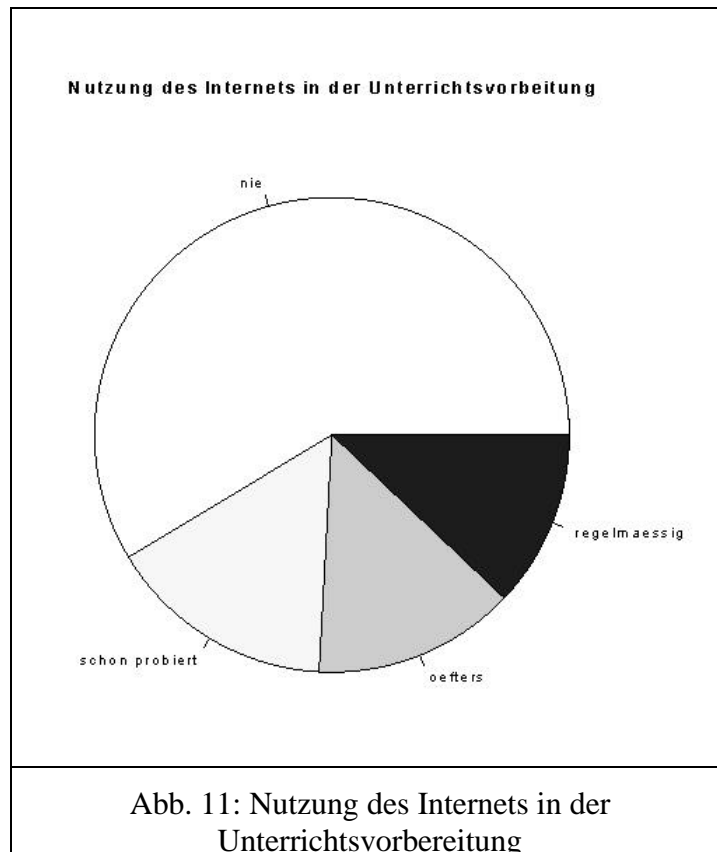
Abb. 10: Nutzung von CDs zur Unterrichtsvorbereitung

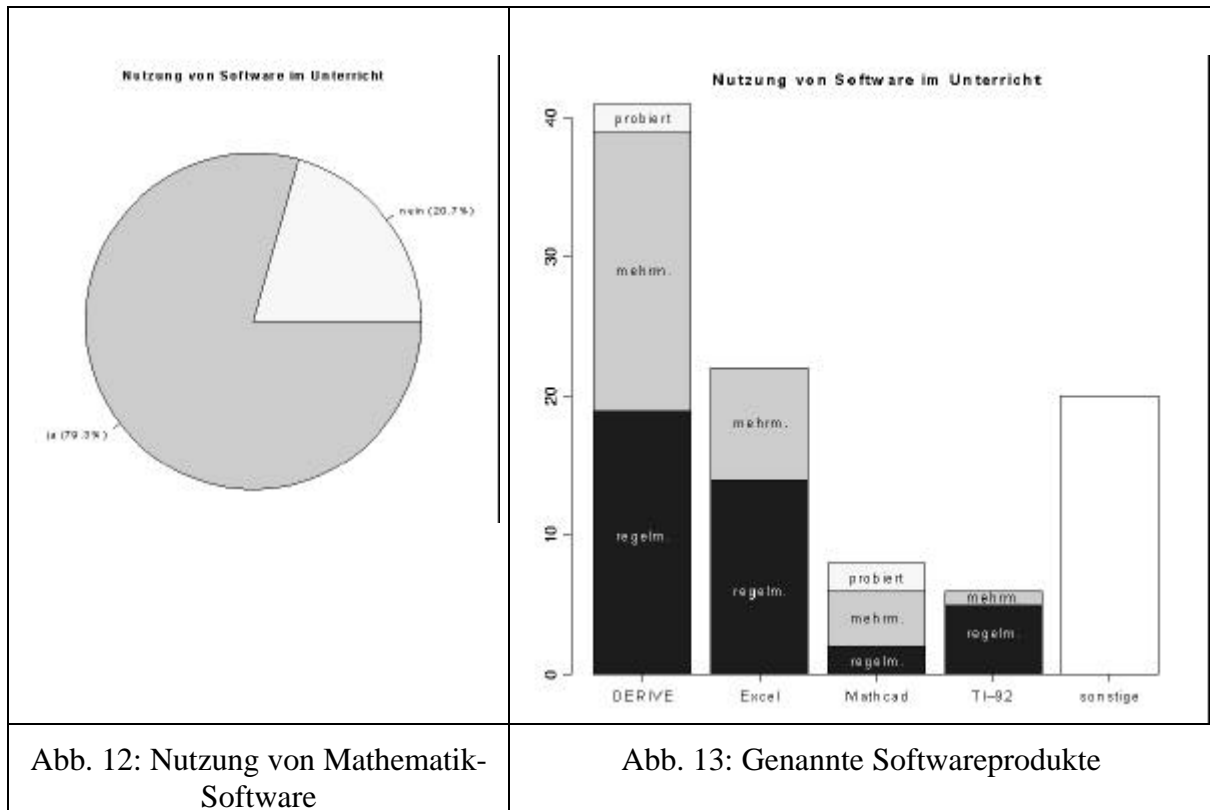
Mathetrainer	7
WinFunktion Mathematik 8.0	4
TI-Programmsammlung	1
Bossel-Umweltsimulation	1
Lernsoftware AK Vorarlberg	1
Mathe Tutor	1
Maths & Fun	1
sonstige	2

Tabelle 8: CD-ROMs bei der Unterrichtsvorbereitung

4c) **Haben Sie in der Unterrichtsvorbereitung bereits Internet-Dienst genutzt?**

nie genutzt	schon probiert	öfters genutzt	regelmäßig genutzt
34	9	8	7
56.6 %	15.5 %	13.8 %	12.1 %

**Frage 5: Software/CD-ROMs/WWW im Mathematikunterricht**5a) **Haben Sie im Mathematikunterricht bereits mathematisch orientierte Software-Produkte genutzt?**

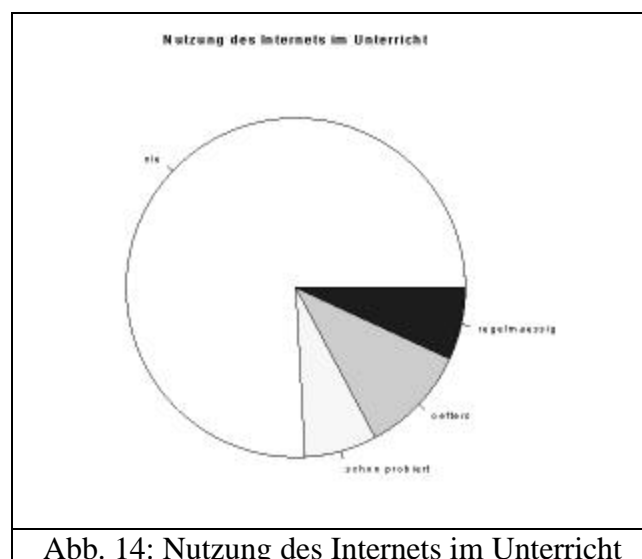


5b) Haben Sie im Mathematikunterricht bereits mathematisch orientierte CD-ROMs genutzt?

Zwei der befragten Lehrerinnen haben schon probiert, im Unterricht derartige CD-ROMs einzusetzen.

5c) Haben Sie im Mathematikunterricht bereits Internet-Dienst genutzt?

nie genutzt	schon probiert	öfters genutzt	regelmäßig genutzt
44	4	6	4
75.9 %	6.9 %	10.3 %	6.9 %



Auswertung der freien Antworten auf den Fragenkomplex 6

Zum Abschluss der Befragung wurden die LehrerInnen um ihre persönliche Meinung zu nachstehenden Fragen gebeten:

- 6a) *Ich wünsche mir, dass sich der Mathematikunterricht (für meinen Schultyp) in den nächsten Jahren in folgende Richtung(en) entwickelt:*
- 6b) *Die Möglichkeiten des Computereinsatzes im Mathematikunterricht für unseren Schultyp sehe ich folgend:*
- 6c) *Die Möglichkeiten des Einsatzes von Mathematik-Programmen (Software) im Mathematikunterricht für unseren Schultyp schätze ich folgend ein:*
- 6d) *Die Möglichkeiten des Einsatzes von CD-ROMs im Mathematikunterricht für unseren Schultyp sehe ich folgend:*
- 6e) *Die Möglichkeiten des Einsatzes von Internet-Ressourcen im Mathematikunterricht für unseren Schultyp schätze ich folgend ein:*

Wie zu erwarten haben die LehrerInnen in sehr unterschiedlicher Ausführlichkeit und auch mit recht unterschiedlichen Akzentsetzungen auf diese Fragen bzw. Stimuli geantwortet. Wir fassen im folgenden sehr pauschalisierend zusammen; eine Einzelanalyse erschien an dieser Stelle ebenso wie wörtliche Zitate auch aus Persönlichkeitsschutzgründen nicht angebracht.

HAK

Ein Teil der HAK-LehrerInnen wünschte sich für den **Mathematikunterricht** eine Konsolidierung durch Zurücknahme der Stundenkürzungen der letzten Zeit, oder doch zumindest keine weitere Verschlechterung von Stundenzahl, Status oder Niveau. Andere wünschten sich verstärkte Anwendungsorientierung, Modellbildung, Betonung der Zusammenhänge statt des Einübens von Algorithmen oder auch Betonung der Allgemeinbildung statt einer zu unmittelbaren Praxisorientierung.

Für den **Computereinsatz** wurde grundsätzlich die Möglichkeit des Auslagerns von Rechenarbeit gesehen, aber fast durchwegs die schlechte Zugänglichkeit von Computerräumen für Mathematikunterricht beklagt. Einige sahen Einsatzmöglichkeiten in den meisten Teilgebieten des Lehrstoffes, andere eher nur in den Abschlussklassen.

Bezüglich spezifischer **Mathematiksoftware** war eine Mehrheit wegen der Einarbeitungsprobleme eher skeptisch und plädierte für den Einsatz eines Tabellenkalkulationsprogramms (Excel), das den Schülern schon von anderen Fächern her vertraut ist.

Die Möglichkeiten von **CD-ROMs** im Mathematikunterricht wurden selten und dann meist recht skeptisch beurteilt: es fehle an geeigneten Produkten, an Laufwerken, an Zeit, an Flexibilität. Dabei wurde - wie auch bei den Antworten auf Frage 4b - deutlich, dass hypermediale Lernumgebungen praktisch nicht bekannt sind und Nachhilfe-Software und Programmsammlungen das Bild von Mathematik-CDs bestimmen.

Die Rolle des **Internet** wurde ebenfalls selten kommentiert, wenn auch häufiger als die der CDs. Das Internet wurde mehr als Kommunikationsmedium von Lehrern und Schülern untereinander denn als Anbieter etwa von Lernumgebungen gesehen. Zweimal wurde betont, dass zwar hervorragende Schüler vom Internet profitieren könnten, der Durchschnitt aber eher abgelenkt würde.

HTL

Eine große Mehrheit erhofft sich für den zukünftigen **Mathematikunterricht** einen verstärkten Computereinsatz, insbesondere einen kohärenten, durchgehenden Einsatz von Computeralgebrasystemen (CAS) wie z.B. Derive oder TI-92. Einige erwarten dadurch eine Stärkung von Verständnis und Anwendungsorientierung statt der Betonung algorithmischer Fertigkeiten, andere sehen die Möglichkeit zu anspruchsvolleren Aufgaben.

Computereinsatz setzt die Zugänglichkeit voraus; hier wurden Wünsche nach eigenen Computerräumen für die Mathematik, persönliche Rechner (Laptop, TI-92) für jeden Schüler, oder zumindest Projektionsmöglichkeiten des lehreigenen Laptops im Mathematik-Lehrsaal geäußert. Inhaltlich ging es meist um CAS, aber auch vereinzelt um Simulationen und Tabellenkalulation. Eine verstärkte Kooperation mit dem Fach Informatik wurde einmal gefordert.

Damit spezifische **Mathematiksoftware** wirkungsvoll eingesetzt werden kann, werden wegen des Einarbeitungsaufwandes durchgängige Nutzung in allen Klassenstufen für nötig gehalten, aber auch Unterstützung der Lehrer durch entsprechend gestaltete Lehrpläne, Schulbücher und Aufgabensammlungen.

Die Möglichkeiten von **CD-ROMs** und **Internet** für den Mathematikunterricht werden insgesamt recht skeptisch gesehen. Hypermediale Lernumgebungen kommen dabei aber nicht in den Blick.

AHS/Gymnasium

Eine Mehrheit erhofft sich für den **Mathematikunterricht** eine Stärkung des formalbildenden Charakters der Mathematik: einerseits mehr mathematisches Denken und Verständnis, eigenständiges Arbeiten, Experimentieren, Argumentieren, Problemlösen, Betonung fundamentaler Ideen, Modellbildung; und andererseits weniger Stofffülle, Formel-Mathematik, Beispielrechnen. Daneben steht ein Wunsch nach zusätzlichen Unterrichtsthemen wie Vektorprodukt oder Matrizenrechnung. Mehrere sprechen ausdrücklich moderne Medien, Computer und TI-92 als ständig verfügbare Hilfsmittel auch des normalen Mathematikunterrichts an.

Für den **Computereinsatz** im Mathematikunterricht werden die Probleme des Zugangs häufig angesprochen: Computerräume sind zwar oft nutzbar, wenn die Klassen nicht zu groß sind, besser wären aber Laptops für die Schüler (2 Nennungen) oder ein TI-92 für jeden Schüler (8 Nennungen). Man erhofft sich dadurch Entlastung vom Rechnen, vermehrte Visualisierungen, Unterstützungen in der Statistik und bei Funktionsgraphen sowie in der Geometrie, Möglichkeiten zu experimentellem Arbeiten.

An **mathematischer Software** wird vor allem Derive genannt, aber auch Excel, Sketchpad. Eine Stimme erhofft sich größere Realitätsnähe durch die Messdatenerfassung des TI-92. Andere erwarten, dass die Bedeutung von PCs zurück geht wegen der Taschenrechner, oder monieren den hohen Einarbeitungsaufwand; eine Stimme erwartet Unterstützung des Lehrers durch Beispielmateriale im Internet.

Eine Nutzung von **CD-ROMs** im Mathematikunterricht liegt den meisten gänzlich fern. Eine Stimme bittet um Informationen, andere sehen technische Probleme: Laufwerke fehlen. Zwei Nennungen haben vielleicht Hypermedia-Lernumgebungen im Sinn, wenn sie die Idee interessant nennen, aber auf die schlechte Qualität vorliegender Beispiele verweisen. Andere nennen die Nachhilmöglichkeit für eher schwächere Schüler oder sehen nur die Möglichkeit gewisser Demonstrationen im Klassenzimmer.

Das **Internet** wird demgegenüber als realistischere Möglichkeit gesehen, insbesondere im Wahlpflichtbereich oder bei Schülerreferaten. Als konkrete Möglichkeiten werden genannt das Arbeiten mit aktuellen Daten, Nutzung von Java-Programmen im Intranet, Austausch von Unterrichtsbeispielen, Modellen, Programmen, aber auch Fernunterricht mit e-Mail-Tutorien.

Fazit

Die Antworten auf Frage 4a, nämlich dass 85 % der Befragten (gegenüber geschätzten 10 bis 15 % in der Gesamtpopulation der österreichischen Mathematiklehrer) mathematisch orientierte Software in ihrem Mathematikunterricht einsetzen, zeigen, dass wir die Zielgruppe der technologisch interessierten Mathematiklehrer durchaus getroffen haben. Auch das sorgfältige Auswahlverfahren und die recht ordentliche Rücklaufquote des Fragebogens berechtigen uns zu der Annahme, dass wir mit unserem Fragebogen einen einigermaßen zutreffenden Einblick in die Nutzungsgewohnheiten und Erwartungshaltungen der technologischen Elite der Mathematiklehrer erreicht haben.

Umso bedeutsamer erscheint auf dieser Folie der Befund, dass die uns interessierenden Hypermedia-Lernumgebungen zur Mathematik im realen Mathematikunterricht praktisch nicht existieren. Die unter den Antworten zu 4b) genannten CDs mit Mathematiksoftware repräsentieren ja in der Mehrheit durchaus einen anderen Typ von Lernangeboten: Mathe-Trainer und Mathe Tutor sind als Nachhilfe-Angebote konzipiert, und WinFunktion Mathematik, die TI-Programmsammlung und die Bossel-Umweltsimulation sind auch kaum als Hypermedia-Lernumgebungen in unserem Sinne anzusprechen. Lediglich Maths&Fun fällt eindeutig in diese Kategorie; über „Lernsoftware AK Vorarlberg“ und „sonstige“ können wir keine Aussagen machen.

Es bleibt festzuhalten, dass die in angelsächsischen Ländern zu beobachtende Ausbreitung von Hypermedia-Lernumgebungen zur Mathematik, die auch auf Einsatz im Unterricht ausgerichtet sind, im deutschsprachigen Bereich z.Zt. noch keine Entsprechung besitzt. Hier konzentriert sich das Angebot - entsprechend den wirtschaftlichen Gegebenheiten, dass im öffentlichen Bereich kaum Finanzmittel für den Kauf solcher Angebote vorhanden sind, im privaten Bereich dagegen durchaus - auf den eher lukrativ erscheinenden Nachhilfemarkt, für den zwar analoge Qualitätskriterien gelten sollten wie für den öffentlichen Bereich, in dem diese Kriterien aber im Moment offenbar leichter unterlaufen werden können, wie der Verbreitungserfolg etwa von Mathe-Trainer belegt.

Umso wichtiger erscheint der Ansatz der Arbeitsgruppe, in sorgfältigen kritischen Analysen die im Unterricht (und gerade auch im Nachhilfebereich) notwendige Qualität aufzuweisen, zu benennen, und einzuklagen.