



DISSERTATION

Die Bedeutung neuer Medien in der Fachdidaktik für den Unterrichtsgegenstand Darstellende Geometrie

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften

unter der Leitung von

Univ.Prof. Mag.rer.nat. Dr.rer.nat. Michael Wagner
und

Ord. Univ.Prof. Mag.rer.nat. Dr.phil. Hellmuth Stachel

am Institut für Diskrete Mathematik und Geometrie (E104)
Fakultät für Mathematik und Geoinformation

eingereicht an der Technischen Universität Wien

von

Mag. rer. nat. Thomas Müller
(Matr.Nr. 75000196)
Fuchsleitenweg 50
3511 Krems-Thallern
thomas.mueller@schule.at

Krems, im Dezember 2006

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Thms Müller', is written over a faint, light blue circular stamp.

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit stellt dar, wie weit Computer, Software und andere unter *neue Medien* verstandene Hilfsmittel in der Unterrichtspraxis verwendet werden und wie deren Einsatz die Fachdidaktik beeinflussen und weiterentwickeln kann.

Thesen zum Lehren und Lernen mit neuen Medien und deren Konsequenzen für den Geometrieunterricht werden beleuchtet. In einem fachhistorischen Exkurs wird dargelegt, wie sich der Geometrieunterricht in Österreich unter dem Einsatz neuer Medien entwickelt und welche Auswirkungen dies auf die Effektivität in Bezug auf die Verbesserung der Raumvorstellung der SchülerInnen hat.

Basis und Ausgangspunkt der Darlegungen bilden empirische Untersuchungen, die 2005 und 2006 in Österreich durchgeführt wurden. Bei der Umfrage über den Einsatz neuer Medien im Geometrieunterricht wurden etwa von über 220 LehrerInnen der Geometriefächer mehr als 25000 Einzeldaten gewonnen. Diese werden deskriptiv und inferenzstatistisch dargestellt und diskutiert:

So werden viele traditionelle Inhalte des Geometrieunterrichtes als obsolet erkannt, die entweder verschwinden oder durch neue Inhalte ersetzt werden.

Von der Technik, vom Werkzeuggedanken her, führt der Weg vom Lineal- und Bleistift-Unterricht hin zur CAD-Verwendung und zum geometrischen Freihandskizzieren.

Der Trend weg von 2D-CAD-Programmen hin zu 3D-CAD-Programmen didaktischer Ausprägung ist in der Sekundarstufe 1 ablesbar. Professionelle Programme dominieren im Bereich der BHS und der AHS-Oberstufe. Die methodischen Möglichkeiten dynamischer Geometrieprogramme scheinen speziell im Hauptschulbereich noch nicht erkannt worden zu sein.

Die Effektivität des Geometrieunterrichtes mit neuen Medien beziehungsweise auf die Verbesserung der Raumvorstellung wird von den Lehrenden positiv gesehen.

Die Lehrenden haben erkannt, dass die Softwaretechnik nun so gut und brauchbar geworden ist, dass die Vorteile für das Unterrichtsgeschehen überwiegen.

Summary of Thesis

This dissertation deals with the use of computers, software and other new media in lower and upper secondary school education (pupils from 11 to 19 years), and how the use of these tools influences didactics.

Possibilities for the use of new media in teaching and learning Geometry have been explored.

An historical discourse shows how geometrical education in Austria has developed under the use of new media, with special consideration of the consequent improvement of pupils' spatial ability.

The dissertation is based on empirical research which took place in Austria in the years 2005 and 2006. More than 220 teachers participated in the survey involving the use of new media in geometry education. More than 25,000 data sets were collected and are now shown descriptively, and their differences discussed:

Various traditional contents of geometry education are seen to be obsolete. Either they are disappearing or are being replaced by new contents.

Geometry tools are moving away from ruler and pencil to computer-aided design and freehand drawing.

The trend shows a didactic characteristic away from 2D-CAD to 3D-CAD.

Professional computer programs dominate in secondary technical colleges and other upper-level forms of academic secondary schools. The possibilities of dynamic geometry software are not yet seen in general secondary comprehensive schools.

Teaching Geometry with new media affects improvement in spatial ability of pupils. Teachers have seen that software products are now good enough to be beneficial for geometry education.

Inhalt

Vorwort.....	11
1 Einleitung.....	13
1.1 Warum wurde das Thema bearbeitet?	15
1.2 Die Situation in Österreich	16
1.3 Welche Fragen stellen sich?	18
1.4 Leitfragen dieser Arbeit	19
1.5 Begriffsklärungen	21
1.5.1 Didaktik	21
1.5.2 Fachdidaktik.....	23
1.5.3 Methodik.....	23
1.6 Was sind neue Medien?	25
1.6.1 Medien	25
1.6.2 Neue Medien.....	27
1.6.3 Neue Medien hat es schon „immer“ gegeben.....	29
1.6.4 Begriffsbildungen und Klassifizierungsmodelle	31
1.6.5 Typisierungen nach der Interaktivität	33
1.6.6 Eine Typisierung im Lichte der Wissensvermittlung	36
1.6.7 Eine Typisierung im Lichte des Geometrieunterrichtes	38
2 Wissen und Lernen mit neuen Medien	41
2.1 Wissen und Kompetenzen	42
2.1.1 Wissen – unterschiedliche Kategorien.....	42
2.1.2 Kompetenzen und Standards	51
2.2 Lehren und Lernen, Lerntheorien	58
2.2.1 Entwicklung von Lernenden.....	58
2.2.2 Zusammenhang Lernen und Lehren	59
2.2.3 Lerntheorien.....	60
2.3 Lernen in der Gemeinschaft.....	67
2.3.1 Sozialformen und Orientierung des Unterrichtes	67
2.3.2 Die Rolle der Lehrerpersönlichkeit.....	68
2.3.3 Leistungsförderlicher Unterricht.....	70
2.4 Lernen mit neuen Medien	72
2.4.1 Unterrichtskonzepte	72

2.4.2	Forschungsergebnisse zum Lernen mit neuen Medien.....	85
2.4.3	Exkurs in den Hochschulbereich	100
2.4.4	Die 12 Thesen von Leuders zum Computereinsatz	102
2.4.5	Ergänzende Thesen	115
3	Die empirischen Untersuchungen im Jahr 2005	119
3.1	Merkmale der Neue-Medien-Untersuchung	120
3.2	Signifikanztests	122
3.3	Statistische Daten zum Bildungsbereich.....	123
3.3.1	Allgemeine Daten	123
3.3.2	Daten zu Geometriehrenden	124
3.4	Deskriptive Ergebnisse der Neue-Medien-Umfrage.....	127
3.4.1	Umfang der Beteiligung, Auswahl der Probanden	128
3.4.2	Übersicht über die Items mit offener Beantwortung	130
3.4.3	Merkmal „Dienstalter“	133
3.4.4	Merkmal „Schultyp“	134
3.4.5	Merkmal „Schulgröße“	137
3.4.6	Merkmal „Interesse an neuen Medien“	138
3.4.7	Bildung neuer Scores durch Faktorenanalyse.....	143
3.5	Zusammenfassung	152
4	Hardwareausstattung und Internetzugang.....	153
4.1	SchülerInnen	155
4.2	LehrerInnen.....	160
4.2.1	Unterschiede beim Computerbesitz und Internetnutzung.....	161
4.2.2	Unterschiede nach Schultyp.....	165
4.3	Zusammenfassung	167
5	Aus- und Fortbildung, Ideen und Anregungen	169
5.1	Freie Ergänzungsmöglichkeit	171
5.2	Ausbildung und Ideen im Bereich „neue Medien“	173
5.2.1	Deskriptive Ergebnisse	173
5.2.2	Ausbildungsunterschiede im Softwarebereich.....	175
5.2.3	Schulabhängige Unterschiede.....	176
5.2.4	Personenabhängige Unterschiede	181
5.3	Sind die Lehrenden den Anforderungen gewachsen?.....	193
5.3.1	Deskriptive Ergebnisse	193

5.3.2	Schultypunterschiede	196
5.3.3	Unterschiede abhängig von den Lehrenden	198
5.4	Zusammenfassung	204
6	Veränderungen im Geometrieunterricht	207
6.1	Fachhistorischer Exkurs	208
6.1.1	Aufbruchstimmung und Besinnung	208
6.1.2	Die bundesweiten Seminare	211
6.1.3	Arbeitsgruppen	212
6.1.4	Entwicklung und Vertrieb didaktischer Software	217
6.2	Auswirkungen neuer Medien	223
6.2.1	Erfüllung der Bildungs- und Lehraufgabe	223
6.2.2	Veränderung der Konstruktionswerkzeuge	224
6.2.3	Unterrichtsinhalte – Bedeutungsverlust	228
6.3	Brauchbarkeit neuer Medien	233
6.3.1	Deskriptive Ergebnisse	233
6.3.2	Schulbezogene Unterschiede	234
6.3.3	Lehrendenbezogene Unterschiede	237
6.4	Zusammenfassung	240
7	Mehrwert der Verwendung neuer Medien	241
7.1	Effekt von neuen Medien im Geometrieunterricht	242
7.1.1	Umfassende Bildungs- und Lehraufgaben	242
7.1.2	Mehrwert neuer Medien im Geometrieunterricht	243
7.1.3	Untersuchungen zur Raumvorstellung bei Lernenden	247
7.2	Untersuchung der Raumvorstellung bei Lehrenden	256
7.3	Auswirkungen auf Bildungs- und Lehraufgaben	260
7.3.1	Freie Ergänzungsmöglichkeiten	260
7.3.2	Erleichterungen durch neue Medien	260
7.4	Zusammenfassung	265
8	Ressourcennutzung	267
8.1	Freie Ergänzungsmöglichkeiten	268
8.2	Softwareverwendung im Geometrieunterricht	273
8.2.1	Schulabhängige Unterschiede bei Softwareverwendung	275
8.2.2	Schulausstattung	280
8.2.3	Lehrendenabhängige Unterschiede	283

8.2.4	Unterschiede nach eigenem Interesse	285
8.3	Konstruktionswerkzeuge: 3D- und 2D-Software / DGS	288
8.3.1	Schulabhängige Unterschiede	290
8.3.2	Lehrendenabhängige Unterschiede	297
8.3.3	Welche 3D-Software wird verwendet?	297
8.3.4	Welche 2D-Software wird verwendet?	301
8.3.5	Welche DGS werden verwendet?	302
8.3.6	Punktuelle Untersuchungen	303
8.4	Informationswerkzeuge	306
8.4.1	Office-Software	306
8.4.2	CD-Nutzung	308
8.4.3	Internet – Nutzung von WEB-Angeboten	308
8.4.4	Nutzung von WEB-Angeboten für die SchülerInnen	311
8.5	Informationsmedien – Unterschiedsuntersuchungen	313
8.5.1	Schulabhängige Unterschiede	313
8.5.2	Lehrendenabhängige Unterschiede	316
8.6	IBDG-Analyse	318
8.6.1	Schulabhängige Unterschiede	318
8.6.2	Surfverhalten und IBDG-Leseverhalten	320
8.7	Algebrataugliche Taschenrechner	322
8.8	Kleine Bundesländerübersicht	324
8.8.1	Didaktische 3D-CAD-Software	324
8.8.2	Professionelle 3D-CAD-Software	325
8.9	Rückblick und Schlussfolgerungen	326
9	Zusammenfassung und Ausblick	327
9.1	Offene Fragen zu Lehrenden und Ressourcen	328
9.2	Offene Fragen zu schulbezogenen Unterschiede	334
9.2.1	Schultypunterschiede	334
9.2.2	Schulgrößenunterschiede	335
9.2.3	Einflüsse der Schullage und der Region	336
9.3	Abschluss und Resümee	337
	Abbildungsverzeichnis	341
	Literaturverzeichnis	349

Anhang	
Fragenbogen für Klassenbefragung	365
Fragenbogen ‚Neue Medien‘	366
Freie Ergänzungen: „Ausbildung und Fortbildung“	373
Ausbildung.....	373
Fortbildung.....	375
Freie Ergänzungen: „Unterrichtsgeschehen, Umfeld“	377
Ressourcennutzung	377
Organisation: Schulbuch, EDV-Raum, Hausübungen.....	379
Bildungs- und Lehraufgabe	381
Gefühlsebene	382
Freie Ergänzungen: „Inhaltliche Veränderungen“	383
Verwendete Konstruktionswerkzeuge	383
Auswirkungen auf konkrete Unterrichtsinhalte	384
Anhang „Lehrpläne“	385
Materialien zur Geschichte	401
Aufstellung der Geometrie-Software.....	407
Anhang „Statistische Eckdaten“	415
Lebenslauf.....	417

Vorwort

Doppler und Lauterburg zitieren in ihrem Buch über Changemanagement P. Drucker „*Wenn du wissen willst, was in Deinem Unternehmen verbessert werden kann, frage Deine Mitarbeiter!*“¹ Eine solche Befragung liegt in Form dieser Studie quasi vor. In der vorliegenden Untersuchung geht es um die Verwendung neuer Medien im Geometrieunterricht in der Sekundarstufe, speziell in den Fächern Geometrisches Zeichnen und Darstellende Geometrie. Behandelt werden Fragen, die den praktischen Einsatz von Hard- und Software und von Informationsmedien im Schulalltag betreffen. Die Überlegungen basieren unter anderem auf den Ergebnissen einer empirisch-quantitativen Untersuchung unter Geometrielehrenden, die im Jahre 2005 österreichweit zum Zwecke dieser Arbeit durchgeführt worden ist. Die Beschreibungen umfassen die Bereiche „Aus- und Fortbildung“, „Ideenfindung“, „Motivation“, „Unterrichtsgestaltung“, „Lehrbuchverwendung“, „Unterrichtsinhalte“ und „Selbsteinschätzung“ in Bezug auf neue Medien. Ein Teil der Ergebnisse zeigt, welche der vorhandenen Ressourcen vom algebratauglichen grafikfähigen Taschenrechner über didaktische und professionelle CAD-Software bis hin zu Web-Applikationen tatsächlich und wie intensiv von unterschiedlichen LehrerInnengruppen im Geometrieunterricht verwendet werden. Die Ergebnisse werden im Lichte aktueller Lehr- und Lernforschungstheorien betrachtet.

Für die Beobachtung meiner Arbeit und die hilfreichen Bemerkungen zur Führung durch diese Thematik danke ich Univ.Prof. Dr. Wolfgang Rath² und Univ.Prof. Dr. Michael Wagner. Mein Dank gilt besonders Herrn ord. Univ.Prof. Dr. Hellmuth Stachel.

Danke

- an meine Familie für die Rücksichtnahme auf meine Arbeit im Rahmen der vorliegenden Untersuchung,
- für die Hilfe bei den historischen Recherchen zur Entwicklung des Einsatzes neuer Medien im Geometrieunterricht an meine KollegInnen HOL Franz Scheibehofer, HOL Erich Schneeweiss, HOL Ulrike Höbarth und an Frau FOI Elfriede Kovacs von der Abteilung Evaluation und

¹ Vgl. [DOP2005], S. 70.

² 1955 - 2006

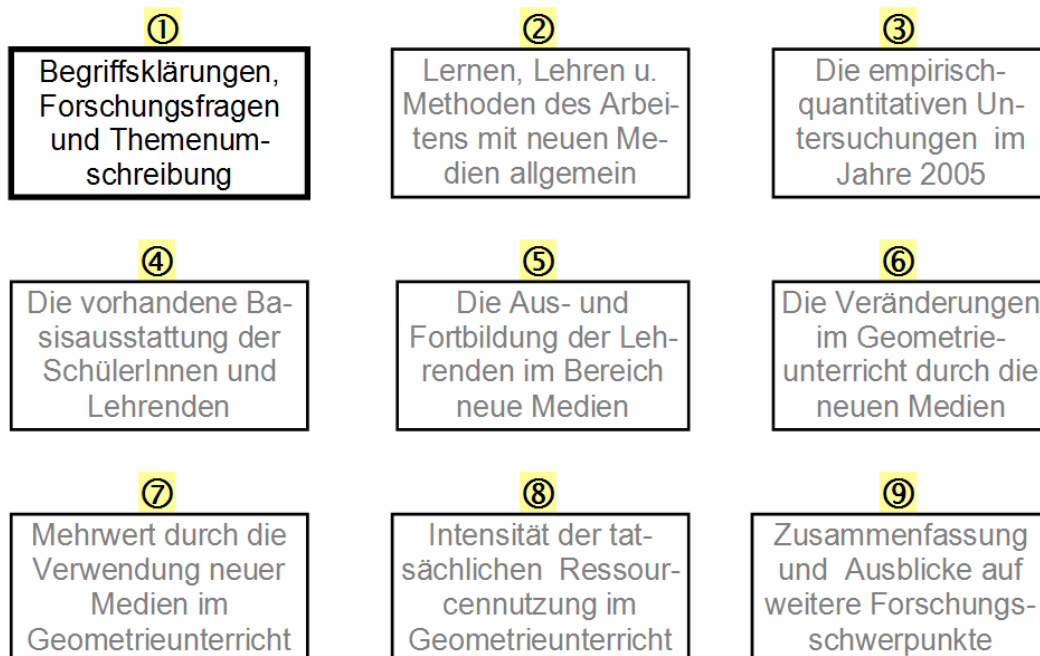
Schulforschung am Zentrum für Schulentwicklung Klagenfurt für die Übermittlung der Daten und Erstellung der Zusammenfassung der in den Jahren ab 1993 ausgelieferten Softwarelizenzen des BMBWK,

- an den MNI-Fonds für die finanzielle Förderung, besonders an Univ.Prof. Dr. Willi Dörfler sowie an Frau Mag. Christine Oschina und Frau Sieglinde Demarle für die unbürokratische Unterstützung,
- an Herrn Mag. Alexander Iro von der Fakultät für Psychologie der Universität Wien/Arbeitsbereich Methodenlehre für die methodische Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Fragebogen und für seine geduldigen und ausdauernden Erklärungen zu allen Aspekten empirischen Untersuchungsdesigns,
- für das Entgegenkommen und die Unterstützung bei der Verwendung des Endlosschlauchtests (EST) an Herrn Univ. Prof. Dr. Georg Gittler von der Fakultät für Psychologie der Universität Wien/Arbeitsbereich Differentielle Psychologie,
- an Frau Carina Wibmer und das Redaktionsteam der IBDG in Innsbruck für den Versand der Fragebogen mit den IBDG,
- an meine Geometrielehrerkollegen Mag. Günter Redl, Dr. Andreas Asperl, Dr. Stefan Leopoldseder, Dr. Hannes Kaufmann, Mag. Werner Gems und Mag. Klaus Scheiber,
- an Frau Mag. Gudrun Badstuber für ihre sorgfältige und genaue Durchsicht der Arbeit,
- an Frau Susanne Raffetseder für so manche Literaturtipps und die Hilfe beim Besorgen der Literatur,
- an Direktor Dr. Johann Fürst für sein Entgegenkommen,
- an meine Tochter Michaela für ihre fremdsprachliche Kompetenzunterstützung und an meinen Sohn Benedikt für manche Inputs bei den neuen Technologien,
- an alle anderen, die durch ihre bereitwillige Art mitgeholfen haben, diese Arbeit fertig zu stellen.

Abschließend danke allen Lehrerinnen und Lehrern (es waren insgesamt mehr als 250), die durch die gewissenhafte Beantwortung der Fragebogen den empirischen Teil dieser Arbeit erst ermöglicht haben.

1 Einleitung

Übersicht und Leitfaden durch die Arbeit



Der Einsatz digitaler Medien lohnt sich nur, wenn ihr didaktischer – und eben nicht nur technischer! – Mehrwert in den unterschiedlichen Bildungssituationen auch wirklich ausgenutzt wird. Voraussetzung dafür ist, dass didaktisches Handeln ganz bewusst und gezielt erfolgt.

Vogel und Wippermann³, 2005

³ [VOG2005], S. 43.

Exemplarisch für den rasanten Anstieg der Zahl der in den Haushalten von SchülerInnen vorhandenen Computer seien am Beginn die Entwicklungsdaten des BG und BRG Krems⁴, Piaristengasse 2, dargestellt (vgl. Abbildung 1-1). Parallel dazu stieg der Anteil der Internetzugänge in den Haushalten der betroffenen SchülerInnen bis in das Schuljahr 2005/06 auf über 86 %. Gleichzeitig ist der Anteil der SchülerInnen, die einen eigenen Computer besitzen, im Bereich der 10- bis 18-Jährigen zurzeit beinahe 50 %. Ebenso wurde diese Schule wie andere auch im Lauf der letzten Jahre mit Breitbandinternetanschlüssen und brauchbarer Hardware ausgestattet.

Der Medienpädagogische Forschungsverbund Südwest zeigt in seinen jährlichen Basisstudien⁵ zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland ähnliche Werte für Computerbesitz und Internetanschluss auf (Abbildung 1-1). Darauf wird im Kapitel 4 speziell eingegangen.

Ausgehend von dieser hohen privaten und schulischen Ausstattungsdichte mit Rechner- und Internetinfrastruktur stellt sich die Frage, ob der Unterricht – speziell der Geometrieunterricht – von dieser Fülle neuer Möglichkeiten profitieren kann: Verstehen es die Lehrenden, die Implementierung neuer Medien im Unterricht zum Wohle der Lernenden zu verwenden?

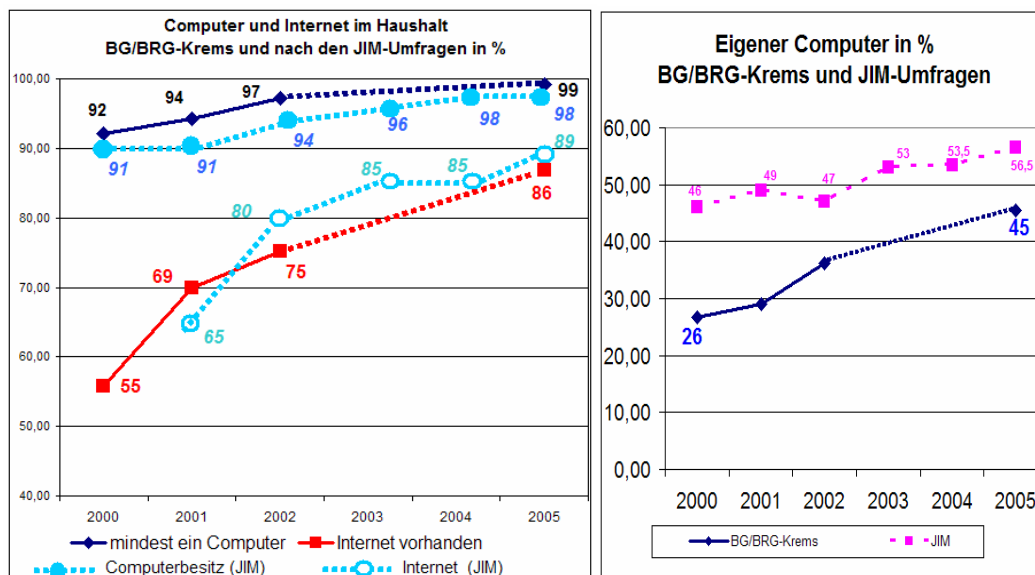


Abbildung 1-1: Computerbesitz und Internetzugang von SchülerInnen

⁴ Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Krems (www.piakrems.ac.at), 3500 Krems, Österreich. Die Daten wurden vom Autor in den Jahren 2000, 2001, 2003 und 2005 erhoben.

⁵ Vgl. [MED2005], S. 8 und S.10. Im Internet ist alle Untersuchungen von 1998 bis 2005 unter www.mpfs.de [29. 8. 2006] abrufbar.

1.1 Warum wurde das Thema bearbeitet?

In der vorliegenden Arbeit geht es um die Darlegung der Veränderung des Geometrieunterrichtes durch die Verwendung neuer Medien im Schulalltag – gesehen und erlebt vor allem aus der Sicht der Lehrenden. Wie weit haben sich neue Medien und die Methoden des Unterrichtes mit und durch sie seit der Computereinführung in Schule und Fachunterricht als Prozess der Entwicklung etabliert? Wie weit ist dies über Einzelinitiativen hinausgegangen? Sind der Umgang und die alltägliche Verwendung neuer Medien in der Community der Geometrielehrenden im Bereich der Sekundarstufe zur Selbstverständlichkeit geworden? Die Basis jeder Veränderungsmessung ist das Aufnehmen eines Ist-Status. Diesen Status zu messen und darzustellen ist eines der Hauptziele dieser Arbeit. Gleichzeitig wird untersucht, wie bisher die neuen Medien den Geometrieunterricht in der Praxis beeinflusst haben.

Bedeutsam scheint es, die Methoden und die Möglichkeiten der Veränderung des Unterrichtes durch den Einsatz neuer Medien aufzuzeigen. Dies könnte den Unterricht im Sinne einer Qualitätssteigerung beeinflussen.

Nach Klärung der Begriffe „Medien“ und „neue Medien“ vor allem im Umfeld und im Zusammenhang mit der Didaktik werden hermeneutisch Möglichkeiten und Methoden herausgearbeitet, die die Fachliteratur der letzten Jahre für den Einsatz neuer Medien im Unterricht im Allgemeinen und im Geometrieunterricht im Speziellen als gut befunden hat.

Um den tatsächlichen Umfang der bisher im praktischen Schulalltag im Geometrieunterricht eingesetzten neuen Medien zu erkennen, wurde im Jahr 2005 für diese Arbeit eine österreichweite empirisch-quantitative Untersuchung quer durch die betroffenen Schultypen hinweg durchgeführt. Hierbei ging es nicht nur um eine Quantifizierung des Einsatzes neuer Medien, sondern vor allem darum, festzustellen, woran die Verwendung neuer Medien scheitern kann, ob es Handlungsmuster im Einsatz im Geometrieunterricht gibt, ob und wie eine inhaltliche Veränderung erfolgt ist.

1.2 Die Situation in Österreich

In den Bereichen der Ausbildung und Förderung der Raumvorstellungsfähigkeit gibt es im österreichischen Schulsystem die Unterrichtsgegenstände Geometrisches Zeichnen am Ende der Sekundarstufe 1 im APS- und AHS-Bereich⁶, *Angewandte* Darstellende Geometrie zu Beginn der Sekundarstufe 2 im technischen Schulbereich (BHS) und Darstellende Geometrie am Ende der Sekundarstufe 2 im AHS-Bereich. Eine strikte Abgrenzung des hier untersuchten Geometrieunterrichtes zum Mathematikunterricht ist nicht möglich, da es durch die Schulautonomie im Rahmen der letzten Jahre immer wieder zur Führung von Sonderformen im praktischen Unterrichtsalltag gekommen ist, in denen das Fach Geometrisches Zeichnen zusammen mit Mathematik in einem gemeinsamen „neuen“ Fach unterrichtet wird.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte gab es – nicht zuletzt, *aber vor allem* – wegen der Entwicklung der informationstechnologischen Möglichkeiten im zu untersuchenden Unterrichtsbereich starke und nachhaltige Veränderungen bis hin zur Initiative, einen gemeinsamen und neuen Fachnamen⁷ „*Raumgeometrie und CAD*“ beim zuständigen Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kunst (BMBWK) zu beantragen.

Seit Beginn der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts verändert sich das praktische Unterrichtsgeschehen im Geometriebereich durch den Einsatz neuer Medien kontinuierlich. Die Veränderungen beinhalten etwa den Ankauf von Hardware und die Entwicklung und Bereitstellung eigener didaktisch und methodisch ausgerichteter Unterrichtssoftware in der Sekundarstufe 1, die Implementierung der an den berufsbildenden Schulen vorhandenen professionellen CAD-Software in den Unterrichtsbereich Darstellende Geometrie und schließlich in den letzten Jahren die Verwendung professioneller Software in der Oberstufe der AHS. In bundes- und bundesländerweiten Seminaren wurden zum Beispiel 2004 bis 2006 die LehrerIn-

⁶ APS... Allgemein bildende Pflichtschule, AHS... Allgemein bildende höhere Schule, BHS... Berufsbildende höhere Schule. Eine Übersicht über das Schulwesen in Österreich findet man etwa unter <http://www.bmbwk.gv.at/schulen/bw/index.xml> [23.12.2005].

⁷ Dabei ging es den Initiatoren nicht um diesen konkreten Namen, sondern vor allem darum, einen Namen zu finden, der die intensive Verwendung des Computers widerspiegelt.

nen für Darstellende Geometrie im AHS-Bereich in der professionellen Software Microstation⁸ geschult.

Zurzeit sind die Entwicklungen im Fluss. Die Intensität des Einsatzes neuer Medien im Regelunterricht (wie die vorliegende Untersuchung zeigt) ist sehr unterschiedlich: Es gibt Lehrende, deren Unterricht in den in Rede stehenden Gegenständen trotz eindeutiger Lehrplanhinweise noch immer ohne Einsatz des Computers erfolgt, bis hin zu einem Unterrichtsszenario mit fast ausschließlicher Verwendung von professioneller CAD-Software. Die oben erwähnte beantragte Änderung des Namens von „*Geometrischem Zeichnen*“ und von „*Darstellender Geometrie*“ auf den gemeinsamen Namen „*Raumgeometrie und CAD*“ soll in diese Entwicklung eingreifen und eine Beschleunigung des Umstellungsvorganges im Bereich der Verwendung neuer Medien dort bewirken, wo deren Einsatz große Vorteile für den Geometrieunterricht bringen kann.

⁸ <http://www.bentley.com/de-DE/Products/MicroStation/> [26. 12. 2005].

1.3 Welche Fragen stellen sich?

„Geometrie“ beinhaltet diejenigen Fachgegenstände, die durch Entwicklung und Einführung neuer Medien auch *neue Werkzeuge* erhalten haben – nämlich die CAD-Programme und dynamischen Geometrieprogramme. Deshalb geht die Umwälzung/Erneuerung hier bei weitem tiefer als in den meisten anderen Schulfächern. Wie sehen die Lehrenden diese Umwälzungen? Gibt es Unterschiede in der Einstellung und tatsächlichen Verwendung neuer Medien bei Lehrenden, die nach Geschlecht, Dienstalter, Schultyp, Schulausstattung, Technikinteresse, Ausbildung in neuen Medien, privater Internetverwendung usw. unterschieden werden können? Wie weitreichend ist der tatsächliche Ist-Stand in der Verwendung neuer Medien? Wie sind die Rahmenbedingungen des Einsatzes neuer Medien von der Ausbildung der Lehrenden bis zur Ausstattung der Unterrichtsräume? All dies wurde empirisch-quantitativ untersucht und soll inhaltlich dargestellt werden. Wie wirkt sich der Einsatz neuer Medien auf die Erfüllung der im Lehrplan vorgegebenen Bildungs- und Lehraufgaben nach Einschätzung der Lehrenden aus? Verändern sich die methodisch-didaktische Behandlung und der Stellenwert einzelner traditioneller Inhalte? Welche Inhalte können wegfallen ohne die Bildungs- und Lehraufgaben zu vernachlässigen? Fühlen sich die Lehrenden den Anforderungen beim Einsatz neuer Medien gewachsen? Besuchen sie dafür entsprechende Fortbildungen? Zeigen die SchülerInnen durch die Verwendung neuer Medien mehr Motivation (aus Sicht der Lehrenden)? Werden die bereitgestellten Angebote im Internet, auch die des BMBWK genutzt? Wie gehen die Lehrenden mit den angebotenen Produkten um, wie intensiv verwenden sie diese und wie bewerten sie die zur Verfügung gestellten bzw. am Markt befindlichen Softwareprodukte? Werden landesweit angekaufte und implementierte Produkte häufiger verwendet als solche, die eine Schule unter Aufbringung eigener finanzieller Mittel anschaffen muss?

Das Aufzeigen des IST-Zustandes (vgl. Abschnitt 4) ist als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen und Analysen notwendig. Diese betreffen die Veränderungen in der Fachdidaktik des Geometrieunterrichtes. Sie werden im Licht der gängigen Lerntheorien und deren Auswirkungen auf einen effektiven Unterricht mit neuen Medien betrachtet.

1.4 Leitfragen dieser Arbeit

Die vorliegende Arbeit bezieht sich – wie bereits erläutert – hauptsächlich auf den Geometrieunterricht in den Fächern Geometrisches Zeichnen und Darstellende Geometrie. Dass in zweiter Linie auch der Geometrieunterricht im Rahmen des Mathematikunterrichtes berührt wird, ergibt sich quasi von selbst.

Konkret sollen einige Leitfragen (vgl. Abbildung 1-2) durch diese Arbeit führen: Eine davon ist die *Gestaltungsfrage*, wie Geometrieunterricht durch den Einsatz neuer Medien effektiver werden kann – gemessen etwa im Abschneiden bei Raumvorstellungstests oder im Umgehenkönnen mit neuen Medien. Daneben soll analysiert werden, wie fruchtbringend die Bemühungen um die Implementierung neuer Medien bisher gewesen sind und welche Veränderungen im Unterricht nach Ansicht der Lehrenden dadurch eingetreten sind.

Inhaltlich spannt diese *Beschreibung* der Implementierung den Bogen von den ersten Maßnahmen zu Beginn der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts bis zu den gegenwärtigen Bemühungen. Inkludiert sind dabei mögliche *Erklärungen*, warum der Geometrieunterricht in Bezug auf die Verwendung neuer Medien etwa in Abhängigkeit von Dienstalter oder Schultypen bzw. Ausbildungsstand der Lehrenden unterschiedlich gesehen wird.

Die Arbeit gibt Antworten darauf, wie die Implementierung neuer Medien im Geometrieunterricht von Lehrenden unterschiedlich *gesehen, erlebt und bewertet* wird.

Eine *Übersicht*, durch welche Untersuchungen praktische Folgerungen auf den Geometrieunterricht aus Sicht der vorliegenden Ergebnisse erwartet werden können, soll den Abschluss der Darlegungen bilden.

Nach Überlegungen zur Abgrenzung der obigen Fragen sowohl in Bezug auf die Definition der Unterrichtsmittel als auch in Bezug auf die tatsächlich feststellbaren praktischen Ergebnisse soll dargelegt werden, wie zum jetzigen Zeitpunkt die Expertenmeinung zum Unterrichten mit neuen Medien ist. Neben der Auswertung von aktueller Fachliteratur und der Untersuchung verwendbarer Unterrichtsmitteln ist die bereits erwähnte empirisch-quantitative Untersuchung die Ausgangsbasis der Überlegungen.

Übersicht und Leitfaden durch die Arbeit

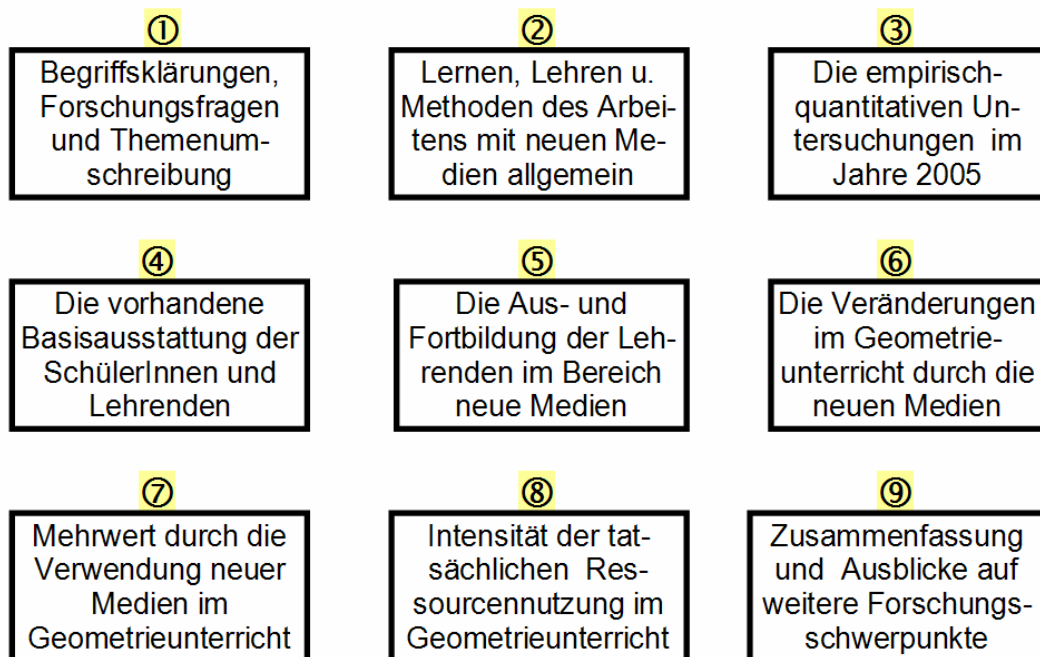


Abbildung 1-2: Leitfaden durch die vorliegende Arbeit

Bevor auf die eigentlichen Untersuchungsinhalte eingegangen wird, soll das Verhältnis von Didaktik und Methodik – auch im Hinblick auf neue Medien – beleuchtet werden. Begriffsbestimmungen sollen dargelegt werden, die sich im Laufe der systematischen Beschäftigung mit dem Lernen entwickelt haben. Die Begriffe sind aus der Theorie des Unterrichtens und speziell der LehrerInnenbildung nicht mehr wegzudenken.

1.5 Begriffsklärungen

1.5.1 Didaktik

Didaktik ist die Wissenschaft vom Lehren und Lernen. Das Wort ist griechischen Ursprungs: διδάσκειν = lehren unterrichten, klar auseinandersetzen, beweisen⁹.

Die Vielschichtigkeit dieser so kurz formulierten Definition wird etwa von F. Kron¹⁰ behandelt: Didaktik wird dabei „klassisch“ als *Theorie der Bildungsinhalte*, als *Theorie der Steuerung von Lernprozessen* und als *Theorie der Anwendung psychologischer Lehr- und Lerntheorien* beleuchtet. Kron selbst versteht Didaktik in seinem Buch¹¹ „Grundwissen Didaktik“ als „*Enkulturationswissenschaft*“: Unter Enkulturation versteht er jenen Prozess, der „zur Kultivierung des Menschen, d.h. zu einer eigenständigen und selbstverantworteten, individuell verarbeiteten und damit unverwechselbaren Repräsentation der Kultur; sozialwissenschaftlich gesprochen: zur Identität; geisteswissenschaftlich formuliert: zur Bildung.“¹² führt. In dieselbe Richtung zielt das Zitat nach W. Klafki: „*Didaktik setzt generelle Zielentscheidungen bzw. einen Begriff von Bildung voraus oder schließt ihn ein.*“¹³

W. Jank und H. Meyer schließen die Praxis mit ein, wenn sie definieren „*Die Didaktik ist die Theorie und Praxis des Lernens und Lehrens.*“¹⁴ Noch deutlicher tritt dies in der These „*Die Aufgabe der Didaktik als Handlungswissenschaft ist es, den Lehrerinnen und Lehrern praktisch folgenreiche Handlungsorientierungen zu geben.*“¹⁵ zu Tage. Zum Abschluss ihrer Definitionen schreiben sie: „*Die Didaktik ist mehr als eine Fachkunde. Sie ist seriös nur als Wissenschaft zu betreiben.*“¹⁶ (In diesem Lichte kann die vorliegende quantitativ-empirische Untersuchung gesehen werden.) Besonders im Hinblick auf neue Medien betonen die Autoren:

- „*Das Welt- und Selbstverständnis der ‚Informationsgesellschaft‘ muss auf seine didaktische Konsequenzen befragt werden.*“

⁹ Siehe etwa: <http://www.stangl.eu/psychologie/definition/Didaktik.shtml> [30. 8. 2006].

¹⁰ Vgl. [KRO2004], S. 39 – 56.

¹¹ Vgl. [KRO2004], S. 49.

¹² Ebenda, S. 50.

¹³ Hier zitiert nach [GON2000], S. 104; Original in [KLA1996], S. 87.

¹⁴ Vgl. [JAN2003], S. 14.

¹⁵ Ebenda, S. 16.

¹⁶ Ebenda, S. 27.

- *Es müssen Kriterien und Verfahren erarbeitet werden, mit denen die Schüler lernen, wichtige Informationen von Datenmüll zu unterscheiden.*¹⁷

Zu Theorie und Praxis der Didaktik sei H. Aebli zitiert, der zusammenfassend schreibt: „*Didaktisches Nachdenken beginnt mit der Doppelüberlegung: Welches ist der nächste Schritt im Denken und Handeln des Kindes, und was hat die wissenschaftliche Erkenntnis bzw. die beste verfügbare Analyse der Lebenspraxis zu seiner Verwirklichung anzubieten?*“¹⁸

H. Eichelberger und M. Wilhelm erweitern die Didaktik zur „*Entwicklungsdidaktik*“, die sich „*an der kindlichen Entwicklung und deren Gesetzmäßigkeiten*“¹⁹ orientiert. Deutlich kommt dabei in einer Skizze des „*didaktischen Hauses*“, die in Abbildung 1-3 wiedergegeben ist, die Kernaussage heraus, dass über aller Didaktik die Weltanschauung steht.

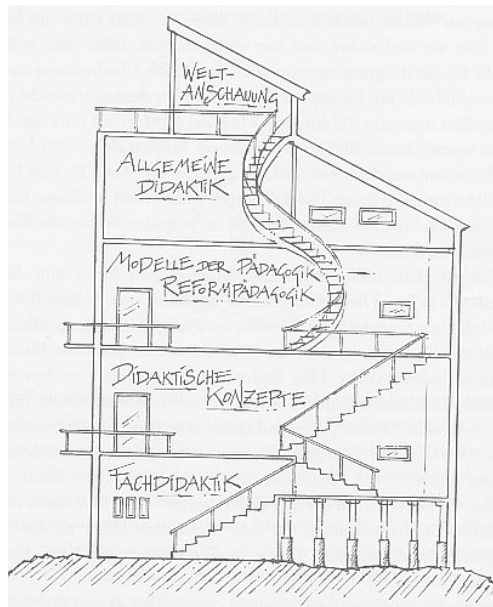


Abbildung 1-3: Didaktisches Haus²⁰ nach Eichelberger u. Wilhelm

G. Gonschorek und S. Schneider bezeichnen die Theorie vom Lehren und Lernen als „*Didaktik im weiteren Sinn*“ und die Theorie des schulischen Unterrichtes als „*Didaktik im engeren Sinn*“. Diese wird als „*’Berufswissenschaft’ für jeden Lehrer*“²¹ gekennzeichnet.

¹⁷ Vgl. [JAN2003], S. 26.

¹⁸ Vgl. [AEB2003], S. 388.

¹⁹ Vgl. [EIC2003], S. 4.

²⁰ Entnommen aus [EIC2003], S. 5.

²¹ Vgl. [GON2000], S. 98f.

1.5.2 Fachdidaktik

Mit G. Gonschorek und S. Schneider soll die Abgrenzung der (Allgemeinen) Didaktik zur Fachdidaktik – wie sie auch aus Abbildung 1-3 hervorgeht – vorgenommen werden: *„Die Allgemeine Didaktik / Schulpädagogik versucht die... Theorie für alle Schularten und alle Fächer zu sein, die Fachdidaktiken ergänzen, spezialisieren jeweils aus Sicht der Bezugswissenschaften für ihr Fach.“*²²

Nach F. Kron steht die Fachdidaktik für *„die Vermittlung fachlich organisierter kultureller Inhalte“*²³ und hat eine Reihe von konkreten Aufgabenstellungen zu erfüllen. Dazu zählen neben der Festlegung grundlegender Inhalte und Begriffe des Fachbereichs die Ermittlung der Lernziele, der Entwurf entsprechender Lehrpläne und die Erforschung und Darstellung angemessener Vermittlungsverfahren. Und um diese Vermittlungsverfahren – vor allem durch neue Medien – geht es hier.

W. Jank und H. Meyer definieren: *„Fachdidaktiken sind Spezialwissenschaften, die theoretisch umfassend und praktisch folgenreich die Voraussetzungen, Möglichkeiten, Folgen und Grenzen des Lernens und Lehrens in einem schulischen oder außerschulischen Lernfeld erforschen und strukturieren.“*²⁴

1.5.3 Methodik

Die Methodik ist die Lehre von den Methoden der Unterrichtsvermittlung, den Wegen oder den Verfahren der Vermittlung der Bildungsinhalte. Das Wort ist ebenfalls griechischen Ursprungs: μέθοδος = der Weg zu einem bestimmten Ziel. Sie richtet nach F. Kron ihr Interesse *„auf das Praktischwerden didaktischer, fachdidaktischer und fachwissenschaftlicher Überlegungen.“*²⁵ Fragen der Methodik entstehen aus dem Zusammenhang zwischen Didaktik und Fachwissenschaften und beziehen sich auf die Vermittlung von Inhalten. So stehen Methodik, Didaktik und Fachdidaktik in einem engen Verhältnis. In den Bereich der Methodik inkludiert sind dabei die Medien und die Formen der sozialen Organisation der Vermittlungsprozesse. Methodische Erwägungen setzen damit didaktische Überlegungen voraus!

²² Vgl. [GON2000], S. 99.

²³ Vgl. [KRO2004], S. 35.

²⁴ Vgl. [JAN2003], S. 31.

²⁵ Vgl. [KRO2004], S. 37.

G. Gonschorek und S. Schneider gehen vom griechischen Wortstamm aus und fassen eine Ebene der Methodik als „*Weg zu einem durch die Didaktik festgelegten Ziel*“ auf. Die Methodik „*spielt eine zweitrangige Rolle, das ‚Was‘ entscheidet über das ‚Wie‘*“. ²⁶

Für die praktische Arbeit vergleicht F. Kron Didaktik und Methodik in einer früheren Ausgabe seines Werkes „*als zwei Seiten ein und derselben Medaille*“ ²⁷.

In dieselbe Richtung kann die das Zitat „*keine Methodik: nur Didaktik*“ ²⁸ von Aebli gelesen werden.

²⁶ Vgl. [GON2000], S. 158f.

²⁷ Vgl. [KRO1993], S. 39.

²⁸ Vgl. [AEB2003], S. 387.

1.6 Was sind neue Medien?

1.6.1 Medien

Der Begriff „Medien“ wird in der Literatur keineswegs einheitlich verwendet. So widmet etwa F. Kron²⁹ alleine der Umschreibung und der Begriffsbestimmung von „Medien“ 20 Seiten in seinem Standardwerk „Grundwissen Didaktik“. Kron macht die Definition von der Zwecksetzung und dem Begründungszusammenhang abhängig und schlussfolgert unter anderem:

„Einen einheitlichen Medienbegriff gibt es daher nicht.“³⁰

Für H. Aebli bilden Medien neben Lerninhalt und Lernprozess eine weitere „Dimension“ des Lehrens und Lernens. In seinem Grundwerk „Zwölf Grundformen

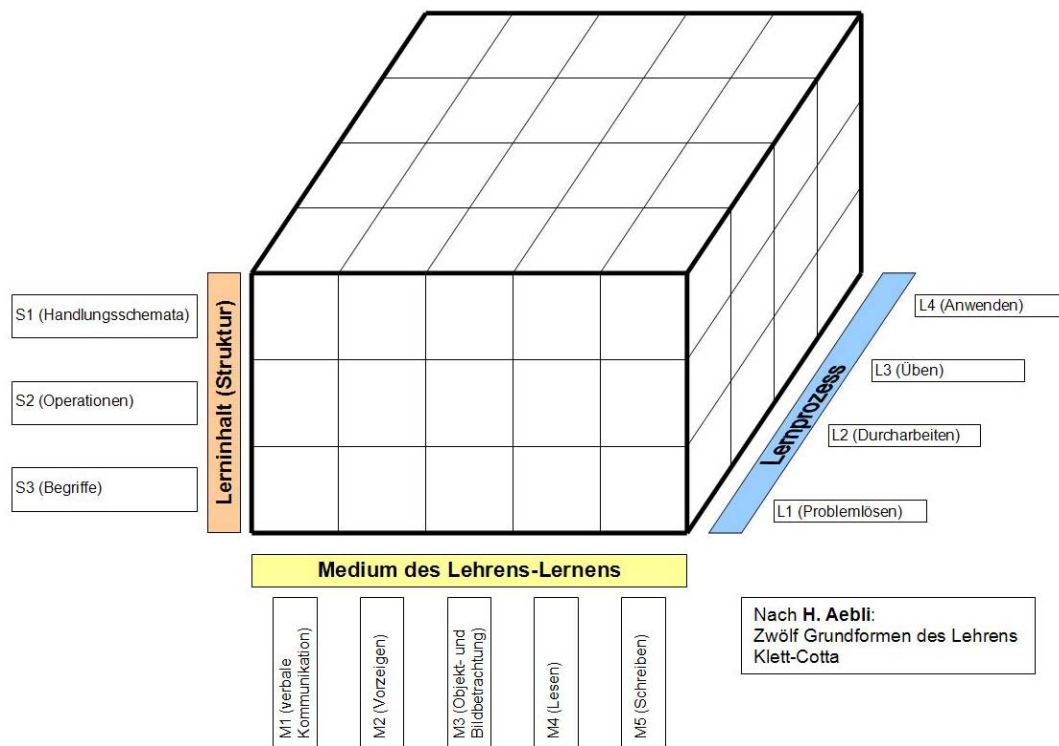


Abbildung 1-4: Grundformen des Lehrens – Lernens nach Aebli

des Lehrens“³¹ entwickelt er einen „Körper der Grundformen“, der in Abbildung 1-4 wiedergegeben ist. Er unterscheidet „fünf Grundformen des Lehrens, die sich gemäß dem Medium unterscheiden ...“: Verbale Kommunikation, Vorzeigen, Ob-

²⁹ Vgl. [KRO2004], S. 225 – 245. Als ein Indiz für die Bedeutungssteigerung der Beschäftigung mit „Medien“ mag ein Blick auf eine ältere Ausgabe dieses Standardwerkes geben (vgl. [KRO1993]), wo trotz eines weit höheren Seitenumfanges, der „Begriff“ Medien nur auf 15 Seiten dem Umfang nach behandelt wird (S. 323 – 338).

³⁰ Vgl. [KRO2004], S. 226.

³¹ Vgl. [AEB2003], S. 22 – 26.

jekt- und Bildbetrachtung, Lesen und Schreiben.

Nach W. Sacher³² sind Medien *Informationsträger*, die symbolische Darstellungen aller Art umfassen: Gesten, Zeichnungen, Handlungen, Signale, Sprache, Texte, Filme, Webseiten, ... Nach Sacher transportieren Medien nicht einfach fertige Informationen, sondern erzeugen diese zu wesentlichen Teilen:

Das Medium ist die Botschaft.

B. Weidenmann³³ bezeichnet Medien als „*Objekte, technische Geräte oder Konfigurationen, mit denen sich Botschaften speichern und kommunizieren lassen*“. G. Tulodziecki³⁴ und seine Mitautoren benennen die „*Form, in der ein Inhalt präsentiert wird, als Medium*“.

Beim Kommunikationsprozess (vgl. Abbildung 1-5), wie das Lehren einer ist, übermittelt ein Sender mit Hilfe von Medien Informationen an den Empfänger³⁵:



Abbildung 1-5: Einbahn vom Sender zum Empfänger – statisches Medium

Im in Abbildung 1-5 dargestellten Kommunikationsprozess wird das „Medium“ in statischer³⁶ Form – unbeeinflussbar vom Empfänger – eingesetzt: Es gibt keine Rückfrage- oder Auswahlmöglichkeit. Beispiele eines solchen Prozesses können Radio- und Fernsehsendungen sein, Kinofilme, Vorlesungen (ohne Fragemöglichkeiten) usf.

Das Medium wird tatsächlich im wörtlichen Sinn als „Mitte“ oder „vermittelndes Element“ verwendet. Im Standardwörterbuch³⁷ für den Lateinunterricht findet man für das lateinische Wort „*medium*“ neben der Bedeutung „Mitte“ noch die Bedeutungen „Öffentlichkeit“, „Gemeinwohl, -gut“ und im Plural können „*media*“ auch „Güter von neutralem Wert“ sein. Und dieser Pluralbegriff gibt ein wesentliches Merkmal eines Mediums im heutigen Sinn sehr gut wieder: Das Medi-

³² Vgl. [SAC2003].

³³ Vgl. [WEI2002a], S. 44.

³⁴ Vgl. [TUL2004], S. 135.

³⁵ Diese Grafik wurde der Skizze auf der Seite <http://winfoline.wirtschaft.uni-kassel.de/ws99/smk/gruppe6/Kapitel1.html> [2. 7. 2005] nachempfunden. Hier wird auf Horst Dichanz verwiesen (Handbuch Medien, Medienforschung - Konzepte, Themen, Ergebnisse Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn, 1998, S.12).

³⁶ Vgl. [WAG2006].

³⁷ Vgl. [STOWASSER 1994], S. 312.

um selbst – ob neu oder nicht neu – ist nicht gut oder schlecht, brauchbar oder nicht brauchbar. Erst durch seine Verwendung kann es einen Wert erhalten – oder nicht. Im Vorwort seines Werkes „Multimediadidaktik“³⁸ beschreibt F. Thissen diesen Sachverhalt treffend mit den Worten:

„Multimedia ist ein weiteres pädagogisches Hilfsmittel, ein hilfreiches Werkzeug, dessen Effizienz nicht in seiner bloßen Anwesenheit besteht, sondern in einer klugen und angemessenen Nutzung begründet ist.“

1.6.2 Neue Medien

Alleine die Beifügung „neu“ zeigt schon die Relativität der Definition des zu fassenden Begriffes. S. Blömeke versteht in ihrem Beitrag zur Wandlung der Lehrerausbildung³⁹ „unter neuen Medien alle computerbasierten Medien in online- und offline-Form“. H. Giessen⁴⁰ etwa definiert neue Medien ganz allgemein als „Kanäle und Produkte, die (1.) digital übermittelt werden, sowie (2.) Interaktivität und (3.) Multimedialität ermöglichen“.

Beide Definitionen umfassen die im Rahmen dieser Arbeit konkret betrachteten neuen Medien: Einerseits sind dies Softwareprodukte allgemeiner Form (Textverarbeitung, Präsentation, Visualisierungsmöglichkeiten, ...) und speziell geometrischer Form (CAD⁴¹-Software, DGS⁴²- und DRGS⁴³-Systeme, Raumvorstellungsübungen, Raums Spiele, ...), andererseits Netzwerke und IT-Basisstruktur (etwa Intranet und [Breitband-]Internet, Beamer, Material auf Speichermedien wie Festplatten, CDs, DVDs und andere).

Dank der technischen Entwicklungen ist bei manchen neuen Medien, etwa Web-Applikationen (z.B. die E-Learning-Plattform⁴⁴ „Moodle“) an die Seite der in Abbildung 1-5 dargestellten Sender-Empfänger-Situation mit der reinen Einbahn vom Sender zum Empfänger auch die aktive Rolle des Empfängers als Sender

³⁸ Vgl. [THISSEN 2003], Vorwort.

³⁹ Vgl. [BLÖ2003a], S. 2f.

⁴⁰ Vgl. [GIE2004], Einleitung.

⁴¹ CAD ... Computer Aided Design.

⁴² DGS ... Dynamische Geometriesoftware.

⁴³ DRGS ... Dynamische Raumgeometriesoftware.

⁴⁴ <http://moodle.com/> [25. 1. 2006].

getreten (vgl. Abbildung 1-6). Hier⁴⁵ kann/muss der Empfänger seinen Teil dazu beitragen, um zusätzliche Informationen zu erhalten, und beispielsweise eine Software, ein Formular oder eine Beispielangabe oder die dazugehörige Lösung aus dem Internet herunterladen. Er kann mit dem Medium „Website“ Kontakt aufnehmen. Beispiele für solche explorative⁴⁶ Medien sind etwa Hypertextanwendungen, Lexika, DVD-Filme mit Auswahlmöglichkeiten uam.

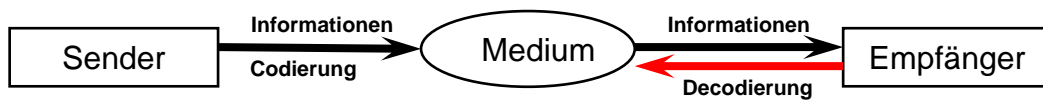


Abbildung 1-6: Empfänger wird selbst Sender – exploratives Medium

Bei dieser Grafikergänzung aus dem Jahr 1999 sind die Möglichkeiten außer Betracht gelassen worden, dass ein Empfänger Feedback auch direkt bis zum Sender übertragen kann, wenn das Medium dementsprechend ausgestattet ist. Das Diagramm kann aus dieser Sicht (vgl. Abbildung 1-6) durch den Verbindungspfeil vom Empfänger zum Sender ergänzt werden, der Empfänger kann aktiv und damit ebenfalls zum Sender werden:



Abbildung 1-7: Empfänger korrespondiert mit Sender – aktives Medium

Damit entspricht dieser Vorgang dem bisherigen traditionellen Lernen. Das Paar (Sender – Empfänger) entspricht dem Paar (Lehrer – Schüler). In vielen Fällen kann etwa mit der/dem Autorin/Autor eines angebotenen Beispiels, einer Aufgabenstellung oder einer Software direkt in Kontakt getreten werden. So können zum Beispiel viel leichter und rascher als früher Daten – etwa Lösungen von gestellten Aufgaben – dem Sender/Autor/Aufgabensteller bearbeitet retourniert werden. Beispiele für aktive⁴⁷ Medien: Online-Spiele, Lernumgebungen ua.

⁴⁵ Die Grafik wurde der Seite <http://winfoline.wirtschaft.uni-kassel.de/ws99/smk/gruppe6/Kapitel1.html> [2. 7. 2005] nachempfunden und ergänzt. Hier wird auf H. Dichanz verwiesen (Handbuch Medien, Medienforschung - Konzepte, Themen, Ergebnisse Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn, 1998, S.12).

⁴⁶ Vgl. [WAG2006].

⁴⁷ Vgl. [WAG2006].

1.6.3 Neue Medien hat es schon „immer“ gegeben

Es ist abzusehen, dass die Informationstechnologien zukünftig eine noch herausragendere Stellung einnehmen werden. Folgt man G. Dörr und P. Strittmatter⁴⁸, so mussten „neue“ Medien zu allen Zeiten ihre eigenen spezifischen Formate erst entwickeln. Die Autoren bringen Vergleiche mit den ersten Telegrafen, den ersten Filmen und dem Bildungsfernsehen. So wird hier angeführt, dass zunächst Experten beim Vortrag gefilmt und durch das damals neue Medium „Film/Fernsehen“ einem größeren Publikum zugänglich gemacht worden sind. Telelearning war einfach das Zugänglichmachen der alten Inhalte mit traditionellen Methoden für einen größeren Abnehmerkreis. Die geeigneten pädagogisch-didaktischen Modelle für dieses damals neue Medium konnten erst allmählich entwickelt werden. Ähnlich ist es jetzt: Erst mit neu konzipierten Modellen und Methoden können spezifische Möglichkeiten des Computers und der immensen Erweiterung der Kommunikationsmöglichkeiten genutzt werden.

Ein Vergleich aus dem Transportwesen sei abschließend gestattet: Das alte Wandbild „Die erste deutsche Eisenbahn“⁴⁹ zeigt sehr deutlich eine Facette der



Abbildung 1-8: Alte Mechanismen in neuen Technologien

⁴⁸ Vgl. [DÖR2002], S. 35f.

⁴⁹ Alte Schulwandtafel aus dem Verlag A. Pichlers Witwe und Sohn, Wien.

Technologieablösung: So wie die neue Technologie „Dampfeisenbahn“ anfangs noch den Beruf des Pferdekutschers (als Bremser) übernommen hat (vgl. Abbildung 1.8, runde Markierungen!), so scheinen beim Einsatz neuer Medien im Unterrichtswesen alte liebgewordene Gewohnheiten mit übernommen zu werden, von denen man erst nach praktischer Erprobung bemerkt, dass sie obsolet geworden sind. Exemplarisch sei dafür aus dem Schulbereich die Unterrichtsform des Frontalunterrichts angeführt, wenn in einem EDV-Raum zum Beispiel reine Recherchen aus dem Internet durchgeführt werden sollen.

S. Blömeke⁵⁰ schreibt darüber in ihrer Übersicht über den Forschungsstand von „Lehren und Lernen mit neuen Medien“ und zitiert dabei E. Corte⁵¹ aus dem Jahre 1994, wonach die hohen Erwartungen, die an den Einsatz neuer Medien im Unterricht gestellt werden, möglicherweise nicht erfüllt werden, weil die Medien unter denselben didaktischen Prinzipien wie personaler Unterricht eingesetzt werden. Durch den hohen Anpassungsdruck der Schulen, wo Innovationen in der Regel in gewohnte Abläufe integriert werden, wird befürchtet, dass Medien nur als „add-on“ Einlass finden.

Unabhängig von der Medienfrage weist S. Blömeke darauf hin⁵², wie schwierig die Veränderung der Verhaltensweisen von Lehrerinnen und Lehrern ist. Für Blömeke gilt es als vordringliche Forschungsaufgabe zuerst generelle Handlungsmuster von LehrerInnen beim Einsatz neuer Medien zu identifizieren. Darauf wird später noch einzugehen sein.

Beispiel: Die ADI-CD-ROM⁵³ wurde von der „Arbeitsgruppe ‚Didaktische Innovation‘ in den Fächern Geometrisches Zeichnen und Darstellender Geometrie“ im Jahre 2000 herausgegeben. Diese CD, die über 1000mal von Österreichs Schulen angefordert wurde, enthält in der Hauptsache ausdrucksfähige Arbeitsblätter

Dateityp	Anzahl
pdf	105
wrl	104
avi	2
doc	2
zip	155
ppt	15

Tabelle 1-1

⁵⁰ Vgl. [BLÖ2003B].

⁵¹ Ebenda, S. 78.

⁵² Ebenda, S. 77.

⁵³ Vgl. [ADI2000].

(*pdf) und Animationen (*.wrl, *.avi). Die Möglichkeiten der Interaktion sind in der Hauptsache in den wrl-Dateien (VRML-Darstellungen) gegeben. Dass annähernd ein quantitativer Gleichklang zwischen ausdrückbarem Material („alte“ Medien) und (bedingt) interaktivem Material in Form von PPT- oder VRML/X3D-Dateien („neue“ Medien) vorliegt, spricht für die Qualität dieser Produktion (vgl. Tabelle 1-1). Ein hypertextbasiertes Inhaltsverzeichnis spannt den Bogen von linear aufgebauter Wissensvermittlung zu einer netzartigen Struktur. Diese ist für das Arbeiten mit neuen Medien typisch und kann im Sinne konstruktivistischer Lernideen frei genutzt werden.

1.6.4 Begriffsbildungen und Klassifizierungsmodelle

In diesem Abschnitt werden zunächst Klassifizierungsmöglichkeiten neuer Medien zusammengefasst und dann die für den Geometrieunterricht im weitesten Sinne relevanten Produkte aus dem Bereich neuer Medien typisiert.

1.6.4.1 Multimedien und Hypermedien

Neue Medien sind *multimedial* und *hypermedial*, das Lernen mit neuen Medien soll aktiv und selbst organisiert sein – kann gleichzeitig auch kooperativ und kollektiv sein. Neben der Vermittlung des durch Medien gestalteten Lehr-Lernprozesses sollen die Medien des Geometrieunterrichtes selbst ebenfalls Gegenstand dieser Betrachtungen sein. Möglichkeiten einer Klassifizierung für die neuen Medien des Geometrieunterrichtes werden vorgestellt.

Multimedien entstehen durch das „Zusammenwirken verschiedener Medientypen (Texte, Bilder, Grafiken, Tonsequenzen, Animationen, Videoclips) in einem System, in dem diese Informationen gespeichert, präsentiert und manipuliert werden können“⁵⁴.

Bei *Hypermedien* werden die Daten, die natürlich auch multimedial vorliegen können, durch Links miteinander verknüpft⁵⁵. So können netzartige im Unter-

⁵⁴ Vgl. [DUD1996], S. 507.

⁵⁵ Die Idee der Verknüpfung soll auf Vannevar Bush, Berater von Präsidenten Roosevelt in den 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts zurückgehen. Der Begriff „Hypertext“ stammt von Ted Nelson, der damit eine offene netzartige Struktur beschreiben wollte. Die Firma Apple soll dieses Prinzip als erste genutzt haben (Karteikartensystem mit Querverweisen). Tim Berners-Lee implementierte diese Technologie in den Aufbau des heutigen Internets. Vgl. dazu etwa die Ausführungen in <http://en.wikipedia.org/wiki/Hyperlink> [26. 2. 2006].

schied zu den früher üblichen linearen Strukturen entstehen. Unmittelbar damit verbunden haben sich eigene Begriffsbildungen entwickelt: „*Lost in Hyperspace*“, „*Hänsel- und Gretel-Effekt*“ und „*Museumseffekt*“ für das Verirren in der netzartigen Struktur, für das Nichterkennen einer Gesamtheit durch die vielen Einzeldrucke und für das Gewöhnen an die vielen Eindrücke und die Schwierigkeit, wichtige von unwichtigen Informationen zu unterscheiden.

Die Kennzeichen *vernetzter Hypermedien* sind:

- Schnelle Verfügbarkeit
- Interaktivität
- Neue Veranschaulichungs- und Präsentationsformen
- Selbststeuerung und Selbstorganisation
- Wiederholbarkeit
- Multicodierung
- Gefahrloses Ausprobieren und Variieren
- Versuch und Irrtum
- Zurückgehen zum Ausgangspunkt

Beispiel: Online-Kurs⁵⁶ zum Technischen Zeichnen.

1.6.4.2 Klassifizierung von Multi- und Hypermedien

Dem Begriff „Multimedia“ wohnt per definitionem bereits die Differenzierungsmöglichkeit nach der Technologie (Buch/Text, Audioprodukt, Video) inne. In der Literatur werden daneben weitere Unterscheidungsmöglichkeiten⁵⁷ etwa von B. Weidenmann und in der Folge von R. Brünken, A. Holstein, H. Kritzenberger u.a. diskutiert. Diese umfassen hauptsächlich Typisierungen nach der Codalität oder Codierung und der Modalität:

- Die Codalität oder Codierung gibt an, mit welchem Zeichensystem die Medien / Informationen dargestellt werden: Sprache, Schrift, Grafik, Bild (Foto), Musik/Sound.
- Die Modalität unterscheidet die Medien nach der Art des menschlichen Aufnahme-/ Sinneskanals: visuell (Sehsinn), auditiv (Gehörsinn), haptisch (Tastsinn), olfaktiv (Geruchsreiz).

⁵⁶ http://mathsrv.ku-eichstaett.de/MGF/homes/vhb/daten/beispiel_lh01_t.html [26. 5. 2006].

⁵⁷ Vgl. [BRÜ2001A], [HOL2001A], S. 27, [WEI2002A], S. 47 oder [KRI2005], S. 62.

So wird zwischen *mono-* und *multicodalen* Medien (sprachlich, numerisch, bildlich, ...) unterschieden: Monocodale Medien stellen reine Texte, reine Bilder, reine Zahlenlisten dar, multicodal sind Angebote, die auf unterschiedlichen Symbolsystemen/Codierungen aufbauen. Dies können Texte mit Bildern oder Grafiken samt Beschriftungen (vgl. geometrische Zeichnungen) sein.

Ebenso werden *mono-* von *multimodale* Medien unterschieden: Monomodale Medien sind rein visuelle Medien (Texte, Bilder) oder nur auditive (etwa Reden/Hörtexte, Musik). Multimodale Angebote bauen auf unterschiedlichen Sinnesmodalitäten auf, sind etwa audiovisuelle Angebote wie Videos oder CBT⁵⁸-Programme mit Ton.

Im Sinne dieser Typologie sind beispielsweise die in der Schule üblichen CAD-Programme im Wesentlichen *monocodal* (Bilder, vgl. etwa Modellierprogramme), *monomedial* (PC + Bildschirm) und *monomodal*, da die Information meist „nur“ eine Zeichnung ist, allerdings *multimodal*, wenn die Zeichnung beschriftet ist.

G. Reinmann⁵⁹ sieht ein Problem mit der exakten Verwendung des Multimedia-begriffes, wenn sie schreibt: *„Besonders ungenau wird in der Literatur mit dem Begriff ‚Multimedia‘ umgegangen. Legt man Weidenmanns ... Differenzierung von Codierung und Modalität zugrunde, um den Medienbegriff präziser zu fassen, sollte man die Bezeichnung ‚multimedial‘ auf die Beschreibung unterschiedlicher Speicher- und Präsentationstechnologien beschränken, die integriert (über den Computer bzw. über eine einzige Benutzerplattform) genutzt werden. ... In der Literatur wird diese eingegrenzte Begriffsverwendung allerdings nicht durchgehalten.“*

1.6.5 Typisierungen nach der Interaktivität

Bereits im Abschnitt über die Mediendefinition wurde eine grobe Einteilung nach dem Aktivitätsgrad vorgenommen, nach Medien, die statisch, explorativ oder aktiv verwendet werden (können). Diese Typologie wird etwa von M. Wagner für den Bereich der Computerspiele⁶⁰ vorgenommen. Dabei gibt er zu bedenken, dass diese Klassen lediglich Ideale darstellen. Kein Medium lässt sich nur in eine einzige dieser Klassen pressen: Ein klassischer Abenteuerroman als Beispiel für ein

⁵⁸ CBT...Computer Based Training.

⁵⁹ Vgl. [REI2005], S. 81.

⁶⁰ Vgl. [WAG2006].

statisches Medium, der normalerweise sinnvoll nur Seite für Seite gelesen wird, kann explorativ gelesen werden. Umgekehrt könnte ein Wörterbuch als Beispiel für ein exploratives Medium statisch verwendet werden, indem man Wort für Wort von vorne nach hinten liest. M. Wagner veranschaulicht seine Typisierung grafisch⁶¹ (vgl. Abbildung 1-9). Damit kann das Verhältnis eines Mediums zu den drei Idealtypen dargestellt werden.

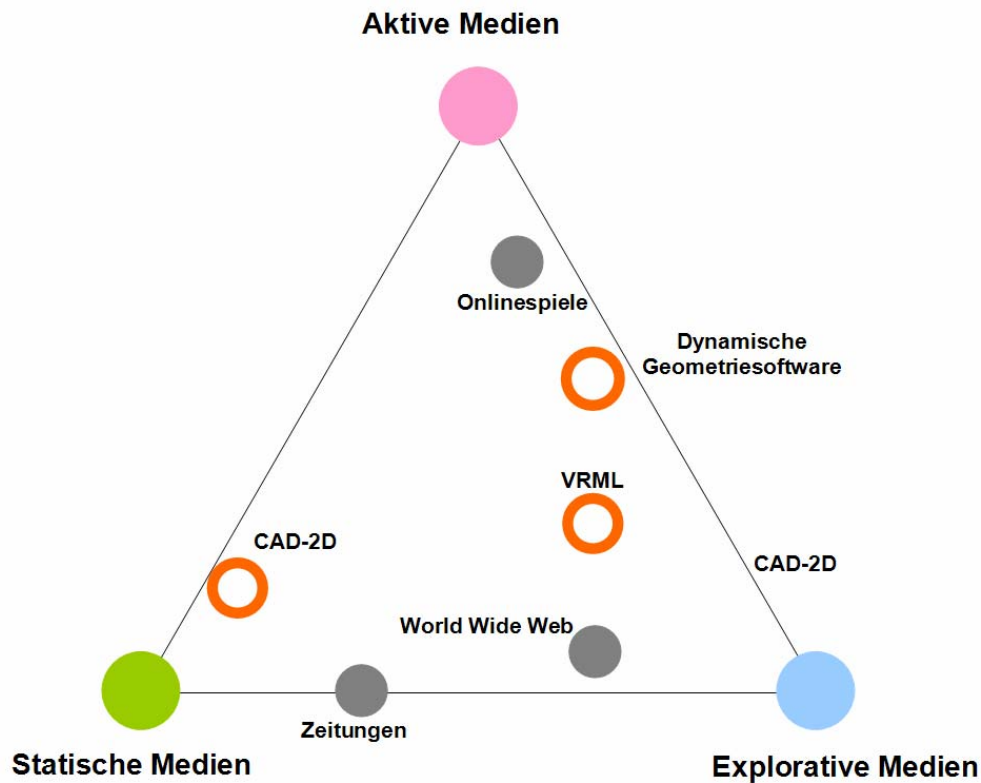


Abbildung 1-9: Typisierung von Medien nach Wagner

Um den Grad der Interaktivität eines Mediums festlegen zu können, hat R. Schulmeister⁶² als Beitrag zur Metadatendiskussion eine sechsstufige Skala entwickelt. Seine *Taxonomie von Multimediateilkomponenten* besteht aus den in der Tabelle 1-2 wiedergegebenen Stufen. Eine Implementierung in den Geometrieunterrichtsbereich wird in der vierten Spalte dieser Tabelle angegeben.

⁶¹ Vgl. [WAG2006].

⁶² Vgl. [SCHU2002].

Nach Schulmeister			Versuch einer Übertragung des Stufenmodells auf Bei- spiele aus dem Geometrieunterricht
Erläuterungen	Beispiel 1 Bilder, Filme	Beispiel 2 Programme	
Stufe 1			
Objekte betrachten und rezipieren, der Inhalt bleibt unverändert.	Bilder betrachten	Automatischen Programmablauf ausführen	Zeichnungen betrachten: Originäres Format oder Export in BMP oder JPG Bsp: Perspektives Bild eines Hauses
Stufe 2			
Multiple Darstellungen betrachten u. rezipieren, für einige Komponenten existieren mehrere Varianten.	Filme betrachten inkl. Abspielen, Anhalten, Rückspulen, Wiederholen etc.	Mehrfache optionale Programmabläufe veranlassen	Animierte Gifs, mehrere vordefinierte Ansichten eines Objektes sind möglich Bsp: Verschiedene Ansichten beim „Vorbeigehen“ (Variation des Augpunktes)
Stufe 3			
Die Repräsentationsformen variieren. Aktiver Einfluss auf die Repräsentation des Objekts ist möglich, wobei das Objekt oder der Film selbst unverändert bleibt. Benutzerhandlungen verändern nur die Repräsentationsform, nicht den Inhalt.	Darstellungsweise in Filmen und deren Ablauf manipulieren (Drehen, Skalieren, zu anderen Stellen im Film verzweigen)	Variation der Darstellung durch Eingriff in ein Programm	VRML/X3D-Darstellung, das Objekt selbst wird nicht verändert, lediglich die Lage zum Beobachter. Bsp: Das Haus kann auch in VRML/X3D betrachtet werden.
Stufe 4			
Den Inhalt der Komponenten modifizieren, Inhalt ist nicht vorgefertigt, sondern wird auf Anforderung erst erzeugt, durch Eingabe von Daten oder Variieren von Parametern (innerhalb eines gesetzten Rahmens) werden andere Darstellungen erzeugt.	Den Inhalt der Filme oder der Visualisierung durch Dateneingabe beeinflussen	Variation durch parameter- oder Datenvariation	Veränderung von Parametern etwa durch Schieberegler (vgl. Darstellung von Grafiken in Tabellenkalkulation) Bsp: Variation von Aughöhe und Distanz in der Perspektive liefert verschieden Ansichten. Die Maße für das Haus (etwa Länge, Breite, Dachform) können ebenfalls variiert werden.
Stufe 5			
Das Objekt bzw. den Inhalt der Repräsentation konstruieren	Filme oder Visualisierungen generieren	Objekte konstruieren und Prozesse generieren	CAD als Werkzeug zum Modellieren, DGS/DRGS zum Konstruieren Bsp: Modellieren des Hauses (ev. Aufbau aus Grundkörpern)
Stufe 6			
Den Gegenstand bzw. Inhalt der Repräsentation konstruieren und durch manipulierende Handlungen intelligente Rückmeldung vom System erhalten	Rückmeldung zu Manipulationen in Visualisierungen erhalten	Prozesse und Programme mit Rückmeldung	Bedingungen für zu erstellendes Objekt werden programmtechnisch automatisch überprüft. Dies ist etwa beim Programm ZUL ⁶³ („Zirkel und Lineal“) möglich: Konstruktion des Bildes eines Hauses als „Aufgabenstellung“ – Feedback bei richtiger Durchführung erfolgt.

Tabelle 1-2

⁶³ Vgl. www.z-u-l.de [2. 6. 2006].

1.6.6 Eine Typisierung im Lichte der Wissensvermittlung

P. Baumgartner und S. Payr schlagen eine Typisierung der Software ausgehend vom zu Grunde gelegten theoretischen Lernmodell vor⁶⁴. A. Holzinger schreibt⁶⁵, dass sich eine Typisierung von Software nach technischen Merkmalen durchgesetzt hat, *„obwohl es speziell für Lernsoftware sinnvoll wäre, eine Kategorisierung nach pädagogisch-psychologischen Gesichtspunkten vorzunehmen.“* Die verschiedenen Produkte können – wenn auch nicht immer eindeutig – den Hauptströmungen der Lerntheorie (vgl. Abschnitt 2) zugeordnet werden. Die vorliegende Typisierung von Software folgt Holzingers Auflistung⁶⁶, ergänzt um Bezüge zu den eingangs erwähnten Vorschlägen von Baumgartner und Payr sowie um Bezüge zum Geometrieunterricht:

- *Präsentations- und Visualisierungssoftware:* Da an sich jede Lernsoftware Inhalte präsentiert, beschränken sich die Merkmale dieses Softwaretyps auf die Ablaufsteuerung im Programm. Holzinger konkretisiert⁶⁷: *„Die didaktische Interaktion, die inhaltliche Transformation der Darstellung zu kognitiven Modellen, findet außerhalb der Software statt. Es bleibt dem Lehrenden überlassen, wie dieser Softwaretypus eingesetzt wird.“* Dieser Softwaretyp dient zur Vermittlung von Faktenwissen und entspricht der Stufe 2 nach der Taxonomie nach R. Schulmeister. Im Geometrieunterricht könnte dieser Softwaretyp etwa eine Präsentation über schrittweisen Ablauf einer Konstruktion oder eine Bilderserie mit besonderen geometrischen Objekten sein.
- *Drill-and-Practice-Programme:* Dabei handelt es sich um reine Übungsprogramme. Sie folgen meist dem behavioristischen Lernparadigma und sind wegen der programmiertechnisch leichten Herstellung bereits relativ lange Zeit verfügbar. Auch dieser Softwaretyp entspricht der Stufe 2 nach Schulmeisters Taxonomie. Aus dem Geometriebereich stellen Rissleseübungen mit Rückmeldungen und ev. didaktischen Hinweisen Paradebeispiele für diesen Typ dar.

⁶⁴ Vgl. [BAU1999], S. 137f.

⁶⁵ Vgl. [HOL2001B], S. 225.

⁶⁶ Vgl. [HOL2001B], S. 225 – 231.

⁶⁷ Vgl. [HOL2001B], S. 226.

- *Tutorielle Systeme:* Diese sollen nach Baumgartner und Payer „in erster Linie kein Faktenwissen, sondern prozedurales Wissen (z. B. Regeln) vermitteln.“⁶⁸ In der Regel bestehen diese Systeme aus einem Tutorial, um ein Themengebiet ohne wesentliche Interaktion schrittweise zu erklären, und einer Interaktion in Form von Wissensabfragen. Tutorielle Systeme passen – nach dem Grad der Interaktion – in die Stufe 3 oder 4 nach Schulmeisters Taxonomie. Im Geometrieunterricht sind in dieser Stufe Lernprogramme zu bestimmten Themenbereichen, etwa Arbeiten mit dem Koordinatensystem⁶⁹, zu nennen. Eine Erweiterung stellen die sogenannten *intelligenten* tutoriellen Systeme dar, diese versuchen nach Holzinger „anhand eines am Anfang erstellten und ständig aktualisierten Benutzerprofils, das Lernprogramm an die Fähigkeiten des Benutzers anzupassen.“ Ziel ist eine spezifische Förderung des/der jeweiligen Lehrenden. Heute kann ein solches System durch eine virtuelle Lernplattform realisiert werden.
- *Simulationsprogramme und Mikrowelten:* Diese versetzen den Benutzer in eine konkrete Anwendungs- und Handlungssituation. Hier ist der Rahmen viel offener, die Simulationen regen stärker zum explorativen, interaktiven und handlungsorientierten Lernen an. Unterschieden wird zwischen Entscheidungssimulationen, Verhaltenssimulationen und Anwendungssimulationen. Diese Medien gehören nach Schulmeisters Taxonomie zur Stufe 5. Nach Wagners Typologie gehören sie zur Klasse der aktiven Medien. Als Beispiel aus dem mathematischen Bereich wird meist die Programmiersprache Logo angeführt. Die bekannten DGS-Programme wie Cabri, Geonet oder ZuL⁷⁰ („Zirkel und Lineal“) sollen als Vertreter dieser Softwaregattung für den Geometriebereich genannt werden. Mit einem Teil dieser Programme (ZuL sei genannt) lassen sich auch geometrische Konstrukte entwickeln, die fähig sind, einem Lernenden Feedback zu geben.
- *Autorensysteme und Programmierwerkzeuge:* Diese bieten strukturelle Möglichkeiten zur Erstellung eigenen Lernumgebungen und Lernhilfen der beschriebenen Art. Der Vorteil des grenzenlosen Freiraums bringt den

⁶⁸ Vgl. [HOL2001B], S. 227.

⁶⁹ Vgl. etwa <http://www.mathe-online.at/tests/zeich/ablesen.html> [1. 9. 2006].

⁷⁰ Vgl. www.z-u-l.de [30. 9. 2006].

Nachteil, dass großes Vorwissen notwendig ist. Mit diesen Werkzeugen können dann Medien der Stufe 6 mit intelligenten Rückmeldungen programmiert werden. Als Beispiel für solche Programmierwerkzeuge sei Open Geometry⁷¹ von G. Glaeser angeführt. Die Mächtigkeit dieses Werkzeugs für Darstellungen kann den Beispielen, die in Abbildung 1-10 zu sehen sind, entnommen werden.

Surfaces



Abbildung 1-10: Open Geometry GL Gallery – Ausschnitt

1.6.7 Eine Typisierung im Lichte des Geometrieunterrichtes

In diesem Abschnitt wird eine praktische Typologie der im Geometrieunterricht einsetzbaren neuen Medien vorgeschlagen. Die Besonderheit beim Geometrieunterricht ist, dass dieser durch die neuen Medien ein völlig neues Werkzeug erhalten hat, die Konstruktionsprogramme! Mit diesen können selbst wiederum Medien/Zeichnungen erzeugt werden, die nach Schulmeisters Taxonomie klassifiziert werden können. Diese Konstruktionsprogramme sind also Mikrowelten und zum Teil Programmierwerkzeuge im Sinne der Klassifizierung im vorigen Abschnitt. Deshalb sollen alle diese Programme in einer eigenen Klasse zusammengefasst und „Konstruktionsmedien“ genannt werden. Untergruppen davon sind die *statischen* und *dynamischen* Programme, je nachdem, ob die Ausgangsparameter nachträglich dynamisch verändert werden können oder nicht. Nach der Dimension des Outputs (2D oder 3D-Projektion oder 3D-Virtuell) und auf die Type der verwendeten Geometrie (euklidisch oder nichteuklidisch) kann durch Zusätze hinge-

⁷¹ <http://www.uni-ak.ac.at/geom/opengeometry.php>, Ergebnisse und Weiterbearbeitungen findet man etwa in der Galerie http://www.uni-ak.ac.at/geom/opengeometry_gallery.php [26. 5. 2006].

wiesen werden. Die Unterscheidung zwischen didaktischer Software – eigens für den Unterricht entwickelt – und professioneller CAD-Software – entwickelt primär für den Einsatz in Industrie und Wirtschaft und durch spezielle Preisangebote im Schulbereich einsetzbar – wird gemacht, falls notwendig.

Neben Konstruktionen werden im praktischen Unterricht weitere Medien eingesetzt: Dies können etwa Präsentationen, Vorlagen, Texte und Arbeitsblätter in Papierform und virtuell sein, bewegte Bilder wie Animationen und Filme sowie Programme des Typs „Drill und Practice“ wie etwa die klassischen Rissleseübungen. Diese Medien transportieren im Wesentlichen Informationen wie Lehr- und Lerninhalte, Konstruktionsanleitungen, Begleitprotokolle usw. Deshalb sollen diese Medien „*Informationsmedien*“ genannt werden. Diese vorgestellte Typisierung nimmt keine Rücksicht auf die Art des verwendeten Speichermediums. Für den geometrischen Inhalt ist es belanglos, ob die Programme und/oder Daten auf einer CD, Festplatte oder „irgendwo im Internet“ gespeichert sind.

Folgende Auflistung soll eine Übersicht über eine mögliche Unterkategorisierung der Informationsmedien geben:

- *Vorlagen und Arbeitsblätter*: Beispielsammlungen, ausdruckbare Arbeitsblätter samt Lösungsblättern, gespeicherte Angaben, auch Aufgaben⁷² für CAD- und DGS-Programme, Links zu geometrischen Themen, dazu zählen auch die WEB-Portale für Geometrie. Kennzeichen: Vorgegebene Angaben sollen bearbeitet werden.
- *Bewegte Bilder – Animationen*: In der Art von Trickfilmen werden geometrische Konstruktionen gezeigt (etwa Beweis des Satzes von Pythagoras). Einfach erzeugbar sind diese Medien durch das Ablaufenlassen von Präsentationen.
- *Bewegte Bilder – Screen-Recordings*: Konstruktionsabläufe werden etwa durch Abfilmen der Bildschirmaktivitäten mit einer eigenen Software (auch mit Vertonung) festgehalten. Beim Ansehen kann die Geschwindigkeit durch „Stopp and Go“ gesteuert werden. Die Ergebnisse sind nach Schulmeisters Taxonomie in Stufe 2 einzuordnen.

⁷² So können zum Beispiel im Programm „Zirkel und Lineal“ von R. Grothman Aufgaben erstellt und gespeichert werden, deren Lösungselemente automatisch überprüft werden. Abschließend erfolgt ein Feedback an den User, vgl. www.z-u-l.de [2. 6. 2006].

- *Bewegte Bilder – Videos:* Das sind Lehrfilme, wie der Ende 2005 produzierte DG-Film⁷³. Dieses Medium fällt nach der Taxonomie nach Schulmeister in die Stufe 1. Es ist nach Wagner ein statisches Medium.
- *Interaktionen und Software – Drill-and-Practice:* Rissleseübungen, Körpererkennungsübungen, interaktive PDF-Dateien (erzeugt z.B. unter Verwendung von Microstation und Adobe Acrobat 7.0).
- *Andere Software – die nicht eigens für den Geometrieunterricht entwickelt worden ist:* Das sind z.B. Geometrieapplikationen eines Officeprogrammes mit dem positiven Nebeneffekt, Geometrie auch dann betreiben zu können, wenn kein Spezialprogramm vorhanden ist.

Tabelle 1-3 zeigt die Einordnung von in Österreich verwendeten neuen Medien im Geometrieunterricht unter die vorgenommene Typisierung:

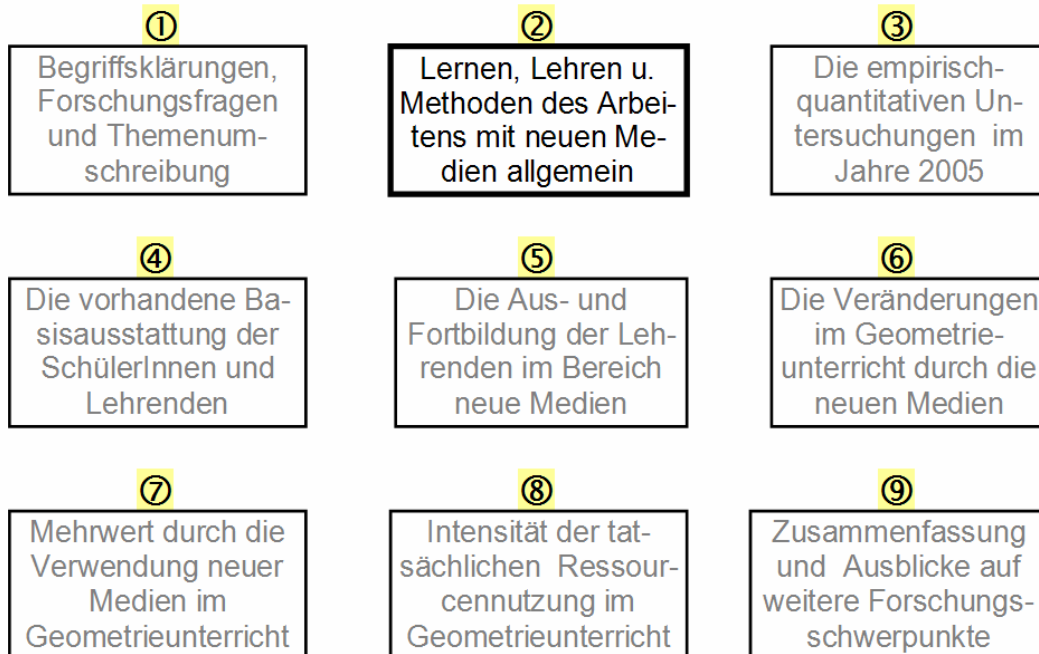
Konstruktionsmedien		
	Statisch	Dynamisch
2D	CAD-2D, WinDOS-CAD	Cabri, ZuL, Geone(x)t, Geogebra
3D-Projektion	Didaktisch: CAD-3D, GAM Professionell: MicroStation	Cabri-3D, Archimedes Geo-3D Professionell: MicroStation
3D-Virtuell	Hologramme	Construct-3D
3D-Reell	Industriemaschinensteuerung	Industriemaschinensteuerung
Informationsmedien		
Vorlagen und Arbeitsblätter	ADI-CD-Rom, diverse Internetquellen	
Bewegte Bilder	Animationen, Videos, Screen-Recordings	
Interaktionen	Rissleseübungen, Körpererkennungsübungen	
Officeprogramme	Textverarbeitung, Tabellenkalkulation	

Tabelle 1-3

⁷³ „RAUMGEOMETRIE UND COMPUTER-AIDED DESIGN“, Regie: Walter Olensky, 2005, AMEDIA GenbR, Sturzgasse 1A, 1141 Wien.

2 Wissen und Lernen mit neuen Medien

Übersicht und Leitfaden durch die Arbeit



In diesem Abschnitt sollen für das Thema wichtige Bezugspunkte zu Wissenserwerb und Lernen im Allgemeinen und zum Lernen mit neuen Medien im Geometrieunterricht im Besonderen zusammengefasst werden. Dabei wird bewusst zwischen dem individuellen Lernen und dem Lernen in Gemeinschaft unterschieden. Denn aus beiden Betrachtungsweisen können wichtige Erkenntnisse für das Lernen mit neuen Medien gezogen werden. Danach wird der Frage nachgegangen, wieweit diese Erkenntnisse nutzbringend auf den Geometrieunterricht angewendet werden können.

2.1 Wissen und Kompetenzen

2.1.1 Wissen – unterschiedliche Kategorien

Der Begriff *Wissen* wurde vielfach definiert: Der Bogen spannt sich von philosophischen und psychologischen Ansätzen („*Wissen ist dauerhafter Inhalt des Langzeitgedächtnisses*“⁷⁴) über das wissenschaftliche Wissen („*Wissen ist die Menge der in einer wissenschaftlichen Sozietät (,scientific community’) akzeptierten Behauptungen*“⁷⁵) bis hin zu Definitionen im Bereich der Informatik („*Wissen ist der Inhalt einer ,Wissensbasis’ eines Informationssystems.*“⁷⁶). Um das Verhältnis von *Information* und *Wissen* zu dokumentieren, sei auf Abbildung 2-1 verwiesen: Während sich *Information* auf das Aufnehmen, Sammeln und Organisieren von Daten bezieht, kann *Wissen* daraus durch Konstruktion, Verbindung entstehen. Der in Abbildung 2-1 dargestellte Unterschied ist schon bei der geometrischen Aufgabe „Modellierung eines realen Objektes“ deutlich. An einem

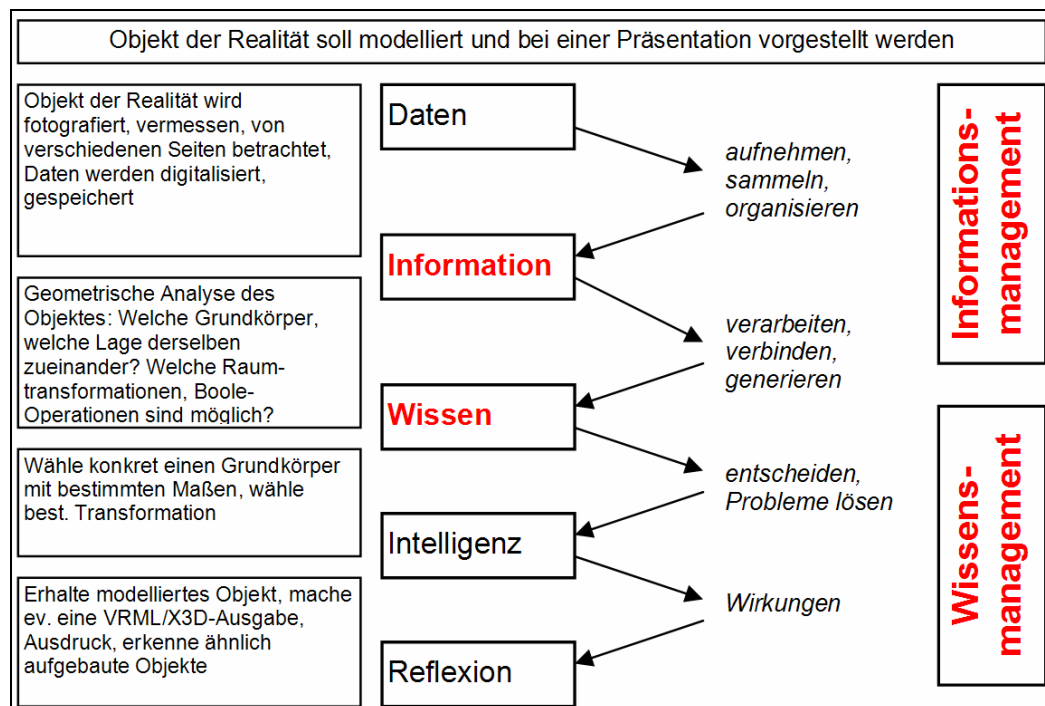


Abbildung 2-1: Wissen und Information⁷⁷

⁷⁴ Vgl. [HOL2001B], S. 54.

⁷⁵ Vgl. [HOL2001B], S. 55.

⁷⁶ Vgl. [HOL2001B], S. 55.

⁷⁷ Entworfen nach [HOL2001B], S. 54 und ergänzt um die geometrischen Inhalte der 1. Spalte.

konkretem Beispiel soll der Unterschied, aber auch der Übergang von *Information* auf der einen Seite zum *Wissen* auf der anderen Seite, verdeutlicht werden.

Beispiel: Modellierung des realen Objektes „Stehtisch im Weinkeller“

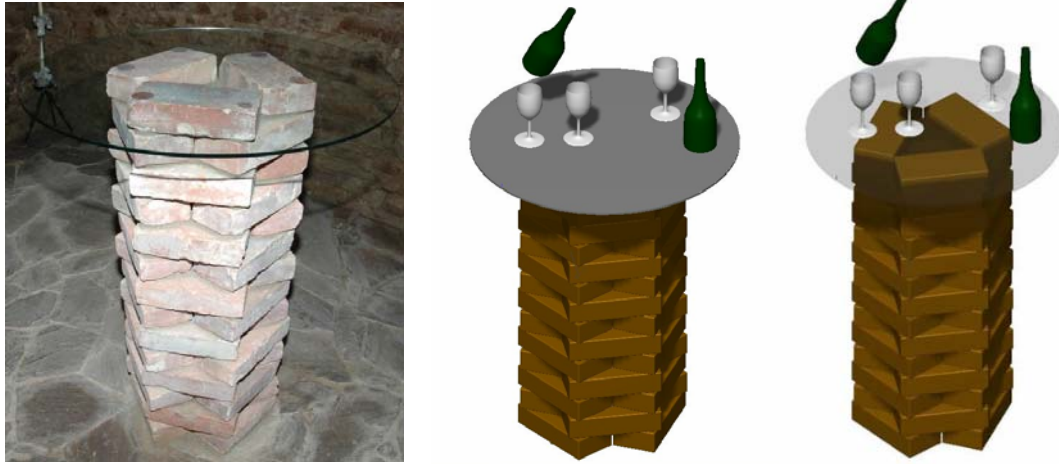


Abbildung 2-2: Modellierung – von der Aufnahme zum digitalen Modell

Die in Abbildung 2-1 dargestellten Schritte von der Datenerfassung bis zur Reflexion sind beim vorliegenden Beispiel deutlich erkennbar:

Datenerfassung: Analyse des realen Objektes, Erkennen der Grundkörper und innewohnenden Raumtransformationen, allenfalls durchgeführter Boolescher Operationen.

Informationsdarstellung: Größe der maß- und formbestimmenden Parameter der Grundkörper

Wissensanwendung und Intelligenzphase: Diese besteht in der Handhabung des CAD-Programmes, dem Einbringen der erhobenen Daten, dem Nachgehen der Frage, welche Raumtransformationen aus dem vorhandenen Repertoire verwendet werden können und dem Abwägen der Vor- und Nachteile der einen oder anderen Möglichkeit. Welche bestimmenden Angaben legen die ausgewählten Raumtransformationen fest? Alle diese Schritte werden in Abbildung 2-3 praktisch beim Konstruieren mit dem professionellen CAD-Programm Microstation deutlich:

1. Erzeugung eines Quaders, 2. durch Schiebung (in Kantenrichtung des Quaders) und anschließende Drehung wird die Basisschicht erhalten, 3. Schiebung (in z-Richtung) und Drehung um die z-Achse liefert die zweite Schicht aus der ersten, 4. wiederholte Schiebungen der ersten beiden Schichten erzeugen den gesamten

Standfuß⁷⁸, ein Drehzylinder mit geringer Höhe liefert die Tischebene, 5. Ren-derung bringt Farbe in die Zeichnung, 6. Endausfertigung mit undurchsichtiger oder transparenter (vgl. auch Abbildung 2-2) Glasscheibe und Weingläsern.

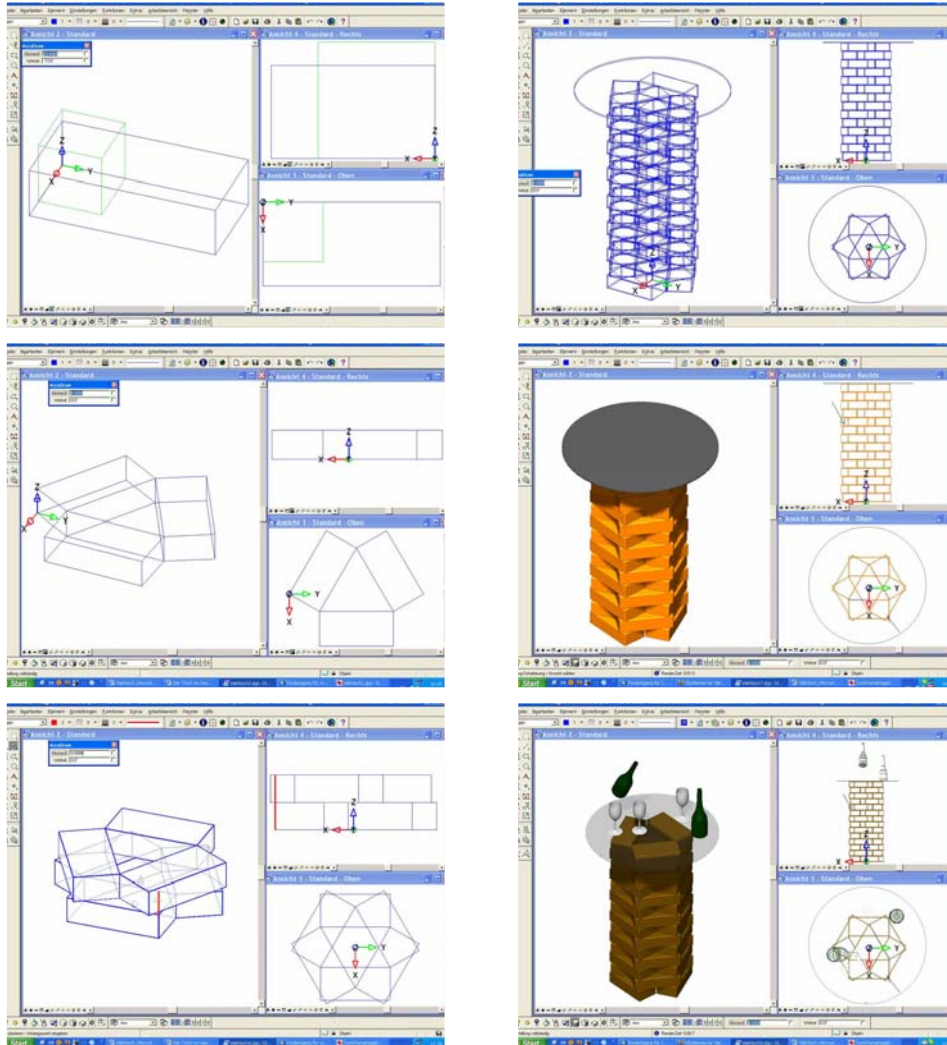


Abbildung 2-3: Modellierung – praktische Durchführung

Reflexionsphase: Hier wird eine geeignete Darstellung und Präsentation des Objektes bedacht. Gedanken über eine Speicherung des Objektes bzw. eine Archivierung sowie die Dokumentation der Konstruktionsschritte sind ein wichtiger Teil dieser Phase. In dieser sollte auch eine Diskussion über die vorgenommenen Vereinfachungen gegenüber dem realen Objekt im Zuge der Darstellung stattfinden.

⁷⁸ Eine Schraubung könnte in diesem Beispiel schneller zum Ziel führen, die Wahl der Abbildungen hängt mit dem oben erwähnten Abwägen der Vor- und Nachteile der einen oder anderen Möglichkeit zusammen.

Das Auffinden weiterer Objekte in der Umwelt, die auf ähnliche Weise aufgebaut sind, könnte einen Abschluss dieses Beispiels bilden und zu weiterführenden Aufgaben überleiten. (vgl. Abbildung 2-4: Papierkorb).

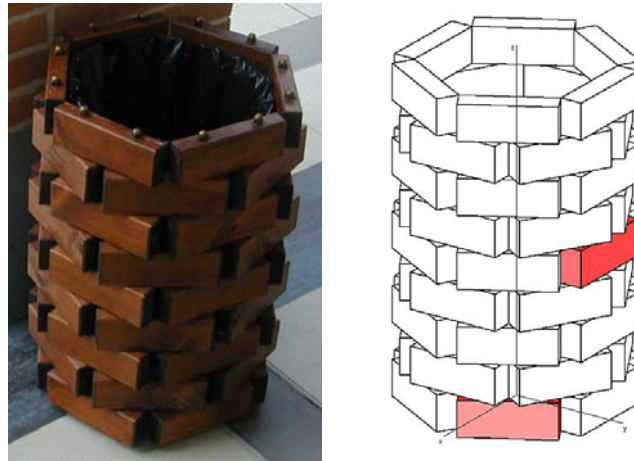


Abbildung 2-4: Modellierung – ein Analogbeispiel

Im Zuge dieser Reflexionsphase, die etwa im Rahmen einer Diskussion durchgeführt werden kann, „passiert“ ein wesentlicher Teil des Lernens an dieser Aufgabe. Dies wird in der Aussage von H. Kritzenberger gut zum Ausdruck gebracht: *„Lernen wird als ein ... sich ständig im Aufbau befindlicher Prozess betrachtet. Damit steht nicht nur das Ergebnis des Lernens, sondern der Lernprozess innerhalb der Gruppe im Mittelpunkt der Betrachtung.“*⁷⁹

Das Verhältnis von Wissen und Daten fasst F. Thissen zusammen, wenn er schreibt: *„Wissen ist also kein Objekt, das erworben werden kann, es ist kein Stoff, den man abspeichert, sondern es ist ein permanentes Konstruieren einer kognitiven Landkarte (cognitive map) über die Welt und die Dinge durch ein Individuum. Es gibt also kein Wissen in der Welt, z.B. in Büchern oder dem Internet – dort gibt es nur Daten. Wissen ist immer nur in den Köpfen der Menschen, ist flüchtig, ist vernetzt.“*⁸⁰

Ausgangspunkt für die Überlegungen im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist die Beschreibung von Wissen und Lernen, wie sie etwa von Baumgartner und Payr zusammengefasst wurde⁸¹:

Lernen hat als aktiver Prozess das Ziel, zu Wissen zu führen.

⁷⁹ Vgl. [KRI2005], S.144.

⁸⁰ Vgl. [THI2003B], S. 267.

⁸¹ Vgl. [BAU1999], S. 19 – 22.

Die Struktur des Wissens lässt Rückschlüsse auf den Aufbau und die Organisation von Lernprozessen zu. Dabei geht es nicht um konkrete Lerninhalte, sondern um Wissensstrukturen. Die in der angegebenen Literatur getroffene Unterscheidung zwischen deklarativem Wissen und prozeduralem Wissen scheint auch für das Lernen mit neuen Medien entscheidend. Darauf soll näher eingegangen werden:

2.1.1.1 Deklaratives Wissen

Darunter wird statisches Wissen, Faktenwissen verstanden, wie es etwa mit Hilfe behavioristischer Methoden (vgl. Abschnitt über Lerntheorien) eingelernt werden kann. Dieses Wissen, auch „träges Wissen“⁸² genannt, ist jenes, das in einer Situation gelernt wurde, in einer echten Anwendungssituation jedoch nicht genutzt werden kann. Dieses Wissen wird auch als „*Wissen, DASS...*“ umschrieben.

Vom kognitiven Ansatz her kann dieses deklarative Wissen durch zwei Arten repräsentiert werden: sprachlich oder bildlich, d.h. durch eine sprachlich-textliche Äußerung (Definition, Merksatz, ...) oder durch eine bildhafte Darstellung (Landkarte, Grafik). Empirisch konnte laut Baumgartner und Payr nicht⁸³ entschieden werden, ob sprachliche oder bildhafte Komponenten bei Lernstrategien im Sinne eines größeren Erfolges zu bevorzugen sind. Und auch nicht, ob beide Formen der Wissensrepräsentation gleichwertig im Sinne einer gegenseitigen Überführbarkeit sind. Die Kognitionspsychologie stellt sich nach Baumgartner und Payr „*heute diese Art von Wissen als eine Struktur von Knoten vor, die durch Verbindungen in bestimmten Relationen zueinander stehen.*“⁸⁴ G. Reinmann⁸⁵ setzt neben diese kognitive Dimension des Lernens die *motivationale, emotionale* und *soziale* Dimension des Lernens.

Beispiele für deklarative Wissensbausteine aus dem Geometrieunterricht:

Parabel – Definition: verbale Formulierung oder Skizze (Leitgerade und Brennpunkt)

Gemeinlot – Definition: verbal „kürzester Abstand zweier windschiefer Geraden“ (Zahl oder Strecke) oder Skizze (2 Geraden samt Gemeinlotstrecke)

⁸² Vgl. [MAN2003], S. 75 – 94.

⁸³ Vgl. [BAU1999], S. 21.

⁸⁴ Vgl. [BAU1999], S. 21.

⁸⁵ Vgl. [REI2005], S. 39f.

2.1.1.2 Prozedurales Wissen

Einleitend seien wiederum Baumgartner und Payr zitiert. Danach darf Lernen *„sich nicht auf den Erwerb von Faktenwissen beschränken.“*⁸⁶ Erst im Zusammenhang mit dem prozeduralen Wissen kann es einen Wert erlangen. Prozedurales Wissen ist jenes Wissen, *„wie mit einer bestimmten Prozedur, einem Verarbeitungsprozess ein erwünschtes Ergebnis erreicht werden kann.“* Dies wird bei Tulodziecki / Herzig / Blömeke bekräftigt, wenn sie schreiben: *„Lernen kann als eine besondere Form des Handelns verstanden werden.“*⁸⁷

Als Merkmale für prozedurales Wissen⁸⁸ gelten nach Baumgartner und Payr:

- Zielgerichtetheit
- Zerlegung des Gesamtzieles in Teilziele
- Wahl und Beschreibung der für die Umsetzung der Teilziele notwendigen Operationen/Handlungen

Dieses prozedurale Wissen kann direkt auf eine Serie von deklarativen Wissensbausteinen aufbauen. Es geht um das *„Wissen, WIE ...“*. Das prozedurale Wissen ist allein durch diesen Wissensanteil um die Reihenfolge der auszuführenden Anweisungen des Einsatzes deklarativer Wissensbausteine schon mehr als die Summe der Einzelteile. Erst mit diesem prozeduralen Wissen ist lernendes Handeln möglich.

Beispiel „Nierensteinzertrümmerer“.

Das Prinzip des Nierensteinzertrümmerers⁸⁹ ist die Antwort auf die Frage *„Wie kann man ohne Medikamente das Innere eines menschlichen Körpers beeinflussen ohne die Oberfläche zu verletzen?“* Das deklarative Wissen um die Brennpunkteigenschaft einer Ellipse wird vorausgesetzt. Dieses ist Voraussetzung, um die Funktionsweise des Lithotripters zu verstehen.

⁸⁶ Vgl. [BAU1999] S. 23.

⁸⁷ Vgl. [TUL2004], S. 80.

⁸⁸ Vgl. [BAU1999] S. 22.

⁸⁹ Auch Lithotripter, über die Anwendung der Ellipseigenschaften vgl. etwa <http://members.aol.com/geometrie11/koorgeom/lithotr1.htm> [10. 8. 2006].

2.1.1.3 Zusammenspiel von deklarativem und prozeduralem Wissen

Um prozedurales Wissen überhaupt einsetzen zu können, ist eine Basis von deklarativem Wissen notwendig. Diese Grundtatsache gilt besonders bei jeder Art naturwissenschaftlichen Wissens, Lernens und Unterrichts. Dies betonen auch Baumgartner und Payr: *„Prozedurales Wissen ist nicht voraussetzungslos einzusetzen, sondern braucht eine statische, oft sogar ziemlich solide und massive Grundlage, von der weg es arbeiten kann. Wird die Notwendigkeit von Faktenwissen – quasi als Überreaktion gegen den Behaviorismus – völlig ignoriert, kann prozedurales Wissen nicht ‚greifen‘, das heißt eingesetzt werden. Ohne eine minimale statische Grundlage ist das Erlernen von Prozeduren sinnlos.“*

Abschließend soll ein Beispiel aus dem traditionellen Geometrieunterricht dieses Zusammenwirken von deklarativem und prozeduralem Wissen verdeutlichen:

Beispiel „Ebener Schnitt eines Drehkegels nach einer Parabel“:

Die „Knoten“, die das deklarative Wissen ausmachen, sind folgende Inhalte:

Knoten 1: Entscheidbarkeitskriterium, um welchen Kegelschnitt es sich handelt.

Knoten 2: Konstruktionsmöglichkeit im Fall eines Parabelschnittes: Ermittlung zweier Linienelemente.

Knoten 3: Wie ermittle ich mit Hilfe zweier Linienelemente Achse, Brennpunkt und Leitgerade einer Parabel, um weitere Punkte konstruieren zu können.

Knoten 4: Konstruktion weiterer Punkte einer Parabel aus Achse, Brennpunkt und Leitgerade.

Knoten 5: Erkennen von Sichtbarkeiten/Umrisspunktkonstruktionen.

Das prozedurale Wissen leitet von Knoten zu Knoten. Aber ohne dieses Einzelwissen war/ist ein solches Beispiel von SchülerInnen nicht lösbar.

Der Schnitt zwischen Ebene und Kegel ist mit Hilfe geeigneter Software ohne einen einzigen dieser deklarativ belegten Knoten lösbar. Das einzige benötigte Wissen ist, wie ein Kegel und eine Ebene vom Menü her aufgerufen werden und welcher Menübefehl der Prozedur „Schnitt“ im entsprechenden Programm entspricht.

2.1.1.4 Wissensgesellschaft

Wissen ist einem massiven und dynamischen Wandel unterworfen. Dies konkretisiert A. Holzinger: *„Wissen und Information wachsen exponentiell. Dabei sind wir erst am Anfang einer so genannten ‚Wissensgesellschaft‘: Immer schneller wird handlungsrelevantes Wissen notwendig, um spezifische Probleme zu lösen. Computer haben dabei einen wesentlichen Anteil.“*⁹⁰ Ähnlich äußern sich W. Jank und H. Meyer: *„Wir leben heute in einer Zeit, in der sich das Wissen explosionsartig vermehrt. ... Bevor das Lehren beginnt, müssen immer schon umfangreiche Auswahl- und Strukturierungsentscheidungen getroffen worden sein.“*⁹¹

Komplexizität und Vernetzungsgrad der Wissensinhalte werden größer. Deshalb⁹² sollen Aus- und Weiterbildung das Verstehen grundlegender Prinzipien eines Faches fördern und so mehr in die Tiefe als in die Breite in Form von vielen deklarativen Wissensbausteinen gehen.

Die aktuellen Lehrpläne für den Geometrieunterricht⁹³ nehmen auf diese veränderte Situation bereits Rücksicht und sind dieser Forderung nach Reduktion deklarativer Wissensbausteine gefolgt: Zum einen Teil sind sie obsolet geworden, wie dies die vorliegenden Untersuchungsergebnisse zur Itemgruppe 70 (vgl. Anhang „Fragebogen ‚Neue Medien‘“ und Abschnitt 6) zeigen. Zum anderen Teil sind sie durch neue Begriffe und Wissensbausteine ersetzt worden.

Vergleicht man die beiden einander, beginnend mit dem Schuljahr 2006/07, ablösenden Lehrpläne für Darstellende Geometrie im AHS-Bereich (vgl. Anhang „Lehrpläne“), so fallen im „alten“ Lehrplan⁹⁴ von 1989/90 in der 7. und 8. Klasse zusammen mehr als 60 konkret angeführte deklarative Wissensbausteine auf. Im „neuen“ Lehrplan sind dies weniger als 45 derartige Bausteine⁹⁵, wobei darin bereits 10 Begriffe enthalten sind, die mit dem Einsatz neuer Medien zu tun haben und die im „alten“ Lehrplan gar nicht aufscheinen.

⁹⁰ Vgl. [HOL2001B], S. 53.

⁹¹ Vgl. [JAN2003], S. 18.

⁹² Vgl. [MAN2003].

⁹³ Vgl. Anhang „Lehrpläne“.

⁹⁴ http://www.bmbwk.gv.at/schulen/unterricht/lp/abs/ahs_lehrplaene_oberstufe.xml [11. 5. 2006].

⁹⁵ Vgl. Fußnoten im Anhang „Lehrpläne“.

In dieser Verringerung spiegelt sich auch die errechnete Wissenshalbwertszeit (für Faktenwissen), die bereits 1982 nur noch 5 Jahre in ingenieurwissenschaftlichen Berufen betragen haben soll, wider⁹⁶.

In diesem Zusammenhang soll kurz auf den Begriff „Wissensgesellschaft“ eingegangen werden. Dieser dient⁹⁷ zur *„Umschreibung für den weltweiten Prozess, in dem der Rohstoff Information, seine Erzeugung, Speicherung und Verarbeitung, die Gewinnung und der verantwortungsvolle Umgang mit Wissen eine strategische volkswirtschaftliche und gesellschaftliche Größe geworden sind.“*

Als ein Beispiel für eine konkrete Definition sei jene aus dem Wikipedia-Internetlexikon⁹⁸ zitiert: *„Der Begriff ‚Wissensgesellschaft‘ bezeichnet eine Gesellschaftsform in hochentwickelten Ländern, in der individuelles und kollektives Wissen und seine Organisation vermehrt zur Grundlage des sozialen und ökonomischen Zusammenlebens wird. Grundsätzlich jedoch baut jedes gesellschaftliche System auf Wissen auf.“*⁹⁹

Basis der Wissensgesellschaft bilden die Gedanken des lebenslangen Lernens und die Integration konstruktivistischen Gedankenguts, Selbststeuerung und Kooperation. Die Wissensgesellschaft rückt – im Gegensatz zur Informationsgesellschaft – den Menschen, seine Kompetenzen, Einstellungen und Werte in den Vordergrund.

Mit der Reaktion auf die Veränderungen in unserer Gesellschaft, speziell auf die steigende Informations- und Wissensflut, hat sich nach H. Kritzenberger *„die Vision einer lebenslangen berufsbegleitenden Aus- und Weiterbildung durchgesetzt.“*¹⁰⁰ Gleichbedeutend damit müssen Kompetenzen formuliert und muss deren Erwerb gefördert werden.

⁹⁶ Vgl. [BAU1999], Seite 45. Vergleiche hierzu etwa die Ausführungen auf die <http://www.wifwien.at/ACCISUPLOAD/Bibernet/Best.pdf> [2. 1. 2006].

⁹⁷ Vgl. [MAN2003].

⁹⁸ www.wikipedia.org [5. 9. 2006].

⁹⁹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Wissensgesellschaft> [5. 9. 2006].

¹⁰⁰ Vgl. [KRI2005], S. 130.

2.1.2 Kompetenzen und Standards

2.1.2.1 Bedeutungsmöglichkeiten von „Kompetenz“

Der Begriff „Kompetenz“ wird sehr unterschiedlich definiert. So kann unter Kompetenz¹⁰¹ *„ein Konstrukt oder Konzept verstanden werden ..., das allen Handlungen strukturell zugrunde liegt“* (nach J. Piaget, konstruktivistische Theorie) oder *„die gelernte Fähigkeit zum eigenverantwortlichen Handeln“* (nach H. Roth, Interaktionstheorie) oder *„die Zuständigkeit für bestimmte Aufgaben“* (nach Parsons, Rollentheorie) sein. In der Projektgruppe des BMBWK zur Entwicklung von Bildungsstandards¹⁰² werden unter Kompetenzen *„kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die von Lernenden entwickelt werden können und sie befähigen, bestimmte Tätigkeiten in variablen Situationen auszuüben“*.

Kompetenzen sind notwendig, um die flexible Wissensnutzung, den Umgang mit neuen Technologien, Information und Wissen, Kommunikation und Kooperation sowie demokratisches Denken und Handeln zu ermöglichen. F. Kron weist darauf hin, neben den traditionellen Kulturtechniken auch Medienkompetenz¹⁰³ und fächerübergreifende Kompetenzen zu entwickeln.

Eine im Jahr 2001 unter dem Arbeitsprogramm „Allgemeine und berufliche Bildung 2010“ eingerichtete Arbeitsgruppe der Europäischen Kommission gab 2005 einen *Vorschlag für eine Empfehlung des Europäischen Parlaments und des Rates zu Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen*¹⁰⁴ ab. In einer Fußnote heißt es dabei: *„Die Arbeitsgruppe bevorzugte den Begriff ‚Kompetenz‘, der sich auf eine Kombination aus Kenntnissen, Fähigkeiten und Einstellungen bezieht, und den Begriff ‚Schlüsselkompetenzen‘, um die von allen benötigten Kompetenzen zu definieren. Der Begriff schließt also die Grundfertigkeiten ein, geht jedoch über sie hinaus.“*

Genauer wird ausgeführt: *„In Übereinstimmung mit internationalen Studien wird ‚Kompetenz‘ hier als eine Kombination aus Kenntnissen, Fähigkeiten und Einstellungen definiert, die einer bestimmten Situation angemessen sind. ‚Schlüsselkom-*

¹⁰¹ Die kursiv geschriebenen Textteile sind nach [KRO2004], S. 237f zitiert.

¹⁰² Vgl. [BMB2004], S. 20.

¹⁰³ Vgl. [KRO2004], S. 242f.

¹⁰⁴ Vgl. http://eu2006.bmbwk.gv.at/downloads/bildung_schluesselkomp.pdf [5. 9. 2006].

petenzen' bezeichnen Kompetenzen, die persönliche Entfaltung, soziale Integration, aktive Bürgerschaft und Beschäftigung fördern. “

Die Arbeitsgruppe formulierte einen Referenzrahmen mit acht Schlüsselkompetenzen:

1. Muttersprachliche Kompetenz
2. Fremdsprachliche Kompetenz
3. Mathematische Kompetenz und grundlegende naturwissenschaftlich-technische Kompetenz
4. Computerkompetenz
5. Lernkompetenz
6. Interpersonelle, interkulturelle und soziale Kompetenz und Bürgerkompetenz
7. Unternehmerische Kompetenz
8. Kulturelle Kompetenz.

Die Kompetenzen, die die einzelnen Fachgegenstände zur Entwicklung des Menschen beitragen, können aus diesem Kompetenzmodell abgeleitet werden.

Um das Erreichen von Kompetenzen – auch international – überprüfen zu können, wurden im Laufe der letzten Jahre große Anstrengungen unternommen. Dazu wurden *Standards* definiert, deren Überprüfung im praktischen Schulwesen die Umsetzung des Kompetenzmodells gewährleisten soll.

2.1.2.2 Standards und Handlungsbereiche

Standards setzen „*Maßstäbe, an denen man sich orientieren und messen kann.*“¹⁰⁵

Sie stellen ähnlich wie die Lehrpläne eine normative Erwartung dar. Durch die exemplarische Verdeutlichung¹⁰⁶ (etwa durch Musterbeispiele) und den engen Bezug zu festgelegten Kompetenzen sind Standards mehr als die Beschreibungen in den Lehrplänen systematisiert.

Nimmt man den Geometrieunterricht *nur* als Teilbereich des Mathematikunterrichtes – wie es bei den Fachgegenständen GZ und DG im österreichischen Schul-

¹⁰⁵ Vgl. [BMB2004], S. 13.

¹⁰⁶ Ebenda, S. 14f.

system nicht der Fall sein kann¹⁰⁷ – dann ist es sinnvoll, die von Arbeitsgruppen meist *reiner*¹⁰⁸ MathematiklehrerInnen getroffene Strukturierung innerhalb von Standards zu betrachten:

Da eine eigene „offizielle“ Kompetenz- und Standardauflistung für den Geometrieunterricht im Sinne dieser Arbeit (noch) aussteht, soll zunächst exemplarisch auf jene für den Mathematikunterricht Bezug genommen werden. Die in den letzten Jahren von Arbeitsgruppen¹⁰⁹ des BMBWK erarbeiteten und publizierten Bildungsstandards für Mathematik am Ende der 8. Schulstufe unterscheiden zwischen drei „Dimensionen“ der Kompetenzen und Standards:

Dimension A: *Handlungsdimension* – auf welche Art von Tätigkeiten beziehen sich die Kompetenzen und Standards, was wird getan?

- A1: Darstellen, Modellbilden
- A2: Operieren, Rechnen
- A3: Interpretieren und Dokumentieren
- A4: Argumentieren und Begründen

Dimension B: *Inhaltliche Dimension* – auf welche Inhalte beziehen sich die Kompetenzen und Standards, womit wird etwas getan?

- B1: Arbeiten mit Zahlen und Maßen
- B2: Arbeiten mit Variablen und funktionalen Abhängigkeiten
- B3: Arbeiten mit Figuren und Körpern
- B4: Arbeiten mit statistischen Kenngrößen und Darstellungen

Dimension C: *Überfachliche Kompetenzen*

- C1: Autonomes Lernen
- C2: Arbeitstechniken, Methodenkompetenzen
- C3: Kooperatives Handeln
- C4: Kritisches Denken und Reflektieren

¹⁰⁷ Vgl. etwa die im Anhang „Lehrpläne“ enthaltenen Bildung- und Lehraufgaben.

¹⁰⁸ Gemeint sind jene MathematiklehrerInnen, die nicht die Fächer Geometrisches Zeichnen oder Darstellende Geometrie unterrichten.

¹⁰⁹ Vgl. [BMB2004].

In den USA beispielsweise unterscheidet das NCTM¹¹⁰, das *National Council of Teachers of Mathematics*, nur zwischen *Inhalts-* und *Prozessstandards*. In den im Jahre 2000 erschienenen „Principles and Standards for School Mathematics“¹¹¹ werden neben fünf Inhaltstandards des Mathematikunterrichtes fünf Prozessstandards aufgelistet (vgl. Tabelle 2-1):

Inhaltstandards	Prozessstandards
Zahlen	Problemlösen
Algebra	Begründen und beweisen
Geometrie	Kommunikation
Größen und Messen	Bezüge inner- und außerhalb der Mathematik
Datenanalyse	Darstellen und Repräsentieren

Tabelle 2-1

Darauf bauend können nach D. Klautdt und B. Wursthorn *Handlungsbereiche*¹¹² definiert werden. Diese werden ergänzend für den Einsatz neuer Medien im Geometrieunterricht expliziert:

Experimentieren und Problemlösen

Geometrie: DGM-Software, Modellierprogramme, Applets

Dokumentieren

Geometrie: Beherrschung von Textverarbeitung und von Präsentationstechniken, Recherchieren und Publizieren im Internet, Aufbereitung von Arbeiten in Netzwerken und im Internet

Visualisieren

Geometrie: Dynamische Veränderung (etwa von projektionsbestimmenden Parametern), Präsentationssoftware, Skizzieren auch in der Textverarbeitung, Modellierungssoftware mit allen dazu denkbaren technischen Ressourcen (VRML/X3D, Java3D, ...)

(Sich) Informieren und Präsentieren

Geometrie: WWW, Präsentationen, PDF, Druck

¹¹⁰ Vgl. <http://www.nctm.org/> [3. 2. 2006].

¹¹¹ Vgl. [NCT2000], S. 6.

¹¹² Vgl. [KLA2005], hier sind allerdings die Handlungsbereiche für die Didaktik der LehrerInnen-ausbildung definiert.

Kommunizieren und Interagieren

Geometrie: WWW, LAN, Chat, dynamische Aufgabenstellungen – allenfalls mit interaktiven Eingriffsmöglichkeiten

Didaktisieren

Geometrie: Fähigkeit der Lernenden, die neuen Medien nicht nur für sich zu nutzen und anzuwenden, sondern sie unter didaktischen Gesichtspunkten in verschiedenen Situationen weiterzugeben.

Begründen und Beweisen

Geometrie: Fähigkeit der Lernenden, die neuen Medien auch zum Erkenntnisgewinn zu verwenden, zur Veranschaulichung und zum Hinführen auf Begründen und Beweisen.

Eine veröffentlichte Formulierung der Kompetenzen wie im Fachgegenstand Mathematik gibt es – wie oben erwähnt – für die reinen Geometriefächer bisher nicht. Ein erstes Arbeitstreffen¹¹³ von VertreterInnen aus den Schulbereichen HS, AHS und BHS brachte im September 2006 folgende Sammlung *zentraler Inhalte* eines zeitgemäßen (Raum-)Geometrieunterrichtes (außerhalb der Geometriebereiche des Mathematikunterrichtes):

Projektionen und Risse

Begriff, Risslesen, Rekonstruieren von Rissen, Entstehung, Eigenschaften, Arten, Anwendungen)

Kurven, Körper, Flächen

(Eigenschaften, Entstehungsweisen, Anwendungen)

Flächen- und Volumsmodell, Drahtmodell (Repräsentation, Realisation Modellierungsvorgänge

Anwendung in Natur, Technik, Kunst

Bereich 3D

Grundweise der Funktionsweise von 3D-Systemen

Virtuelle Welten, Raumorientierung

Technik

Normen, Produktionsabläufe

¹¹³ Im Rahmen der vom IMST3-Unterstützungssystem organisierten Tagung „Innovationen im Mathematik-, Naturwissenschafts- und Informatikunterricht“ vom 20. bis 23. September 2006 in Wien fand am 22. September der Fachdidaktiktag für den Raumgeometrieunterricht statt, vgl. etwa <http://imst.uni-klu.ac.at/tagung2006/fdt/index/> [1. 10. 2006].

Intelligenz

Raumintelligenz, mentale Rotation, Faltung, Visualisierung, ..

W. Gerns, Saalfelden, formulierte – aufbauend auf dieser inhaltlichen Sammlung und auf dem vorhin angeführten allgemeinen Kompetenzmodellentwurf der Arbeitsgruppe der EU – folgendes vorläufiges Kompetenzmodell¹¹⁴ für den Raumgeometrieunterricht:

Die Schülerin/der Schüler soll folgendes Wissen, folgende Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben:

- ▶ Objekte des Raumes (Kurven, Körper, Flächen) kennen:
 - + Entstehung, Eigenschaften
 - + Datenmodelle: Draht-, Flächen- und Volumsmodelle
 - + Modellbildung
- ▶ Räumliche Strukturen und Zusammenhänge erfassen und darstellen
- ▶ Räumliche Koordinatensysteme als Bezugssysteme einsetzen
- ▶ Projektionsvorgänge und Risse verstehen bzw. anwenden:
 - + Arten, Eigenschaften und Anwendungen
 - + Erzeugen und Lesen von Rissen
- ▶ Abstrahieren können (vom Schrägriss zum Normalriss)
- ▶ Komplexe Raumobjekte analysieren und erzeugen (Boole'sche Operationen, Raumtransformationen ...)
- ▶ Ihre/Seine Raumintelligenz weiterentwickeln:
 - Orientieren - Wahrnehmen – Vorstellen –
 - mental im Raum Operieren – Visualisieren
- ▶ Computerkompetenz erweitern:
 - Bewegung und Orientierung in virtuellen Welten
- ▶ Grundlegende Funktionsweise von 3DCAD-Systemen verstehen und diese einsetzen
- ▶ Einfache technische Normen, Produktionsabläufe kennen
- ▶ Technische Zeichnungen einfach auswerten
 - Bau- und Einrichtungspläne, ...

¹¹⁴ Dem Verfasser per Mail vom Autor zugesandt. Die Wiedergabe erfolgt mit Einverständnis des Autors. Eine Vorstellung und Diskussion dieses Modells wird im Laufe des Schuljahres 2006/07 erfolgen.

- ▶ Ebene und räumliche Bewegungsvorgänge/abläufe analysieren und visualisieren (Dynamische Geometrie)
- ▶ Geeignete Hilfsmittel zur Kommunikation über räumliche Objekte und Zusammenhänge sowie zur Erzeugung von Bildern einsetzen
- ▶ Komplexe räumliche Informationen visualisieren und präsentieren (nur DG)
- ▶ Kenntnisse der Entwicklungen der Geometrie als Teil der europäischen Kultur (Perspektive, Platonische und Archimedische Polyeder ...) haben
- ▶ Anwendungen in Natur, Technik, Kunst erkennen
- ▶ Querverbindungen zu anderen Fachbereichen wahrnehmen und anwenden

2.2 Lehren und Lernen, Lerntheorien

Durch einige Zitate soll zunächst eine Umschreibung des Begriffes „Lernen“ erfolgen: G. Reinmann beschreibt Lernen als „ein Phänomen, das jedem Menschen vertraut ist.“¹¹⁵ H. Kritzenberger definiert kurz und bündig: „Unter Lernen wird im Allgemeinen der Aufbau von Wissen verstanden.“¹¹⁶ Und F. Thissen fragt „Ist Lernen nicht ein natürlicher Vorgang, der einen Menschen durch Erlebnisse und Erfahrungen dazu bringt, seine Einstellung, sein Wissen und sein Handeln zu verändern?“¹¹⁷ Lernen verändert also den Lernenden, er macht eine Entwicklung durch.

2.2.1 Entwicklung von Lernenden

In den Beschreibungen¹¹⁸ von Baumgartner und Payr, die den Überlegungen¹¹⁹ der Brüder Dreyfus folgen, wird ein fünfstufiges Entwicklungsmodell von Lernenden unterschieden:

- *Neuling* oder *blutiger Anfänger* – reines Faktenlernen
- *Anfängertum* – erfahrendes Lernen, Anwenden von Regeln
- *Kompetenz* – bewusste Auswahl und Bewertung: aktive Komponenten, Aspekte der Zielerreichung
- *Gewandtheit* – holistisches Erkennen, distanzierte, reflektierte, manchmal quälende Wahl zwischen Alternativen
- *Expertentum* – ein Verwachsen mit der Aufgabe tritt ein, in keiner Phase distanziert

In der praktischen Schulausbildung herrschen in erster Linie die ersten drei Stufen (Neuling, Anfängertum, Kompetenz) vor.

Hinweis: Ähnlich dem beschriebenen Entwicklungsmodell für Lernende existieren Modelle für die Entwicklung von Lehrenden¹²⁰, etwa jenes von H. Messner

¹¹⁵ Vgl. [REI2005], S. 39.

¹¹⁶ Vgl. [KRI2005], S. 6.

¹¹⁷ Vgl. [THI1997], S. 1.

¹¹⁸ Vgl. [BAU1999], S. 77ff.

¹¹⁹ [DRE1987] zitiert nach [BAU1999], S. 255.

¹²⁰ Vgl. [MES2000], www.didac.unizh.ch/public/Publikationen/2000/BerufL_Entw_Lehrpersonen [13. 5. 2006].

und K. Reusser, die zum Teil ebenfalls auf dem Dreyfus-Modell aufbauen. Denn in seiner praktischen Berufslaufbahn ist ein/e Lehrer/in lernend in seiner/ihrer Profession: Novize – fortgeschrittener Anfänger – kompetenter Praktiker – gewandter Praktiker – Experte.

2.2.2 Zusammenhang Lernen und Lehren

Unter Beachtung der Entwicklungsstufen der Lernenden, der Lehrenden und der Lerninhalte haben Baumgartner und Payr ein Würfelmodell¹²¹ vom Lernen mit Software entwickelt (vgl. Abbildung 2-2). Dieses Modell zeigt einerseits in einer Dimension die unterschiedlichen Rollen von Lehrenden, wie sie sich aus den im nächsten Abschnitt beschriebenen Lerntheorien ergeben (Lehrer – Tutor – Coach), andererseits die Prozessentwicklung der Lernenden vom Neuling bis zum Experten. Zusätzlich werden die Lerninhalte visualisiert.

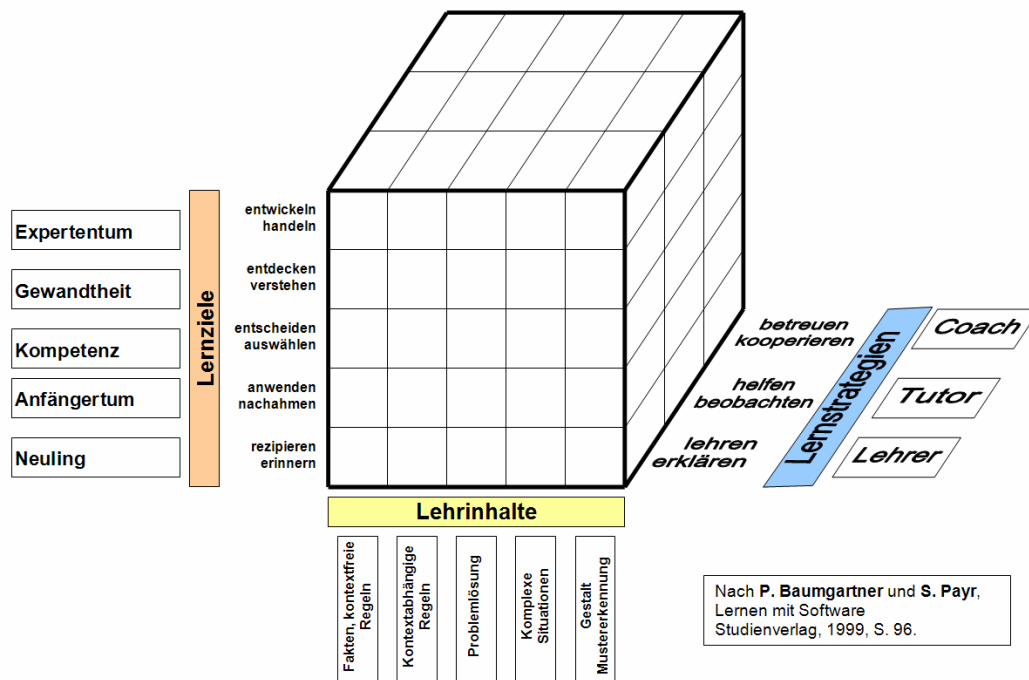


Abbildung 2-5: Ziele, Inhalte und Strategien

121 Aus [BAU1999], Seite 96. Abbildung 2-5 wurde der Zeichnung „Eine heuristisches Lernmodell“ nachempfunden.

2.2.3 Lerntheorien

Im Laufe des vorigen Jahrhunderts haben sich Modellvorstellungen vom Lernen in drei zentralen Theorietraditionen entwickelt:

Behaviorismus – Kognitivismus – Konstruktivismus

Allen drei Theorien gemeinsam ist, dass Lernen *Resultat von Erfahrung* ist, dass Entwicklungspotenziale des Menschen *von der Umwelt angeregt* werden, dass ein Lernprozess *Zeit braucht* und *abhängig vom Entwicklungsstand* des jeweiligen Individuums erfolgt. Mit G. Reinmann ist anzumerken: „Die gewählte Reihenfolge spiegelt die Chronologie der Entstehung der drei Theoriesysteme wider. Dies ist jedoch nicht so zu verstehen, dass z.B. der Kognitivismus den Behaviorismus und der Konstruktivismus den Kognitivismus jeweils verdrängt hätte. Vielmehr zeigen neue Theoriesysteme jeweils die Schwächen der vorangegangenen auf und verweisen diese auf begrenzte Geltungsbereiche.“¹²² Um die derzeitigen Lernparadigmen in Zusammenhang mit dem Lernen mit neuen Medien einordnen zu können, ist eine Zusammenstellung der wichtigsten Merkmale dieser Lerntheorien angebracht:

Lernen ist ein Prozess¹²³, Lernen ist Ursache jeder Veränderung unseres Verhaltens (behavior bzw. behaviour) und Basis unseres Wissens (knowledge) – unabhängig davon, ob es beabsichtigt (intentioniert) oder unbeabsichtigt (inzidentuell) erfolgt.

In der Literatur gibt es eine Fülle von Übersichten und Zusammenfassungen dieser drei Lerntheorien, exemplarisch sei auf die Werke von G. Reinmann¹²⁴, P. Baumgartner und S. Payr¹²⁵ oder Tulodziecki / Herzig / Blömeke¹²⁶ verwiesen.

Tabelle 2-2¹²⁷ bietet eine umfassende Übersicht über die drei Hauptströmungen der Lerntheorien. Sie stammt in dieser Form aus dem Werk von A. Holzinger, welcher ebenfalls ausführlich¹²⁸ auf die Lerntheorien eingeht. Diese Werke sind

¹²² Vgl. [REI2005], S. 148.

¹²³ Vgl. etwa [HOL2001B], S. 106ff. oder [TUL2004B], S. 17ff.

¹²⁴ Vgl. [REI2005], S. 145 – 174.

¹²⁵ Vgl. [BAU1999], S. 99 – 112.

¹²⁶ Vgl. [TUL2004], S. 17 – 32.

¹²⁷ Aus [HOL2001B], S. 111 (mit dem Hinweis ‚verändert und ergänzt nach‘ [BAU1999]).

¹²⁸ Vgl. [HOL2001B], S. 110 – 172.

die Grundlagen der nachfolgenden kurzen Zusammenfassung über das Lernen aus Sicht dieser drei Theoriesysteme.

	Behaviorismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
Lern-Paradigma ist	Reiz-Reaktion	Problemlösen	Konstruieren
Lehrerstrategie ist	Frontalunterricht	Beobachten und Helfen	Kooperation
Zentral ist	Reflexion	Kognition	Interaktion
Problemlösen ist	aufgabenzentriert	lösungsorientiert	prozessorientiert
Lehrperson ist	autoritärer Experte	Tutor (Ratgeber)	Coach (Trainer)
Die Lernziele sind	Produzieren korrekter Input-Output-Relationen	Entdecken von Methoden zur Lösungsfindung	Umgehen mit komplexen Problemsituationen
Menschliches Gehirn ist	ein passiver Wissenscontainer	ein lineares Informationssystem	ein geschlossenes Informationssystem
Beurteilung über	Leistung (klares Abfragen von Fakten)	Wissen (Überprüfung von Konzepten)	Kompetenz (Erkennen des Gesamtproblems)
Präsentation des Lernmaterials in	kleinen, dosierten Portionen	komplexen Umgebungen	unstrukturierter Realität

Tabelle 2-2¹²⁹

2.2.3.1 Behavioristische Lerntheorien

Das Lernen wird mit Bezug auf zu beobachtende Verhaltensweisen, der Lernende selbst als „black box“ gesehen. Strukturen und Prozesse im Gehirn („Kognitionen“), die möglichen Veränderungen zu Grunde liegen, blendet der Behaviorismus aus. Zwei Varianten, die zur Verhaltenssteuerung bzw. Verhaltensänderung genutzt werden, werden i.a. unterschieden, nämlich das klassische Konditionieren und das operante Konditionieren.

2.2.3.1.1 Klassisches Konditionieren

Durch einen bestimmten Reiz wird eine Reaktion ausgelöst, wie die klassischen Experimente von Iwan Pawlow (1849 – 1936) zeigten: Dabei löst ein an sich neutraler Reiz (etwa: Licht) und ein „unbedingter“ Reiz (etwa: Futter) eine unbedingte Reaktion (etwa: Speichelfluss) aus. Nach dem Lernprozess („Konditionieren“)

¹²⁹ Auszug aus der Tabelle in [HOL2001B], S. 111.

löst bereits der ursprünglich neutrale Reiz (Licht), jetzt „bedingter“ Reiz genannt, eine „bedingte“ Reaktion (Speichelfluss) aus.

Das Auftreten bestimmter Emotionen in der Schule kann damit erklärt werden: So kann der Anblick einer neuen Lehrperson oder das erste Vertrautmachen mit einer neuen Software zunächst ein neutraler Reiz sein, nach einem Konditionieren mit einer (unangenehmen) Prüfungssituation oder technischen Problemen als „unbedingten“ Reiz aber Angst als unbedingte Reaktion auslösen.

2.2.3.1.2 Operantes Konditionieren

Lernen wird in Abhängigkeit von den Konsequenzen eines Verhaltens gesehen. Die Experimente von Burrhus F. Skinner (1940 – 1990) zeigten, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein Verhalten auch in Zukunft auftritt, durch Darbietung eines positiven Stimulus (etwa Lob) im Anschluss an das Verhalten erhöht wird („positive Verstärkung“). Diese Wahrscheinlichkeit verringert sich, wenn der Entzug eines positiven Verstärkers erfolgt oder wenn ein negativer Stimulus (z.B. Tadel) erfolgt. Voraussetzung für eine Wirkung von Bestrafung ist, dass der Stimulus sofort und intensiv einsetzt und dass der Betroffene dem nicht ausweichen kann.

2.2.3.1.3 Frühe kognitive Lerntheorien

Albert Bandura (geb. 1925) stellt als Bindeglied zwischen behavioristischer und kognitiver Theorie seine sozial-kognitive Lerntheorie 1977 auf: Lernen beruht auf Beobachtung und Nachahmung am Modell. Er unterscheidet folgende Schritte:

1. Der Handlung eines Modells wird besondere Aufmerksamkeit zuteil.
2. Im Prozess der Beobachtung wird die Handlung schrittweise nachvollzogen und mental nachgebildet, sodass im Gedächtnis ihre symbolische Repräsentation entsteht.
3. Die Handlung wird praktisch nachgemacht, reflektiert (ev. auf Grund von Rückmeldungen) und erneut reproduziert. (Dieser Schritt muss nicht in jedem Fall erfolgen.)

2.2.3.2 Kognitive Lerntheorien

Diese beobachten die dem Lernen zugrunde liegenden kognitiven – d. h. im Gedächtnis repräsentierten – Strukturen. Die inneren Prozesse des menschlichen Gehirns sind Zentrum der Untersuchungen. Lernen ist ebenfalls eine erfahrungsbedingte Veränderung. Der Prozess des Aufbaues bzw. der Veränderung vorhandener Strukturen („Kognitionen“) und nicht mehr das beobachtbare Verhalten und seine Auftretenswahrscheinlichkeit stehen im Mittelpunkt.

Die Sicht vom Menschen verändert sich: Der Mensch wird nicht mehr als ein durch äußere Reize steuerbares Wesen angesehen. Dadurch wird die Bedeutung der internen Verarbeitung äußerer Reize hervorgehoben. Lernende werden als Individuen betrachtet, die die äußeren Reize eigenständig verarbeiten und nicht mehr einfach nur durch solche gesteuert werden.

Jean Piaget (1896 – 1986) bringt bedeutsame Ansätze zum Verständnis der intellektuellen Entwicklung von Kindern und Jugendlichen. Diese verläuft nach Piaget in mehreren Stufen, wobei Umwelterfahrungen in schon vorhandene kognitive Strukturen integriert (Assimilation) oder diese Strukturen aufgrund kognitiver Konflikte an äußere Bedingungen angepasst werden (Akkommodation).

Piagets Theorie erfuhr naturgemäß Ergänzungen und Revisionen. So betont etwa der russische Entwicklungspsychologe Lew S. Wygotski (1896 – 1934) die *Bedeutung der sozialen Interaktion* für das Lernen deutlich stärker. Die Entwicklung komplexerer intellektueller Fähigkeiten wird nun bereichsspezifisch angesehen und nicht mehr wie bei Piaget als universell – bereichsübergreifend.

Die Fähigkeit, in einem bestimmten Bereich komplexe Gedankengänge durchführen zu können, beruht auf entsprechenden generellen intellektuellen Fähigkeiten und entsprechendem bereichsspezifischem Wissen. Dies hat Bedeutung bei der Differenzierung im Unterricht.

Im Zuge der Weiterentwicklung der lerntheoretischen Diskussion haben sich zwei parallele Entwicklungslinien herauskristallisiert, die beide auf Piaget aufbauen: die kognitiven Lerntheorien im engeren Sinn und die Vorläufer der konstruktivistischen Lerntheorien.

Kognitive Lerntheorien im engeren Sinn thematisieren vor allem das *Lernen in Form von Wissenserwerb*. Manfred Wittrocks (*1950) Theorie des *generativen*

Lernens betont die Verknüpfung von neuen Lerninhalten mit bereits vorhandenem Wissen, das die Wahrnehmung und Interpretation des Neuen prägt. Demzufolge reicht für die Initiierung von Wissenserwerb auch der behavioristische Verweis auf reizbedingte Reaktionen nicht mehr aus, sondern es geht darum, Lernschritte in Anknüpfung an das Vorwissen der Lernenden anzuregen. Für die Lehrenden heißt dies, einen Lerngegenstand auf angemessenem Niveau aufzubereiten und den Lernenden in überschaubaren Einheiten zu präsentieren. Damit wird die pädagogische Tradition, die von J. F. Herbart¹³⁰ angestoßen wurde, weitergeführt.

2.2.3.3 Konstruktivistische Lerntheorien

Wissen entsteht durch eine interne subjektive Konstruktion von Ideen und Konzepten. Jeder Erwerb von Wissen ist kontextgebunden: Erworbenes Wissen bleibt zunächst an diejenigen Beispiele gebunden, anhand derer es gelernt wurde. Ein Transfer auf eine neue Situation gelingt nicht automatisch, sondern muss im Unterricht systematisch gefördert werden.

Das individuelle „Wissen“ eines Menschen ist auf keinen Fall eine 1:1-Abbildung von Wirklichkeit, sondern wird vom Lernenden subjektiv mit – durchaus unterschiedlicher – Bedeutung versehen. Konstruktivismus folgt dem Primat des Problemlösens – verbunden mit einer selbstständigen Denkaktivität der Lernenden.

John Dewey (1859 – 1952) betont, dass Selbsttätigkeit mit allen Sinnen im Unterricht in Form der Projektmethode verwirklicht wird. Georg Kerschensteiner (1854 – 1932) baut darauf seinen reformpädagogischen Ansatz, um Lernende mit Hilfe von Aufgaben aus dem Berufsleben in Schulwerkstätten lernen zu lassen, statt sie in einer „Buchschiele“ nur zu belehren.

Jerome Bruner (geb. 1915) entwickelt ein Konzept, wonach Lernende ausgehend von einer Problemstellung selbstständig durch systematische Beobachtung und andere Formen empirisch-wissenschaftlichen Arbeitens nach Informationen über Sachverhalte suchen und nicht in abgeschlossener Form präsentiert bekommen. Damit setzt er die Forderung nach Selbsttätigkeit auch für den kognitiven Bereich um. Dies führte u.a. zu den aktuellen didaktischen Ansätzen, die sich dem Prinzip

¹³⁰ Johann Friedrich Herbart (1776 – 1841) entwarf eine Erziehungs- und Bildungstheorie, die sich später durch Weiterentwicklungen in fünf Formalstufen für den Unterricht manifestierte: Anknüpfung – Darbietung – Erklärung – Zusammenfassung – Anwendung.

der Handlungsorientierung zuordnen lassen. Lernende sind so im schulischen Alltag als selbstgesteuerte Lernende zu sehen, die vorhandene kognitive Strukturen eigenaktiv weiterentwickeln. Neue Inhalte sollen nicht geschlossen und systematisch präsentiert werden, sondern Lernende entdecken und erklären Phänomene selbstständig. Zusammenfassend lässt sich mit Tulodziecki, Herzig und Blömeke feststellen: *„Eine dominante Rolle der Lehrperson und eine Aufbereitung von Lerninhalten in kleinschrittigen Einheiten lassen sich vor diesem Hintergrund – in Abhängigkeit von den Lernvoraussetzungen – gegebenenfalls als wenig lernförderlich ansehen.“*¹³¹

Aus konstruktivistischer Sicht muss der Lernbegriff selbst weiterentwickelt werden, denn *„traditionell fördert Schule allerdings eher den Erwerb des so genannten ‚trägen Wissens‘, das im Alltag – außerhalb der Schule – kaum zur Anwendung kommt. Ursache ist, dass der Lerngegenstand nicht in authentische (häufig komplexe und nicht unmittelbar durchschaubare) Kontexte aus dem realen Alltag eingebunden wird, sondern dass eine – in der Logik kognitiver Theorien im engeren Sinn durchaus angemessene – kleinschrittige und anhand der Fachsystematik gegliederte Präsentation aus nur einer Perspektive erfolgt.“*¹³²

Die Konsequenz muss die Entwicklung einführender Aufgaben sein. Wenn es gelingt, diese – etwa in Form von Problemen, Entscheidungen, Gestaltungsaufgaben und Beurteilungen – angemessen komplex zu gestalten, dann steigt die Chance, bei den Lernenden handlungsrelevante Lernprozesse anzuregen. Schwerpunkt ist der Aufbau heuristischer, d.h. problemlösender Kompetenzen: Vorwissen unterschiedlicher Art soll in neuen Situationen zusammengeführt und verwendet werden („Transfer“). Fokus des Lernens geht vom Lerninhalt zum Lernprozess¹³³. Qualifikationen des Lernens werden immer wichtiger, die früher weniger beachtet wurden: Suchen – Sammeln – Sichten – Auswählen – Aufbereiten.

Die Durchführung kann in den Ausprägungen ‚Freiarbeit‘, ‚Wochenplanarbeit‘, ‚Stationenlernen‘, ‚Projektarbeit‘ u.a. erfolgen. Für das praktische Arbeiten im Unterricht muss die Lehrperson bestimmte Kriterien für Selbsttätigkeit beachten,

¹³¹ Aus [TUL2004], S. 27.

¹³² Ebenda, S. 27.

¹³³ Vgl. [HEI2003].

wobei eine Einbeziehung der Lernenden in die Zielformulierung die Akzeptanz erhöht:

- Realistische Zeitangabe – ausreichender zeitlicher Rahmen
- Sinnvolle und erreichbare Ziele
- Abwechslungsreiche, praxisnahe Aufgaben
- Visualisierungen selbst erstellen
- Unterbrechungen von außen minimalisieren
- Ergebnisse der Selbstlernphasen sollen überprüfbar sein, Selbstkontrolle vor Fremdkontrolle
- Präsentation der Ergebnisse

Dieses eigenverantwortliche Arbeiten (EVA) führt zu Fachkompetenz, Methodenkompetenz und Sozialkompetenz. Die Rolle der Lehrperson wechselt also vom Vermittler hin zum Gestalter von Lernumgebungen und Unterstützer (Coach) von Lernprozessen. Die Lehrperson soll in erster Linie lernförderliche Materialien und den Lernprozess anregende Aufgaben zusammenstellen. Diese sollen von den Lernenden möglichst selbstständig bearbeitet werden. Der Lernprozess wird durch eine individuelle angepasste Beratung der Lernenden in der Erarbeitungsphase und durch Strukturierung des Kommunikationsprozesses in Phasen unterstützt. Diese „situative Lernen“ erfolgt anhand von authentischen Situationen. Nach H. Mandl und K. Winkler ist Lernen nach dem konstruktivistischen Ansatz¹³⁴ ein

- *aktiver Prozess* – nur über eine aktive Beteiligung des Lernenden wird Lernen möglich,
- *selbst-gesteuerter Prozess* – bei dem der Lernende Steuerungs- und Kontrollprozesse übernimmt,
- *konstruktiver Prozess* – ohne den individuellen Erfahrungs- und Wissenshintergrund und eigene Interpretation findet kein Lernen statt,
- *situativer Prozess* – denn Lernen findet immer in einem spezifischen Kontext statt,
- *sozialer Prozess* – Lernen ist ein interaktives Geschehen, welches soziale Komponenten einschließt.

¹³⁴ Vgl. [MAN2003].

2.3 Lernen in der Gemeinschaft

In der vorliegenden Arbeit geht es um den Schulunterricht. Dieser erfolgt meist im Klassenverband durch Lehrpersonen. Deshalb soll vorerst zusammengefasst werden, welche Sozialformen sich für das Lernen in der Gemeinschaft, für den praktischen Unterricht entwickelt haben.

2.3.1 Sozialformen und Orientierung des Unterrichtes

Tulodziecki/Herzig/Blömeke sehen in der Hauptaufgabe von Unterricht und Schule „die Anregung und Unterstützung von Lern- und Entwicklungsprozessen“¹³⁵. In einschlägigen Werken¹³⁶ werden im Wesentlichen bei den Sozialformen die folgenden Unterscheidungen vorgenommen:

- Klassenunterricht (15 – 35) – Frontalunterricht, lehrerzentriert meist fragend-entwickelnd – vortragend
- Kleingruppenunterricht (je Gruppe etwa 3 – 7, etwa Stationenlernen) – schülerzentriert
- Partnerarbeit (etwa 2) – schülerzentriert
- Einzelarbeit (wie bei Schularbeit) – schülerzentriert

Geht man von der Orientierung des Unterrichtes aus, so haben sich folgende Unterscheidungen etabliert

- Lehrerorientierter Unterricht: Die Lehrerin oder der Lehrer steht im Zentrum des Lernfeldes. Sie/Er *plant* und organisiert weitgehend *allein* für die Schülerinnen und Schüler.
- Schülerorientierter Unterricht: Die Lehrerin oder der Lehrer teilt die Verantwortung für das Lernfeld. Lehrerin / Lehrer und Schülerinnen / Schüler *planen* und organisieren z.T. den Unterricht *gemeinsam*.
- Offener Unterricht: Lehrerin / Lehrer und Schülerinnen / Schüler entwickeln eine *individuelle Aufteilung* des Lernfeldes. Lehrerzentrierte Unterrichtsphasen wechseln mit „Freier Arbeit“.

¹³⁵ Vgl. [TUL2004B], S. 9.

¹³⁶ Vgl. [TUL2004B], S. 136, [BAR2003] usf.

- Freier Unterricht: Die Lehrerin oder der Lehrer steht *nicht mehr im Mittelpunkt* des Lernfeldes. Sie / Er *unterstützt einzelne* Schülerinnen und Schüler, die weitgehend individuellen Lerninteressen folgen.
- Gruppenarbeit mit den Arten:
 - Themengleiche Gruppenarbeit
 - Arbeitsgleiche bzw. konkurrierende Gruppenarbeit
 - Arbeitsteilige bzw. differenzierte Gruppenarbeit
 - Mischformen

Durch die Ausweitung der *Selbsttätigkeit* sollen die Schülerinnen und Schüler zu mehr *Selbstständigkeit* im Denken, Fühlen und Handeln angeleitet werden.

Durch die Arbeit in *kleinen Gruppen* soll die Fähigkeit und Bereitschaft zum *solidarischen Handeln* gefördert werden.

2.3.2 Die Rolle der Lehrerpersönlichkeit

Die konkrete Wirkung von Lehrerhandeln auf Schülerleistungen wird unter Berücksichtigung empirischer Studien ausführlich von Tulodziecki/Herzig/Blömeke beschrieben. Zusammenfassend halten die Autoren fest¹³⁷, dass hohe Lernzuwächse sich immer dann feststellen lassen, wenn

- die Lehrperson das Spektrum der Handlungsmöglichkeiten der direkten Instruktion und der Förderung selbst gesteuerten Lernens ausnützt,
- die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit aufgrund klarer Regeln möglichst vollständig für die konzentrierte Beschäftigung der SchülerInnen mit dem Fachinhalt verwendet werden kann,
- anspruchsvolle Aufgaben gestellt werden und diese auf die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen in einer Klasse abgestimmt werden,
- den SchülerInnen individuelle Unterstützung zugute kommt,
- die Ziele und die Struktur des Unterrichts klar erkennbar sind und konsistent umgesetzt werden,

¹³⁷ Nach [TUL2004B], S. 179 (mit Verweis auf Weinert, F.E. & Helmke, A. (Hrsg.): Entwicklung im Grundschulalter (1997)).

- die Grundhaltung der Lehrperson gegenüber den SchülerInnen optimistisch und erkennbar engagiert ist.

Tulodziecki/Herzig/Blömeke stellen u.a. die Hypothese auf, dass eine zentrale Ursache für das defizitäre Abschneiden des deutschen Mathematikunterrichts – gemessen an den Testleistungen der SchülerInnen¹³⁸ (etwa TIMSS) – in der weitgehenden Ausrichtung des Lehrerhandelns auf das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch mit dem Ziel der Erarbeitung eines bestimmten Lösungsweges und einer bestimmten Lösung liegt.

In ihrer Zusammenstellung¹³⁹ der Ergebnisse empirischer Unterrichtsarbeit weisen Tulodziecki/Herzig/Blömeke darauf hin, dass aus empirischer Sicht eine konstruktive Antwort zu erwarten, was „guter“ Unterricht sei, naturgemäß schwierig sei. Etwas einfacher scheint die Beantwortung der Frage zu sein, was „gute“ Lehrerinnen und Lehrer ausmacht. Hier verweist die in Rede stehende Zusammenstellung darauf, dass – komprimiert und sehr abstrakt – sich „gute“ Lehrerinnen und Lehrer dadurch auszeichnen, dass sie über ein sehr breites Repertoire an Lehr-Lernkompetenzen verfügen, die sie – angepasst an unterrichtliche Ziele und an die jeweilige Unterrichtssituation – einsetzen können.

Eine Übersicht über Zusammenhänge zwischen Sozialformen im Unterricht und Lehrerpersönlichkeit geben die Ausführungen von A. Helmke¹⁴⁰: Dabei betont er, dass der lehrerzentrierter Frontalunterricht in fragend-entwickelnder Form keineswegs immer schlecht sein muss. Wichtig dabei sei es, den SchülerInnen genug

¹³⁸ Auf Seite 176 heißt es in [TUL2004B] etwa: „Für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht hat die ‚Third International Mathematics and Science Study‘ (TIMSS) nachdrücklich aufgezeigt, dass die deutschen Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich nicht den erwarteten Leistungsstand erreichen, sondern nur in einem breiten Mittelfeld liegen. ... Die TIMSS-Videotape Classroom Study über den Mathematikunterricht in der Jahrgangsstufe 8 lässt die begründete Hypothese zu, dass eine zentrale Ursache für die defizitäre Leistung des deutschen Unterrichts – gemessen an der Teilleistung der Schülerinnen und Schüler – in der weitgehenden Ausrichtung des Lehrerhandelns auf das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch mit dem Ziel der Erarbeitung eines bestimmten Lösungsweges oder einer bestimmten Lösung liegt. ... Dass entsprechende Lehrerhandlungen negative Auswirkungen auf Lerngeschehen und Lernergebnisse haben, kann bereits seit langem als hinreichend belegt angesehen werden. ... Dennoch verweisen empirische Studien auf eine weite Verbreitung des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs über alle Schulformen und Fächer hinweg.“

¹³⁹ Vgl. [TUL2994B], S. 173 – 192.

¹⁴⁰ Vgl. Interview „Vibrierende Pädagogen“, Abdruck aus: „DIE ZEIT“ vom 21. 7. 2005, zu finden unter <http://www.uni-landau.de/helmke/> [29. 12. 2005].

Zeit zu geben, selbst Antworten zu finden. Unterschiedliche Lernziele erfordern unterschiedliche Lehr- und Lernmethoden.

2.3.3 Leistungsförderlicher Unterricht

Zusammenfassend und auf den Punkt gebracht werden die Bemühungen um Kriterien für einen leistungsförderlichen Unterricht durch die Ergebnisse der MARKUS-Untersuchung. Die empirische Untersuchung „MARKUS“, die „Mathematik-Gesamterhebung Rheinland-Pfalz“¹⁴¹, ist im Jahre 2000 von Helmke in allen 8. Klassen der öffentlichen Schulen des Bundeslandes Rheinland-Pfalz durchgeführt worden. Zusätzlich erhielten alle MathematiklehrerInnen Fragebogen. Die Untersuchung identifizierte sieben bedeutende Einflussfaktoren für leistungsförderlichen Unterricht:

1. Kognitiv *aktivierende Aufgabenkultur* – die zu lösenden Aufgaben zielen auf den Erwerb von Verständnis und Anwendungsfähigkeit bei komplexen Problemen im Alltag und nicht auf Vermittlung von Routinen. Von den Lernenden werden bewusst alternative Lösungswege erprobt. In der Übungsphase erhalten die SchülerInnen bewusst anspruchsvolle Aufgaben, die auch Grenzen des Erlernten aufzeigen.
2. Lehrpersonen von sehr guten Klassen bemühen sich in überdurchschnittlichem Maß um die *Motivierung der SchülerInnen* (Nützlichkeit eines Unterrichtsthemas im Alltag und im Beruf wird verdeutlicht, eigene Begeisterung dafür, ...). Merkmale von komplexen Aufgaben sind die Ausrichtung auf die Erfahrungen und die Lebenssituation der Lernenden und auf ihre Bedürfnisse und Interessen.
3. *Schülerorientierung* im Sinne eines hohen Maßes an innerer Leistungs-differenzierung ist lernförderlich: Die Diagnose individueller Stärken und Schwächen, die Zuteilung unterschiedlicher Aufgaben nach Leistungsvermögen und die besondere Unterstützung von schwächeren Lernenden.
4. *Viel Kleingruppenarbeit* fördert die Leistungsfähigkeit.
5. Eine erfolgreiche Basis legen jene Lehrenden, die eine *durchschaubare Strukturierung der Unterrichtsstunden* geben (zu Beginn eine ausführliche Vorschau,

¹⁴¹ http://www.lars-balzer.info/projects/projekt_markus.html [3. 8. 2005].

zwischen durch Hervorhebung bedeutsamer Punkte, am Ende Zusammenfassung des neu Gelernten):

- Phase der Zielvereinbarung,
- Phase der Verständigung über das Vorgehen,
- Phase der Zusammenfassung.

6. Sehr gute Klassen sind durch *sehr hohe – deutlich ausgesprochene – Leistungserwartungen* mit häufigen schriftlichen Lernerfolgskontrollen und umfangreichen Hausaufgaben gekennzeichnet. (Negativ ausgelesene Gruppen sollen an Unterforderung durch Präsentation eines anspruchslosen Anforderungsniveaus leiden.)

7. In sehr guten Klassen bestehen *eindeutige Verhaltensregeln*, die die Lehrpersonen auch durchsetzen können, sodass die gesamte Unterrichtszeit lang konzentriert am Unterrichtsthema gearbeitet werden kann.

Die Wochenstundenanzahl, der Unterrichtsentfall, die Anzahl der Supplierstunden sowie die Klassengröße (innerhalb einer „normalen“ Spannbreite zwischen 20 und 30 SchülerInnen) ebenso wie Alter und Geschlecht der Lehrperson spielen keine Rolle für die Qualität.

Aus den Untersuchungen zum Schülerhandeln sei ergänzend aus der oben beschriebenen MARKUS-Untersuchung zitiert, dass der private Medienkonsum von SchülerInnen erst dann negative Konsequenzen für die Schulleistung hat, wenn dieser über fünf (!) Stunden täglich ist.

2.4 Lernen mit neuen Medien

In diesem Abschnitt soll das Lernen mit neuen Medien aus den verschiedenen bisher beschriebenen Gesichtspunkten beleuchtet werden. Im Zentrum steht die Frage: Gibt es eine Didaktik „neuer Medien“, gibt es Unterrichtskonzepte für deren Umsetzung? Wenn ja, wie schauen solche speziell für den Geometrieunterricht aus?

Folgen wir zunächst der klaren Definition von W. Jank und H. Meyer: *„Unterrichtskonzepte sind Gesamtorientierungen didaktisch-methodischen Handelns, in denen ein begründeter Zusammenhang von Ziel-, Inhalts- und Methodenentscheidungen hergestellt wird. Sie definieren grundlegende Prinzipien der Unterrichtsarbeit, sie formulieren Leitbilder des Rollenverhaltens von Lehrern und Schülern und sie geben Empfehlungen für die organisatorisch-institutionelle Gestaltung des Unterrichtes.“*¹⁴² Als These formulieren dieselben Autoren: *„Unterrichtskonzepte liefern ‚Didaktik zum Anfassen‘. Probleme didaktischer Theoriebildung treten oft, nicht immer in den Hintergrund.“*¹⁴³

Tulodziecki/Herzig/Blömeke¹⁴⁴ unterscheiden bei ihrer Modellvorstellung von Unterricht die Situation der Lernenden von der der Lehrenden: Bei den Lernenden mit bestimmten *Voraussetzungen* sollen durch *Lernaktivitäten*, die von der Lehrperson angeregt werden, bestimmte *Lernwirkungen* eintreten. Die Lehrperson hat unter Bedachtnahme vermuteter *Lernvoraussetzungen* bestimmte *Zielvorstellungen*. Sie hofft, durch bestimmte *Lehrerhandlungen* bei den Lernenden *Lernaktivitäten* anzuregen. Die *Lernwirkungen* veranlassen die Lehrperson zu bestimmten *Annahmen* über das Erreichen des *Lernerfolges*.

2.4.1 Unterrichtskonzepte

Den Ausgangspunkt bilden die drei Theoriesysteme Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus. Daraus sollen für die praktische Lehr-Lernsituation Folgerungen gezogen werden. G. Reinmann beschreibt als verbindendes Element

¹⁴² Vgl. [JAN2003], S. 305.

¹⁴³ Vgl. [JAN2003], S. 306.

¹⁴⁴ Vgl. [TUL2005B], S128.

zwischen Behaviorismus und Kognitivismus „die Überzeugung, Lernen planen und in gewissem Sinne auch steuern zu können“¹⁴⁵. Sie bezeichnet diese Gemeinsamkeit als „Steuerungslogik“. Im Konstruktivismus macht sie ein „Ermöglichungsdenken“ aus, „das eine absolute Kontrolle und Lenkung des Lernens ablehnt und für nicht machbar hält“¹⁴⁶.

Aus diesen Überlegungen heraus bündelt sie die drei Lerntheorien für das praktische Lernen in zwei Richtungen, um verschiedene Lehr- und Lernmodelle zu kategorisieren: Diese Richtungen spiegeln sich in den Begriffen „Instruktionsdesign“ und „Konstruktionsdesign“ wider. Praktisch zum selben Ergebnis kommen Tulodziecki/Herzig/Blömeke, wenn sie schreiben: „In einer ersten Annäherung können zwei globale Unterrichtskonzepte unterschieden werden: das der direkten Instruktion und das des selbstgesteuerten Lernens. Im ersten Fall plant und steuert die Lehrperson das unterrichtliche Geschehen. ... Im zweiten Fall stellt die Lehrperson ein Problem vor, das von Schülerinnen und Schülern in Gruppenarbeit möglichst selbstständig gelöst wird.“¹⁴⁷

Bevor auf die Rolle der neuen Medien eingegangen wird, sei zusammenfassend festgehalten: *Instruktion* wird im Sinne von Unterrichten durch Anregen, Unterstützen und Beraten sowie Anleiten, Darbieten und Erklären und durch situativen Wechsel zwischen reaktiver und aktiver Position des Lehrenden verstanden. *Konstruktion* ist Unterrichten im Sinne von Lernen als aktiver, selbstgesteuerter, konstruktiver, situativer und sozialer Prozess mit Wechsel zwischen vorrangig aktiver und zeitweise rezeptiver Position des Lernenden.

G. Reinmann verwendet für das praktische Lernen mit neuen Medien den Begriff „Blended Learning“. Für sie setzt „Blended Learning als eine Form von E-Learning ... auf das Lernen mit digitalen Medien in Kombination mit dem Lernen in Präsenzsituationen, was auch eine Integration der jeweils unterschiedlichen Methoden bedeutet“¹⁴⁸. Von den von Reinmann zusammengefassten konkreten Unterrichtskonzepten sollen jene, die für den Geometrieunterricht Bedeutung haben kurz diskutiert werden. Aus eigener Erfahrung kann festgestellt werden, dass in

¹⁴⁵ Vgl. [REI2005], S. 165.

¹⁴⁶ Vgl. [REI2005], S. 165.

¹⁴⁷ Vgl. [TUL2005B], S. 176.

¹⁴⁸ Vgl. [REI2005], S. 103.

der Praxis oft Mischformen dominieren, die aus handlungsorientierten und entwicklungsorientierten Teilen bestehen können. Dass Konzepte notwendig sind, schreibt auch F. Thissen im Vorwort seines Sammelbandes¹⁴⁹ über Multimediadiaktik *„Neue computer- und internetbasierte Informations- und Kommunikationstechnologien erfordern keine neue Didaktik – sie haben aber den Spielraum entsprechend erweitert. Multimedia ist ein weiteres pädagogisches Hilfsmittel, ein hilfreiches Werkzeug, dessen Effizienz nicht in seiner bloßen Anwesenheit besteht, sondern in einer klugen und angemessenen Nutzung begründet ist. Multimedia ist sogar mehr als ein Werkzeug, es ist ein Medium, ein Milieu, in dem Lerner die Möglichkeit haben, eigenständig und in der Zusammenarbeit mit anderen Lernern und Tutores Wissen und Fertigkeiten zu erwerben und zu vertiefen.“*

Ähnlich äußert sich M. Kerres¹⁵⁰, nämlich, *„dass den neuen Medien das Potenzial zu Innovationen im Bildungsbereich nicht ‚innewohnt‘ und Innovationen nicht durch Medien ‚bewirkt‘ werden können. Sie sind vielmehr das Resultat bestimmter didaktischer Konzepte und ihrer Umsetzung in der Bildungspraxis.“*

Exemplarisch werden einige Modelle für den Geometrieunterricht mit neuen Medien vorgestellt. Diese folgen in wesentlichen Zügen den Beschreibungen¹⁵¹ von G. Reinmann. Reinmann kategorisiert die Modelle nach dem Kriterium des Einflusses der Lehrperson. Sie unterscheidet jene, die einem *Instruktionsdesign* folgen von jenen, die nach dem *Kontextdesign* aufgebaut sind.

W. Jank und H. Meyer unterscheiden ihre Modelle nach den Methoden des *handlungsorientierten Unterrichts*¹⁵² und des *erfahrungsbezogenen Unterrichts*¹⁵³.

Zusammenfassend seien nun die wichtigsten Eigenschaften der beiden Grundpositionen *„Instruktionsdesign nach Behaviorismus und Kognitivismus“* und *„Kontextdesign mit konstruktivistischem Schwerpunkt“* in Tabelle 2-3 zusammengefasst, die F. Thissen nachempfunden ist¹⁵⁴. F. Thissen gilt als Vertreter einer extremen Position des Konstruktivismus. Dies ist in den Formulierungen in der rechten Spalte deutlich zu erkennen.

¹⁴⁹ Vgl. [THI2003], S. 5.

¹⁵⁰ Zitiert nach [BLÖ2003B], S. 78.

¹⁵¹ Vgl. [REI2005], S. 175 – 227.

¹⁵² Vgl. [JAN2003], S. 314 – 334.

¹⁵³ Ebenda, S. 334 – 338.

¹⁵⁴ Vgl. [THI2003B], S. 271.

	Instruktionsdesign nach Behaviorismus und Kognitivismus	Kontextdesign mit konstruktivistischem Schwerpunkt
Lernen wird angesehen als	prinzipiell steuerbar	chaotischer, fraktaler und konstruktiver Prozess
Lehrmaterial wird	vom Lehrenden aufwendig vorbereitet	durch die Lerner erarbeitet
Lehrende verstehen sich als	Organisatoren und Anbieter von Input	Mitlerner, die Anregungen bei Problemen geben
Lernprozess verläuft	koordiniert und geplant	fraktal, Strukturen und Ordnungen entstehen spontan bzw. werden von den Lernern definiert.
Das Thema wird als	objektives Gegenüber wahrgenommen	Rohmaterial für die individuelle Bearbeitung durch die Lerner angesehen
Die Lernziele	stehen vor Beginn fest	werden von den Beteiligten gemeinsam definiert
Verantwortung für die Lehrveranstaltung	übernimmt Lehrende(r)	und deren Gelingen übernehmen die Lerner

Tabelle 2-3

Bei den nachfolgend beschriebenen Modellen geht es um die Variation von Lehrerhandlungen und Lernaktivitäten.

2.4.1.1 Unterrichtsmodelle der direkten Instruktion

Bei diesen Modellen plant, steuert, *instruiert* die Lehrperson das Unterrichtsgeschehen. Dominierend ist ein Unterricht im Klassenverband mit einem systematischen, von der Lehrperson gelenkten und kleinschrittigen Frage-Antwort-Verfahren. Grundlage ist ein Lernbegriff, der sich an frühen kognitionstheoretischen Ansätzen orientiert.

Individuelle Unterschiede innerhalb einer Klasse können fast keine Berücksichtigung finden, meist findet eine Orientierung am mittleren Niveau mit der Folge einer Unterforderung Leistungsstarker und einer Überforderung Leistungsschwacher statt.

Reinmann beschreibt den Zusammenhang mit den Lerntheorien folgendermaßen: „Neben einigen Modellen mit behavioristischen Zügen gibt es eine ganze Reihe kognitivistisch orientierter Modelle; einige von diesen nehmen inzwischen auch

*konstruktivistisches Gedankengut mit auf, ohne aber die Prinzipien der Steuerungslogik aufzugeben.*¹⁵⁵

Um wirkungsvollen Unterricht mit guten Lerneffekten zu erhalten, ergeben sich nach Tulodziecki/Herzig/Blömeke¹⁵⁶ folgende notwendige Forderungen nach Modifikationen an einen Unterricht, der dem ersten Konzept nach auf der direkten Instruktion aufgebaut ist:

- Die Lehrperson nimmt die Aufgabe der Motivierung ernst.
- In wesentlichen Unterrichtsphasen werden differenzierte Lernangebote nach Leistungsfähigkeit gemacht, um die Unterschiede in einer Klasse zu berücksichtigen.
- Eine Integration kooperativer Arbeitsphasen führt zum Austausch fachlicher Inhalte. Diese sollen von den Schülerinnen und Schülern selbst formuliert werden, um so besser mit dem vorhandenen Wissen vernetzt zu werden.
- Bei fortschreitender Dauer einer Unterrichtseinheit soll die Lehrersteuerung immer deutlicher zurückgenommen werden, damit die Schülerinnen und Schüler selbstständige Lernerfahrungen machen können.

2.4.1.1.1 Programmierte Unterweisung

Das *Modell der Programmierten Unterweisung* folgt Skinners behavioristischem Ansatz. Reinmann schreibt in Anlehnung an Skinner: „*Seine Überzeugung war es, dass der traditionelle Lehrerunterricht durch die Einführung entsprechender Lehrprogramme und Lehrmaschinen weitgehend ersetzt werden könnte.*“¹⁵⁷ Dieses Modell setzt auf das *Konzept der Verstärkung* und das *Prinzip der Verhaltensformung* durch Belohnung von Erfolg. Die Prinzipien¹⁵⁸ der Programmierten Unterweisung sind:

- Kleine Lerneinheiten
- Jede Lerneinheit mit einer kurzen Aufgabe versehen.

¹⁵⁵ Vgl. [REI2005], S. 177.

¹⁵⁶ Vgl. [TUL2005B], S. 177.

¹⁵⁷ Vgl. [REI2005], S. 177.

¹⁵⁸ Vgl. [REI2005], S. 179, „Kasten 6.1“.

- Zu jeder Lernerreaktion auf eine Aufgabe unmittelbare Rückmeldung geben.
- Zur nächsten Lerneinheit erst fortschreiten, wenn die vorausgegangene vom Lernenden beherrscht wird.

Diese Programmierte Unterweisung eignet sich nach G. Reinmann für die Gestaltung von E-Learning-Elementen, mit denen einfache Kenntnisse und Fertigkeiten geübt werden sollen.

Im Geometrieunterricht ist diese Form durch Drill- and Practice-Programme, etwa bei Rissleseübungen, Raumergänzungsübungen, Körpererkennungsübungen u.ä. vertreten.

2.4.1.1.2 Instruktionsmodell nach Gagné

Dieses Modell entspringt dem Kognitivismus und geht auf Gagné¹⁵⁹ (1965) zurück, der versuchte, „auf der Grundlage psychologischer Bedingungen menschlichen Lernens Vorhersagen für die Planung und Gestaltung von Unterricht zu machen“¹⁶⁰. G. Reinmann bezeichnet Gagnés Buch aus dem Jahre 1965 „The Conditions of Learning“ als „*Ursprung vor allem von Instruktionsdesign-Modellen ... , die die behavioristische Theorie überwinden*“. Sie schreibt weiter – bezogen auf den traditionellen Schulunterricht: „*Gagnés Vorstellungen vom optimalen Vermittlungsprozess haben die Gestaltung des traditionellen Unterrichts ... nachhaltig beeinflusst; viele Lehrende richten ihr Vorgehen bewusst oder unbewusst an den Grundideen von Gagné aus.*“

Gagné empfiehlt neun Lehrschrte („events of instruction“)¹⁶¹:

1. Die Aufmerksamkeit der Lernenden gewinnen.
2. Die Lernenden möglichst genau über die Lernziele informieren.
3. Das Vorwissen der Lernenden aktivieren.
4. Die Lerninhalte mit ihren charakteristischen Merkmalen möglichst eindeutig darstellen.
5. Die Lernenden beim Lernen anleiten und (mit Lernhilfen oder Tutoren) unterstützen.

¹⁵⁹ Robert Mills Gagné (1916 - 2002).

¹⁶⁰ Vgl. [REI2005], S. 179.

¹⁶¹ Nach [REI2005], S. 180.

6. Die vermittelten Inhalte ausführen und anwenden.
7. Informative Rückmeldungen geben.
8. Leistungen kontrollieren und beurteilen.
9. Behalten und Transfer sichern.

Kritisch vermerkt Reinmann: *„Außen vor aber bleiben auch bei der Instruktionstheorie Emotionen und soziale Interaktionen beim Lernen.“*¹⁶²

Bezogen auf den Geometrieunterricht könnte dieses Konzept im Rahmen des Frontalunterrichtes mit fragend-entwickelndem Unterrichtsstil umgesetzt werden.

2.4.1.2 Unterrichtsmodelle nach dem Kontextdesign

G. Reinmann fasst zusammen *„Unter dem gemeinsamen Dach des Kontextdesigns gibt es didaktische Modelle, die konkrete Anregungen zur Umsetzung konstruktivistischen Gedankenguts geben.“*¹⁶³ Die aktive Position (vgl. Tabelle 2-3) liegt auf Seiten der Lernenden, während die Lehrenden nur anregen, beraten und unterstützen. Relativ selbsttätiges Erarbeiten von Inhalten ist nur auf Basis von hinreichendem Vorwissen möglich, um die neuen Inhalte mit vorhandenem Wissen zu verknüpfen. Es besteht die Gefahr, dass Lernende Inhalte mit subjektiver Bedeutsamkeit versehen – und dass sie durch ein Zuviel an solchem Wissen überfordert werden.

Zentrale Aufgabe der Lehrperson ist es, die unterrichtlichen Anforderungen so zu wählen, dass sie gerade noch nicht mit vorhandenen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten bewältigt werden können.

Für den Ausgleich vorhandener Defizite, die bei einer heterogenen Klasse auftreten können, besteht die Aufgabe der Lehrperson darin, geeignete Materialien bereitzustellen, mit deren Hilfe diese Defizite überwunden werden können.

Einschränkend muss zu diesem Konzept betont werden, dass der Erwerb systematischen Wissens, wie es auch im Geometrieunterricht oft vorhanden ist, unter Umständen schwierig sein kann¹⁶⁴. Tulodziecki/Herzig/Blömeke kommen zu dem

¹⁶² Vgl. [REI2005], S. 181.

¹⁶³ Vgl. [REI2005], S. 191.

¹⁶⁴ Vgl. [TUL2004B], S. 177.

Schluss¹⁶⁵, dass das Konzept eines handlungs- und entwicklungsorientierten Unterrichts oft als Mischform empfehlenswert ist.

2.4.1.2.1 Entdeckendes Lernen

Diese Form wird hier ebenfalls den konstruktivistisch beeinflussten Modellen zugeordnet. Bereits in den 1960er Jahren hat sich Bruner (1966) für das „*Lernen durch Problemlösen*“¹⁶⁶ eingesetzt. Reinmann betont dazu: „*Entdeckendes Lernen nach Bruner bedeutet allerdings nicht, dass Lernende in allen Lebenssituationen etwas völlig Neues entdecken müssen. Auch andere Formen des Wissenserwerbs können dem entdeckenden Lernen zugeordnet werden, sofern sie folgende Eigenschaften aufweisen: a) Die Lernenden setzen sich aktiv mit Problemen auseinander, b) sie sammeln selbstständig eigene Erfahrungen, c) sie führen bei passenden Gelegenheiten Experimente durch und d) sie erlangen auf diese Weise neue Einsichten in komplexe Sachverhalte und Prinzipien.*“¹⁶⁷

In diesem Lernmodell ist die *genetische* Methode enthalten. Reinmann führt dazu aus: „*Speziell für den Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts entwickelte Wagenschein(1973) in den 1970ern die genetische Methode: Demnach soll jedes Lehren von Problemstellungen ausgehen, die den Lernenden zum Nachdenken bringen, Fragen auslösen und ihn dazu motivieren, eigene Entdeckungen zu machen und mit anderen in einen Dialog zu treten (das sokratische Merkmal der Methode).*“¹⁶⁸

Die wichtigsten Merkmale des Modells des entdeckenden Lernens sind:

- Die Lerninhalte werden exemplarisch an einzelnen Fällen und Situationen vermittelt.
- Eine aktive Auseinandersetzung mit Problemstellungen, die auch in realen Situationen vorkommen könnten, wird gefördert.
- Die Exploration seitens der Lernenden wird gefördert, Lernende sollen Erfahrungen sammeln können.

¹⁶⁵ Vgl. [TUL2004B], S. 177.

¹⁶⁶ Vgl. [REI2005], S. 192.

¹⁶⁷ Vgl. [REI2005], S. 192.

¹⁶⁸ Vgl. [REI2005], S. 192.

- Zum selbstständigen Experimentieren soll ermuntert, das Anwenden des Gelernten gefördert werden.

Dass es dabei weniger um den Erwerb von tragem Wissen geht, das hebt Reinmann deutlich hervor: *„Bruner und Wagenschein geht es weniger um den Kenntniserwerb als vielmehr um das Verstehen von Prinzipien, um ein tiefes Durchdringen und Aneignen neuen Wissens und um Problemlösen.“*¹⁶⁹

Aus dem Geometriebereich sei exemplarisch die traditionelle Darstellung von Drehkegeln in Normalrissen angeführt: Hier könnte entdeckend die tangential Lage der Umrisserzeugenden zum Basiskreisbild erkannt werden.

2.4.1.2.2 Cognitive Apprenticeship

Dieses Lernmodell der ‚kognitiven Meisterlehre‘ von Collins, Brown und Newman (1989) geht von der Anwendung des Wissens innerhalb einer authentischen Lernumgebung unter Anleitung von Lehrenden aus. Mit zunehmender Beherrschung der zu lernenden Inhalte nimmt sich die Lehrperson immer mehr zurück. G. Reinmann schreibt dazu: *„In Analogie zur traditionellen Handwerkslehre werden Lernende beim Cognitive Apprenticeship zunächst stark unterstützt und dann nach und nach (im Sinne einer systematischen Sequenzierung) in die Selbstständigkeit und damit in ein selbstbestimmtes und exploratives Lernen entlassen.“*

Die wesentlichen Schritte dieses Lernmodells sind:¹⁷⁰

- Kognitives Modellieren seitens Lehrender/Experten (*Modeling*)
- Anleitung und gezielte Betreuung Lernender (*Coaching*)
- Unterstützung durch Hilfestellung in Rückmeldungen, Erinnerungshilfen und Tipps (*Scaffolding*)
- Ausblenden der Hilfestellung, Rücknahme der Unterstützung durch Lehrende (*Fading*)
- Lernende sollen die Handlungen/Wissensinhalte verbalisieren (*Articulation*)
- Vergleich und Diskussion des Gelernten, Feedbackunterstützung durch Lehrende (ev. Videoaufzeichnung) (*Reflection*)

¹⁶⁹ Vgl. [REI2005], S. 193.

¹⁷⁰ Vgl. [KRI2005], S. 16 und [REI2005], S. 193.

- Verallgemeinerung und Verarbeitung, Problemlösung ohne Unterstützung (*Exploration*)

Dieses Modell kann als allgemeines Rahmenmodell für die Gestaltung von Lernumgebungen aufgefasst werden. Reinmann relativiert die Zugehörigkeit dieses Modells zum Bereich des Kontextdesigns: „*Eine Besonderheit dieses Ansatzes liegt darin, dass er ursprünglich für den lehrerorientierten Unterricht konzipiert wurde (und damit zum Instruktionsdesign gezählt werden könnte) ...*“¹⁷¹

Aus dem Geometriebereich könnte man etwa die Einführung in ein CAD-Programm nach dem Modell von Cognitive Apprenticeship durchführen: Die Lehrperson zeigt als Meister Schritt für Schritt einfache Bedienungsabläufe vor und erläutert dabei ausführlich (*Modelling*), danach wiederholen die SchülerInnen die Schritte selbsttätig und werden dabei von Lehrenden oder TutorInnen betreut (*Coaching*) usf.

2.4.1.2.3 Anchored Instruction

Dieses Modell der „*verankerten Unterweisung*“ haben „*Wissenschaftler in enger Kooperation mit Praktikern in den 1990er Jahren*“¹⁷² entwickelt. Dieses Modell soll die Anwendbarkeit von Wissen verbessern. Nach H. Kritzenberger wurde es von der Cognition an Technology Group at Vanderbilt ursprünglich zur Vermeidung trägen Wissens entwickelt und zum ersten Mal im Mathematikunterricht eingesetzt¹⁷³. Durch *narrative Anker* sollen die neuen Inhalte mit dem Vorwissen der Lernenden und mit lebenspraktischen Zusammenhängen verknüpft werden. Obwohl Reinmann schreibt „*Narrative Anker sind Erzählungen bzw. Beschreibungen von authentischen (und interessanten) Situationen, in denen konkrete Probleme gelöst und neue Wissensinhalte erworben werden.*“¹⁷⁴, so sind vor allem im Hinblick auf den Geometrieunterricht als narrative Anker auch Bilder, Fotografien oder Videos von konkreten Objekten und geometrischen Problemstellungen aus der Umgebung denkbar. Etwa das Bild einer Mondsichel als narrativer Anker für das Bild eines Kreises oder Eigenschattengrenze einer Kugel bei Paral-

¹⁷¹ Vgl. [REI2005], S. 196.

¹⁷² Vgl. [REI2005], S. 197.

¹⁷³ Vgl. [KRI2005], S. 18f.

¹⁷⁴ Vgl. [REI2005], S. 198.

lelbeleuchtung. Reinmann führt als Beispiel für den Schulbereich Abenteuer- geschichten an, die für den Mathematikunterricht entwickelt wurden. Für den Geometriebereich kann hier das Buch „Das Geometrikon“¹⁷⁵ von J. Petit genannt werden, welches in Form eines Comics in die Grundbegriffe der Geometrie einführt.

2.4.1.2.4 Lernen in Lernzyklen

Dieses Lernmodell entstand laut Reinmann als Nachfolgeprojekt der Anchored Instruction. Im Wesentlichen geht es darum, *„für das projektorientierte Lernen Zyklen mit ansteigenden Herausforderungen zu organisieren.“*¹⁷⁶

Die einzelnen Phasen sind:¹⁷⁷

- Ziele, Anforderungen und Vorwissen transparent machen.
- Lernende mit interessanten Aufgaben als Einstieg konfrontieren.
- Ideen sammeln und Lösungsmöglichkeiten erkunden lassen.
- Lernende anhalten, multiple Sichtweisen kennen zu lernen.
- Aufgabenbearbeitung unterstützen, dabei Recherche, Exploration und Verbesserung anleiten.
- Lernerfolgskontrolle in den Lernprozess integrieren.
- Ergebnisse öffentlich präsentieren.
- Lernzyklus an thematisch ähnlichen, aufeinander aufbauenden (komplexeren) Problemen nochmals durchlaufen.
- Lernprozesse und Lernfortschritte gemeinsam rückwirkend reflektieren; bei Bedarf an andere Lernende weitergeben.

Reinmann bemerkt dazu *„Es ist offenkundig, dass sich die Urheber des Modells bemühen, möglichst alle psychologischen Dimensionen des Lernens anzusprechen.“*¹⁷⁸

¹⁷⁵ [PET1995].

¹⁷⁶ Vgl. [REI2005], S. 200.

¹⁷⁷ Vgl. [REI2005], S. 202.

¹⁷⁸ Vgl. [REI2005], S. 201.

2.4.1.3 Computerunterstütztes kooperatives Lernen

Kooperatives Lernen meint eine Form des Lernens, „*bei der die Lerner zusammen ihr Wissen konstruieren.*“¹⁷⁹ *Kooperatives Lernen an sich* kann sich nach Blömeke schon auf den Erfolg beim Lernen mit neuen Medien positiv auswirken¹⁸⁰. In Gruppen experimentieren die Lernenden häufiger – verglichen mit individuellem Lernen. Die Vorteile kooperativen Lernens werden auf eine Beeinflussung der kognitiven Entwicklung der SchülerInnen in dreifacher Hinsicht zurückgeführt:

- *Articulation* – Intuitive und sich entwickelnde Ideen müssen anderen Mitgliedern der Gruppe expliziert werden. Dies trägt zur Klärung bei.
- *Peer conflict* – In einer Gruppe kann es zu kognitiven Konflikten kommen, wenn die Mitglieder unterschiedliche adäquate Vorstellungen haben.
- *Co-construction*¹⁸¹ – Wissen wird in der Gruppe als gemeinsam geteilte Bedeutung entwickelt.

Lernförderliche Wirkung bei Gruppenarbeit zeigt sich beim Lernen mit neuen Medien nur bei entsprechender Unterstützung durch eine Lehrperson, die den Interaktionsprozess vorstrukturieren und Aufgaben stellen muss, die nicht lediglich Formelwissen zur Lösung benötigen.

Computerunterstützt meint eine *netzbasierte computervermittelte* Kommunikation zwischen den Lernenden, die von unterschiedlichen Orten aus zeitgleich oder zeitversetzt miteinander in Kontakt treten können. *Computerunterstütztes kooperatives Lernen* ist auch unter dem Begriff *CSCL* für „*computer supported collaborative learning*“ in der Literatur¹⁸² bekannt. Dass die technische Entwicklung im Bereich Netzwerke und Kommunikation auch in Bildungseinrichtungen immens vorangegangen ist und in der Wissensvermittlung eingesetzt werden kann, kann z.B. ein Vergleich des Umfanges der Beschreibung dieser Lernform erahnen lassen: Während sich R. Schulmeister diesem Lernen in *Wissensgemeinschaften* in seinem Mitte der 90er Jahre zum ersten Mal erschienenen Buch über Grundlagen hypermedialer Lernsysteme nur auf nicht einmal *einem* Prozent der Gesamtseiten-

¹⁷⁹ Vgl. [KRI2005], S. 143.

¹⁸⁰ Vgl. [BLÖ2003B], S. 74.

¹⁸¹ [BLÖ2003B], S. 74, vgl. „Sozialer Konstruktivismus“ von L. Wygotski.

¹⁸² Die Google-Suche für CSCL brachte für diesen Begriff etwa 127000 Treffer [14. 9. 2006].

anzahl¹⁸³ widmet, geht H. Kritzenberger in ihrem 2005 erschienenen Werk über multimediale und interaktive Lernräume sehr ausführlich¹⁸⁴ auf mehr als 20 % der Gesamtseitenanzahl auf dieses Lernmodell ein.

Beim CSCL arbeiten zwei oder mehr Lerner an einer gemeinsamen Lernaufgabe. Die Lerner können dabei räumlich und zeitlich getrennt sein, sie kommunizieren lediglich auf Basis digitaler und netzbasierter Medien, etwa Lernplattformen. Die Kooperation kann *asynchron* (E-Mail, Newsgroups, WWW etc.) oder *synchron* (Chat, Videokonferenz, Shared Workspaces etc.) erfolgen.

Ein wichtiger Ansatz zur Strukturierung und zum Ablauf von kooperativem Lernen sind *Kooperationsskripts*. Sie „wurden ursprünglich für die Unterstützung kooperativen Textlernens von Peers entwickelt und beinhalten insbesondere eine Sequenzierung der Lernaufgabe, eine Verteilung von Rollen und eine Zuordnung von Strategien“¹⁸⁵, so umschreiben B. Ertl und H. Mandl die Aufgabe dieser Skripts. Hinsichtlich der Wirksamkeit auf den Kooperationsprozess gibt es laut Ertl und Mandl in netzbasierten Lernumgebungen mit textueller Kommunikation eine „gesicherte empirische Befundlage“¹⁸⁶, während sie bezüglich der Lernerfolge heterogen ist. Eine empirische Untersuchung von A. Weinberger, F. Fischer und H. Mandl ergab im Jahre 2002, dass „interaktionsbezogene Kooperations-skripts Partizipation und individuellen Erwerb anwendungsorientierten Wissens fördern, während inhaltsbezogene Kooperations-skripts den Prozess der gemeinsamen Problembehandlung unterstützen, den Wissenserwerb aber negativ beeinflussen.“¹⁸⁷

Eines der bekanntesten Kooperations-skripts ist das MURDER-Skript von Danse-reau, benannt nach den Anfangsbuchstaben der Arbeitsschritte. Dieses Skript wurde ursprünglich für die Bearbeitung von Texten entwickelt, denkbar ist ohne weiteres eine Verwendung des Schemas zum Bearbeiten geometrischer Problemstellungen. Darauf wird in folgender Übersicht eingegangen:

- Lernende entspannen sich, konzentrieren sich auf die Lernaufgabe (*Mood*).

¹⁸³ Vgl. [SCHU2002B], S. 82 – 85, nicht einmal ein Prozent der Gesamtseitenanzahl

¹⁸⁴ Vgl. [KRI2005], S. 143 – 180, mehr als 20% der Seitenanzahl.

¹⁸⁵ Vgl. [ERT2004], S. 3.

¹⁸⁶ Vgl. [ERT2004], S. 10.

¹⁸⁷ Vgl. [WEI2002C], S. 2.

- Lernende lesen einen Textabschnitt, eine Anleitung, eine Beispielangabe und versuchen, Ideen und Fakten zu verstehen (*Understand*).
- Ein Lernpartner gibt den Inhalt dieses Textabschnittes in eigenen Worten oder durch Skizzen wieder (*Recall*).
- Der zuhörende Partner korrigiert dabei Fehler und Auslassungen (*Detect*).
- Lernende arbeiten und ergänzen den Inhalt durch Hinzufügen von Bildern, Texten und betten ihn in ihr Vorwissen ein (*Elaborate*).
- Die Lernenden gehen das ganze Lernmaterial nochmals durch (*Review*).

2.4.2 Forschungsergebnisse zum Lernen mit neuen Medien

2.4.2.1 Laborstudien versus Realuntersuchungen

In diesem Abschnitt sollen Forschungsergebnisse über den Unterricht mit neuen Medien und deren effektive Gestaltung zusammengefasst werden. Bei den Untersuchungen geht es um eine Balance zwischen reinen Laborstudien zum Einsatz neuer Medien, die die Komplexizität oft zu stark reduzieren, und der Detailfülle des konkreten Lehr-Lerngeschehens im realen Unterricht. Experimentelle Laborstudien liegen bereits in umfangreichem Maße vor. Die schulischen Ziele und Inhalte sind in der Regel deutlich komplexer als diejenigen, die den Experimenten zu Grunde liegen.

Ein erstes zentrales Forschungsfeld sind *Handlungsmuster* und *reale Unterrichtsabläufe*. Wie bereits in Abschnitt 1.6 erwähnt, betont S. Blömeke¹⁸⁸, wie schwierig es ist, *Handlungsmuster* von Lehrenden zu *verändern*. Für Blömeke gilt es als eine der ersten Forschungsaufgaben generelle Handlungsmuster von LehrerInnen beim Einsatz neuer Medien zu identifizieren.

Zur näheren Erläuterung sei dazu kurz auf den Handlungsbegriff eingegangen: Als „*Handlung*“ gilt eine Bezeichnung für eine zielgerichtete, bewusst gewählte und eingesetzte *Aktivität* des Menschen, um eine Veränderung in der Umwelt bzw. in der bestehenden Situation herbeizuführen¹⁸⁹.

¹⁸⁸ Vgl. [BLÖ2003B], S. 77.

¹⁸⁹ <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/plex/PLex/Lemmata/H-Lemma/Handlung.htm> [8. 8. 2005].

Handlungsmuster sind Formen von standardisierten Handlungsmöglichkeiten, die im konkreten Handeln aktualisiert und realisiert werden.

Ein *Muster* hat einen Zweck, auf diesen ist es funktional bezogen. Muster werden kollektiv geteilt, sind Organisationsformen von gesellschaftlichen Handlungsprozessen, an denen mehrere Akteure beteiligt sind. Handlungsmuster setzen sich aus Skripts und subjektiven Theorien zusammen.

Skripts sind konkret an einen spezifischen Inhalt gebunden, stellen eine Abfolge vollständiger Szenen dar. Dieses Skript-Konzept bedeutet nun – übertragen auf den Einsatz neuer Medien im Unterricht – dass sich in den Handlungsverläufen von Lehrerinnen und Lehrern typische Strukturen rekonstruieren und zu Skripts zusammenfassen lassen.

Über die Gestaltungsmerkmale neuer Medien hinaus gibt es eine Vielzahl an Faktoren, die die Lernwirksamkeit dieser Medien im realen Unterrichtsgeschehen beeinflussen. *„Daraus lässt sich auf der einen Seite die Konsequenz ziehen, dass eine einfache Aussage in der Form ‚Das neuen Medium X bewirkt, dass die Schülerinnen und Schüler den Gegenstand Y besser erlernen.‘ nicht möglich ist, ... Auf der anderen Seite bedeutet die festgestellte Komplexizität, dass die Auswahl und ein Einsatz neuer Medien im Unterricht sorgfältiger Abstimmungen auf die eigenen Lehr-Lernziele, auf die Persönlichkeitsmerkmale der Schülerinnen und Schüler und auf die geplante didaktisch-methodische Gestaltung bedürfen ...“*¹⁹⁰

Reale Unterrichtsskripts stellen nach Meinung von Blömeke eine zentrale Aufgabe zukünftiger Forschungsvorhaben dar. Dabei erachtet sie speziell vor dem Hintergrund des hohen Konkretisierungsgrades die Frage nach *Prägungen* als wichtig. Diese können durch den Expertisegrad der Lehrenden beim Einsatz neuer Medien gemeinsam durch die Fachzugehörigkeit, durch das verfolgte Lehr-Lernziel und das eingesetzte Medium entstehen.

Nach Blömeke würden die Ergebnisse erlauben, künftige Interventionsstudien gezielter anzusetzen. Wörtlich schreibt sie zum Abschluss¹⁹¹ ihrer Übersicht über die empirische Forschung zum Thema Lehren und Lernen mit neuen Medien:

¹⁹⁰ Vgl. [BLÖ2003B], S. 76.

¹⁹¹ Vgl. [BLÖ2003B], S. 79.

„Deutlich würde zum einen, inwieweit Lehrerhandeln überhaupt weiterentwickelt werden muss. Zum anderen könnten Ergebnisse Entscheidungshilfen geben, welche Interventionen überhaupt sinnvoll sind. Und schließlich könnte durch die gewonnenen differenzierten Erkenntnisse die Detailstruktur der Interventionen besser geplant werden.“

2.4.2.2 Gestaltung und Vergleich mit traditionellen Medien

Eine Zusammenstellung¹⁹² der Aspekte der neuen Medien soll einen Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtsmitteln ziehen:

Ortsunabhängigkeit: Computer- und netzwerkbasierende Kommunikation ist ortsunabhängig. Die TeilnehmerInnen sind an keine speziellen Einzelplatzrechner gebunden, wie dies bei einem herkömmlichen ortsfesten Telefonanschluss war. Es treten keine entfernungsabhängigen Kosten auf.

Zeitunabhängigkeit: Der Sender ist nicht darauf angewiesen, dass der Empfänger zur selben Zeit beim Empfangsgerät ist wie etwa bei der Festnetztelefonie. Das Abrufen von Nachrichten ist ebenfalls nicht an die Zeit gebunden.

Datenunabhängigkeit: Es gibt i.a. keine Beschränkung in der Art der multimedialen Daten, neben Schrift können auch Ton, Bild, Animation, Film übertragen werden.

Gemeinschaft/Vernetzung: Die Vernetzung führte zum Aufbau einer virtuellen Gemeinschaft. Die dennoch auftretende Isolation einzelner Netzbenutzer wird auf das Fehlen eines direkten Kontaktes auf der zwischenmenschlichen Ebene zurückgeführt. Es mangelt dabei an einer synchronisierenden Hinwendung zu einem Partner.

Fehlerkultur: Eine veränderte Einstellung zu Fehlern ermöglicht einen fehlerfreundlichen Unterricht nach dem Motto: *„Hast du heute noch keinen Fehler gemacht, dann hast du heute noch nichts gewagt.“*¹⁹³ Wenn eine verstärkte Eigenaktivität der Schüler erreicht werden soll, so ist es notwendig, die Formen der Leis-

¹⁹² Beispielsweise werden bereits in [REI1996] drei dieser Aspekte genannt: Parallele Integration von Daten, Text, Grafik, ... (Stichwort Multimedia), Vernetzung von Computern und orts- und zeitunabhängige Kommunikation und Kooperation (Stichwort Datenautobahn), Interaktivität zwischen Benutzer und System sowie umfangreiche Manipulationsmöglichkeiten bis hin zur Simulation von Handeln in realen Umgebungen (Stichwort digitale und virtuelle Welten).

¹⁹³ Vgl. <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/mathematik/hs/grundlagen/> [12. 12. 2005].

tungsmessung auszubauen, z.B. durch Beschreiben und Bewerten von Lernprozessen und nicht durch Zählen von Fehlern.

SchülerInnenzentriertheit: Der Unterricht wird nach Blömeke schülerInnenzentrierter¹⁹⁴: Die Eigenaktivität der SchülerInnen steigt, die Lernarbeit verschiebt sich vom Erwerb von reinem Faktenwissen zum Erproben von Fähigkeiten und Fertigkeiten. Bei der Leistungsüberprüfung reicht demnach eine einfache Reproduktion des vorgetragenen Stoffes nicht mehr aus. Die LehrerIn wird bei der Unterrichtsarbeit von fachlicher Anforderung entlastet, während die gruppendedynamische Belastung steigt.

Unterrichtsdauer: Bei Einsatz neuer Medien sieht Blömeke die Notwendigkeit eines längeren Verweilens bei einzelnen Themen als im reinen Frontalunterricht ohne Medieneinsatz. Das exemplarische Lernen gewinnt an Bedeutung. 50-Minuten-Einheiten sind für gruppen- und projektorientiertes Arbeiten nicht angemessen – flexiblere Zeitgestaltung und Interdisziplinarität sind notwendig, vermehrte Koordinations- bzw. Managementarbeit sind gefordert.

Überladenheit: Die Gefahr des „*Information overload*“ sieht Blömeke¹⁹⁵ etwa durch die Möglichkeit, Texte in beliebiger Länge und an beliebig viele TeilnehmerInnen zu senden. Häufig fehlt dabei die Verbundenheit der Nachrichten untereinander, da nicht direkt auf vorhergehende Beiträge eingegangen wird. Lernplattformen oder hoher kontinuierlicher Betreuungsaufwand und stark eingreifende instruktionale Hilfen können die Situation verbessern.

2.4.2.3 Veränderte LehrerInnenrolle

Da die vorliegende Arbeit in erster Linie auf die Rolle der Lehrenden eingeht, seien die Gedanken von H. Knauder¹⁹⁶ angeführt: Sie sieht die Akzeptanz neuer Medien und die Kompetenz in neuen Medien als *Generationenfrage*. Die mediale Erfahrungswelt der LehrerInnengeneration unterscheidet sich wesentlich von der der SchülerInnengeneration. SchülerInnen kommen mit mehr Informationen und mehr Kenntnissen über neue Medien als bisher in die Schule. Die LehrerInnenrolle hat sich unter Einsatz der neuen Medien verändert. Für Knauder sind nicht so

¹⁹⁴ Vgl. [BLÖ2003B], S. 72.

¹⁹⁵ Vgl. [BLÖ2003B], S. 72.

¹⁹⁶ Vgl. [KNA2002].

sehr die Technologien „neuartig“, sondern vor allem die Nutzungsmöglichkeiten dieser Medien, die lernorganisatorisch zu einer weitgehenden zeitlichen und örtlichen Individualisierung des Lernens führen.

Die neue LehrerInnenrolle muss durch pädagogische Managementarbeit geprägt sein. Solide Grundkenntnisse über neue Medien spielen dabei nicht die wichtigste Rolle, sondern die Einbindung derselben in die praktische Unterrichtsarbeit. LehrerInnen werden zum Mittler zwischen neuen Medien, den SchülerInnen und den Anforderungen der Umwelt. LehrerInnen werden zu ModeratorInnen und BeraterInnen, Schüler-ExpertInnen zu Co-LehrerInnen¹⁹⁷.

Die LehrerInnen müssen die SchülerInnen auf die neue Art der Informationsaneignung und –verwertung vorbereiten. Die LehrerInnen brauchen dazu neben einem informationstechnologischen Basiswissen ein lernstrategisches Wissen und spezifische Problemlöse-Verfahren sowie die Kommunikationsfähigkeit über die neuen Medien.

Knauder geht auch der Frage nach, ob neue Medien LehrerInnen ersetzen können. Sie kommt zum Schluss, dass die traditionelle Wissensvermittlung künftig nicht mehr der Aufgabenschwerpunkt der LehrerInnen sein wird. Die Autorin sieht im Einsatz neuer Medien für LehrerInnen eine historisch einmalige Change, entlastet zu werden und dadurch für die eigentliche pädagogische Verpflichtung neue Freiräume zu erhalten. Unter anderem führt sie aus: *„Neuen Medien lassen ein „neues Lernen“ und damit eine „neue Schule“ zu, aber nur dann, wenn die LehrerInnen es wollen und dafür offen sind. ... Neue Medien sind nur das, was man aus ihnen macht und so gut wie das, was man mit ihnen macht.“*

Und abschließend resümiert¹⁹⁸ sie: *„Kurz zusammengefasst müssen LehrerInnen neben einer informationstechnologischen Grundbildung über ein strategisches Wissen verfügen, mit hoher Komplexität umgehen und in komplexen Zusammenhängen denken und handeln können, und dazu kreative und kooperative Teamfähigkeit sowie autonome Lernfähigkeit besitzen.“*

¹⁹⁷ Vgl. auch [KOC2001].

¹⁹⁸ Vgl. [KNA2002], S. 33.

2.4.2.4 Geräte, Organisationsformen

Damit sich langfristig eine Medienkompetenz bei den SchülerInnen entwickeln kann, ist eine ständige Verfügbarkeit von Geräten notwendig, denn nur so kann dieses Medium echten *Werkzeugcharakter* bekommen. Dieser äußert sich etwa dadurch, dass bei einem individuellen Lösungsweg eine Selbstentscheidung möglich ist, ob ein Rechner verwendet wird oder nicht.

Im praktischen Schulalltag haben sich folgende Arrangements¹⁹⁹ von Einsatzmöglichkeiten für das Arbeiten mit Computern / neuen Medien etabliert:

- Computerraum – fest installierte Geräte
- Medienecke im Klassenraum – wenige Computer
- Handhelds – Laptops oder Taschencomputer beim Lernenden
- Selbstlernzentren – Computer mit freiem Zugang außerhalb der Klasse, z.B. in Bibliothek oder am Gang

Neben den traditionellen EDV-Räumen, wie sie seit Beginn der 1980er Jahre an den öffentlichen Schulen eingerichtet worden sind, haben sich Einzelcomputer in Klassen mit Beamer als Ergänzung bzw. Ersatz der in Unterrichtsräumen befindlichen Overheadprojektoren etabliert. Daneben gibt es an vielen Schulstandorten Notebookklassen mit Vernetzungsmöglichkeit – oft von den SchülerInneneltern selbst finanziert.

2.4.2.5 Lernprogramme

Das Medium ist nur *ein* Element eines komplexen Lernarrangements, in dem zahlreiche Faktoren von Bedeutung sind: Lehrziel, Medientyp, Persönlichkeitsmerkmale der Lernenden, instruktionale Unterstützung durch Lehrende oder durch das Medium. In der Literatur – zusammenfassend etwa bei Blömeke²⁰⁰ – wird zwischen verschiedenen Typen von Lernprogrammen unterschieden:

- *Übungsprogramme* dienen dem effektiven Wiederholen und Üben und zum Erwerb von gut strukturiertem Fachwissen und von einfachen Fertigkeiten. Sie haben meist einen strikt linearer Ablauf (etwa Vokabeltrainer).

¹⁹⁹ Vgl. [BAR2003].

²⁰⁰ Etwa [BLÖ2003B], S. 72f.

- *Tutorielle Programme* werden für den Wissenserwerb in klar strukturierten Themenbereichen und für die Überprüfung von Lernerfolgen verwendet. Oft haben sie eine einfache Dialogform. Der Dialogcharakter äußert sich darin, dass nach dem Geben von Informationen Aufgaben gestellt werden, auf die die Lernenden antworten. Zum Abschluss erfolgt eine differenzierte Rückmeldung, danach wird eine neue Aufgabe gestellt²⁰¹.
- *Simulationsprogramme* können explorative und entdeckende Prozesse unterstützen. Folgen von Eingriffen können simuliert werden. Durch das Lernen mit Simulationen sollen der Aufbau und die Differenzierung mentaler Modelle unterstützt werden (etwa Wirtschaftssimulationsspiele wie SimCity²⁰² oder die verschiedensten DGS-Programme, die das Entdecken und Erforschen im Geometrieunterricht fördern können.).
- *Hypermedia-Umgebungen* können für den Wissenserwerb von schlecht zu strukturierenden Themengebieten eingesetzt werden, z.B. Websites zu konkreten Themengebieten, etwa www.geometry.at für den Geometrieunterricht. Dies kann durch Datenbanken realisiert sein. (z.B. Encarta, Geometrische Bilderdatenbank²⁰³). Blömeke beschreibt²⁰⁴ Untersuchungen, die ergeben haben, dass *Informationen genau zu dem Zeitpunkt* gegeben werden müssen, an dem sie benötigt werden (anstatt vorab als Leitfaden oder im Nachhinein als Zusammenfassung). Dann haben sie den größten Effekt.

Bei der Gestaltung von Hypermedia-Umgebungen sind folgende Probleme bei Blömeke dokumentiert²⁰⁵:

Problem des „Lost in Hyperspace“: Verlust der Orientierung: Wo bin ich? Wohin soll ich? *Abhilfe:* klar strukturierte Navigations- und Orientierungshilfen.

Problem des zu hohen Tempos beim Durchgehen des Hypertextes, es kommt zur kognitiven Überlastung; *Abhilfe:* Rückgriff auf Berichte von Experten, die be-

²⁰¹ Einen möglichen Kursaufbau für eine geometrische Anwendung kann man etwa unter <http://www.e-lisa-academy.at/> [12. 12. 2005] finden.

²⁰² <http://simcity.ea.com/> [20. 5. 2006].

²⁰³ Vgl. etwa <http://geometrie.muellerweb.at/gallery/index.php> [12. 8. 2006].

²⁰⁴ Vgl. [BLÖ2003B], S. 73.

²⁰⁵ Vgl. [BLÖ2003B], S. 73.

schreiben, wie sie in ähnlichen Fälle vorgegangen sind – beispielhaft in anderen Situationen, dadurch wird auch die Lösung nicht vorweggenommen.

Problem der „Flucht ins Detail“: Zusammenhänge gehen verloren, Werkzeuge (z.B. Word, CAD, Autorenprogramme) besitzen keine explizit instruktionalen Elemente. Sie können für vielfältige unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Einsatz eines spezifischen neuen Mediums für einen anderen als den genannten Zweck oft wenig effektiv ist.

2.4.2.6 Lernwirksamkeit: Verbale und nonverbale Kodierung

Beim zusammenfassenden Überblick²⁰⁶ von S. Blömeke über den Stand der empirischen Forschung zum Lernen mit neuen Medien findet man Untersuchungsergebnisse über die Lernwirksamkeit neuer Medien²⁰⁷. Nach Aussagen der Autorin ist die *generative Theorie multimedialen Lernens* von R. E. Mayer der Gültigkeit nach am stärksten untermauert, wonach das Wissen in drei Schritten im Gehirn gespeichert wird: Nach dem *aktiven Selektieren* von in Text und Bild dargebotenen Informationen erfolgt eine *oberflächliche Speicherung*, noch ohne Bezüge zwischen diesen Komponenten herzustellen. In einem zweiten Schritt werden zwei mentale Modelle (Wort und Bild) aufgebaut, wobei *Relationen zwischen den gespeicherten Informationen* gebildet werden. Erst in einem dritten Schritt erfolgt eine *echte Verknüpfung* der beiden Modelle untereinander und mit dem Vorwissen im Langzeitgedächtnis.

Seine auf der *Theorie der Doppelcodierung* von Paivio²⁰⁸ aufbauenden Thesen untermauerte Mayer (1997) durch 24 Einzelstudien samt einer Metastudie. Da diese Theorie auch für die Speicherung geometrischer Bilder interessant scheint, sei ausführlicher darauf eingegangen: Lernende entwickeln zu einem Gegenstand je ein *bildbasiertes* und ein *textbasiertes* mentales Modell, die aufeinander bezogen sind. Schriftlicher Text und Bild sind also ergänzende Informationsquellen, indem aus dem Text eine verbale und aus dem Bild eine visuelle Repräsentation gebildet wird, und zwar jeweils mit vergleichsweise geringem kognitivem Auf-

²⁰⁶ Vgl. [BLÖ2003B], S. 61f.

²⁰⁷ Blömeke hat darüber auch im Internet publiziert:

<http://www.learn-line.nrw.de/angebote/mksu/basiseinheit.jsp?page=6,2,1,1,1> [4. 8.2005].

²⁰⁸ <http://dsor.uni-paderborn.de/de/forschung/publikationen/blumstengel-diss/Dual-Coding.html>

wand. Voraussetzung ist allerdings, dass schriftlicher Text und Bild nicht verschieden gedeutet werden können, sondern sinnvoll aufeinander abgestimmt sind. Der Text erklärt einen Sachverhalt und das Bild unterstützt die Lernenden bei der Entwicklung einer bildhaften Vorstellung zu diesem Sachverhalt (Zeigefunktion). Die Lernwirksamkeit verbaler und nonverbaler Kodierung²⁰⁹ kann weiter gesteigert werden, wenn der schriftliche Text und das Bild räumlich gemeinsam dargeboten werden. Wenn visuelles und auditives Material zu einem Lerninhalt vorliegen, gilt dasselbe für deren gleichzeitige Präsentation. Eine solche raum-zeitliche Kontiguität fördert das Herstellen von Verbindungen zwischen dem jeweiligen verbal- und bild-basierten mentalen Modell zu einem Lerninhalt. Die Wirksamkeit der Kontiguität ist bei niedrigem Vorwissen besonders groß.

Betreffend Raumgeometrieunterricht wäre es interessant festzustellen, ob ein Objekt leichter durch eine anschauliche Darstellung (Axonometrie oder Perspektive) oder durch eine eher unanschauliche Zweibilderrepräsentation kognitiv verarbeitet (etwa gemerkt) werden kann. Denn bei der Zweibilderrepräsentation ist vermutlich eine stärkere kognitive Aktivität notwendig, sich die Objekte vorzustellen! Eine darauf bezogene Testserie ist dem Autor nicht bekannt.

2.4.2.7 Effektive Gestaltung von Multimedia im Allgemeinen

R. Brünken fasst die folgende Prinzipien²¹⁰ der Gestaltung von „wirkungsvollem Multimedia“ zusammen:

Prinzip der dualen Codierung – textliche²¹¹ und bildliche Informationspräsentation fördern den Wissenserwerb mehr als nur textliche Information.

Achtung: gleicher Aufnahmekanal (visuell), Gefahr der Überlastung.

Prinzip der räumlichen Nähe – räumlich benachbarte Darstellung textlicher und bildlicher Information fördert Wissenserwerb mehr als eine getrennte Präsentation von Bild und Text auf verschiedenen Seiten.

²⁰⁹ Der generativen Theorie multimedialen Lernens von Mayer zufolge, vgl. [BLÖ2003B], S. 62.

²¹⁰ Vgl. [BRÜ2001B].

²¹¹ Textliche Information kann einerseits geschriebener Text andererseits gesprochener Text sein.

Prinzip der simultanen Darstellung – gleichzeitige Präsentation bildlicher und textlicher Information fördert Wissenserwerb mehr als sukzessive Präsentation gleicher Inhalte.

Kohärenzprinzip – interessante, aber für das Lehrziel irrelevante visuelle oder akustische Information reduziert den Wissenserwerb.

Multimodalitätsprinzip – audiovisuelle Darstellung bildlicher und textlicher/sprachlicher Information fördert Wissenserwerb mehr als nur visuelle Darbietung.

Redundanzprinzip – audiovisuelle Darstellung bildlicher und textlich/sprachlicher Information fördert Wissenserwerb mehr als die (redundante) Darstellung der gleichen Information durch Bild, Ton und geschriebenen Text.

Prinzip der individuellen Unterschiede – Lerner mit unterschiedlichen Voraussetzungen lernen unterschiedlich gut mit Multimedia, wichtige Faktoren hierfür sind:

Räumliches Vorstellungsvermögen (erleichternd)

Kodierungsform-Präferenzen (*Visualizer* versus *Verbalizer*)

Visuelle Aufmerksamkeit (erleichternd)

Jede Form der Strukturierungshilfe (Anordnung von Bildern, Vermeiden kognitiver Überlastung, Steuerung des Lernprozesses, ...) kommt in erster Linie SchülerInnen mit geringen Lernvoraussetzungen zu Gute.

Tulodziecki, Herzig und Blömeke weisen darauf hin, dass einfache Addition mehrerer Darstellungsformen (etwa: Diagramme und schriftliche Texte) nicht automatisch zu besseren Lernerfolgen²¹² führt. Eine einfache Aussage wie „*Das Medium X bewirkt, dass die Schülerinnen und Schüler den Gegenstand Y besser erlernen*“²¹³ ist nicht möglich. Die Wechselwirkung der Faktoren „Lehrziel“, „instruktionale Unterstützung“, „Vorwissen“ (in Form von themenspezifischen Kenntnissen und medienspezifischen Fertigkeiten) sowie „Interessen und Einstellungen“ und die „Interaktion“ müssen Berücksichtigung finden. Die Auswahl und der Einsatz der Medien im Unterricht bedürfen sorgfältiger Abstimmungen mit den eigenen Lehrzielen, mit den Merkmalen der Lernenden und der Planung der Lehr-

²¹² Vgl. [TUL2004B].

²¹³ Zitiert nach [BLÖ2003B], S. 75.

Lernprozesse. Darüber hinaus ist eine angemessene Unterstützung der Lernenden während der Arbeit mit dem Medium notwendig.

2.4.2.8 Gestaltung von Präsentationen im Speziellen

Neben den im vorigen Abschnitt beschriebenen Eigenschaften von für den Unterricht aufbereiteten Medien gibt es für Präsentationen eigene Forschungsergebnisse. Diese sind etwa bei Blömeke kurz zusammengefasst²¹⁴. Insofern sie für das praktische Arbeiten im Geometriebereich sinnvoll erscheinen, seien sie hier übernommen.

2.4.2.8.1 Wirkung von Animationen

Die Wirksamkeit von eingesetzten Animationen erklärt S. Blömeke²¹⁵ mit dem *Supplantationskonzept nach Salomon*, 1979. Danach entlastet die exakte Simulation eines kognitiven Prozesses das Arbeitsgedächtnis des Lernenden, weil sie eine wichtige Lernaufgabe – das Vorstellen eines Ablaufes – vereinfacht. Die Autorin warnt aber vor vereinfachten Annahmen, denn die Lernwirksamkeit von Animationen wird durch unterschiedliche Lernstrategien, Lernvoraussetzungen und die Lernsituation erheblich beeinflusst²¹⁶.

2.4.2.8.2 Wirkung von mono- und bimodalen Präsentationen

Vorweggenommen gilt²¹⁷: Gesprochener Text zu einer Präsentation erhöht die Lernwirksamkeit nach dem Prinzip der dualen Codierung. Zur Kapazität des Arbeitsgedächtnisses gilt die Theorie von Swellers, 1988, die besagt, dass die kognitive Verarbeitungskapazität von Lernenden begrenzt ist. Erfolgt eine Verarbeitung monomodal, also etwa nur visuell z.B. durch ein Bild und einen Text, so ist eine Teilung der verfügbaren Arbeitsgedächtnisressourcen notwendig („Split-Attention-Effekt“). Es gilt als nachgewiesen, dass sich Lernende in so einem Fall

²¹⁴ Vgl. [BLÖ2003B], S. 61f.

²¹⁵ Vgl. [BLÖ2003B], S. 62f.

²¹⁶ Vgl. dazu die Ergebnisse der Untersuchungen von Dünser [DÜN2005] zur Trainierbarkeit der Raumvorstellung mit Construct3D und Cad-3D (siehe auch Kapitel 7.1). Die Ergebnisse bei Verwendung des Programmes Construct3D sind im Vergleich zur Verwendung von CAD-3D schlechter ausgefallen. Construct3D nimmt Lernenden – erklärbar durch dieses Supplantationskonzept – durch die dreidimensionale Darstellung offenbar kognitive Vorstellungsarbeit ab.

²¹⁷ Vgl. [BLÖ2003B], S. 63f.

eher auf das dominierende Bild konzentrieren und die Textinformationen vernachlässigen. Eine bimodale Präsentation der sprachlichen Information in akustischer Form und der bildlichen Information in visueller Form gewährleistet eine Verarbeitung in verschiedenen Subsystemen und entlastet die visuelle Wahrnehmung. Dem zeitlichen Kontiguitätsprinzip zufolge ist die Lernwirksamkeit dabei besonders hoch, wenn Bild und gesprochener Text gleichzeitig präsentiert werden. Die Überlegenheit der bimodalen gegenüber der monomodalen Darbietung bleibt erhalten, wenn Bild und Ton nicht mehr gleichzeitig, sondern hintereinander präsentiert werden.

Lernförderlich ist weiters eine einfache, klare und sparsame Gestaltung. Aussehen und Anordnung der dominierenden Elemente sollen möglichst gleich bleiben. Nicht unmittelbar zum Lerninhalt gehörende Umrahmungen sollten unterbleiben. Redundanzen, die durch gleichzeitige Präsentation in textlicher und gesprochener Form erfolgen, können leicht die Verarbeitungskapazität von Lernenden überfordern „redundancy principle“. Diese Untersuchungen wurden hauptsächlich von Moreno und Mayer am Ende der 1990er Jahre durchgeführt²¹⁸.

2.4.2.8.3 Interaktivität bei einer Präsentation

*Interaktivität²¹⁹ bedeutet hier, dass ein Lernender in den Ablauf einer Präsentation eingreifen kann, etwa die Reihenfolge oder die Geschwindigkeit der Präsentation verändern oder bei einer Simulation Parameter festlegen und Rückmeldungen erhalten kann. Die Ergebnisse der Untersuchungen²²⁰ von Mayer und Chandler (2001) besagen: Eine Kontrolle der Lernenden über die Geschwindigkeit beim ersten Ablaufen führt zu signifikant besseren Ergebnissen bei Transferaufgaben, als wenn eine ununterbrochene Präsentation stattfindet. Durch diese Selbststeuerung wird die kognitive Überlastung des Arbeitsgedächtnisses vermieden. Dieses Ergebnis bestätigt auch die *Zweistufigkeit der Informationsverarbeitung* in den Modellen von Mayer und Schnotz, die folgendes besagt:*

²¹⁸ Verweise auf weiterführende Literatur zu diesem Bereich sind im Internet etwa unter <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/mksu/basiseinheit.jsp?page=6,2,1,6,1> [30. 9. 2006] zu finden.

²¹⁹ Vgl. [BAU1999], Baumgartner und Payr widmen dem Begriff einen ganzen Abschnitt in ihrem Buch (S. 128 - 135).

²²⁰ Vgl. [BLÖ2003B], S. 65.

Erster Schritt: *Reine Speicherung* der einzelnen Informationen (Selektion)

Zweiter Schritt: *Bezüge* dieser Informationen *untereinander* werden hergestellt.

Das erfolgreiche Absolvieren dieser Stufen des Aufbaues eines mentalen Modells wird durch strukturiert aufgebaute multimediale Lerninhalte unterstützt, durch Vorabhinweise auf wesentliche Faktoren des Inhalts, durch Zwischenüberschriften und durch Verwendung von Signalwörtern wie „weil“ oder „als Ergebnis“. Durch dieses Hinweisen auf wichtige Lernschritte und durch Bezugsetzung der Inhalte untereinander wird eine Entlastung des Arbeitsgedächtnisses erzielt.

2.4.2.8.4 Aufbau einer Präsentation

Bei beschränkter Zeit (vgl. Schulsituation) ist ein schrittweises Hinzufügen von Details am lernwirksamsten²²¹. Dies wurde beim Vergleich der Lerneffizienz von einer *Überblicks-Detail-Sequenzierung* im Vergleich mit einer *Schritt-für-Schritt-Präsentation*, bei der das Gesamtbild erst am Schluss erscheint, und einer abschließlichen *Präsentation des Gesamtbildes als Standbild*, herausgefunden. Bei unbeschränkter Zeit, in der sich die Lernenden mit diesen Präsentationen beschäftigen konnten, wurden diese Unterschiede nicht gefunden.

Der von Mayer vermutete Zusammenhang zwischen der Codierform, in der gelernt, und der Codierform, mit der die Lernwirksamkeit getestet wird, konnte durch Brünken und andere²²² 2001 nachgewiesen werden. Dazu kommt noch, dass eine bildliche Präsentation zu signifikant besseren Testleistungen führt als eine rein textuelle Präsentation. Die Lerneffekte sind bei Personen mit niedrigem Ausgangswissen höher als bei Personen mit großem Vorwissen.

Allerdings zeigt sich zum Beispiel, dass beim un gelenkten Lernen mit Hypertexten²²³ Schülerinnen und Schüler mit hohem Vorwissen in stärkerem Maße profitieren als schwächere SchülerInnen. Die Ursache dafür wird im unterschiedlichen Umgang mit den präsentierten Texten gesucht, denn hohe Vorkenntnisse bringen eine aktive Aufnahme der Inhalte eines Hypertextes mit sich, wenn Verknüpfungen zu bereits vorhandenem Wissen hergestellt werden können. Umgekehrt

²²¹ Vgl. [WEI1998] und [BRÖ2003B].

²²² Vgl. [BLÖ2003B], S. 65.

²²³ Vgl. [BRO2003B], S. 69.

kommt jede Form von strukturierter Hilfe SchülerInnen mit geringeren Lernvoraussetzungen zu Gute.

2.4.2.9 Arbeiten und Lernen mit dem Internet

Hier sind die technische Voraussetzungen und „Werkzeuge“ erheblich komplizierter und schwerer zu bedienen als bei einer Präsentation: Das Lernen wird *kollektiv*. Von der Information zur Wissensaneignung²²⁴ hat sich, wenn man H. Koch und H. Neckel folgt, eine Zerlegung in einzelne, kleinere Einheiten und Teilschritte bewährt. So wird die Folge von Schritten gangbar: Beschaffung, Selektion/Filterung, Komprimierung/Reduktion, Verarbeitung, Design/Präsentation, Weitergabe.

Aus einer Fülle von Informationen soll es zur Wissensaneignung kommen. Es geht letztlich um die Bewältigung der Informationsflut durch Selektion und Filterung (wertlos/wertvoll, Quellenglaubwürdigkeit, Mediengläubigkeit, ...).

Damit „Lernen“ geschieht, müssen Informationen zu Wissen verarbeitet werden, zu einem Wissen, das handlungsleitend wirksam werden kann. Lehrervortrag und Schulbuch präsentieren diese Informationen im Wesentlichen lerngerecht, das Internet liefert nur den Rohstoff dazu – wenn überhaupt. In der Praxis ist die Versuchung groß, durch Copy&Paste einfach Texte zu kopieren, genutzte Websites durch URL und Datum zu zitieren. In diesem Zusammenhang sei an die Gefahr des „Information overload“ (Abschnitt 2.4.2.2) erinnert.

Aus der Praxis heraus haben sich einige Methoden in der Schulpraxis bewährt:

2.4.2.9.1 Methode „Geplante Recherche“

Geplantes Recherchieren im Unterricht verlangt ein Konzept. Das Suchen kann nach G. Dörr und P. Strittmatter in vier Arbeitsschritten erfolgen²²⁵:

- Festlegung und Verfeinerung des Rechercheziels (durch Lehrende und / oder Lernende);
- Suchstrategien und Abbruchkriterien (Suchmaschinen, Suchbegriffe, selbst gesetztes Zeit- oder Volumslimit);

²²⁴ Vgl. [KOC2001].

²²⁵ Vgl. [DOE2000], S. 125f.

- Bewertung und Selektion der gefundenen Quellen (etwa nach Autoren, Aktualität, Relevanz zum Thema, medialer Aufbereitung, ...);
- Auswertung und Archivierung der Fundstellen (Text mit Literaturverzeichnis, kommentierte Linkliste, ...).

Die Hauptkritik an dieser Methode ist jene, dass kein „Schutz“ vor der Lawine von Informationen geboten wird, dass – wie bereits beschrieben – die Effekte „*Lost in Hyperspace*“ und „*Flucht ins Detail*“ eintreten können. Die zu diesem Punkt vorliegenden Forschungsergebnisse wurden von S. Blömeke zusammengefasst²²⁶. Andererseits besteht die Gefahr einer Enttäuschung der Lernenden durch Nichtfinden gewünschter Ergebnisse.

2.4.2.9.2 Methode „Webquest“

Um effektives Finden von inhaltlich genau umgrenzten Themenbereichen in einem kalkulierbaren Zeitrahmen zu ermöglichen, hat sich die Methode der Webquests²²⁷ etabliert. Ein Webquest ist ein Recherche-Projekt, bei dem ein Teil oder die gesamte Information aus Internetquellen stammt. Ein Webquest enthält einen genau vorgegebenen Pfad durch das Internet mit konkreten Aufträgen, wobei alle aufzusuchenden Seiten explizit angegeben sind. Begründet wurde dieses Konzept an der San Diego State University im Jahre 1995 von Bernie Dodge (<http://webquest.org/>) und Tom March (<http://bestwebquests.com>). Nach C. Bescherer sind Webquests in ihrer etablierten Form typischerweise in sechs Teile gegliedert, die erst in ihrer Gesamtheit die Besonderheit dieser methodischen Struktur ausmachen. Diese sechs Teile sind:

- *Einleitung*: Motivation und Hinführung zum Thema und
- *Aufgabe*: Beschreibung dessen, was die Lernenden erzeugen sollen
- *Vorgehen*: Beschreibung, wie die Lernenden vorgehen sollen
- *Quellen*: On- und Offlinequellen, die vorgegeben sind

²²⁶ Vgl. [BLÖ2003B].

²²⁷ Speziell mit Webquests aus dem Mathematikunterrichtsbereich beschäftigt sich die Seite <http://www.mathe-webquests.de/> von Christine Bescherer, die dort auch Kriterien zur Evaluation von Webquests angibt [25. 2. 2006]. In [MEE2005] wird die Methode der WebQuests etwa in der politikwissenschaftlichen Hochschullehre beschrieben.

- *Bewertung*: Angabe der Bewertungskriterien
- *Fazit*: Abrundung

Die fragen-basierten Aktivitäten sind auf das Niveau der Lernenden abgestimmt, die durch die fest vorgegebene Struktur unterstützt werden. Es müssen also keine didaktisch besonders angepassten Seiten vorgegeben sein, die Lernenden selbst sollen aus dem authentischen Originalmaterial die für das Erarbeiten notwendigen Informationen herausfiltern und so relevante von nicht relevanten Inhalten unterscheiden lernen.

Vorteil: Zeitlich und inhaltlich abgegrenzt, allerdings bedeutet dies für die Lehrenden eine lange Vorbereitungszeit.

Anlässe und Ziele: Erstes Vertrautmachen mit der Komplexizität eines Themas, Finden von ergänzendem Wissen nach einem Lehrervortrag, Vorbereitung eines Referates, Erarbeitung eines Spezialgebietes für eine Prüfung, ...

Zusammenfassend kann gesagt werden: Webquests basieren auf dem Modell problemorientierten, selbstgesteuerten Lernens, also auf einem der zentralen Punkte konstruktivistischer Auffassung von Lernen. Zu Beginn jeder Lerneinheit wird eine Aufgaben- bzw. Problemstellung gegeben, welche das Lernziel des jeweiligen Unterrichtsmoduls beinhaltet. Diese Problemstellung kann als Einzel- oder als Gruppenarbeit gelöst werden. Am Ende werden die Lösungen der Lernenden präsentiert und anschließend diskutiert und bewertet.

2.4.3 Exkurs in den Hochschulbereich

Beim Erarbeiten von Konzepten für den Einsatz neuer Medien in der Lehreraus- und -fortbildung können die Gedanken²²⁸ von U. Rinn und D. Meister hilfreich sein. Deshalb sei in diesem Zusammenhang (vor allem bezugnehmend auf den Fragenbereich 1 / vgl. Anhang „Fragebogen „Neue Medien““) darauf eingegangen:

Lehr-/Lernangebote werden durch die Präsenz im Internet transparenter und allgemein zugänglich. Über die medialen Möglichkeiten der Dokumentation und Archivierung wird das Lehren und Lernen einer öffentlichen didaktischen Analyse zugänglich. Eine Qualitätskontrolle wird dadurch genauso auf neue Weise

²²⁸ Vgl. [RIN2004].

möglich, wie die Kommunikation und Kollaboration neue Möglichkeiten findet. Rinn und Meister sprechen von einer „didaktischen Renaissance“, die durch diese Kontrollierbarkeit der Lehr-/Lernprozesse ausgelöst wird. Vor allem für die Hochschuldidaktik gab es in Deutschland bis 2003 das Projekt „Neue Medien im Hochschulbereich – Bestand, Nutzung, Entwicklung“²²⁹. In der Online-Umfrage im Rahmen dieses Projektes fanden sich in 92 % der geplanten Projektskizzen didaktisch begründete Konzeptionen zum Einsatz neuer Medien, nur in 34 % gab es allerdings Bezüge zu einschlägigen Konzepten wie Lerntheorien, didaktischen Modellen oder Elementen aus der pädagogisch-psychologischen Forschung.

Motivationspunkte für den Einsatz neuer Medien waren: Erhöhung der Verfügbarkeit von Inhalten, Vergrößerte Anschaulichkeit und Entlastung der Präsenzphase.

Hervorgehoben wurden die Potenziale von Multimedia: Interaktivität, vielfältige Repräsentationsmöglichkeiten, flexible Navigation, Simulationen, Animationen, Hypermedia, Tutorials, Lernumgebungen, Übungsprogramme, nicht-interaktive Formen (Folien, HTM-Seiten), Telemediale Anwendungen (Nutzung vernetzter Computer zur Kommunikation/Kooperation und zum Datenaustausch, Newsgroup, Chat, E-Mail, Videokonferenz, Videoübertragung, Applicationsharing).

²²⁹ Vgl. <http://www.iwm-kmrc.de/kevih/> [26. 7. 2005].

2.4.4 Die 12 Thesen von Leuders zum Computereinsatz

Wie weit Computeranwendung und damit Verwendung neuer Medien mit dem Geometrieunterricht verflochten sind, kann abgeschätzt werden, wenn man vorgegebenen Thesenpapieren folgt, wie sie auch für den Fachgegenstand Mathematik vorliegen: T. Leuders hat seine Thesen über den Computereinsatz für den gesamten Mathematikunterricht in der Sekundarstufe 1 und 2 verfasst²³⁰. Hier sollen sie vor allem in ihrem Bezug zu und in der Anwendung auf den Geometrieunterricht ausgeleuchtet werden.

These 1: Computer öffnet Weg zu globaler Information und Kommunikation

Lernen und Lehren weist über die eigene Schule – ja über die Schule insgesamt – hinaus. Immer wieder ist der Blick über den „Tellerrand“ gefragt. Externes Expertenwissen kann genauso für eine Aufgabenbearbeitung notwendig sein wie unmittelbare und abschließende Publikations- und Kommunikationsmöglichkeiten. Durch Fernlernen kann der Lernort zum Teil einer virtuellen Welt werden. Der Gefahr, dass Erfahrungen und Wissen aus 2. oder 3. Hand gefunden und weiterverarbeitet werden, muss man sich stets bewusst sein. Diese These 1 kommt der Forderung nach lebenslangem Lernen und einer integrativen Medienpädagogik sehr entgegen.

Bezüge zum Geometrieunterricht: Um die Kommunikation zwischen GeometrielehrerInnen zu fördern, betreut der Fachverband für Geometrie auf seiner Website (vgl. Abbildung 2-6) auch ein Mailverzeichnis²³¹. Hier finden sich mit Stand vom 21. 5. 2006 die Mailadressen von 554 GeometrielehrerInnen – hauptsächlich aus Österreich. Bei (nur) rund 45 von diesen ist ein Link zu einer eigenen WEB-Site angegeben, dies sind etwa 8,1 %. Publikationsmöglichkeiten, Kommunikations- und Informationsmöglichkeiten für LehrerInnen gibt es auch auf dem Portal geometrie.schule.at. Ein wichtiger Teil dieser Plattform ist die Terminvorschau²³²

²³⁰ Vgl. [LEU2003A], S. 198 – 211.

²³¹ <http://www.geometry.at/fachverband/maillinglist/maillist.html> [21. 5. 2006], Betreuer Mag. K. Scheiber.

²³² <http://geometrie.schule.at/index.php?TITEL=Termine&modul=events> [21. 5. 2006], Betreuerin Mag. M. Pfeifer.

(vgl. Abbildung 2-7, [21. 5. 2006]), bei der aktuelle Angebote aus der Lehrerfort- und -weiterbildung beschrieben sind.



Abbildung 2-6: ADG-Mailverzeichnis



Abbildung 2-7: geometrie.schule.at

These 2: Computer ermöglicht auch Laien eine professionelle mediale Gestaltung und Präsentation

Ein Problem scheint bei einer praktischen Herstellung und Gestaltung von Arbeitsblättern oder Präsentationen neben dem programmtechnischen Grundwissen das Zeitproblem zu sein. Auch wenn Arbeitsblätter oder Ergebnispräsentationen perfekt werden können, warnt Leuders vor den lauernden Gefahren mit den Phrasen: „*Lähmende Wirkung des Perfekten*“, „*Verlockung des schönen Seins*“, „*Verführung durch das technisch einfach Scheinende*“. In der Tat bergen diese Gefahren oftmals eine Ablenkung von den eigentlichen geometrischen Inhalten und

bedingen einen erheblichen Zeitaufwand in der Herstellung. Und dies vor allem, um nicht-geometrisch relevante Tätigkeiten durchzuführen.

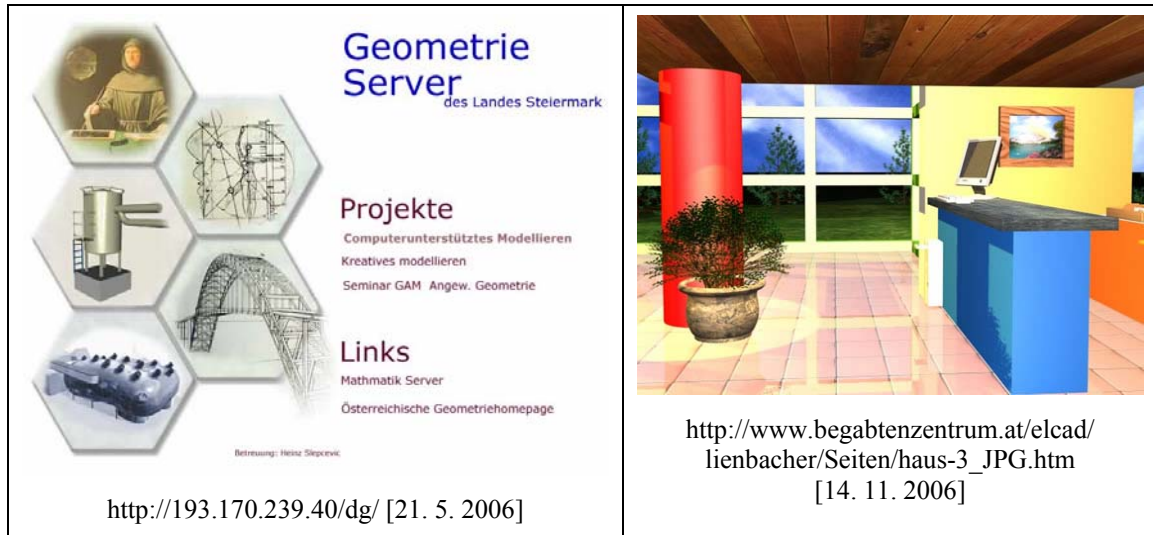



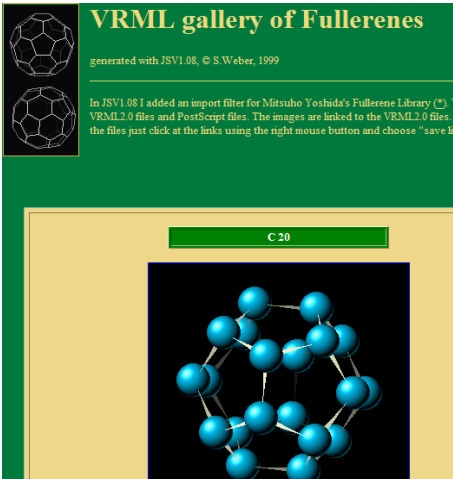
Abbildung 2-8: Professionelle mediale Gestaltung

Bezüge zum Geometrieunterricht: Eine grafisch sehr ansprechende („perfekte“) Startseite eines Geometrie-Webportales ist in Abbildung 2-8/links zu sehen, rechts daneben ein Ausschnitt einer grafisch perfekten und sehr aufwändig hergestellten Gestaltung, die im Rahmen des ELCAD-Projektes entstanden ist (vgl. auch Bemerkungen bei These 8).

These 3: Computer ersetzt und ergänzt herkömmliche (audio-)visuelle und textbasierte Medien

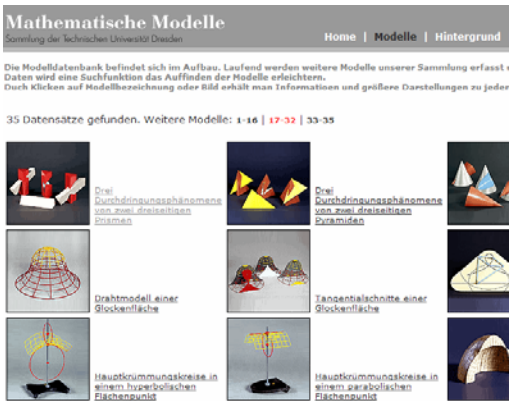
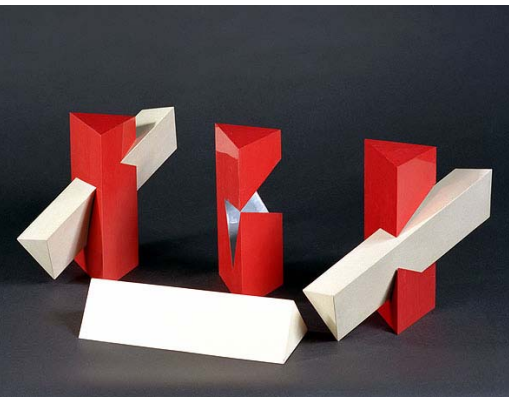
Da für den Geometriebereich in der Hauptsache nicht audio-basierte Medien in Frage kommen, wurde der Zusatz „audio“ eingeklammert. Herkömmliche Aufgabensammlungen, wie sie in Schulbüchern zu finden sind, werden durch ONLINE-Sammlungen abgelöst. Daneben werden interaktiv zu beeinflussende Demonstrationsmaterialien (VRML/X3D, Java-Applets, ...) angeboten. Hypertext erweitert den linearen Text der Bücher.

Bezüge zum Geometrieunterricht: Beispielsweise bietet die LINK-Sammlung²³³ der ADG-Seite (vgl. Abbildung 2-9, links) Links zu Modellsammlungen von virtuellen Modellen (vgl. Abbildung 2-9, rechts) oder Bildern realer Modelle (vgl. Abbildung 2-12) an: Traditionelle Modellsammlungen²³⁴ können nun einem weltweiten Interessentenkreis vorgestellt werden. Verwiesen sei dabei auf die Linksammlung²³⁵ der ADG-Seite.

 <p>adi-cd alle themen datenbank links download beispiele</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Spezielle Themen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kurven</td> <td>Famous Curves I Famous Curves J Visual Dictionary</td> </tr> <tr> <td>Flächen</td> <td>Mathematical Surfaces Algebraic Surfaces GANG Gallery (Möbius) Modelle von Flächen Steinerflächen</td> </tr> <tr> <td>Mathematische Modelle</td> <td>Modellsammlung Linksammlung Polyeder Modelle Universitäts Electronic Geometric Olivier Modelle</td> </tr> <tr> <td>Polyeder Kristalle Moleküle</td> <td>Virtual Reality Polyhedra Guy's polyhedra Uniform Polyhedra Stellated Icosahedron Reciprocal Polyhedra Bewegliche Polyeder Polyeder aus Flächen Rigidity of Polyhedra Crystal and Atoms</td> </tr> </tbody> </table>	Spezielle Themen		Kurven	Famous Curves I Famous Curves J Visual Dictionary	Flächen	Mathematical Surfaces Algebraic Surfaces GANG Gallery (Möbius) Modelle von Flächen Steinerflächen	Mathematische Modelle	Modellsammlung Linksammlung Polyeder Modelle Universitäts Electronic Geometric Olivier Modelle	Polyeder Kristalle Moleküle	Virtual Reality Polyhedra Guy's polyhedra Uniform Polyhedra Stellated Icosahedron Reciprocal Polyhedra Bewegliche Polyeder Polyeder aus Flächen Rigidity of Polyhedra Crystal and Atoms	 <p>VRML gallery of Fullerenes generated with JSV1.08, © S. Weber, 1999</p> <p>In JSV1.08 I added an import filter for Mitsuo Yoshida's Fullerenes Library (© 1997). It can load VRML2.0 files and PostScript files. The images are linked to the VRML2.0 files. To view the files just click at the links using the right mouse button and choose "save to disk".</p> <p>C 20</p>
Spezielle Themen												
Kurven	Famous Curves I Famous Curves J Visual Dictionary											
Flächen	Mathematical Surfaces Algebraic Surfaces GANG Gallery (Möbius) Modelle von Flächen Steinerflächen											
Mathematische Modelle	Modellsammlung Linksammlung Polyeder Modelle Universitäts Electronic Geometric Olivier Modelle											
Polyeder Kristalle Moleküle	Virtual Reality Polyhedra Guy's polyhedra Uniform Polyhedra Stellated Icosahedron Reciprocal Polyhedra Bewegliche Polyeder Polyeder aus Flächen Rigidity of Polyhedra Crystal and Atoms											

Links: www.geometry.at/materialien/index.html [21. 5. 2006]
 Rechts: <http://jcrystal.com/steffenweber/gallery/Fullerenes/Fullerenes.html> [21. 5. 2006]

Abbildung 2-9: Virtuelle Modellsammlungen

 <p>Mathematische Modelle Sammlung der Technischen Universität Dresden</p> <p>Home Modelle Hintergrund</p> <p>Die Modelldatenbank befindet sich im Aufbau. Laufend werden weitere Modelle unserer Sammlung erfasst. Daten wird eine Suchfunktion das Auffinden der Modelle erleichtern. Durch Klicken auf Modellbezeichnung oder Bild erhält man Informationen und größere Darstellungen zu jeder Datensatz.</p> <p>35 Datensätze gefunden. Weitere Modelle: 1-16 17-32 33-35</p> <p>Drei Durchdringungsschneidungen von zwei dreieckigen Pyramiden</p> <p>Drei Durchdringungsschneidungen von zwei dreieckigen Pyramiden</p> <p>Drahtmodell einer Glockenfläche</p> <p>Tangentialschnitte einer Glockenfläche</p> <p>Hauptkrümmungskreise in einem hyperbolischen Flächenelement</p> <p>Hauptkrümmungskreise in einem parabolischen Flächenelement</p>	
--	--

Links: www.math.tu-dresden.de/modellsammlung/files/modelle.php?length=16&start=16
 Rechts: www.math.tu-dresden.de/modellsammlung/files/modellfotos/2003/voll/01_53.jpg
 (beide: [21. 5. 2006])

Abbildung 2-10: Traditionelle Modellsammlungen im Web

²³³ <http://www.geometry.at/materialien/index.html> [21. 5. 2006].

²³⁴ <http://www.math.tu-dresden.de/modellsammlung/files/modelle.php> [21. 5. 2006].

²³⁵ <http://www.geometry.at/materialien/index.html> [21. 5. 2006].

These 4: Computer kann Lernpartner sein

Leuders sieht ein Problem im Verhältnis zwischen individuellen und kooperativen Unterrichtsphasen mit und ohne Computer. In der Praxis sind es meist die großen Schülerzahlen je Klasse, die ein solches individuelles Lernen in Unterrichtsphasen organisatorisch sehr schwer machen. Dies kommt auch bei der angeschlossenen empirischen Untersuchung klar zum Vorschein (vgl. etwa Anhang „Freie Ergänzungen“). Dass durch zumindest vereinzelte Verwendung solcher Unterrichtsbausteine eine Stärkung der Selbstständigkeit der SchülerInnen eintritt und eine starke innere Differenzierung möglich ist, scheint selbstverständlich zu sein. Der hohe zeitliche Aufwand allein beim Finden passender Unterrichtsbausteine – nicht zu sprechen von der eigenen Herstellung (Programmierung, graphische Gestaltung, ...) im Rahmen der regulären Unterrichtsvorbereitung – ist dabei nicht zu unterschätzen und aus der praktischen Erfahrung heraus für einen Einzelnen nur punktuell möglich. Im Abschnitt „Bezüge zum Geometrieunterricht“ werden einzelne Musterprojekte hervorgehoben (siehe unten).

Bezüge zum Geometrieunterricht: Als Beispiele²³⁶ für Unterrichtsbausteine seien die Rissleseübungsprogramme WINGEZET (vgl. Abbildung 2-11/rechts, ausge-

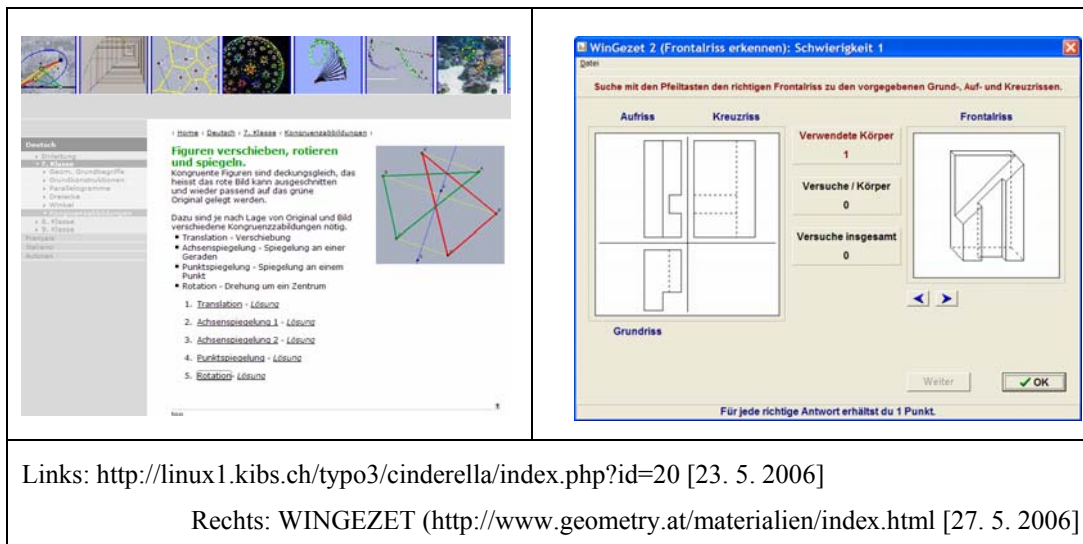


Abbildung 2-11: Selbstständig lernen

²³⁶ Eine Möglichkeit zum Download der angegebenen Programme besteht unter www.geometry.at/materialien [27. 5. 2006].

baut von G. u. G. Razenberger), GZ-Power (von G. Benedikt) oder GZ3 (von M. Riedmann) angeführt. Als Beispiele für Sammlungen²³⁷ mögen die Ergebnisse des Projekts „SelMa“²³⁸ oder die ONLINE-Galerie²³⁹ mit interaktiven multimedialen Lernhilfen oder die von W. Appell seit 2002 zusammengetragene Applet-Zusammenstellung²⁴⁰ für den Geometrieunterricht „Geometrie mit Spaß lernen“ genannt sein. Verwiesen sei auch auf eine Sammlung von Lernsequenzen, die mit Hilfe des DGS-Programmes Cinderella²⁴¹ erstellt worden sind (vgl. Abbildung 2-11, linke Seite).

These 5: Computer entlastet vom Kalkül und schafft neue Freiräume

Das Analogon zum CAS²⁴² ist im Bereich der Geometrie ein dynamisches Geometrie-Programm DGS²⁴³. Leuders versteht unter Kalküalentlastung eine Entlastung des Bewusstseins durch Routinen und Werkzeuge.

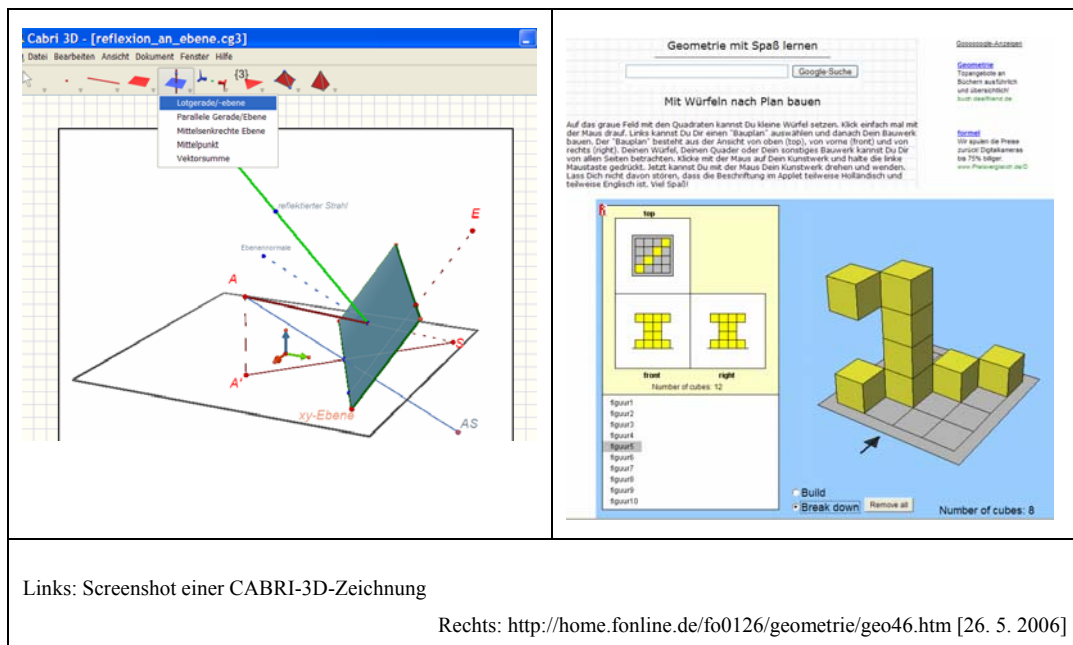


Abbildung 2-12: Kalküalentlastung

²³⁷ Dazu könnte auch die im Abschnitt 1.6.3 beschriebene ADI-CD gezählt werden ([ADI2000]).

²³⁸ www.mathe-selma.de [21. 5. 2006].

²³⁹ www.mathe-online.at/galerie.html [20. 5. 2006].

²⁴⁰ <http://home.fonline.de/fo0126/geometrie> [23. 5. 2006].

²⁴¹ www.cinderella.de/ [23. 5. 2006].

²⁴² CAS steht für „Computer Algebra System“, vgl. etwa www.derive.com [27. 5. 2007].

²⁴³ DGS steht für „Dynamisches Geometrie System“.

Bezüge zum Geometrieunterricht: Durch Einsatz von DGS- oder CAD-Programmen oder einfach Applets ist die oben angesprochene Kalkülentlastung deutlich zu merken. Die Konstruktions- und Darstellungsalgorithmen im traditionellen Unterricht im Fach *Darstellender Geometrie* werden „vom Computer“ übernommen und lassen Zeit und Raum für tatsächliche Anwendungskonstruktionen und Raumüberlegungen. Als Beispiele seien etwa die Konstruktion einer Normalen auf eine Ebene oder eine einfache normalaxonometrische Darstellung angeführt (vgl. Abbildung 2-12). Statt die notwendigen Lagen- und Maßaufgaben mühsam auszuführen, werden diese Routinekonstruktionsabläufe durch Menübefehle repräsentiert (vgl. das DRGS²⁴⁴-Programm CABRI 3D²⁴⁵ in Abbildung 2-12/links). Die Lernenden können sich auf die Lösung der eigentlichen räumlichen Aufgaben konzentrieren (vgl. Abbildung 2-12/rechts). Sie trainieren Raumdenken statt wie traditionell hauptsächlich üblich das Lösen von Maßaufgaben, Lagenaufgaben und das Zeichnen von Seitenrissen.

These 6: Computer ist ein dynamisches Werkzeug für das Gewinnen mathematischer Erkenntnisse.

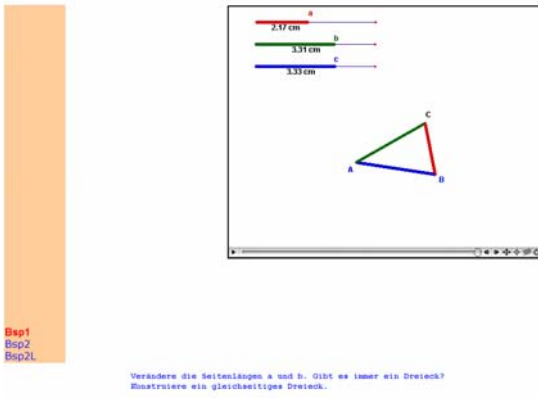
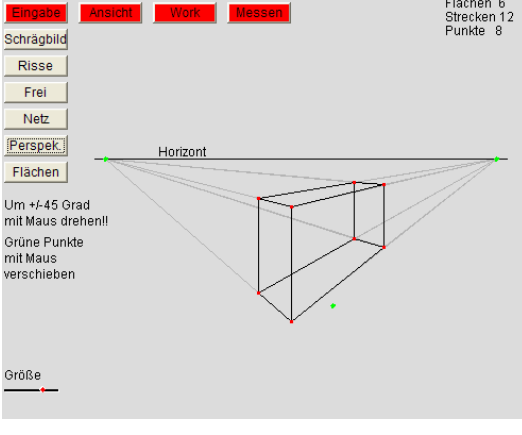
<p>Erkennen der Dreiecksungleichung (T. Müller)</p> <p>DynamGeomSoftware: CABRI II - Beispielanregungen 6. Schulstufe</p> 	<p>Perspektive Darstellung (P. Kraus)</p> 
<p>Links: http://muel.at/dynageom/vortrag/indexbsp1.html [27. 5. 2006]</p> <p>Rechts: http://home.fonline.de/fo0126/geometrie/geo63.htm [27. 5. 2006]</p>	

Abbildung 2-13: Schieberegler

²⁴⁴ DRGS steht für „Dynamisches Raum-Geometrie System“.

²⁴⁵ www.cabri.com [20. 5. 2006].

Dass dieser Erkenntnisgewinn einer besonders sorgfältigen Steuerung in Form einer meist kleinschrittigen Anleitungsfolge durch die Lehrenden bedarf, liegt auf der Hand.

Bezüge zum Geometrieunterricht: Dynamische Programme als universelle Experimentierwerkzeuge und Applets für spezielle Themenbereiche sorgen für unverzügliche Rückmeldung und haben sich als Unterstützungssystem für funktionales Denken bewährt. Besonders der Einsatz von Schiebereglern hat sich methodisch gesehen sehr bewährt (vgl. Abbildung 2-13).

These 7: Computer ist ein Werkzeug für das Lösen Mathematikhaltiger Probleme

Durch die unmittelbare und dynamische Reaktion auf die Parametervariation sorgt der Computer nach Leuders für einen „heuristischen“ Kreislauf, der in einem Wechselspiel von Begriffsbildung und Interaktion besteht.

Bezüge zum Geometrieunterricht: Der oben angedeutete Kreislauf äußert sich im Geometriebereich im Beschreiben und Definieren neuer Begriffe. Dies sind etwa Begriffe, die ohne Computer beinahe undenkbar, aber auch nicht notwendig waren: „Zoomen“ (vgl. Abbildung 2-14/rechts: Tangentenbegriff, Einsehen der Konstruktionsnotwendigkeit der Kreistangente), „Croppen“ u.a. für Bildansichten oder Bildausschnitte, „Griffe“²⁴⁶ für veränderbare Punkte eines Objektes, „Snappen“ für das „exakte“ beliebig genaue „Andocken“ an einem gegebenen Punkt, „Glider“ für Punkte, die sich auf Geraden oder krummen Linien bewegen können. Dazu zählen auch Namen für geometrische Objekte wie „Bezierkurven“ (vgl. Abbildung 2-14/links), „Freiformflächen“, „Extrusionsflächen“ usw., die ohne Rechner den SchülerInnen nie nahe gebracht werden könnten. Neue Begriffe aus der Grafikverarbeitung finden sich nun im Geometrieunterricht wie „Phongschattierung“, „Raytracing“, „Mapping“ usw. Eine der Folgen ist die Notwendigkeit eines Neuüberdenkens fachsprachlicher Begriffe. So könnte etwa „Zeichnung“ das Sichtbare, das Dargestellte und „Figur“ den dahinter stehenden Konstruktionsablauf, die Schrittfolge bezeichnen.

²⁴⁶ Vgl. [PIL2006], S. 131.

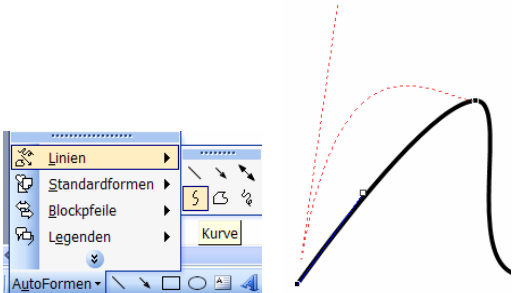

	
<p>Links: Zeichnen von Bezierkurvenstücken in WORD</p> <p>Rechts: http://www.e-teaching-austria.at/geometrie/5_schulstufe/index.html [21. 5. 2006]</p>	

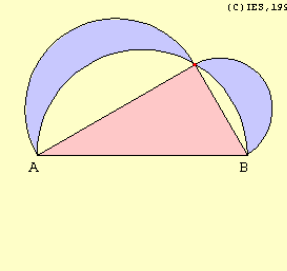
Abbildung 2-14: Mathematikhaltige Probleme

Die Mündchen des Hippokrates

Gegeben ist ein rechtwinkliges Dreieck mit der Hypotenuse [AB]. ber den Katheten und über der Hypotenuse werden Halbkreise gezeichnet. Dadurch entstehen zwei sichelförmige Flächen, die Mündchen des Hippokrates. Zeige, dass die Summe der Flächeninhalte der beiden Mündchen gleich dem Flächeninhalt des Dreiecks ist. Schau Dir hierzu unten den visuellen Beweis an.

Falls Du ein für die englischen Ausdrücke ein Wörterbuch brauchst, dann klicke Dich [hier zu LEO](#).

(C) IES, 1997



The blue area is same as the pink area. Next

Visueller Beweis

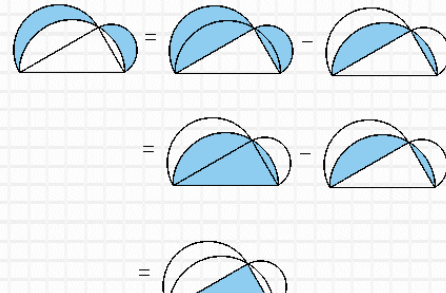


Abbildung 2-15: Beweishilfen

Leuders weist auf Bereiche hin, in denen der Computer den Lernenden zwar unterstützen, aber ihm das Lernen nicht abnehmen kann: Analytisch beweisende Tätigkeiten, konstruktiv-kreative Prozesse, interpretative Prozesse. Sicher ist, dass die Unterstützung bei so manchem Beweis sehr behutsam und intelligent erfolgen kann. Als Beispiel sei auf die Beweisanregungen²⁴⁷ in Abbildung 2-15 hingewiesen („Mündchen des Hippokrates“).

²⁴⁷ Entnommen von <http://home.fonline.de/fo0126/geometrie/geo30.htm> [27. 5. 2006].

These 8: Computer ist ein universelles Modellierungswerkzeug

Durch neue Freiräume und mächtigere Werkzeuge ist mehr Realitätsorientierung möglich. Dies trifft vor allem auf die im Bereich der Sekundarstufe 2 an technischen und allgemeinbildenden Schulen verwendeten professionellen CAD-Programme zu.

Bezüge zum Geometrieunterricht: Die Beschäftigung mit authentischen Problemen aus Architektur, BI-Wesen, Maschinenbau, Biologie ..., an denen reine „Papier-Bleistift-Geometrie“ scheitern würde, ist für viele SchülerInnen hoch motivierend. Die interdisziplinäre Perspektive des Fachbereiches „Geometrie“ steigt dadurch beträchtlich. Beispielhaft seien die Ergebnisse des ELCAD-Kurses²⁴⁸ von G. Maresch angeführt (vgl. Abbildung 2-16/links), wobei mit dem professionellen Programm Microstation modelliert wurde. Dass der Phantasie und dem Können von SchülerInnen selbst bei Verwendung von „nur“ didaktischer 3D-CAD-Software keine Grenzen gesetzt sind, das zeigt etwa die Darstellung einer DNA-Struktur (Abbildung 2-16/rechts), die ein Schüler selbstständig angefertigt hat.

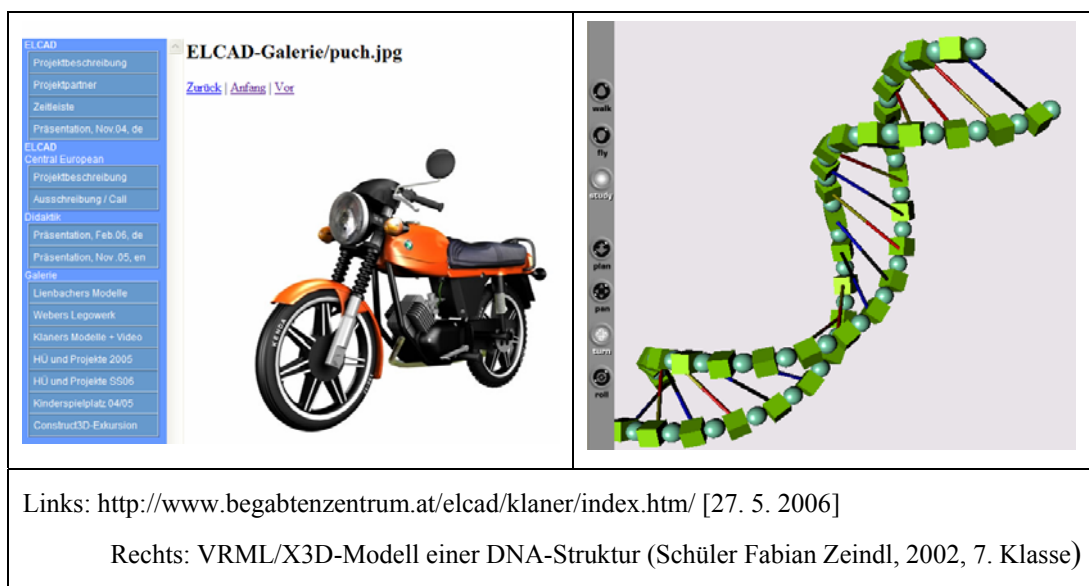


Abbildung 2-16: Modellierung

²⁴⁸ Das Österreichische Zentrum für Begabtenförderung und Begabungsforschung führte in Zusammenarbeit mit dem Landesschulrat für Salzburg im Schuljahr 04/05 und 05/06 das Projekt „Pluskurs ELCAD“ (e-Learning und Computer Aided Design) durch. SchülerInnenarbeiten sind unter <http://www.begabtenzentrum.at/elcad/> [27. 5. 2006] zu finden. Vgl. auch [MAR2005B].

These 9: Neue Balance zwischen altem und neuem Strategiewissen ist gefragt

Trotz wiederkehrender Routineaufgaben werden Kontrolle und Validierung nicht überflüssig. Die Anforderungen an die Lehrenden wachsen mit der Komplexität der Möglichkeiten und es entstehen neue didaktisch-methodische Notwendigkeiten und Herausforderungen.

Bezüge zum Geometrieunterricht: Skizzen und Kontrollüberlegungen sollen auch bei durch CAD erstellte Zeichnungen nicht fehlen (vgl. Abbildung 2-17 / links). Durch die Pflege des Geometrischen Freihandzeichnens²⁴⁹ ergeben sich Anknüpfungs- und Vergleichspunkte mit CAD-Konstruktionsmethoden und damit Diskussionspunkte über Konstruktionsmöglichkeiten (vgl. Abbildung 2-17 / rechts).

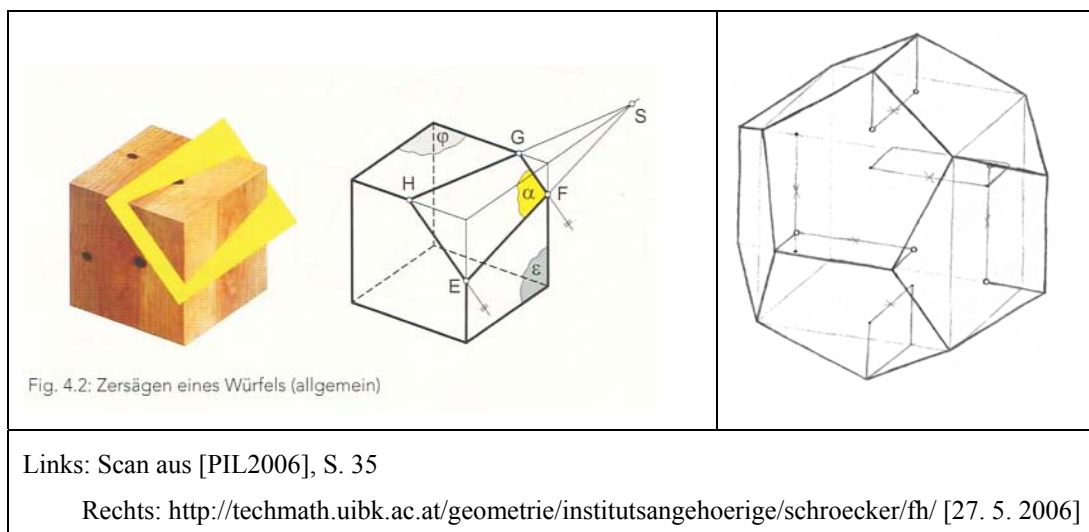


Abbildung 2-17: Balance zwischen Alt und Neu

These 10: Kritischer Blick hinter die Kulissen muss die Auslieferung an die Technik verhindern

Ebenso wie bei der nachfolgenden These 11 gilt es, die Lernenden auf mögliche Gefahren aufmerksam zu machen bzw. sie diese selbst entdecken lassen.

Bezüge zum Geometrieunterricht: Ansatzpunkte können bekannte Probleme von CAD- oder DGS-Paketen oder Ausnahmepunktmengen von Abbildungen sein, die bei nicht vorausschauender Programmierung ev. zu einem Computerabsturz füh-

²⁴⁹ Vgl. <http://freihand.geometrie.imnetz.at/> [27. 5. 2006].

ren können. U. Kortenkamp²⁵⁰ verwendet in diesem Zusammenhang das Schlagwort „*Killer Example*“. Beispielsweise kann die Geschwindigkeit, mit der der Cursor bei einer Ortslinie einen Punkt führt, eine Rolle dabei spielen, ob eine Ortslinie durch Sehnen „abgekürzt“ dargestellt wird (vgl. Abbildung 2-18, Programm „Zirkel und Lineal“²⁵¹, links sind die Sehnen der Ortslinie erkennbar).

In Abbildung 2-19 ist nochmals die Visualisierung der Dreiecksungleichung (siehe auch Abbildung 2-13) angedeutet. Hier entsteht beim Übergang von den

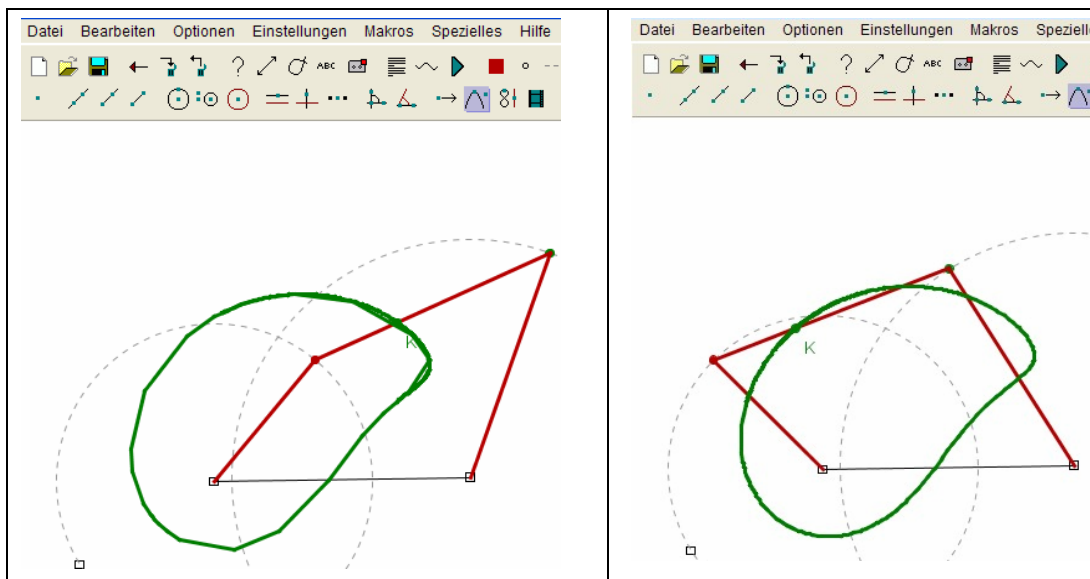


Abbildung 2-18: Geschwindigkeitsabhängige Fehler

möglichen Dreiecken zu den nicht möglichen Dreiecken ein Sprung, der sich grafisch durch einen unschönen Fehler äußert, der auch in der Schulpaxis von SchülerInnen wiederholt bemerkt wurde.

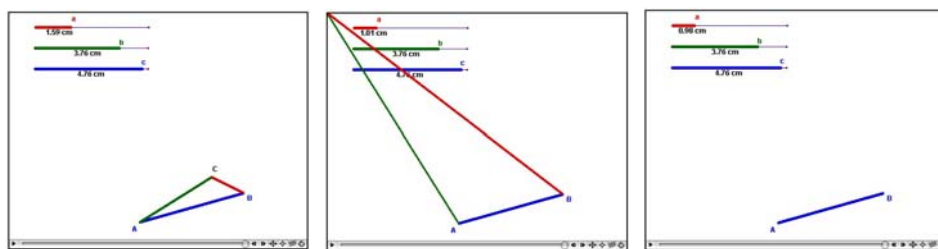


Abbildung 2-19: Ausnahmefehler bei Cabri

²⁵⁰ Vgl. [KOR1999], S. 134.

²⁵¹ www.z-u-l.de [27. 5. 2006], die Darstellung in der Abbildung erfolgte mit der Version 4.04. Eine Abhilfe bietet bei ZUL etwa der Befehl „automatische ablaufende Animation“, bei der der Ausgangspunkt mit konstanter Geschwindigkeit geführt wird.

These 11: Evidenz des Computers darf kritische Reflexion nicht verdrängen

Große Gefahr besteht in der kritiklosen Akzeptanz falscher Ergebnisse durch die Lernenden. Ein ähnliches Phänomen wird seit der Einführung von Taschenrechnern im Mathematikunterricht ebenfalls beobachtet: das kritiklose Annehmen der im Display erscheinenden Zahlenwerte – auch wenn sie völlig realitätsfremd sind. Sisyphusähnliche Anstrengungen der Lehrenden konnten dies im Mathematikunterricht bis heute nicht unterbinden. Wichtig ist das dauernde Bewusstmachen dieser Gefahr – oft auch durch bewusste Verunsicherung und Hinterfragen aller Ergebnisse.

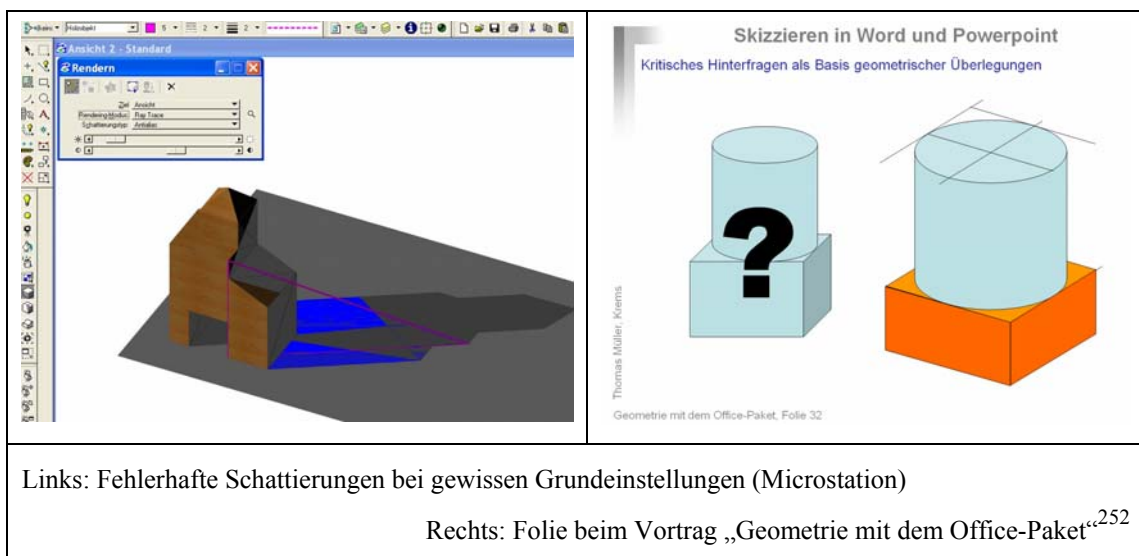


Abbildung 2-20: Fehlerhafte Darstellungen

Bezüge zum Geometrieunterricht: Verlockend beim Zeichnen von Skizzen in der Textverarbeitung WORD ist das Einsetzen fertiger Geometriebausteine („Autoformen“). Dass diese von ihrer Grunddarstellung her durch unterschiedliche Abbildungen erzeugt worden sein können, kann bei Kombination solcher Objekte für fehlerhafte Darstellungen sorgen (vgl. Abbildung 2-20, rechts: Quader und Zylinder).

Dass fehlerhafte Bilder auch bei Verwendung professioneller CAD-Software auftreten können, kann mit den vielen Grundeinstellungen zusammenhängen, die manchmal zu unerwünschten oder fehlerhaften Darstellungen führen können (vgl. Abbildung 2-20, links: Schatten eines Objektes).

²⁵² Vortrag von T. Müller am 7. 11. 2002 in Strobl, vgl. <http://www.geometry.at/strobl/strobl2002/plan2002.htm> [20. 5. 2006].

These 12: Sorgfältiges Abwägen zwischen Aufwand und Nutzen

Durch die Verknüpfung von Technik und Inhalten kann es zu hohem zeitlichem Aufwand bei der Erstellung von Unterrichtsbausteinen wie Arbeitsblättern, Internetmaterialien u.a. kommen. Nicht immer zeitigen die vorbereiteten Medien den notwendigen Erfolg oder sie bewirken sogar das Gegenteil: Technische Probleme beim Download gepackter (gezippter) Dateien, nicht installierte Applets bei den Schulcomputern können das Ausführen von vorbereiteten Beispielen oder die Durchführung von Webquests unmöglich machen.

Bezüge zum Geometrieunterricht: Durch bewusste Beschränkung der Technologie im Unterricht (nur *ein* DGS, nur *ein* Modellierprogramm, ...) kann mehr Zeit in echte geometrische Inhalte investiert werden.

2.4.5 Ergänzende Thesen

Ergänzend zu den 12 Thesen von T. Leuders seien zwei Zusätze formuliert:

Bezugnehmend zu Leuders 9. und 12. These sei das geometrische Freihandzeichnen thematisiert und folgende Zusatzthese speziell für den Geometrieunterricht formuliert:

Zusatzthese 1: Geometrisches Freihandzeichnen ergänzt und unterstützt Computerunterricht

Eine „*geometrische Freihandskizze*“ erfolgt unter Beachtung derselben Abbildungsgesetze, die dem „exakten“ (technischen) Zeichnen zugrunde gelegt sind. Dass das geometrische Freihandzeichnen eine neue Renaissance erlebt, zeigt sich in vielen Links und Literaturverweisen²⁵³. Folgende Punkte sprechen für einen vermehrten Einsatz dieser Technik:

- Beim Arbeiten mit CAD ist die Freihandskizze als *Ideenskizze* bedeutsam.
- Eine *Skizze* ist der verbalen Beschreibung in den meisten unserer Belange überlegen.
- Lehrplanziele wie Vermittlung und Wiederholung von Geometriekenntnissen, Schulung der Raumvorstellung, ... können schneller durch Skizzen als durch

²⁵³ Vgl. http://mathsrv.ku-eichstaett.de/MGF/homes/vhb/daten/beispiel_lh01_t.html#1.8 [27. 5. 2006], <http://www.geometry.at/materialien/beispdg/dopler/> [27. 5. 2006], <http://techmath.uibk.ac.at/geometrie/institutsangehoerige/schroecker/freehand.html> [27. 5. 2006], <http://www.htl.moedling.at/auvi/freihand/> [27. 5. 2006] uvm.

„exakte“ und langwierige Zirkel-Lineal- oder CAD-Konstruktionen erreicht werden.

- Der *(Nach-)Denkprozess* wird meist erst durch Skizzieren von Konstruktions-schritten geklärt.
- Oft ist eine rasche *intuitive Erfassung* eines geometrischen Sachverhalts möglich.
- Anfertigung von gedachten „Screenshots“ von geometrischen Powerpoint-shows, Animationen, Geometriefilmen, ...

Eine „unvollkommene“ Skizze wird eher als Anregung für weitere Diskussionen gesehen. B. Weidenmann zitiert²⁵⁴ eine Untersuchung aus dem Jahre 1995 von J. Schuhmann und anderen, wonach *„es Anwendungen gibt, wo eine Zeichnung mit skizzenhaft erscheinenden Konturen einer perfekten Abbildung vorzuziehen ist“*. So wurden computergenerierte Architekturzeichnungen²⁵⁵ mit Hilfe geeigneter Software in Skizzen im Stil menschlicher Hand transformiert. Die Autoren dieser Untersuchung stellten fest, dass die skizzenhaft gefertigte Abbildungsform eine andere Interaktionsform provozierte als die fotorealistische. Die „unvollkommene“ Skizze wird eher als Anregung für weitere Diskussion gesehen; z. B. trauen sich Versuchspersonen viel öfter, Änderungen hineinzuzichnen. Es wäre lohnend, solche Varianten des Abbildungstyps auch in didaktischen Kontexten zu überprüfen!

Aus den Lehrerfortbildungskursen²⁵⁶, die der Verfasser selbst veranstaltet hat, gelang es in kurzer Zeit (etwa 3 – 5 Einheiten) alle TeilnehmerInnen auf ein solches Niveau zu bringen, dass sie selbst komplexe geometrische Konstruktionen (etwa Kugeldarstellung samt Schnittkreisen in Normalrissen, Perspektiven technischer Objekte, Platonische Körper) sehr rasch darstellen konnten.

Zusatzthese 2: Computer erleichtert das Umgehen mit der Fehlerkultur

Eine im Sinne des vorliegenden Abschnittes weiterentwickelte Unterrichtskultur im Fachbereich Geometrie verlangt nach alternativen Unterrichtsformen. Diese

²⁵⁴ Vgl. [WEI2002b], S. 90.

²⁵⁵ <http://www.isg.cs.uni-magdeburg.de/~stefans/publi/eg94/> [5. 8. 2005]: How to Render Frames and Influence People, [STR1994].

²⁵⁶ <http://freihand.geometrie.imnetz.at/> (die Website zu den veranstalteten Kursen) [29. 5. 2006].

sollen prozessorientiert und individualisierend dem/der Lernenden Möglichkeiten zur Kreativität beim Lösen von Aufgaben und beim Umgang mit Schwierigkeiten geben.

Eine veränderte Einstellung zu Fehlern ermöglicht einen fehlerfreundlichen Unterricht nach dem Motto: *„Hast du heute noch keinen Fehler gemacht, dann hast du heute noch nichts gewagt.“* Wenn eine verstärkte Eigenaktivität der Schüler erreicht werden soll, ist es notwendig, die Formen der Leistungsmessung auszubauen, z.B. durch Beschreiben und Bewerten von Lernprozessen selbst.

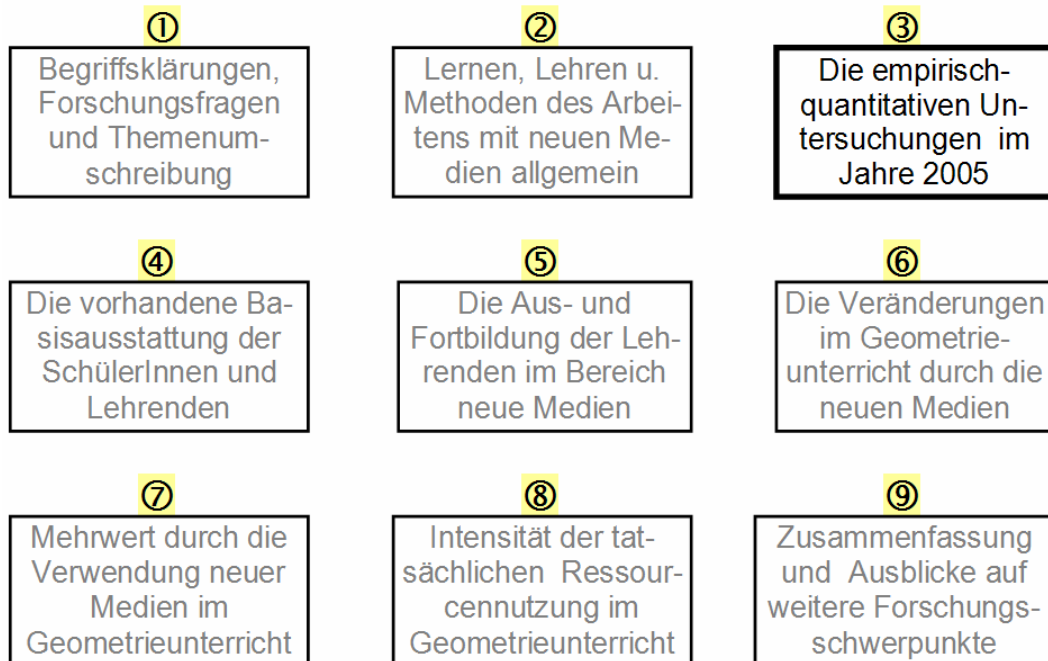
So folgert B. Herzig²⁵⁷ bei der Eröffnung des Projektes²⁵⁸ „SelMa“: *„Lernende sollten im Unterricht die Gelegenheit haben, sich aktiv und kooperativ mit einer Aufgabenstellung auseinanderzusetzen, indem sie selbstständig Lösungswege unter Verwendung relevanter Informationen erwägen, entwickeln und erproben. Lösungsentwürfe, die nicht zum Ziel führen, sollten zum Anlass genommen werden, unangemessene Vorstellungen oder fehlerhafte Schlussfolgerungen aufzunehmen und die damit verbundenen Wissens- und Denkstrukturen zu ändern.“* Das Begehen von Fehlern kann sich sehr hilfreich und befruchtend auf den eigenen Lernprozess auswirken – das Umgehenlernen mit Fehlern ist ein wichtiger Schritt dahin.

²⁵⁷ Vgl. [HER1999], S.15.

²⁵⁸ <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/selma/medio/grundlegendes/vortraegeaufsaetze/vortraegeaufsaetze.htm> [30.5.2006].

3 Die empirischen Untersuchungen im Jahr 2005

Übersicht und Leitfaden durch die Arbeit



Ein Überblick über die durchgeführten Untersuchungen des Jahres 2005 steht im Zentrum der folgenden Beschreibungen. Da erwartet wurde, dass die Leserschaft dieser Arbeit vor allem Nichtsozialwissenschaftler sind, wird zum Teil etwas ausführlicher auf Untersuchungsvoraussetzungen und Methoden der Durchführung eingegangen. Aus diesem Grund werden manchmal auch Hinweise auf Softwareprodukte oder Literatur gegeben, die sozusagen zum „täglichen Brot“ in den Sozialwissenschaften gehören, aber im Kreise der Naturwissenschaftler und Geometrielehrenden vermutlich weitgehend unbekannt sind.

3.1 Merkmale der Neue-Medien-Untersuchung

Die durchgeführte Untersuchung mit dem Arbeitstitel „Neue Medien im Geometrieunterricht aus Sicht von Lehrenden“ beruht auf einer Anfallsstichprobe. Die Papierfragebogen²⁵⁹ beziehungsweise gleich lautenden Onlinefragebogen wurden im Laufe des Sommersemesters 2005 ausgegeben. Durch mehrere Maßnahmen wurde versucht eine möglichst populationskonforme Erhebung zu erreichen. Die Ausgabe der Fragebogen erfolgte zum Teil bei Fortbildungsveranstaltungen durch die jeweiligen ReferentInnen. Die Auswahl dieser Fortbildungsveranstaltungen erfolgte über die im Untersuchungszeitraum angebotenen und auf der gemeinsamen Terminplattform²⁶⁰ für den österreichischen Geometrieunterricht eingetragenen Veranstaltungen. Daneben konnte eine breite österreichweite Streuung durch Versand der Papierfragebogen als Beilage der Zeitschrift IBDG²⁶¹ erzielt werden. Zusätzlich wurden die Fragebogen persönlich und postalisch an Hauptschulen, AHS und BHS mit Schwerpunkt Niederösterreich verteilt. Daraus resultiert der überproportionale Anteil an niederösterreichischen Rückmeldungen. Parallel dazu wurde über die Website www.geometry.at/neue-medien-umfrage eine automatische Weiterleitung zu einer Onlineversion des Fragebogens auf der Website des Autors geometrie.muellerweb.at/neue-medien-umfrage für eine kurze Zeit eingerichtet. So wurden 67 Fragebogen online im Internet (erstellt mit der Software Grafstat²⁶²) ausgefüllt. Schließlich konnten von den insgesamt 253 retournierten Fragebogen nach Abzug der Pretests 224 Fragebogen zur Auswertung gelangen. Bei dieser Auswertung wurde neben dem MS-Office-Programm EXCEL hauptsächlich die bei sozialwissenschaftlichen Untersuchungen häufig benutzte Software SPSS²⁶³ verwendet.

²⁵⁹ Durch Rückmeldungen konnten die Fragebogen in drei Phasen verbessert werden. Die erste tatsächlich verwendete Fragebogenversion v8 wurde nach Berichtigungen und Änderung einzelner Skalen in der Version v11, diese durch Ergänzung schließlich in der Version v12 hauptsächlich verwendet. Die drei Versionen wurden in ihren Daten angepasst und können so als inhaltlich identisch angesehen werden.

²⁶⁰ Erreichbar unter <http://geometrie.schule.at/index.php?TITEL=Termine&modul=events> [2005].

²⁶¹ Informationsblätter der Geometrie, Redaktion 6020 Innsbruck, Beilage der Ausgabe 1/2005.

²⁶² www.grafstat.de (Fragebogenprogramm von Uwe W. Diener) [24. 8 2005].

²⁶³ www.spss.com [4. 4. 2006].

Im Zuge der Untersuchungen konnte – ausgehend von einigen Grundhypothesen – nach Durchführung verschiedenster statistischer Methoden eine Reihe von weiteren Hypothesen formuliert und evaluiert werden. Eine Einführung in eine Vielzahl von Methoden aus dem Bereich der Sozialwissenschaften kann etwa im Standardwerk²⁶⁴ „Forschungsmethoden und Evaluation“ von J. Bortz und N. Döring gefunden werden.

Im Laufe der Schuljahre 2004/05 und 2005/06 wurden zeitgleich ein Onlineraumvorstellungstest bei GeometrielehrerInnen sowie mehrere kleine punktuelle Umfragen bei Einzelseminaren durchgeführt, die im Abschnitt 8.4 beschrieben werden.

²⁶⁴ Vgl. [BOR2003], S. 524ff.

3.2 Signifikanztests

Alle durch die empirisch-quantitative Untersuchung gewonnenen Ergebnisse wurden Signifikanztests²⁶⁵ unterworfen: Diese stellen einen Apparat bereit, der nach Formulierung einer geeigneten Nullhypothese dieselbe überprüft. Da alle Nullhypothesen der vorliegenden Arbeit darauf basieren, dass es zwischen den durch jeweils beschriebenen Eingangsparameter unterschiedenen Populationsklassen keine Unterschiede im Antwortmuster gibt, werden diese Nullhypothesen nicht in jedem Fall explizit angeführt. Durch die Signifikanztests wird jeweils jene Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der das tatsächlich erhaltene empirische Stichprobenergebnis von jenem theoretisch berechneten abweicht, das man unter der Bedingung erhält, dass die gesamte Population entsprechend der vorausgesetzten Nullhypothese die Antworten gibt. Diese Wahrscheinlichkeit – auch Irrtumswahrscheinlichkeit genannt – gibt praktisch an, ob ein Irrtum vorliegt, wenn die gefassete Nullhypothese (auch H_0 genannt) zugunsten ihres Gegenteils (Gegenhypothese H_1) verworfen wird.

Per Konvention²⁶⁶ wird in dieser Arbeit ein Ergebnis als *signifikant* bezeichnet, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 5 % ist. Ein signifikantes Ergebnis ist mit der Nullhypothese „es gibt keine Unterschiede“ nicht vereinbar. Es gilt dann die Alternativ- oder Gegenhypothese.

Zunächst zu rein deskriptiven Ergebnissen der Untersuchung:

²⁶⁵ Ebenda, S. 496ff.

²⁶⁶ [BOR2003], S. 497.

3.3 Statistische Daten zum Bildungsbereich

3.3.1 Allgemeine Daten

Um den Umfang der folgenden quantitativen Analyse einordnen zu können, sollen zunächst Basisdaten der im Zentrum der Untersuchung stehenden Schultypen für das Sommersemester 2005 vorgelegt werden. Es ging um die Hauptschulen, AHS und BHS. Basisdatenmaterialien lieferten Statistik Austria²⁶⁷ und das BMBWK²⁶⁸. Sounterrichteten im Schuljahr 2004/05²⁶⁹ österreichweit insgesamt 121 129 LehrerInnen, davon 32 264 an Hauptschulen, 19 335 an Allgemeinbildenden Höheren Schulen und 6 766 an technischen und gewerblichen Schulen (aus dem Bereich berufsbildende mittlere und höhere Schulen). Zusätzliche Klassen-, Lehrer- und Schülerzahlen können der Tabelle 3-1 entnommen werden:

2004/05	HS	AHS/BHS	AHS	BHS
Schulen	1 134	710	346	364
Klassen	11 589	13 460	8 094	5 366
LehrerInnen	32 264	40 136	19 335	20 801
SchülerInnen	269 418	329 478	197 418	132 060

Tabelle 3-1

In Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2 sind bei den in der Spalte „BHS“ aufgelisteten Zahlenwerten auch die der sogenannten Humanberuflichen Lehranstalten enthalten. Da die LehrerInnenzahl für den technischen und gewerblichen Bereich aus dem Statistikmaterial und meist auch aus dem praktischen Einsatzbereich nur für

²⁶⁷ Durch das Bundesstatistikgesetz 2000 (BStatG) wurde das Österreichische Statistische Zentralamt mit Wirksamkeit vom 1. Jänner 2000 aus dem Bundesdienst ausgegliedert und als selbstständige, nicht gewinnorientierte Bundesanstalt öffentlichen Rechts mit dem Namen Statistik Österreich errichtet. Ihre Aufgabe ist die Erbringung von Dienstleistungen wissenschaftlichen Charakters auf dem Gebiet der Bundesstatistik (§ 22 BStatG): www.statistik.at [8. 4. 2006]. Die periodische Untersuchung „IKT-Einsatz in Haushalten“ liefert wertvolle Informationen über Computerbesitz und -verwendung <http://www.statistik.at/neuerscheinungen/ikt2005.shtml> [8. 4. 2006].

²⁶⁸ Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, www.bmbwk.gv.at [8. 4. 2006] gibt jährlich das Statistische Taschenbuch heraus, welches Informationen und Eckdaten zu allen Bereichen des österreichischen Bildungswesens gibt (http://www.bmbwk.gv.at/universitaeten/stats/stat_tb.xml).

²⁶⁹ Statistisches Taschenbuch 2005, (http://www.bmbwk.gv.at/medienpool/13060/stat_tb_2005.xls), Tabelle 2.1 [8. 4. 2006]. Die hier aufscheinenden Zahlen unterscheiden sich geringfügig von den unter http://www.statistik.at/fachbereich_03/schulen1.pdf [8. 4. 2006] aufscheinenden Werten (vgl. Anhang „Statistische Eckdaten“).

die mittleren und höheren Schulen gemeinsam erhoben werden kann, muss auf eine separate Auflistung der Zahlen der reinen technischen Schulen verzichtet werden. So wird jeweils die Gesamtheit aller BHS-LehrerInnen den allgemeinen statistischen Überlegungen zu Grunde gelegt. Dies geschieht – wohl wissend, dass die Zahl der LehrerInnen an den technischen Schulen (, die in der Hauptsache „Geometrie“ im Sinne dieser Untersuchung als Schulfach haben können,) maximal die Hälfte der angegebenen Zahlen dieser Tabellen ausmachen. Ebenso sind in der Spalte „AHS“ Werte von Schulen enthalten, in denen auf Grund ihrer Lehrpläne „lediglich“ Geometrie im Mathematikunterricht und nicht die Fächer „Geometrisches Zeichnen“ und „Darstellende Geometrie“ unterrichtet werden.

In der folgenden Tabelle 3-2 sind einige aus Tabelle 3-1 berechenbare Mittelwerte aufgelistet. Daraus kann abgelesen werden, dass die Hauptschulen durchschnittlich die kleinsten und die AHS die größten Schulen nach SchülerInnen- und Klassenzahl sind. Die wenigsten LehrerInnen je Klasse haben die AHS, die meisten die BHS. Die Durchschnittszahl der SchülerInnen je Klasse ist mit rund 24 in allen drei Schultypen annähernd gleich. Dass in den BHS die geringste SchülerInnenzahl je LehrerIn auftritt, mag in den vielen kleinen Praxisgruppen begründet liegen.

	HS	AHS/BHS	AHS	BHS
Klassen je Schule	10,22	18,96	23,39	14,74
LehrerInnen je Schule	28,45	56,53	55,88	57,15
LehrerInnen je Klasse	2,78	2,98	2,39	3,88
SchülerInnen je Schule	237,58	464,05	570,57	362,80
SchülerInnen je Klasse	23,25	24,48	24,39	24,61
SchülerInnen je LehrerIn	8,35	8,21	10,21	6,35

Tabelle 3-2

3.3.2 Daten zu Geometriehrenden

Um die Gewichtung der vorliegenden Umfrage einschätzen zu können, wurde versucht, die absolute Anzahl der Geometriehrenden zumindest für die Bereiche der AHS/BHS und der HS zu eruieren. Die Ergebnisse sind den Tabellen 3-3 und

3-4 zu entnehmen. Die Zahlen für den AHS/BMHS-Bereich²⁷⁰ betragen – für das Schuljahr 2005/06 – für Bundesschulen 644 Lehrkräfte, die insgesamt 3144 Stunden Geometrisches Zeichnen und/oder Darstellende Geometrie unterrichteten. Unter den gerechtfertigten Annahmen, dass diese Werte²⁷¹ von Schuljahr zu Schuljahr einigermaßen stabil und die Anteile an geometrieunterrichtenden LehrerInnen an AHS/BHS und HS gleich sind, können die in der ersten Spalte der folgenden Tabelle 3-3 ersichtlichen geschätzten Werte für die HS aus den vorliegenden bundesweiten Daten für AHS/BHS ermittelt werden (vgl. Fußnoten 272 und 273).

	HS	AHS/BHS
GZ/DG-LehrerInnen	6650	644
GZ/DG-Stunden	10314	3144
Stunden je GZ/DG-LehrerIn	1,55	4,88
	hochgerechnet	real

Tabelle 3-3

Zur Zahl der GZ-Stunden an HS: Aus den für das Bundesland Niederösterreich vorliegenden exakten Zahlen an unterrichteten GZ-Stunden im Schuljahr 2005/06 kann von einer durchschnittlichen Wochenstundenanzahl von jährlich knapp 2 in der dritten und vierten Klasse zusammen ausgegangen werden²⁷². In NÖ werden von insgesamt 2021 GZ-Stunden nur 428 Stunden, also weniger als ein Viertel durch *geprüfte* GZ-LehrerInnen unterrichtet. (In NÖ gibt es 2005/06 insgesamt

²⁷⁰ Mailmitteilung vom Leiter der Abteilung III/6 Christian Krenthaller vom 25. 1. 2006 an die IT-Gesamtkoordinatorin des BMBWK Raphaela Psihoda, welche diese Mail am 26. 1. 2006 an den Autor (Anfrage vom 28. 12. 2005 an Statistik-Austria) weitergeleitet hat. Da die Hauptschulen in den Hoheitsbereich der Bundesländer fallen, liegen bundesweite Zahlen über die Geometriestunden an Hauptschulen nicht vor. Exakte Zahlen konnten nur aus Niederösterreich erhalten werden, Dank an HOL. A. Schrott für seine Hilfe.

²⁷¹ Daten aus dem Schuljahr 2004/05, die Lehrendenzahl ist aus dem Schuljahr 2005/06!

²⁷² Auf Grund schulaautonomer Entscheidungen reicht die Palette von Wochenstunden in der Schulpraxis von der völligen Integration in den Mathematikunterricht über 1,5 Wochenstunden nur in der vierten Klasse bis zu 2 Wochenstunden in der dritten und vierten Klasse. Bei der Hochrechnung wurde eine Gleichverteilung der Klassenzahl je Schulstufe vorausgesetzt: Für die Zahlen aus NÖ bedeutet dies: Die Klassenzahl dividiert durch 2 ergibt die Zahl der 3. und 4. Klassen (→ 1133). Da 2021 GZ-Wochenstunden tatsächlich in allen 3. und 4. Klassen zusammen unterrichtet worden sind, können durchschnittlich 0,89 Wochenstunden je Schulstufe angenommen werden. Ein Schüler / eine Schülerin hat im Lauf seiner / ihrer HS-Ausbildungszeit also im Mittel 1,78 GZ-Wochenstunden. Hochgerechnet auf alle Bundesländer kann bei gleichen Voraussetzungen von rund 10314 GZ-Wochenstunden ausgegangen werden.

316 geprüfte GZ-LehrerInnen, von denen 2005/06 aber nur 276 tatsächlich GZ unterrichtet haben²⁷³!). Zusammen kann also österreichweit von einer Zahl von über 7000 GZ und DG-LehrerInnen ausgegangen werden.

	HS	AHS/BHS	HS/NÖ
Schulen	1.134	710	264
Klassen	11.589	13.460	2.266
Alle LehrerInnen	32.264	40.136	6.204
Schüler	269.418	329.478	51.229
	HS	AHS/BHS	HS/NÖ
GZ/DG-LehrerInnen	6650	644	1300
GZ/DG-Stunden	10314	3144	2021
Stunden je GZ/DG-LehrerIn	1,55	4,88	1,55
	hochgerechnet	real	real

Tabelle 3-4

²⁷³ Daraus ergeben sich 1,55 (=428/276) Wochenstunden je (geprüft.) GZ-LehrerIn. Bei einem gleich hoch angenommenem zu unterrichtenden Anteil bei den ungeprüften LehrerInnen müssten im Schuljahr 2005/06 österreichweit etwa 6650 (=10314/1,55) LehrerInnen GZ in den Hauptschulen unterrichten.

3.4 Deskriptive Ergebnisse der Neue-Medien-Umfrage

224 Datensätze mit je 114 Datenfeldern (Items) standen für die Auswertungen zur Verfügung, insgesamt also über 25000 Einzeldaten. Neben statistischen Angaben zur Lehrperson (13 Items) wurden Fragen zum Geometrieunterricht unter Einsatz neuer Medien gestellt. Eine Übersicht über die Umfragethemen ist in nachfolgender Tabelle 3-5 zu finden:

Bereichs-kennzahlen	Themenkreis	Anzahl der Items
1	<i>Ausbildung der Lehrenden</i> Selbststudium, Grundausbildung, Arbeitsgemeinschaften, Kurse/Seminare, auf eigene Kosten	5
2	<i>Ideen und Anregungen für Lehrende</i> Fortbildungsveranstaltungen, Gespräche, Literaturstudium, Mail-Kontakte, Internetrecherche/Portale	5
3	<i>Konkreter Einsatz neuer Medien:</i> Softwareverwendung im Unterricht, algebra-tauglicher Rechner, Internet	8
4	<i>Unterrichtsorganisation</i> Referate, Übungen zu Hause, SBX-Angebot	12
5 und 7	<i>Veränderung der Unterrichtsinhalte</i> <i>Konstruktionswerkzeuge:</i> Freihandzeichnen / exaktes Konstruieren / Software-Konstruieren <i>Bedeutungsverlust</i> traditioneller Inhalte	10
6	<i>Lehrplan: Erfüllung der Bildungs- und Lehraufgaben,</i> Veränderung der Schwerpunkte	10
8	<i>Gefühlsebene zu neuen Medien/Selbsteinschätzung</i> Didaktik, Eigenkönnen, Motivation, Fachwissen, Fortbildung	4
9	<i>Annahme/Verwendung bestehender Web-Angebote</i> Nutzung, Verwendbarkeit konkreter Angebote	7
10	<i>Softwareverwendung und Bewertung derselben</i> Ausbildung, Verwendbarkeit	40

Tabelle 3-5

Die Untersuchungsergebnisse werden ausführlich in den Abschnitten 5 bis 8 samt inferenzstatistischer²⁷⁴ Analyse und Interpretation dargestellt. Dabei wird systematisch auf signifikante Unterschiede in den Ergebnissen, die durch die Schule oder die Lehrenden bedingt sind, eingegangen.

²⁷⁴ Vgl. [BOR2003], Seite 524ff.

Die Parameter für die Schulabhängigkeit sind:

- Schultyp: *Hauptschule (HS)* oder *Allgemein oder Berufsbildende Höhere Schule (AHS/BHS)*,
- Schulgröße: *bis 10 Klassen, 11 bis 20, 21 bis 30, 31 Klassen und mehr*,
- fallweise regionale Unterschiede.

Die lehrendenabhängigen Parameter sind:

- Dienstalter: *bis 10 Jahre, 11 – 20 Jahre, 21 – 30 Jahre, 31 Jahre und länger*,
- Geschlecht: *weiblich, männlich*,
- Eigenes Interesse an neuen Medien: *geringes, durchschnittliches und höchstes Interesse*.

Auf die umfragebedingte Möglichkeit, zwischen der Papierform und der Onlineform der Fragebogenbeantwortung zu unterscheiden, wurde verzichtet.

3.4.1 Umfang der Beteiligung, Auswahl der Probanden

Insgesamt beantworteten den Fragebogen 253 LehrerInnen, die entweder Darstellende Geometrie, Geometrisches Zeichnen oder *Geometrie* im Rahmen des Mathematikunterrichtes lehrten, 29 davon nahmen bei der Vortestung im März 2005 in Linz, Innsbruck und Klagenfurt teil und trugen so zur endgültigen Fassung des Fragebogens bei. Die dann tatsächlich ausgewerteten 224 Fragebogen wurden im Zeitraum vom April bis Juli 2005 ausgefüllt. Unter diesen Fragebogen befinden sich 81 von weiblichen und 139 von männlichen Geometrielehrenden. Auf vier Fragebogen wurde zum Geschlecht keine Angabe gemacht.

Wie bereits erwähnt, wurde ein Großteil der Fragebogen bei Seminaren zur LehrerInnenfortbildung ausgegeben: 17 Stück bei der Arbeitsgemeinschaftstagung für Darstellende Geometrie in Oberösterreich im März 2005 als Pretest zur Feststellung der Lesbarkeit, Verständlichkeit und Akzeptanz der Fragen, 20 Stück wurden bei der LehrerInnenfortbildung in Salzburg im Mai 2005, 18 Stück im HTL-Bereich bei der gesamtösterreichischen Tagung über Geometrisches Freihandzeichnen in Mödling und 27 Stück bei zwei Veranstaltungen in den Sommerfortbildungswochen in Niederösterreich im Bereich der HS- und AHS-LehrerInnen

verteilt und wieder eingehoben²⁷⁵. Der Aussendung der IBDG²⁷⁶-Ausgabe 2005/1 wurden insgesamt 650 Fragebogen beigelegt. Hiervon kamen (infolge der zeitlich mit der Aussendung zusammenfallenden Schulschlussstermine in Ost- und Westösterreich) lediglich 21 pünktlich retour. Als Einsendeschluss hatte der 15. Juli 2005 fixiert werden müssen. Tabelle 3-6 gibt eine Übersicht über die in die Auswertung eingeflossenen Fragebogen. Vermutet wird, dass vor allem engagierte LehrerInnen an der vorliegenden Umfrage teilgenommen haben. Es sind jene, die auf Fortbildungskurse fahren, die die IBDG abonniert haben oder die in der Mailingliste des ADG sind. Deshalb muss angenommen werden, dass die Ergebnisse im Hinblick auf engagiertes Einsetzen neuer Medien in dieser Umfrage eher positiv überhöht im Vergleich zur Realität erscheinen.

Pretest Linz/Oberösterreich / AHS / März 2005	17
Pretest Klagenfurt und Innsbruck / Scheiber, Weiss / Mai 2005	12

Übersicht über die in die Auswertung eingeflossenen Fragebogen:

Kurse Salzburg / AHS und APS gemischt / Gems / Mai 2005	20
Fortbildung HTL österreichweit / Redl / Mai 2005	12
Fortbildung / AHS und APS gemischt / Müller / Juli 2005	27
IBDG Aussendung der Ausgabe 2005/1 / Redaktion / Juli 2005	21
Onlineaufruf über die ADG-Mailingliste / Juli 2005	67
Einzeleinsendungen	77

Tabelle 3-6

Die Hauptschulen sind prozentuell zu ihrem Status der SchülerInnenzahl nach quantitativ unterrepräsentiert. Die Altersstruktur der ProbandInnen scheint ein Abbild der tatsächlichen Altersstruktur der Lehrenden wiederzugeben.

Die Streuung über die Bundesländer kann als zufriedenstellend angesehen werden. Die Verteilung der eingelangten Fragebogen auf die Bundesländer zeigt die

²⁷⁵ Herzlichen Dank möchte ich in diesem Zusammenhang meinen Kollegen Mag. Werner Gems (Saalfelden), Mag. Günter Redl (Mödling), Mag. Herbert Weiss (Graz) und Mag. Klaus Scheiber (Graz) und Mag. Wilhelm Nowak (Steyr) aussprechen.

²⁷⁶ Vgl. Bemerkungen im Abschnitt 3.1.

unterdurchschnittliche Repräsentanz der Bundesländer Oberösterreich, Kärnten und Tirol/Vorarlberg (vgl. Abbildung 3-1 und Tabelle 3-7). Dies ist zu einem Teil auf die Nichtmitzählung der Vortests in eben diesen Bundesländern zurückzuführen. Wien ist eindeutig unterrepräsentiert, wogegen. Niederösterreich überrepräsentiert scheint, was dadurch erklärbar ist, dass hier eine zusätzliche Aussendung an die meisten AHS ergangen ist und die Sommerfortbildungsveranstaltungen 2005 des PI-Niederösterreich für Umfragen genutzt worden ist.

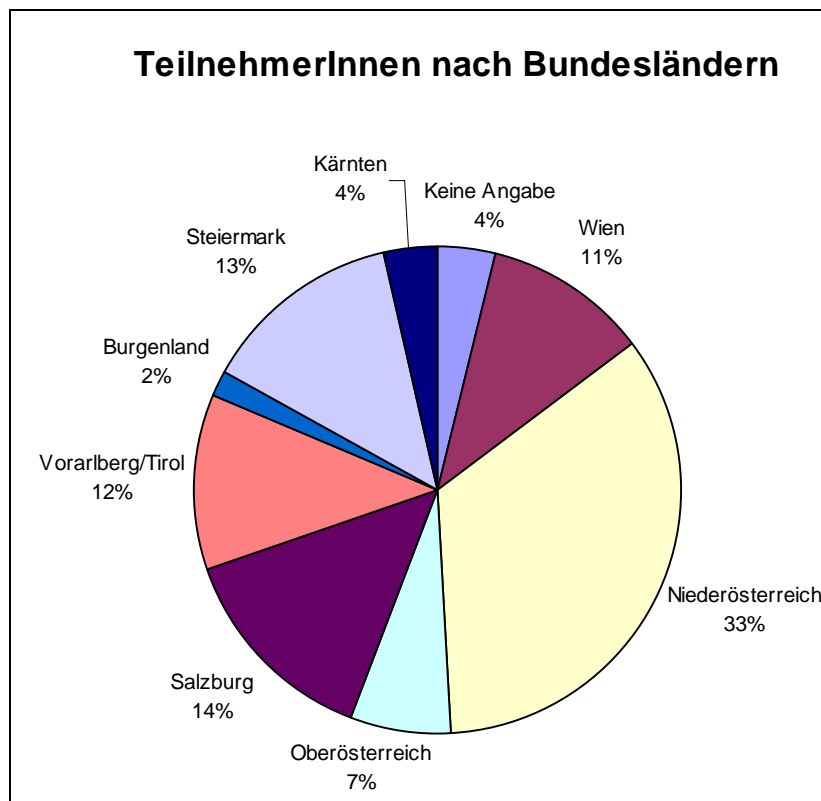


Abbildung 3-1: Bundesländerweise Verteilung der ProbandInnen

Summe	Keine Angabe	W	NÖ	OÖ	S	V/T	B	ST	K
224	9	24	77	15	31	26	4	30	8

Tabelle 3-7

3.4.2 Übersicht über die Items mit offener Beantwortung

In den meisten der in Tabelle 3-5 angeführten Fragenbereiche gibt es ein *Item mit offener Beantwortung*, in der Regel mit der ermunternden und auffordernden Formulierung eingeleitet: „Was ich schon immer bemerken, loswerden, ... woll-

te:“ Eine Transkription der konkreten Bemerkungen der Lehrenden ist im Anhang „Freie Ergänzungen“ enthalten. Die Untersuchung dieser offenen Antworten erfolgte systematisch in zweifacher Weise:

Zunächst wurde als Zeiger für die Wichtigkeit eines Themenkreises für die ProbandInnen die *Anzahl der Ergänzungen* festgelegt. Diese Zahl reicht von etwa einem Fünftel bis zu einem Zwanzigstel der Zahl der Antwortbogen. Folgerungen aus dieser quantitativen Vorgabe finden sich im Anschluss.

Neben der Quantität der Antworten wurde untersucht, ob in den Bemerkungen neue, noch nicht beachtete *Fragen- und Problembereiche* angerissen werden. Die Ergebnisse dieser Auswertung finden sich in den Abschnitten 6 und 7.

Ausgangspunkt für die quantitative Auswertung sei folgende Übersicht, die die Zahl der Ergänzungen angibt:

Bereich 1 (Item 10):

Ausbildung der Lehrenden → 48 Ergänzungen

Bereich 3 (Item 30):

Konkreter Einsatz neuer Medien, welche Software → 34 Ergänzungen

Bereich 4 (Item 40):

Unterrichtsorganisation: Schulbuch, EDV-Raum → 24 Ergänzungen

Bereich 5 (Item 50)

Unterrichtsinhalte – Konstruktionswerkzeuge → 12 Ergänzungen

Bereich 6 (Item 60):

Erfüllung der Bildungs- und Lehraufgabe → 24 Ergänzungen

Bereich 7 (Item 70):

Veränderung der Unterrichtsinhalte → 12 Ergänzungen

Bereich 8 (Item 80):

Gefühlsebene zu neuen Medien → 19 Ergänzungen

Item 85: Welche Frage hätte ich noch stellen sollen → 5 Ergänzungen

Item 86: Ich wünsche mir Fortbildungsveranstaltungen → 39 Ergänzungen

Aus diesen Antwortzahlen können *drei Größenkategorien* gebildet werden. Diese werden nach ihrem Inhalt sinngemäß zu Gruppen zusammenfasst (vgl. Abbildung 3-2). Diese Gruppen sind

Gruppe 1: Ausbildung und Fortbildung – Items 10 und 86

Gruppe 2: Unterrichtsgeschehen und sein Umfeld – Items 30, 40, 60 und 80

Gruppe 3: Konkrete inhaltliche (fachdidaktische) Veränderungen – Items 50 und 70

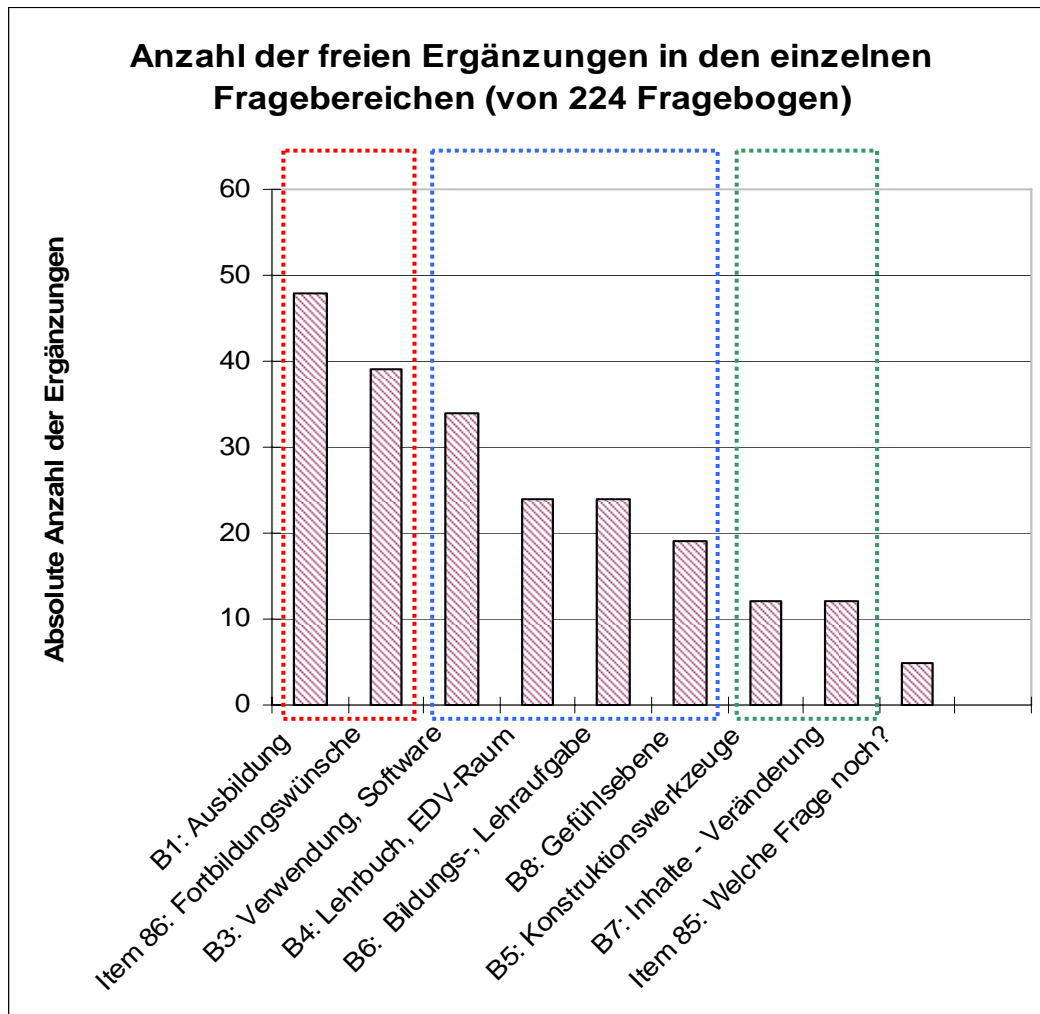


Abbildung 3-2: Freie Ergänzungen – quantitative Übersicht

Interpretiert man die *Zahl der Antworten* (Abbildung 3-2) als *Gradmesser für das Interesse*, so kann ausgesagt werden: Die Geometrielehrenden interessieren sich in erster Linie für Fragen ihrer Aus- Fort- und Weiterbildung im Bereich der neuen Medien, in zweiter Linie für das Unterrichtsgeschehen und sein Umfeld und erst in dritter Linie für konkrete inhaltliche Fragen in Zusammenhang mit neuen Medien.

Auf den Punkt gebracht scheint die Lehrenden nicht die Frage „*Was verändert sich?*“ (Gruppe 3) sondern „*Wie kann ich / kann man auf die Veränderungen reagieren?*“ (Gruppe 1) zu bewegen.

Eine inhaltliche Analyse der offen beantworteten Items folgt bei den einzelnen Kapiteln.

3.4.3 Merkmal „Dienstalter“

Die Verteilung des Dienstalters der ProbandInnen ist der Abbildung 3-3 und der Tabelle 3-8 zu entnehmen.

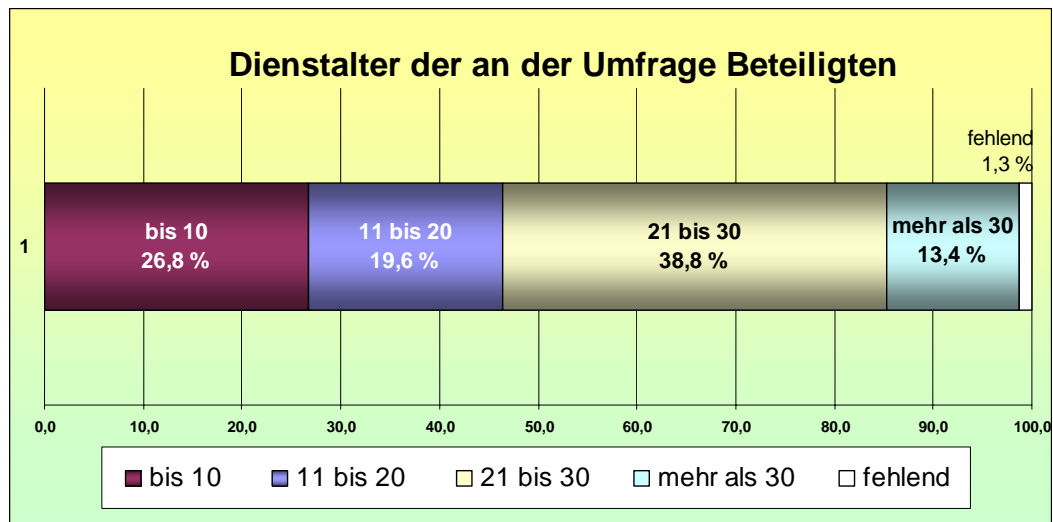


Abbildung 3-3: Dienstaltersverteilung der Befragten

	bis 10	11 – 20	21 – 30	mehr als 30	gesamt	keine Angabe
Anzahl	60	44	87	30	221	3

Tabelle 3-8

Der Mittelwert ist 19,7 Dienstjahre mit der Standardabweichung 10,2. Der Median beträgt 22 Dienstjahre. Interessant erscheint der Vergleich der Dienstjahre zwischen den Geschlechtern: Dieser ist in Abbildung 3-4 durch ein Boxplot angedeutet: Dabei ist der Median bei den weiblichen ProbandInnen fast um 10 (Dienstjahre) geringer. Der farbige unterlegte Bereich gibt jeweils die Hälfte der ProbandInnen an.

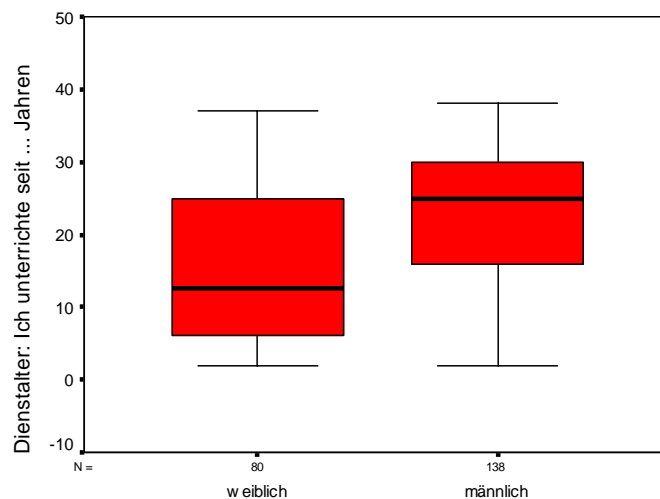


Abbildung 3-4: Dienstaltersunterschiede zwischen den Geschlechtern

3.4.4 Merkmal „Schultype“

Da manche LehrerInnen in mehr als einer der in Untersuchung stehenden Schularten gleichzeitig unterrichteten, erscheint in der Schultypenübersicht (vgl. Tabelle 3-9) durch die Mehrfachnennungen eine weit größere Summe als die Zahl der Fragebogen. Bei der Frage nach den Schultypen, in denen die Geometrielehrenden unterrichten, ergab sich die in Abbildung 3-5 ersichtliche Verteilung.

Schultype	HS	AHS/Unterstufe	AHS/Oberstufe	BHS	Andere
Anzahl	83	86	92	46	17

Tabelle 3-9

Da für das Herausfinden signifikanter Aussagen die Zahl der BHS-LehrerInnen im Vergleich zu den anderen Gruppen zu gering ist, konnte der Score „Schultype“ in lediglich zwei Segmente geteilt werden, nämlich in das Segment HS für den Bereich Hauptschule und das Segment AHS/BHS, welches aus Unterstufe und Oberstufe der AHS sowie BHS besteht. Die Wahl dieser beiden Segmente spiegelt so die in den meisten Fällen absolvierte Ausbildung zum Lehrer/zur Lehrerin wider: Während die Mitglieder des Segmentes HS in der Regel die dreijährige Ausbildung an Pädagogischen Akademien (bzw. ihren Vorgängerausbildungsstätten)

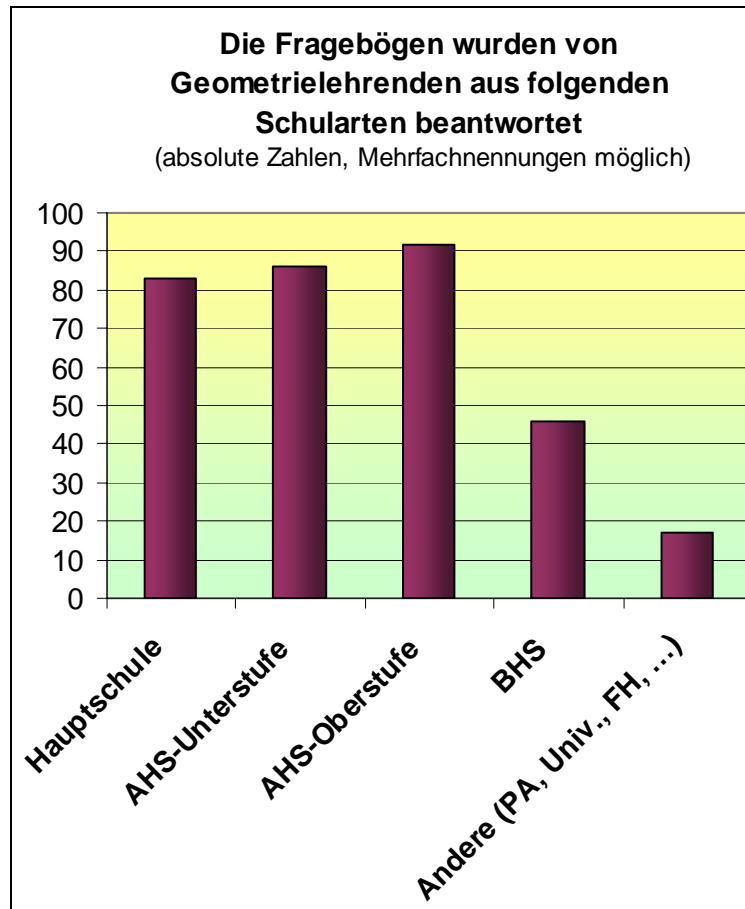


Abbildung 3-5: Herkunftsschularten der Befragten

absolvierten, durchliefen die Mitglieder des Segmentes AHS/BHS fast durchwegs eine mindestens 9-semestrige Universitätsausbildung.

Bei den Angaben zur abgelegten Lehramtprüfung wurde das Item „Geprüft in Informatik“ hinzugefügt, um Einflüsse der intensiven Beschäftigung mit neuen Medien, wie dies beim Informatikunterricht der Fall ist, auf den Geometrieunterricht untersuchen zu können (siehe Abbildung 3-6).

Folgende Verteilung der zur Unterrichtserteilung notwendigen Lehrbefähigungsprüfungen gibt es unter den Antwortenden (Mehrfachnennungen möglich, Tabelle 3-10):

Mathematik	212
Darstellende Geometrie (nicht HS)	118
Geometrisches Zeichnen (nur HS)	57
Informatik	69

Tabelle 3-10

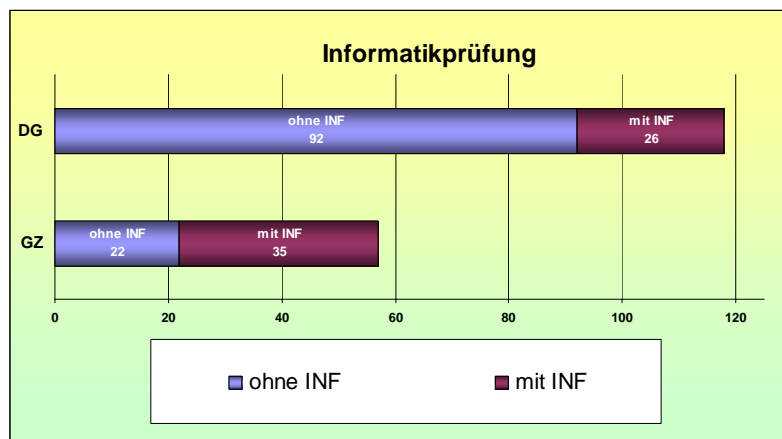


Abbildung 3-6: Informatiklehramtsprüfung abgelegt

Dass Geometrie im Schulalltag in vielen Fächern unterrichtet wird, zeigte die Möglichkeit der freien Ergänzung, von der 33mal Gebrauch gemacht wurde. Allerdings handelte es sich dabei in den seltensten Fällen um einen eigenen Schultyp, sondern um den Unterricht in Fächern wie CAD, KÜ, Geometrie-Freifach, Begabtenförderung, TZ, Lehrerausbildung, Informatik. Die Hauptbereiche waren natürlich die Bereiche/Fächer Mathematik, Geometrisches Zeichnen (GZ) und Darstellende Geometrie (DG), wie aus der Tabelle 3-11 und der Abbildung 3-7 zu erkennen ist.

Geometrieunterricht	
Im Rahmen des Mathematikunterrichtes	116
GZ (als eigenes Fach 143, im Mathematikunterricht integriert nur 14)	157
Darstellende Geometrie	113
Geometrie in anderem Fach: CAD, KÜ, Geometrie-Freifach, Begabtenkurse, TZ, Lehrerausbildung, Informatik, angewandte DG, ...	32

Tabelle 3-11

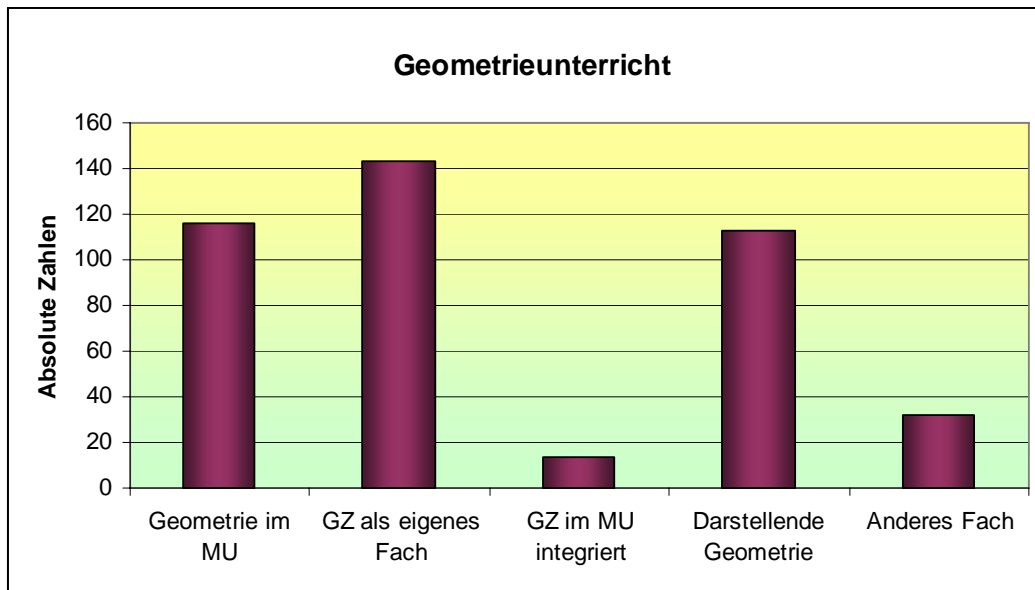


Abbildung 3-7: Geometrieunterricht der ProbandInnen

3.4.5 Merkmal „Schulgröße“

Um Einflüsse der Schulgröße zu erkennen, wurde lediglich um Angabe der Klassenanzahl der Schulen gebeten, da nicht zu erwarten war, dass jede/r Lehrende die genaue SchülerInnenzahl ihrer/seiner Schule(n) weiß. Erfahrungsgemäß ist die Klassenanzahl den meisten LehrerInnen einer Schule durch diverse Stundenplanaushänge und aufgelegten Supplierlisten eher bekannt als die GesamtschülerInnenzahl. Die Ergebnisse lassen eine Clusterung in vier Bereiche zu, die in Abbildung 3-8 (absolute Zahlen) und Tabelle 3-12 ausgewiesen sind.

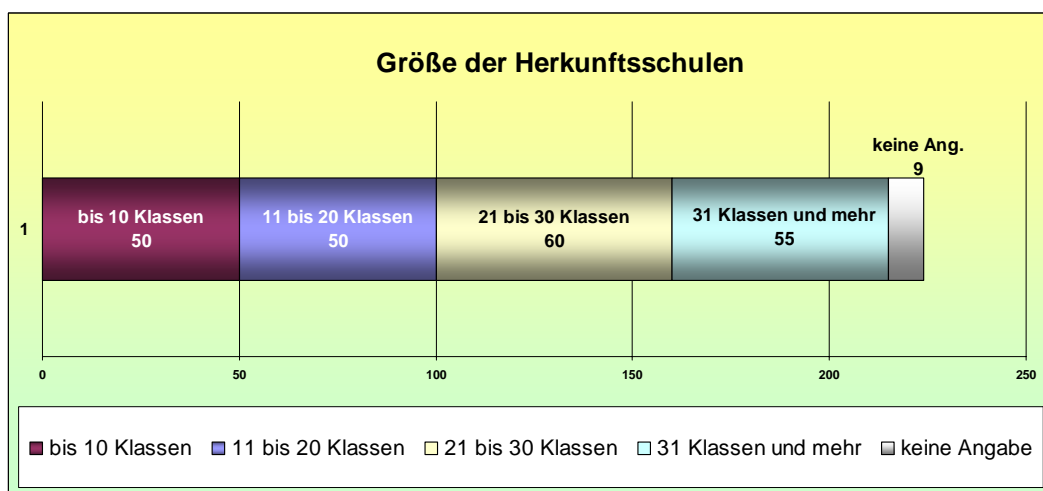


Abbildung 3-8: Größe der Herkunftsschulen

Klassenanzahl

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	bis 10 Klassen	50	22,3
	11 bis 20 Klassen	50	22,3
	21 bis 30 Klassen	60	26,8
	31 Klassen und mehr	55	24,6
	Gesamt	215	96,0
Fehlend		9	4,0
Gesamt		224	100,0

Tabelle 3-12

Verbal wird in den folgenden Ausführungen auch von *kleinen, mittleren, großen* und *sehr großen* Schulen gesprochen! Zu beachten ist, dass die kleinen Schulen hauptsächlich die Hauptschulen sind. Dies geht deutlich aus der in Abbildung 3-10 dargestellten Verteilung der Schultypen und der Schulgrößen hervor: Unter den großen und sehr großen Schulen befindet sich keine einzige Hauptschule.

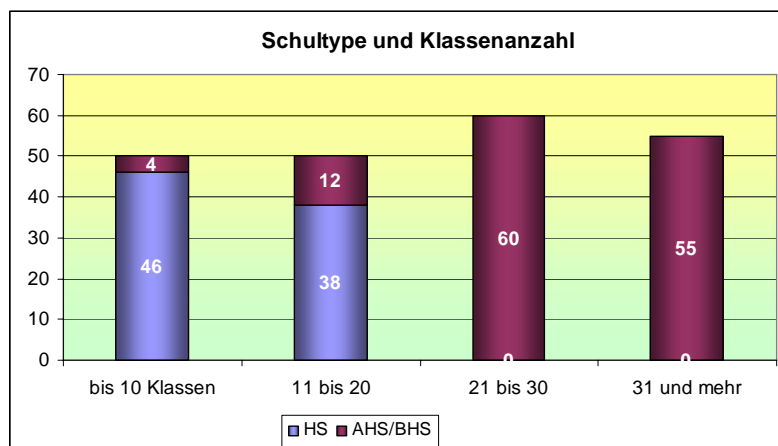


Abbildung 3-9: Schultype und Schulgröße

3.4.6 Merkmal „Interesse an neuen Medien“

Die Angaben der Lehrenden zu deren persönlichem Computerbesitz und privaten Internetverbindungsmöglichkeiten führten zur Bildung eines Scores, zu dem die drei Items 08, 09a und 09b zusammengefasst werden konnten. Dieser Score mit Namen „*Interesse an neuen Medien*“ lässt eine sinnvolle Klassifizierung der Probanden in drei Typen zu:

Typ 1: LehrerInnen mit *geringem Interesse* an neuen Medien

Typ 2: LehrerInnen mit *durchschnittlichem Interesse* an neuen Medien

Typ 3: LehrerInnen mit *höchstem Interesse* an neuen Medien

Darauf und auf die konkrete statistische Methode dieser Clusterung soll kurz eingegangen werden.

3.4.6.1 Clusteranalyse

Die Typen unterscheiden sich in den drei Variablen „Computerbesitz“, „private Internetnutzung“ und „Interesse an technischen Innovationen“. Die Ausgangsdaten sind in den folgenden drei Tabellen 3-13, 3-14 und 3-15 ersichtlich:

Computerbesitz

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	kein Computer	2	,9
	Computer ohne Internet	21	9,4
	Computer mit Internet	199	88,8
	Gesamt	222	99,1
Fehlend		2	,9
Gesamt		224	100,0

Tabelle 3-13

Interesse an Innovationen in Technik

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	nein	2	,9
	ja, gelegentlich	67	29,9
	ja, häufig	87	38,8
	ja immer/sehr oft	63	28,1
	Gesamt	219	97,8
Fehlend		5	2,2
Gesamt		224	100,0

Tabelle 3-14

Private Internetnutzung

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	nein	5	2,2
	ja, gelegentlich	66	29,5
	ja, häufig	71	31,7
	ja immer/sehr oft	81	36,2
	Gesamt	223	99,6
Fehlend		1	,4
Gesamt		224	100,0

Tabelle 3-15

Mit Hilfe der Methode der *Clusteranalyse*²⁷⁷ können (Fragebogen von) 218 Personen zu Gruppen – „Typen“ genannt – zusammengefasst werden. Dabei werden Personen mit möglichst gleichen Antwortmustern gruppiert. Ziel dieser Typisierung ist eine größtmögliche Nähe innerhalb der Typen, aber eine größtmögliche Distanz zwischen den Typen. Sechs LehrerInnen können nicht typisiert werden, da diese die Fragebogen bei einem der notwendigen Items nicht ausgefüllt hatten.

²⁷⁷ Vgl. [BOR2003], S. 382f.

Die Clusteranalyse wird nach der *WARD-Methode* durchgeführt. Zur Anwendung kommen dabei quadrierte euklidische Distanzen. Die Variablen werden vor der Berechnung der Typen durch Z-Transformation gleich skaliert.

Die Bestimmung der Typenzahl hängt hauptsächlich von inhaltlichen Kriterien ab, wobei zusätzlich danach getrachtet wird, den Messfehler der Clusteranalyse so gering wie möglich zu halten. Bei dieser Fragestellung ergibt sich eine Lösung mit 3 Typen (vgl. Tabelle 3-17), die eindeutig interpretierbar sind. Im Vergleich zur Lösung mit etwa einem einzigen Typ weist die gefundene nur mehr etwa ein Drittel des maximalen Messfehlers²⁷⁸ auf (vgl. Tabelle 3-16).

Messfehler

Schritt	Koeffizienten
211	73,699
212	92,212
213	115,517
214	147,869
215	218,930
216	414,504
217	651,000

Tabelle 3-16

Eigenes Interesse an neuen Medien

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig	geringstes Interesse	23	10,3	10,6
	durchschnittliches Interesse	124	55,4	56,9
	höchstes Interesse	71	31,7	32,6
	Gesamt	218	97,3	100,0
Fehlend		6	2,7	
Gesamt		224	100,0	

Tabelle 3-17

In Abbildung 3-10 wird die Aussage der Daten in Tabelle 3-17 nochmals aufbereitet. Interessant ist, dass sich lediglich 2,7 % der Befragten nicht in diese Typisierung einordnen lassen.

²⁷⁸ Zu den Messfehlern in der Tabelle: Eine Erhöhung auf vier Typen, die inhaltlich nur schwer vertretbar wäre, würde den Messfehler von ca. 218 nur auf ca. 147, also nur auf etwa sieben Zehntel verringern, wobei in den Schritten von der Ein- auf die Zwei- und schließlich auf die Dreitypenlösung kleinere (etwa 6/10 bzw. 5/10) Veränderungsschritte vorhanden sind.

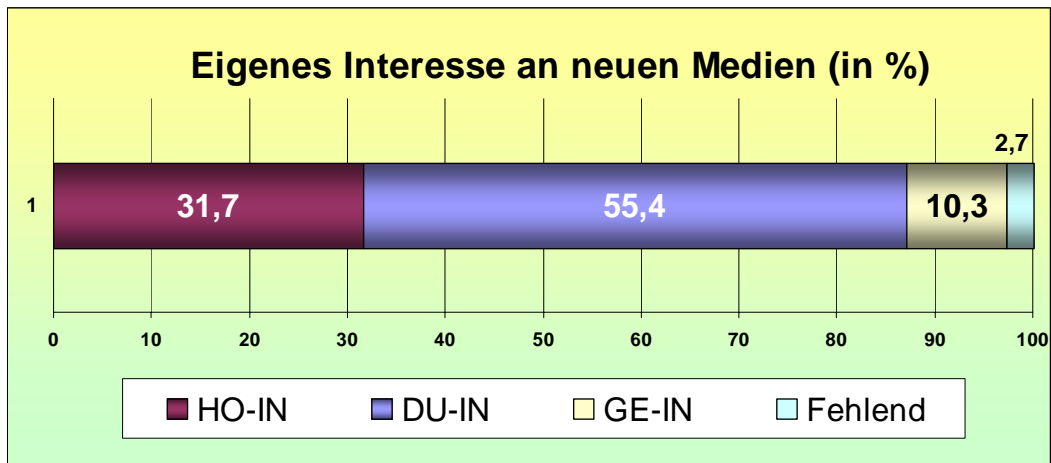


Abbildung 3-10: Interesse an neuen Medien

Tabelle 3-18 gibt die wesentlichen Merkmale der entstandenen Klassen an. Verbal seien die Typen folgendermaßen beschrieben:

Typ 1 „GE-IN“ hat geringes Interesse an neuen Medien, besitzt in praktisch allen Fällen einen Computer, allerdings meist ohne Internetanschluss, nutzt das Internet privat maximal gelegentlich und hat mäßiges Interesse an technischen Innovationen.

Typ 2 „DU-IN“ hat durchschnittliches Interesse an neuen Medien, gekennzeichnet durch Computerbesitz mit Internetanschluss für private Nutzung und durchschnittliches Interesse an technischen Innovationen.

Typ 3 „HO-IN“ hat höchstes Interesse an neuen Medien, gekennzeichnet durch Computerbesitz mit Internetanschluss für private Nutzung und sehr hohem Interesse an technischen Innovationen.

	Eigenes Interesse an neuen Medien		
	geringstes Interesse	durchschnittliches Interesse	höchstes Interesse
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
Computerbesitz	,91	2,00	2,00
Interesse an Innovationen in Technik	1,57	1,61	2,70
Private Internetnutzung	1,17	1,62	3,00

Tabelle 3-18

3.4.6.2 Überprüfung der Typenbildung

Diese 3-Typen-Lösung hat neben der inhaltlichen Berechtigung auch ihre theoretisch-statistische Begründung. Die Clusteranalyse zur Bildung der Typen ist ein rein deskriptives Verfahren. Hält diese Typenbildung auch einer Signifikanzprü-

fung stand, kann von einer sehr zuverlässigen Clusteranalyse ausgegangen werden. Dazu wird mit Hilfe einer *Diskriminanzanalyse* die erhaltene Typenzugehörigkeit geprüft und nachvollzogen.

Die (drei) *F-Tests* sind mit $df_1 = 2$ und $df_2 = 215$ bei $p < 0,001$ (vgl. Tabelle 3-19) jeweils signifikant.

Gleichheitstest der Gruppenmittelwerte

	F	df1	df2	Signifikanz
Computerbesitz	1430,926	2	215	,000
Interesse an Innovationen in Technik	77,867	2	215	,000
Private Internetnutzung	191,871	2	215	,000

Tabelle 3-19

Das bedeutet, dass sich die vorgefundenen Typen in den Variablen „Computerbesitz“, „Interesse an Innovationen in Technik“ und „Private Internetnutzung“ unterscheiden. Weiters wurde eine *globale Signifikanzprüfung* über alle Variablen hinweg durchgeführt. Das *WILKS-Lambda* beträgt 0,023 und ist mit $df = 6$ (6 Freiheitsgrade) und $p < 5\%$ ebenfalls signifikant (vgl. Tabelle 3-20).

Wilks' Lambda

Test der Funktion(en)	Wilks-Lambda	df	Signifikanz
1 bis 2	,023	6	,000
2	,343	2	,000

Tabelle 3-20

Zuletzt erfolgte im Rahmen der Diskriminanzanalyse eine Neuklassifikation der Typen mit dem in Tabelle 3-21 ersichtlichen Ergebnis.

Klassifizierungsergebnisse^a

		Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit			Gesamt
		geringstes Interesse	durchschnittliches Interesse	höchste Interesse	
Anzahl	geringstes Interesse	23	0	0	23
	durchschnittliches Interesse	0	114	10	124
	höchste Interesse	0	0	71	71
%	geringstes Interesse	100,0	,0	,0	100,0
	durchschnittliches Interesse	,0	91,9	8,1	100,0
	höchste Interesse	,0	,0	100,0	100,0

a. 95,4% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert.

Tabelle 3-21

Das Ergebnis von 95,4 % korrekt zugeordneter Fälle stützt die Ergebnisse der ausgeführten Clusteranalyse außerordentlich.

3.4.7 Bildung neuer Scores durch Faktorenanalyse

Um die Untersuchung übersichtlich zu halten, wird zuerst durch *Faktorenanalyse*²⁷⁹ die Zahl der Variablen reduziert. Damit verschiedene Variablen zu einem einzigen Faktor (*Score* oder *Generalfaktor*) zusammengefügt werden dürfen, müssen sie etwas „Ähnliches“ messen²⁸⁰. Jede der Ausgangsvariablen hat eine bestimmte Streuung (*Varianz*). Das Ausmaß der Varianz gibt an, wie unterschiedlich die Personen antworten. Die Variabilität der Personenantworten soll bei der Zusammenfassung zu einem einzigen Faktor möglichst hoch erhalten bleiben. Der Generalfaktor soll eine möglichst hohe *erklärte Varianz* haben. Das ist der Anteil der Varianz, der noch erhalten bleibt, wenn die Daten zusammengefasst, also die Zahl der Variablen reduziert wird.

Die Höhe der Gewichte, die *Ladung*, jeder einzelnen Variablen an diesem Generalfaktor kann in der jeweiligen Komponentenmatrix (vgl. Tabellen 3-22, 3-24, 3-26, 3-28, 3-30) erkannt werden. Die Ladung gibt die Güte des Zusammenhanges zwischen den einzelnen Items und dem Generalfaktor an. Die Ladung kann als Analogon zu einem Korrelationskoeffizienten gesehen werden. In der statistischen Praxis gilt eine Frage mit einer Ladung von weniger als 0,4 als problematisch.

Die *Reliabilität*, die Messgenauigkeit, die Zuverlässigkeit eines Fragebogens wird schließlich durch Angabe des Reliabilitätskoeffizienten angegeben. Dieser wird durch den CRONBACH-Alpha-Wert (zwischen 0 und 1) des Faktors angegeben, der wie ein Korrelationskoeffizient verstanden werden kann (je näher bei 1, desto höher die Reliabilität).

3.4.7.1 Score P3: „Neue Medien zur Übungsaufbereitung“

Als Nullhypothese sei formuliert: „Neue Medien werden im Geometrieunterricht zur Übungsaufbereitung verwendet“. Um die Gültigkeit dieser Hypothese zu überprüfen, werden die Variablen 33 bis 36 zu einen einzigen Score zusammengefügt. Mit Hilfe dieses Scores kann untersucht werden, ob die neuen Medien im Geometrieunterricht zur Übungsaufbereitung und zusätzlichen Bereicherung des Unterrichtes verwendet werden. Die Faktorenanalyse ergibt einen (General-) Fak-

²⁷⁹ Vgl. [BOR2003], S. 383f.

²⁸⁰ Vgl. zur Ausführlichkeit dieser Darstellung die einleitenden Bemerkungen zum Abschnitt 3.

tor mit einer erklärten Gesamtvarianz von 54,5 % der Varianz der ursprünglich in die Faktorenanalyse eingegangenen Variablen. Die Ladungen sind zufrieden stellend und in der untenstehenden Komponentenmatrix dargestellt:

Komponentenmatrix^a

	Komponente
	1
Tipps für Internet und Intranet	,852
Ich stelle Beispiele ins Internet	,762
Im Unterricht direkt ins Internet	,737
CD_Tipps	,576

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

a. 1 Komponenten extrahiert

Tabelle 3-22

Der Name „Neue Medien zur Übungsaufbereitung“ begründet sich in der inhaltlichen Ausrichtung der 4 Items. Das CRONBACH-Alpha des Faktors beträgt 0,7131 (vgl. Berechnung laut Tabellen 3-23). Dieser Wert gewährleistet eine hinreichende Messgenauigkeit und insgesamt kann von einem validen Faktor gesprochen werden.

R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)					
1.	P33_UEB	Ich stelle Beispiele ins Internet			
2.	P34_TIPS	Tipps für Internet und Intranet			
3.	P35_CDS	CD_Tipps			
4.	P36_WEB	Im Unterricht direkt ins Internet			
		Mean	Std Dev	Cases	
1.	P33_UEB	2,0429	1,7149	210,0	
2.	P34_TIPS	2,8476	1,6646	210,0	
3.	P35_CDS	2,8095	1,8043	210,0	
4.	P36_WEB	2,4857	1,6170	210,0	
Statistics for		Mean	Variance	Std Dev	N of
SCALE		10,1857	24,8984	4,9898	Variables
4					
Item-total Statistics					
	Scale	Scale	Corrected		
	Mean	Variance	Item-	Alpha	
	if Item	if Item	Total	if Item	
	Deleted	Deleted	Correlation	Deleted	
P33_UEB	8,1429	15,1183	,5129	,6427	
P34_TIPS	7,3381	13,9761	,6549	,5544	
P35_CDS	7,3762	16,4463	,3551	,7406	
P36_WEB	7,7000	15,8378	,5008	,6507	
Reliability Coefficients					
N of Cases =		210,0		N of Items =	
Alpha =		,7131		4	

Tabelle 3-23

Die deskriptive Auswertung der Antworten liefert eine Verteilung wie in Abbildung 3-11 dargestellt. Dabei fällt der äußerst geringe Anteil der Lehrenden auf, der Internet und CDs zur Übungsaufbereitung bzw. überhaupt im Unterricht direkt verwendet. Signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Teilgruppen treten nicht auf.

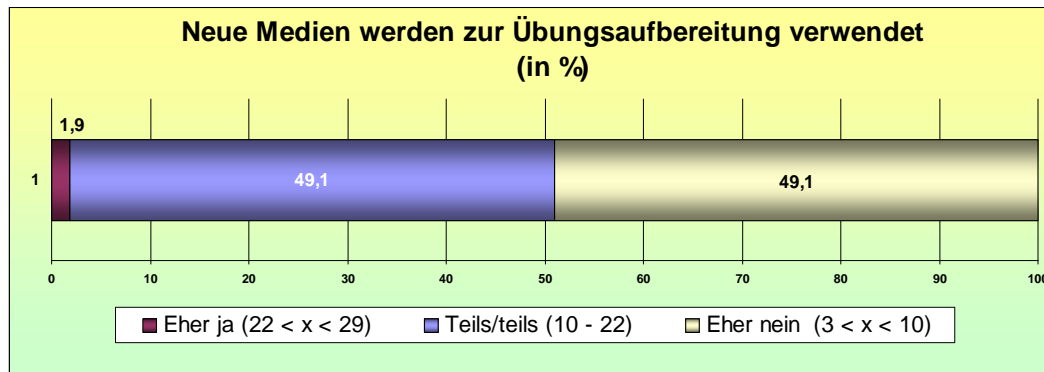


Abbildung 3-11: Score P3 – deskriptive Auswertung

3.4.7.2 Score P6: „Erleichterungen für SchülerInnen“

Nullhypothese: „Neue Medien bringen im Geometrieunterricht Erleichterungen für die SchülerInnen, erhöhen das Verständnis von Querverbindungen und Lösungswege.“

Dieser Score wird aus den Variablen 61, 62, 64, 66a, 66b, 67, 69 gebildet, die alle erleichternde Auswirkungen des Einsatzes neuer Medien auf die SchülerInnen

Komponentenmatrix^a

	Komponente 1
Können nun besser zeichnerische Darstellungen räumlicher Gebilde lesen	,760
Erfassen, Analysieren und sprachlich angemessenes Beschreiben ist leichter	,740
Erkennen besser, welche Abmessungen ein Objekt bestimmt	,729
Erkennen nun Querverbindungen zu Technik/Mathematik/Naturwissenschaften besser	,688
Ermittlung von Lösungswegen räumlicher Konstruktionsaufgaben fällt leichter	,685
Entwickeln nun ihre händischen graph. Fähigkeiten besser	,597
Grafische Endergebnisse werden besser	,584

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

a. 1 Komponenten extrahiert

Tabelle 3-24

nach Meinung von Lehrenden abfragen. Frage 63 fragt lediglich eine Veränderung, aber nicht die Erleichterung oder Verbesserung ab und wird deshalb hier nicht hinein genommen.

Bei den sieben Ausgangsvariablen ist der Gesamtwert von 47,105 % erklärter Varianz bei nur einem Faktor sehr gut und zeigt, dass die Variablen wirklich ähnliche inhaltliche Dimension messen und zu Recht zusammengefasst werden können. Die Ladungen sind sehr zufrieden stellend und mit einer Reliabilität von CRONBACH-Alpha = 0,8087 (vgl. Tabelle 3-25) ist der gefundene Generalfaktor „Erleichterungen für SchülerInnen“ sehr valide.

***** Method 1 (space saver) will be used for this analysis *****				
R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)				
1.	P61_LWR	Ermittlung von Lösungswegen räuml. Konst.		
2.	P62_SAB	Erfassen, Analysieren und sprachl. ...		
3.	P64_ABM	Erkennen besser, welche Abmessungen ...		
4.	P66A_HG	Entwickeln nun ihre händischen graph. ...		
5.	P66B_CG	Grafische Endergebnisse werden besser.		
6.	P67_ZDL	Können nun besser zeichn. Darstellungen.		
7.	P69A_QN	Erkennen nun Querverbindungen zur Techn. ...		
		Mean	Std Dev	Cases
1.	P61_LWR	4,5337	1,5001	178,0
2.	P62_SAB	3,7360	1,4855	178,0
3.	P64_ABM	4,3539	1,5563	178,0
4.	P66A_HG	3,1461	1,5662	178,0
5.	P66B_CG	5,4551	1,5259	178,0
6.	P67_ZDL	4,7247	1,3850	178,0
7.	P69A_QN	4,4382	1,5692	178,0
N of				
Statistics for	Mean	Variance	Std Dev	Variables
SCALE	30,3876	52,2839	7,2308	7
Item-total Statistics				
	Scale	Scale	Corrected	Alpha
	Mean	Variance	Item-	if Item
	if Item	if Item	Total	if Item
	Deleted	Deleted	Correlation	Deleted
P61_LWR	25,8539	39,8994	,5348	,7852
P62_SAB	26,6517	38,8045	,6091	,7722
P64_ABM	26,0337	38,4960	,5885	,7755
P66A_HG	27,2416	40,6927	,4573	,7993
P66B_CG	24,9326	41,1141	,4518	,7998
P67_ZDL	25,6629	39,3999	,6307	,7699
P69A_QN	25,9494	39,0539	,5490	,7828
Reliability Coefficients				
N of Cases =		178,0		
Alpha =		,8087		
		N of Items = 7		

Tabelle 3-25

Die deskriptive Auswertung ist in Abbildung 3-12 ersichtlich. Nur ein sehr geringer Teil von Lehrenden gibt an, dass der Einsatz neuer Medien keine Er-

leichterung für die SchülerInnen bringt. Signifikante Unterschiede treten bei den Antworten der Lehrenden mit unterschiedlichem eigenem Interesse an neuen Medien auf. Auf diese wird in Abschnitt 7 eingegangen.

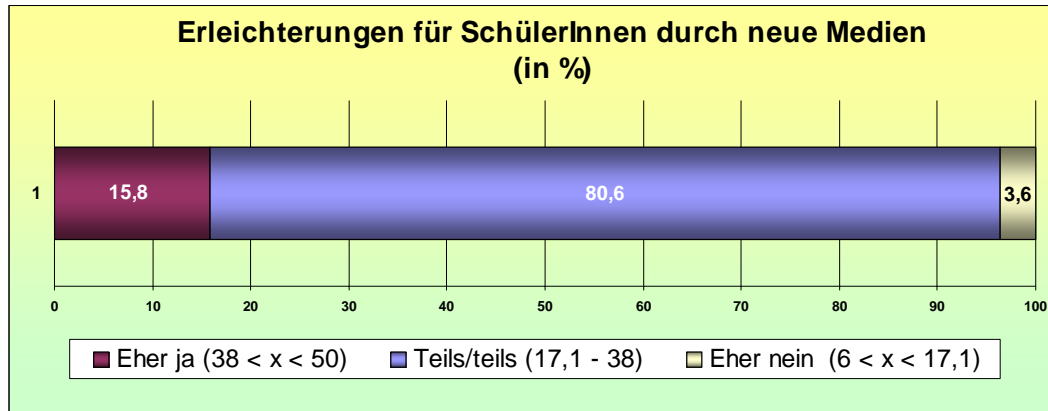


Abbildung 3-12: Score P6 – deskriptive Auswertung

3.4.7.3 Score P7 „Bedeutungsverlust von Inhalten“

Hypothese: „Die Verwendung neuer Medien führt zu einem Bedeutungsverlust einzelner traditioneller Inhalte des Geometrieunterrichtes.“

Die Items 71, 73, 74, 75a und 75 b fragen im Detail Veränderungen im Unterricht der Darstellenden Geometrie ab. Den Bedeutungsverlust spezieller Konstruktionen in zugeordneten Normalrissen umschreiben die zusammengefassten Items. Die erklärte Varianz ist hier 58,7 %

Komponentenmatrix^a

	Komponente
	1
Scheitel-und Umrisspunkt-konstruktion ebener Zylinder- und Kegelschnitte wird an Bedeutung verlieren	,805
Lösung stereografischer Aufgaben wird an Bedeutung verlieren	,798
Konstruieren von Seitenrissen wird an Bedeutung verlieren	,796
Punkt-und tangentialweises Ermitteln ebener Schnitte von Kegel-und Zylinderflächen wird an Bedeutung verlieren	,763
Objekte händisch exakt konstruktiv darzustellen wird an Bedeutung verlieren	,661

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

a. 1 Komponenten extrahiert

Tabelle 3-26

Die Ladungen sind hier wieder sehr zufrieden stellend und mit einer Reliabilität von CRONBACH-Alpha = 0,8225 (vgl. Tabelle 3-27) ist der gefundene Score „Bedeutungsverlust von Inhalten“ ebenfalls sehr valide.

```

*** Method 1 (space saver) will be used for this analysis ***
R E L I A B I L I T Y   A N A L Y S I S   -   S C A L E (A L P H A)

  1.      P71A_EXA      Objekte händisch exakt konstruktiv darst
  2.      P73_STE      Lösung stereograf. Aufgaben wird Bedeutu
  3.      P74_KSE      Konstruieren von Seitenrissen wird Bedeu
  4.      P75A_PT      Punkt-und tangentialweises Ermitteln wird
  5.      P75B_SU      Scheitel-und Umrisspunkte wird Bedeutung

                                Mean          Std Dev          Cases
  1.      P71A_EXA          4,8136          1,7203          177,0
  2.      P73_STE          4,8475          1,6836          177,0
  3.      P74_KSE          4,6441          1,9226          177,0
  4.      P75A_PT          4,8644          1,8780          177,0
  5.      P75B_SU          4,9548          1,8335          177,0

                                N of
Statistics for          Mean    Variance    Std Dev    Variables
SCALE                24,1243    47,8936    6,9205        5

Item-total Statistics
          Scale          Scale          Corrected
          Mean          Variance          Item-
          if Item          if Item          Total          Alpha
          Deleted          Deleted          Correlation          if Item
          Deleted          Deleted          Correlation          Deleted
P71A_EXA    19,3107          34,8518          ,4964          ,8199
P73_STE     19,2768          32,3832          ,6615          ,7757
P74_KSE     19,4802          30,4101          ,6502          ,7773
P75A_PT     19,2599          31,4775          ,6116          ,7889
P75B_SU     19,1695          30,9370          ,6666          ,7723

Reliability Coefficients
N of Cases = 177,0
Alpha = ,8225
N of Items = 5

```

Tabelle 3-27

Die Auswertung der deskriptiven Untersuchung zeigt das in Abbildung 3-13 dargestellte Ergebnis. Nur ein sehr geringer Anteil der Lehrenden glaubt, dass kein

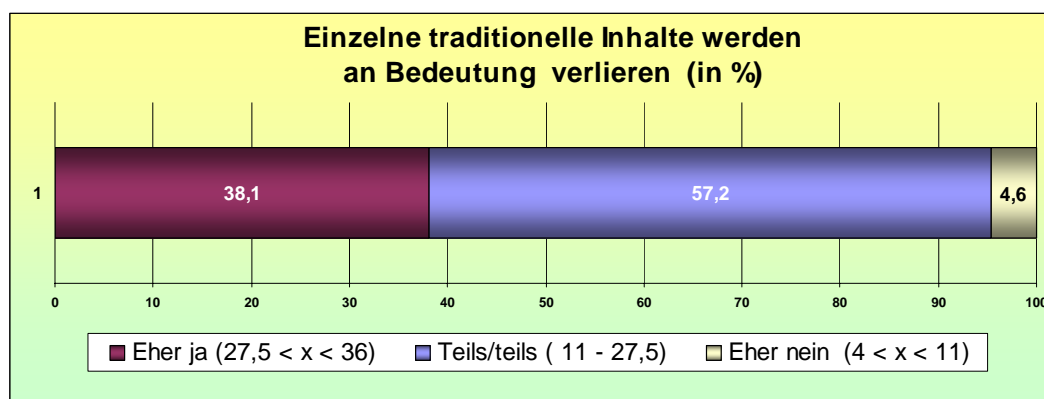


Abbildung 3-13: Score P7 – deskriptive Auswertung

Bedeutungsverlust von traditionellen Inhalten durch den Einsatz neuer Medien einhergeht. Signifikante Unterschiede in der Einschätzung dieses Sachverhaltes treten bei den Lehrenden unterschiedlicher Schultype und unterschiedlicher Schulgröße auf (vgl. Abschnitt 6).

3.4.7.4 Score P8 „Selbsteinschätzung und Empfinden“

Nullhypothese: „Die LehrerInnen stehen dem Einsatz neuer Medien bezüglich Selbsteinschätzung und Empfinden positiv gegenüber.“

Die vier Items 81 bis 82 c umschreiben die Selbsteinschätzung der LehrerInnen in Bezug auf ihr Wissen und Können bei der Erfüllung des wichtigen Zieles „Schulung der Raumvorstellung“ im Zusammenhang mit neuen Medien.

Die erklärte Varianz ist hier 70,22 %

Mit CRONBACH-Alpha = 0,847 (vgl. Tabelle 3-29) ist dieser Score „Selbsteinschätzung“ wieder sehr valide.

Komponentenmatrix^a

	Komponente
	1
Ich fühle mich den Anforderungen bezüglich praktischen Eigenkönnens gewachsen	,919
Ich fühle mich den Anforderungen bezüglich theoretischen Wissens gewachsen	,914
Ich fühle mich den Anforderungen bezüglich Didaktik gewachsen	,889
Das Ziel "Raumvorstellung schulen" kann ich besser erfüllen	,575

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

a. 1 Komponenten extrahiert

Tabelle 3-3-23

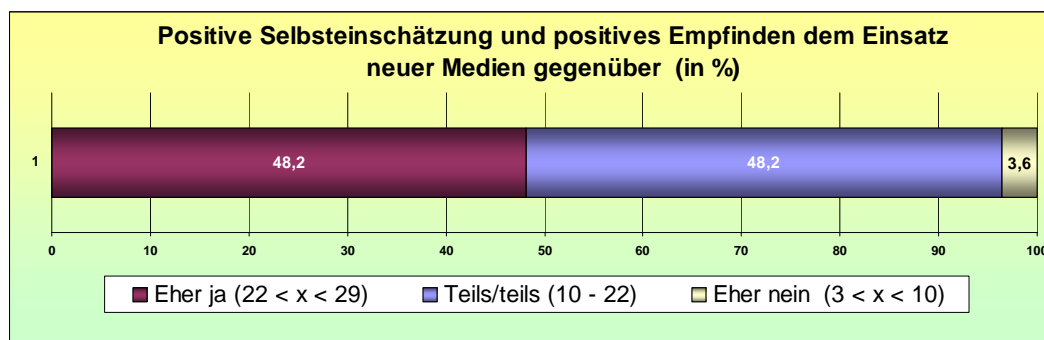


Abbildung 3-14: Score P8 – deskriptive Auswertung

Die positive Einstellung des größten Anteils der Lehrenden der Verwendung neuer Medien gegenüber geht nach der deskriptiven Auswertung aus der Darstellung

in Abbildung 3-14 hervor. Es treten keine signifikanten Unterschiede zwischen den betrachteten Gruppen auf.

***** Method 1 (space saver) will be used for this analysis *****				
R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)				
1.	P81_LPRV	Ziel "RV schulen" kann ich besser erfüllt		
2.	P82A_DID	Ich fühle mich den Anforderungen bez. Di		
3.	P82B_TWI	Ich fühle mich den Anforderungen bez The		
4.	P82C_PEI	Ich fühle mich den Anforderungen bez pra		
		Mean	Std Dev	Cases
1.	P81_LPRV	5,5440	1,5067	193,0
2.	P82A_DID	5,1762	1,5445	193,0
3.	P82B_TWI	5,1969	1,5078	193,0
4.	P82C_PEI	5,2435	1,5234	193,0
N of				
Statistics for	Mean	Variance	Std Dev	Variables
SCALE	21,1606	25,3751	5,0374	4
Item-total Statistics				
	Scale	Scale	Corrected	
	Mean	Variance	Item-	Alpha
	if Item	if Item	Total	if Item
	Deleted	Deleted	Correlation	Deleted
P81_LPRV	15,6166	17,8522	,4125	,9136
P82A_DID	15,9845	14,1091	,7654	,7702
P82B_TWI	15,9637	14,1289	,7916	,7594
P82C_PEI	15,9171	13,9098	,8048	,7528
Reliability Coefficients				
N of Cases =		193,0	N of Items =	
Alpha =		,8473		

Tabelle 3-29

3.4.7.5 Score P9 „Website-Verwendung“

Nullhypothese: „Die Websites für den Geometrieunterricht werden gut besucht.“

Die beiden für den Geometriebereich geschaffenen Websites geometrie.schule.at und www.geometry.at, an deren Aufbau und deren Wartung der Autor mitgearbeitet hat bzw. mitarbeitet, werden zum Score „Website-Verwendung“ zusammengefasst.

Komponentenmatrix^a

	Komponente
	1
Ich besuchte geometrie.schule.at	,911
Ich besuchte die Website geometry	,911

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

a. 1 Komponenten extrahiert

Tabelle 3-30

Die erklärte Varianz ist hier 83,01 %, mit CRONBACH-Alpha = 0,795 (vgl. Tabelle 3-31) ist dieser Score „Website-Verwendung“ wieder sehr valide.

```

***** Method 1 (space saver) will be used for this analysis *****
R E L I A B I L I T Y   A N A L Y S I S   -   S C A L E ( A L P H A )

1.      P91_GEOM      Ich besuchte die Website geometry
2.      P92_SCHU      Ich besuchte geometrie.schule.at

      Mean      Std Dev      Cases
1.      P91_GEOM      1,1818      ,7878      209,0
2.      P92_SCHU      ,8995      ,7749      209,0
      N of
Statistics for      Mean      Variance      Std Dev      Variables
SCALE      2,0813      2,0270      1,4237      2

Item-total Statistics
      Scale      Scale      Corrected
      Mean      Variance      Item-
      if Item      if Item      Total
      Deleted      Deleted      Correlation
P91_GEOM      ,8995      ,6004      ,6601
P92_SCHU      1,1818      ,6206      ,6601
      Alpha
      if Item
      Deleted
      .
      .

Reliability Coefficients
N of Cases = 209,0
Alpha = ,7952
N of Items = 2

```

Tabelle 3-31

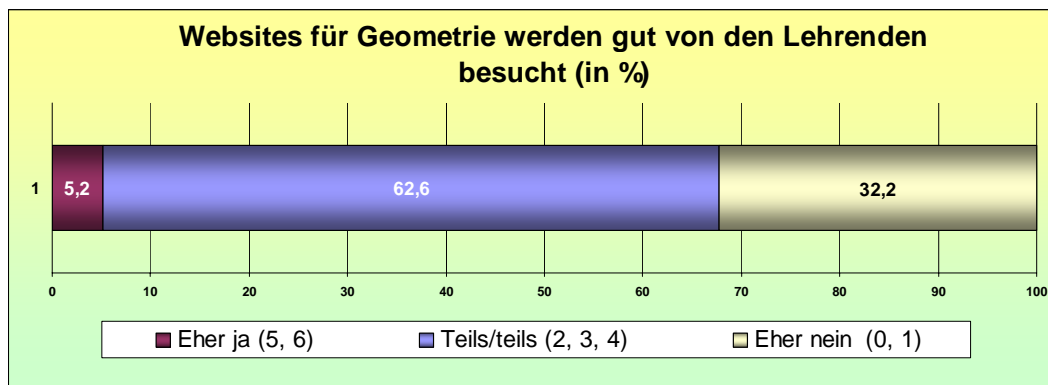


Abbildung 3-15: Score P9 – deskriptive Auswertung

Der hohe Anteil an der Gruppe „Eher nein“ zeigt, dass die im Internet bereitgestellten Ressourcen für den Unterricht noch nicht in gewünschtem Ausmaße angenommen werden (vgl. Abbildung 3-15). Signifikante Unterschiede bei den Lehrenden mit unterschiedlichem eigenem Interesse liegen vor und sind in Abschnitt 8.5 dargestellt.

3.5 Zusammenfassung

Eine Anfallsstichprobe war der Ausgangspunkt der vorliegenden empirisch-quantitativen Neue-Medien-Untersuchung unter Geometrielehrenden der Hauptschulen und Allgemeinbildenden und Berufsbildenden Höheren Schulen Österreichs im Jahre 2005. Aus den Antworten auf Fragen mit freien Ergänzungsmöglichkeiten konnten drei Themenkategorien gebildet werden, die das Zentrum der Untersuchungen bildeten:

- Ausbildung- und Fortbildung,
- das Unterrichtsgeschehen und sein Umfeld und
- konkrete inhaltliche (fachdidaktische) Veränderungen.

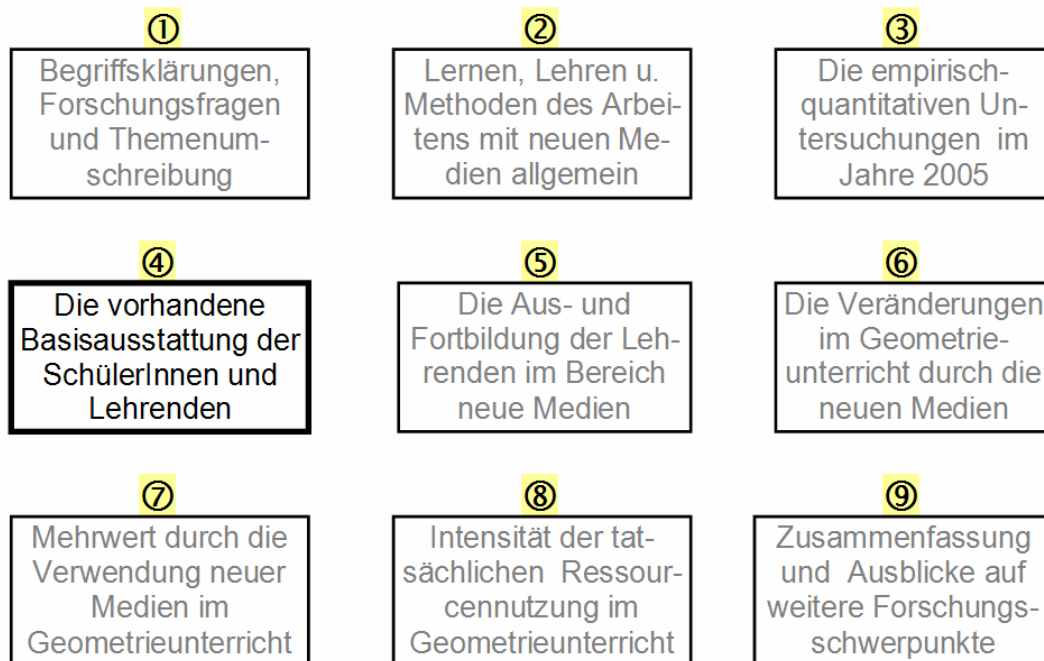
Die deskriptive Übersicht der Unterscheidungsmerkmale der an der Untersuchung beteiligten Lehrenden (Dienstalter, Geschlecht, Schultype, ...) zeigte eine ausgewogene Verteilung auf die einzelnen Unterscheidungsklassen. Mit Hilfe einer Clusteranalyse konnte zusätzlich eine Klassifizierung der Lehrenden nach ihrem Interesse an neuen Medien vorgenommen werden.

Durch Faktorenanalyse gelang die Bildung neuer Scores, die Kernbereiche des Gegenstandes dieser Untersuchung betreffen. Deren deskriptive und inferenzstatistische Auswertungen gaben einen Ausblick über zu erwartende Ergebnisse. Die Scores sind:

- Neue Medien zur Übungsaufbereitung
- Erleichterungen für die SchülerInnen
- Bedeutungsverlust von Inhalten
- Selbsteinschätzung und Empfinden
- Website-Verwendung

4 Hardwareausstattung und Internetzugang

Übersicht und Leitfaden durch die Arbeit



Praktische Grundlage jedes Arbeitens mit neuen Medien ist eine solide Ausstattung. Die schulische Hardwareausstattung soll durch Netzwerkapplikationen ergänzt und erweitert sein. Dazu zählen zumindest ein gemeinsamer Speicherserver für zentrale individuell und gemeinsam zugängliche Verzeichnisse und eine Breitbandinternetanbindung. In diesem Abschnitt wird das Vorhandensein beziehungsweise der Zugang zur unverzichtbaren Basis des Arbeitens mit neuen Medien untersucht. Dies betrifft einerseits das Vorhandensein dieser Basis am hauptsächlichen Ort der Wissensvermittlung – den Schulen. Andererseits wird untersucht, inwieweit SchülerInnen und ihre LehrerInnen selbst privat mit Computern und Internetzugängen ausgestattet sind.

Ein fruchtbringendes Arbeiten scheint aus der praktischen Erfahrung heraus nur möglich zu sein, wenn SchülerInnen die entsprechende Ausstattung an Hard- und Software auch für Übungen außerhalb der regulären Stundenplanzeit nutzen können. Bei LehrerInnen scheint der Privatbesitz von Computer samt entsprechender Software und Internetzugang für die Entwicklung einer hohen Neuen-Medien-Kompetenz unverzichtbar. Diese Vermutung wird durch die nachgewiesenen signifikanten Unterschiede in vielen Einzelergebnissen zwischen Lehrendengruppen mit unterschiedlichem Interesse an neuen Medien untermauert.

In Tabelle 4-1 findet man eine Übersicht über die Thematik „Computerausstattung, Schule, SchülerIn und LehrerIn“

	Wozu	Wo	Internetzugang
SchülerInnen	Für Übung und Erledigung von Hausübungen, Vorbereitung von Referaten, Ergänzungen zum Lehrstoff, zusätzliches Übungsmaterial	Privat oder an Schule, individuelle Lösungen an den verschiedenen Schulen, Freeware, Kauf, Schullizenzen	Privat oder an der Schule
LehrerInnen	Entwicklung von Beispielen, Vorbereitung des Unterrichts, Bereitstellung von Übungsmaterial und anderen Unterlagen zum Unterricht	Privat oder an Schule	Spezielle Angebote, etwa Breitbandanbindungen über www.schule.at
Schule	EDV-Räume, Einzel-PCs in Klassen Notebookklassen	Hauptsächlicher Ort der Wissensvermittlung	LSR-abhängig, bei HS: gemeindeabhängig

Tabelle 4-1

Im Falle der SchülerInnen erfolgte die Datenerhebung punktuell an einer Schule²⁸¹ in den Jahren 2000, 2001, 2002 und 2005. Zusammen mit den Daten von Statistik-Austria²⁸² ergeben sich Informationen über den privaten Computerbesitz von SchülerInnen und deren Eltern / Erziehungsberechtigten.

²⁸¹ BG/BRG Krems, Piaristengasse2, wie bereits in Abschnitt 1 beschrieben.

²⁸² Vgl. Anhang „Statistische Eckdaten“

4.1 SchülerInnen

Um für den eigenen Unterricht abschätzen zu können, inwieweit neue Medien praktisch verwendet werden und bei häuslicher Arbeit den SchülerInnen abverlangt werden können, wurden – wie in der Einleitung (Abschnitt 1) kurz erwähnt – in den Jahren 2000, 2001, 2002 konkret Daten über den privaten Computerbesitz von Schülerinnen und Schülern im Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium in Krems, Piaristengasse, erhoben. Um die aktuelle Entwicklung festhalten zu können, wurde diese Umfrage im Herbst 2005 wiederholt. Erhoben wurden Daten über den Computerbesitz, Internetanbindung und schulische Verwendung in den Haushalten der SchülerInnen.

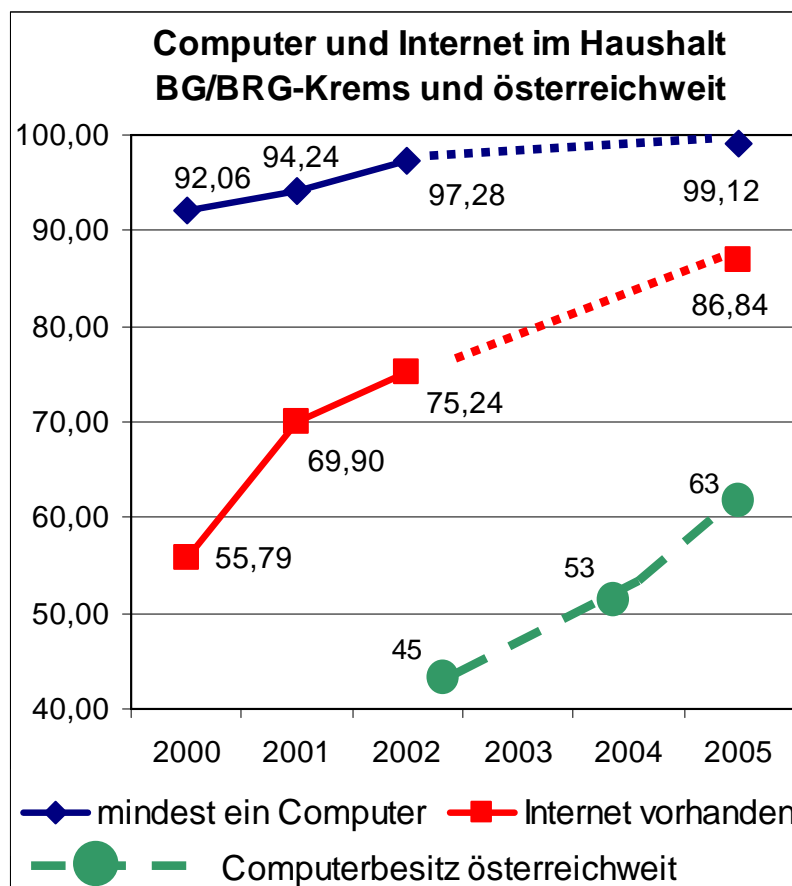


Abbildung 4-1: Computer im Haushalt – lokal und österreichweit

Der Fragebogen ist im Anhang „SchülerInnen Umfrage Computerbesitz“ beige-fügt. Das Ziel dieser kleinen Erhebung war, das Ergebnis zur Basis für die Unterrichtsplanung der LehrerInnen zur Verfügung zu stellen. Dieses Wissen ist vor allem bei Aufträgen an die SchülerInnen (z.B. Recherche im Internet, Hausübung

mit Computer, Multimedia-CD-Verwendung, ...) von großer Hilfe. Es bestätigt sozusagen von der praktischen Verfügbarkeit her die Richtigkeit des Einsatzes neuer Medien, auch bei häuslichen Arbeiten. Nach dieser Untersuchung war die hohe Dichte des Computerbesitzes von SchülerInnen für viele LehrerInnen dieser Schule sehr überraschend. Das Vorhandensein von Computern und Internetanschluss in den Haushalten der SchülerInnen ist an der untersuchten Schule mit 99,2 % Computerbesitz bzw. 86,84 % Internetanschluss überdurchschnittlich hoch. Dies zeigt ein Blick auf die österreichweiten Daten von Statistik Austria [STA2005], die strichliert in Abbildung 4-1 ersichtlich sind. Demnach²⁸³ stieg die Zahl der in den Haushalten befindlichen Computer von 45 % im Juni 2002 bis zu 53 % im zweiten Quartal 2004 und 63 % im ersten Quartal 2005.

Auffällig ist dabei der große Unterschied im Anteil der Computerdichte zwischen Einzelpersonenhaushalten (nur 31 %) und in Haushalten mit schulpflichtigen Kindern (bis zu 81 %). 36 % aller Haushalte mit Internetzugang sind 2004 über eine Breitbandverbindung ins Netz eingestiegen sind. Diese Information ist für die Schule dann von großer Bedeutung, wenn im Unterrichtsgeschehen etwa bei Hausaufgaben Recherchen oder Downloads gefordert sind. Der relative Anteil der Haushalte mit Internetzugang stieg von 31 % im Juni 2002 auf 36 % im März 2003 über 40,3 % im 2. Quartal 2004 bis zum 1. Quartal 2005 auf 46,7 %.

Bestätigt werden diese Zahlen beispielsweise durch JIM2005²⁸⁴, die Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland – herausgegeben vom Medienpädagogischen Forschungsverbund Südwest. Diese Studie beruht auf einer Telefonbefragung von etwa 1200 Jugendlichen. Abbildung 4-2 zeigt im Bereich Computerbesitz und Internetzugang ähnliche Werte wie Abbildung 4-1.

²⁸³ Vgl. [STA2005], Seite 22.

²⁸⁴ Vgl. [MED2005].

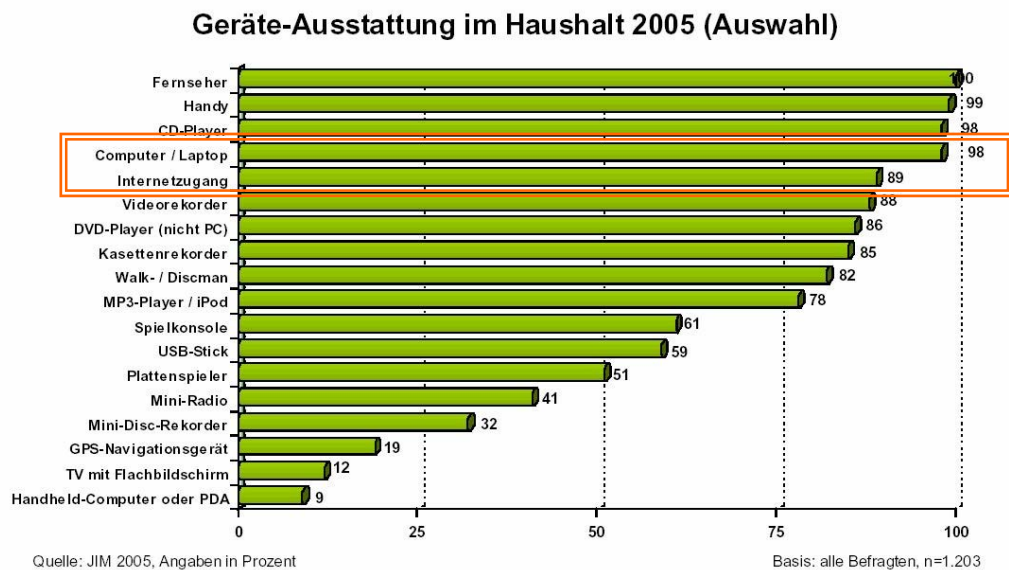


Abbildung 4-2: Computerbesitz im Haushalt, JIM2005²⁸⁵

Interessant ist das kontinuierliche Ansteigen des Computerbesitzes bei den SchülerInnen des BG und BRG Krems selbst (vgl. Abbildung 4-3, links), das parallel zum Anstieg der Internetanbindung (vgl. Abbildung 4-3, rechts) erfolgte.

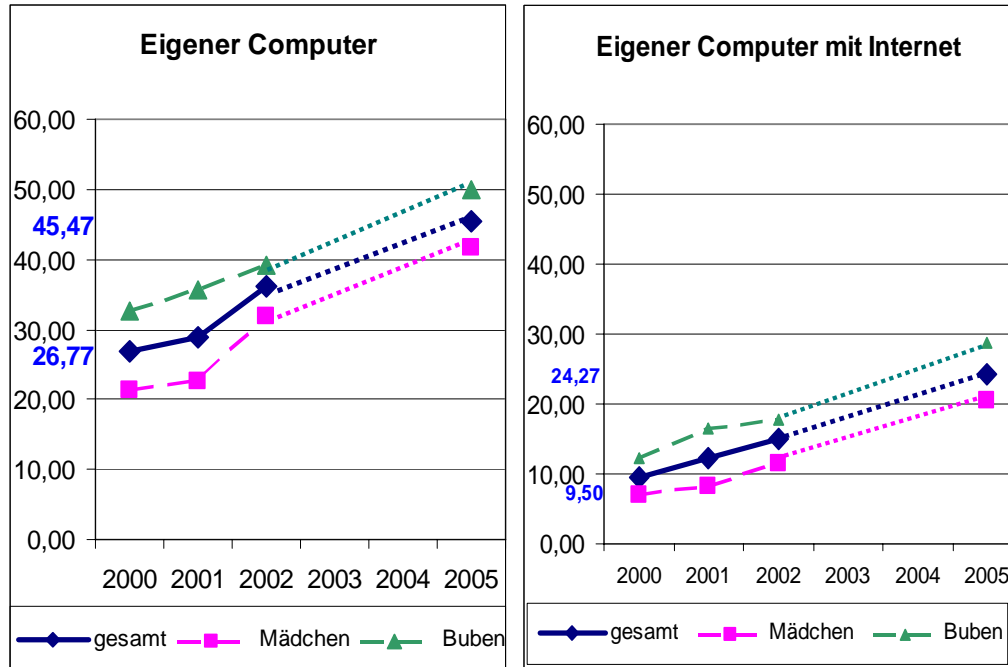


Abbildung 4-3: Computerbesitz und Internet, lokal

²⁸⁵ Ebenda, S. 8.

Auch hier gibt es bei der JIM2005-Studie ähnliche Ergebnisse (vgl. Abbildung 4-4). Im Vergleich zu den lokalen Werten in Abbildung 4-2 gibt es in Deutschland geringfügig höhere Anteile.

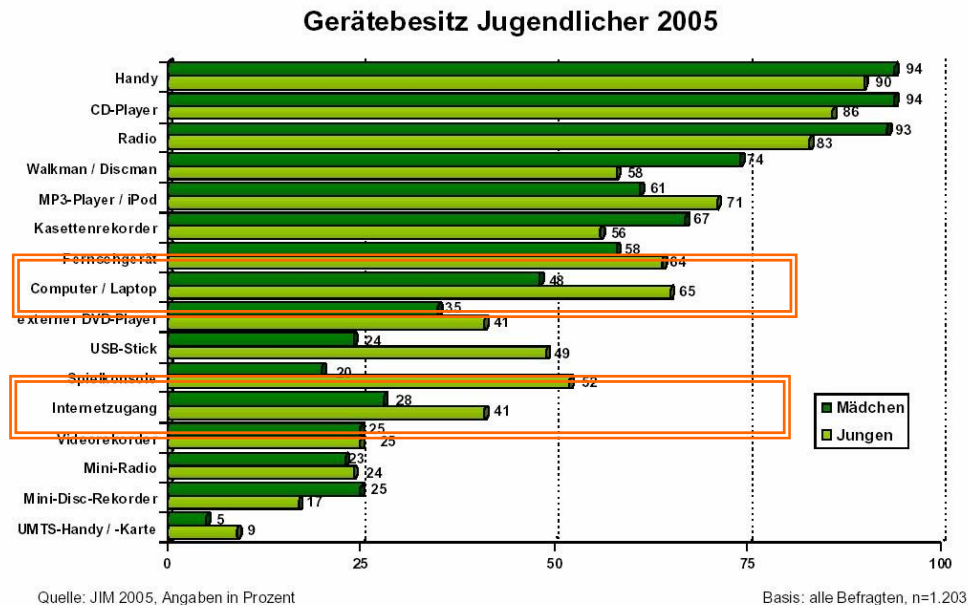


Abbildung 4-4: Computerbesitz und Internet, JIM2005²⁸⁶

Die Veröffentlichung²⁸⁷ der Befragungsergebnisse des Zeitraumes Februar bis März 2005 von Statistik-Austria bei der Gruppe der SchülerInnen/StudentInnen weist bei ComputernutzerInnen einen Anteil von 97,7 % und bei InternetnutzerInnen einen von 94,8 % aus. Fast dieselben Ergebnisse finden sich auch in Abbildung 4-2 bei den Zahlen aus dem BG und BRG Krems (SchülerInnen von 10 bis 18 Jahren) wieder. Den hohen Verwendungsanteil für schulische Arbeiten weist die Abbildung 4-7 aus: Er ist im Schuljahr 2005/06 im BG und BRG Krems auf 96,6 % angewachsen. Auffällig ist, dass der Anteil der Geschlechter jetzt ausgeglichen ist. Trotz dieser hohen Werte speziell im Falle der untersuchten AHS und der österreichweit sehr hohen Computerverwendung darf nicht übersehen werden, dass es vor allem an vielen Hauptschulen sehr geringe Anteile an Computerbesitz unter den SchülerInnen geben dürfte.

²⁸⁶ Vgl. [MED2005], S. 10.

²⁸⁷ http://www.statistik.at/fachbereich_forschung/ikt_tab1.shtml [21. 2. 2006].

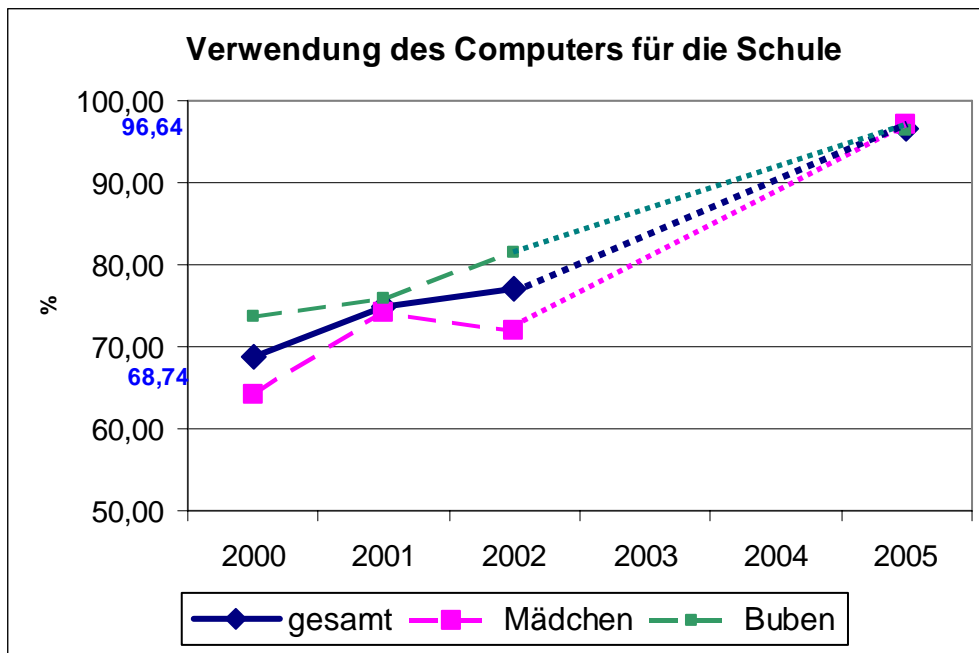


Abbildung 4-5: Computerverwendung für die Schule

4.2 LehrerInnen

Auf den privaten Besitz von Computern, Internetzugang und deren Verwendungsumfang wird im ersten Teil²⁸⁸ der empirisch-quantitativen Untersuchung eingegangen. Nur ein sehr geringer Anteil von 0,9 % der ProbandInnen gibt an, keinen Computer zu Hause zu besitzen (vgl. Abbildung 4-6).

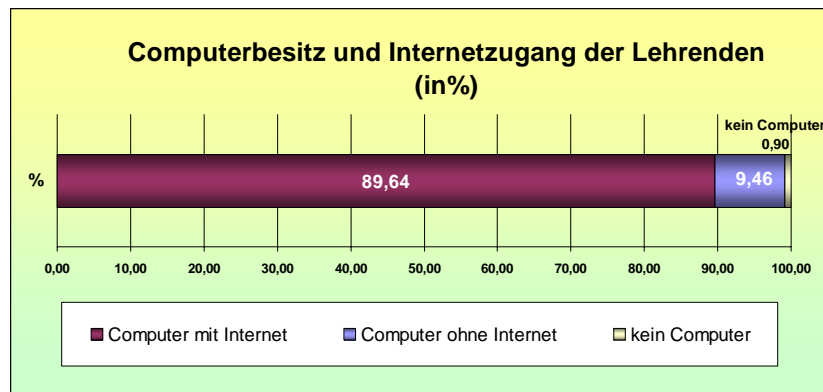


Abbildung 4-6: Computerbesitz und Internetzugang

Damit ist der Anteil beim Computerbesitz/Computerverwendung unter den Geometrielehrenden etwas höher als jener unter Jugendlichen, wie er in Abbildung 4.5 ausgewiesen ist. Zusammen mit den Antworten auf die Fragen nach dem Interesse an Innovationen in der Technik und der privaten Internetnutzung (vgl. Abbildung 4-7) gelingt die im Abschnitt 3.4 beschriebene Clusterung und somit eine Typisierung der Lehrenden nach 3 Typen mit geringem, durchschnittlichem oder höchstem Interesse an neuen Medien.

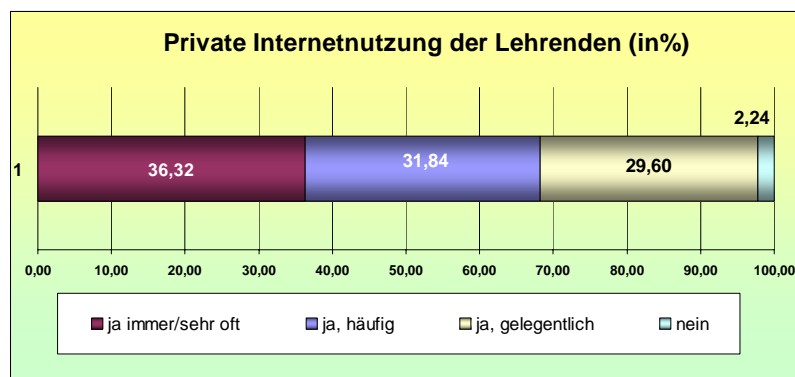


Abbildung 4-7: Private Internetnutzung

²⁸⁸ Durch Analyse der Antworten auf die Fragen 08, 09a und 09b konnte eine Typisierung der Lehrenden erreicht werden, vgl. Anhang „Fragebogen ‚Neue Medien‘“.

4.2.1 Unterschiede beim Computerbesitz und Internetnutzung

4.2.1.1 Gender – Unterschiede

Signifikante Geschlechtsunterschiede lassen sich bei den befragten Geometrielehrenden betreffend Computerbesitz und Internetnutzung nicht nachweisen. Dies ist insofern interessant, da bei den Jugendlichen (Abschnitt 4.1) sehr wohl deutliche Unterschiede beim Computerbesitz bzw. Internetzugang bestehen (vgl. dazu die in den Abbildungen 4-2 und 4-4 dargestellten Ergebnisse der JIM2005-Studie oder die Ergebnisse der lokalen Umfrage in Abbildung 4-3). Dass diese Unterschiede sozialisationsbedingt sind, ähnlich jenen bei so manchem Raumvorstellungstest²⁸⁹, kann nicht ausgeschlossen werden. Denn betreffend schulische Verwendung (vgl. Abbildung 4-5) wird in der lokalen Umfrage die Konvergenz zu einem geschlechtsunabhängigen hohen Anteil von über 96 % *Computernutzung für die Schule* festgestellt. Und bei den Geometrielehrenden gibt es ebenfalls keine signifikanten Unterschiede: Dies zeigen die Ergebnisse der Signifikanzüberprüfungen in Tabelle 4-2 und Tabelle 4-3, die weder bei Computerbesitz noch bei Internetzugang signifikante Geschlechtsunterschiede ergeben.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,073 ^a	2	,585
Likelihood-Quotient	1,423	2	,491
Zusammenhang linear-mit-linear	,895	1	,344
Anzahl der gültigen Fälle	219		

a. 2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,37.

Tabelle 4-2

Abbildung 4-8 zeigt sogar einen leicht höheren Computer-/Internetbesitzanteil bei den weiblichen Lehrenden. Interessant wären im Vergleich dazu die Umfragewerte für andere Fächergruppen.

Bei der privaten Internetnutzung (vgl. Abbildung 4-9) liegen zwar konkret geringere Anteile bei den Männern vor, diese Unterschiede sind – wie bereits erwähnt – nicht signifikant (vgl. Tabelle 4-3).

²⁸⁹ Vgl. dazu die Kurzübersicht in [MAI1998], S. 29.

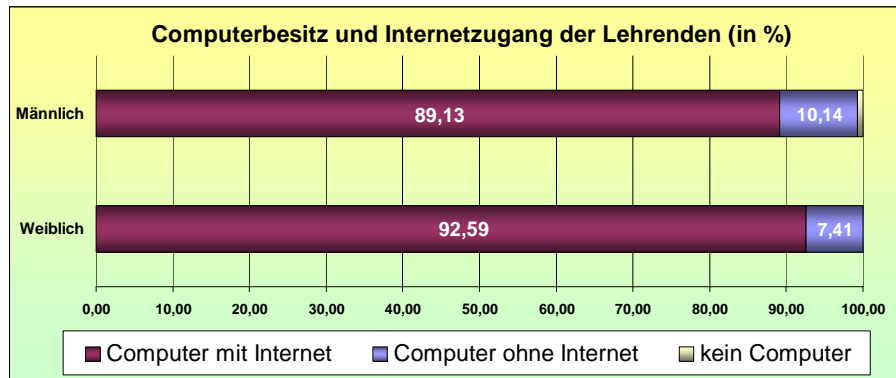


Abbildung 4-8: Computerbesitz – keine Genderunterschiede

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	3,644 ^a	3	,303
Likelihood-Quotient	3,608	3	,307
Zusammenhang linear-mit-linear	2,118	1	,146
Anzahl der gültigen Fälle	220		

a. 2 Zellen (25,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,47.

Tabelle 4-3

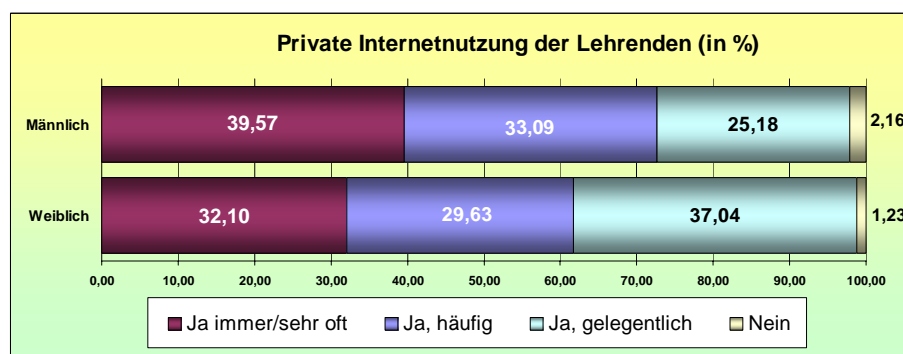


Abbildung 4-9: Internetnutzung – keine Genderunterschiede

4.2.1.2 Unterschiede nach Dienstalter

Beim *Computerbesitz* nach dem Dienstalter zeigt die durchgeführte Signifikanzprüfung²⁹⁰ (Chi-Quadrat-Test, vgl. Tabelle 4-4) mit $p = 0,019$ signifikante Unterschiede zwischen den festgelegten Dienstaltersklassen. Diese sind in Abbildung 4-10 dargestellt. Die Ursache dafür, dass die Dienstaltersklasse „21 – 30 Jahre“ den höchsten Anteil an Computerbesitz und Internet hat, ist nicht bekannt.

²⁹⁰ Vgl. [BOR2003], S. 14, S. 29 und 496f.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotisch e Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	15,100 ^a	6	,019
Likelihood-Quotient	14,731	6	,022
Zusammenhang linear-mit-linear	,644	1	,422
Anzahl der gültigen Fälle	220		

a. 6 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,27.

Tabelle 4-4

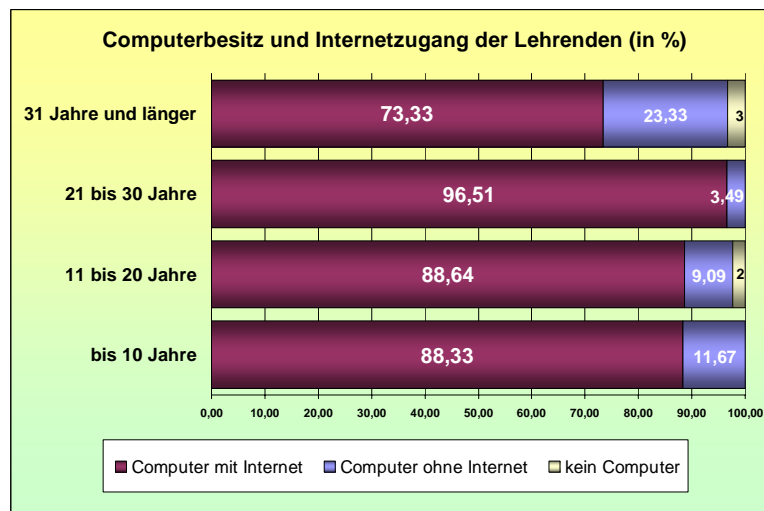


Abbildung 4-10: Computerbesitz – Dienstaltersunterschiede

Bei der *privaten Internetnutzung* der Geometrielehrenden sind keine signifikanten Dienstaltersunterschiede feststellbar (vgl. Abbildung 4-11). Die Tabelle 4-5 wurde der Vollständigkeit halber hinzugefügt ($p = 0,923$).

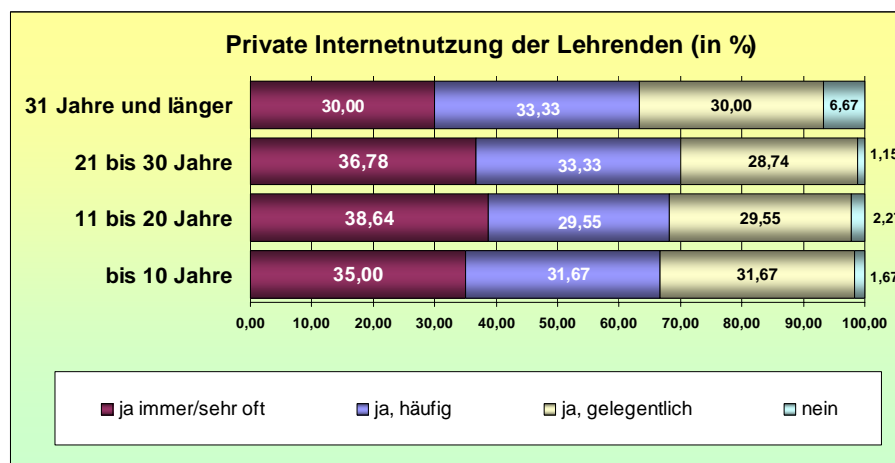


Abbildung 4-11: Internetnutzung – keine Dienstaltersunterschiede

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	3,810 ^a	9	,923
Likelihood-Quotient	3,048	9	,962
Zusammenhang linear-mit-linear	,100	1	,752
Anzahl der gültigen Fälle	221		

a. 4 Zellen (25,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,68.

Tabelle 4-5

4.2.1.3 Unterschiede nach dem Score „Interesse an neuen Medien“

Sowohl beim Computerbesitz als beim privaten Internetzugang können jeweils mit $p < 0,001$ signifikante Unterschiede zwischen den Lehrendengruppen mit unterschiedlichem Interesse an neuen Medien (vgl. Abschnitt 3.4) nachgewiesen werden (Tabellen 4-6). Beim Item „Computerbesitz“ (vgl. Abbildung 4-12) fällt

Chi-Quadrat-Tests				Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	218,000 ^a	4	,000	Chi-Quadrat nach Pearson	213,167 ^a	6	,000
Likelihood-Quotient	146,937	4	,000	Likelihood-Quotient	237,122	6	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	92,613	1	,000	Zusammenhang linear-mit-linear	126,196	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	218			Anzahl der gültigen Fälle	218		

a. 4 Zellen (44,4%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,21.

a. 3 Zellen (25,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,53.

Tabelle 4-6 a und b

auf, dass lediglich der Klasse mit geringem Interesse Lehrende ohne Computer bzw. mit Computer ohne Internetzugang angehören. In den Klassen der Lehrenden mit höchstem und durchschnittlichem Interesse an neuen Medien besitzen alle

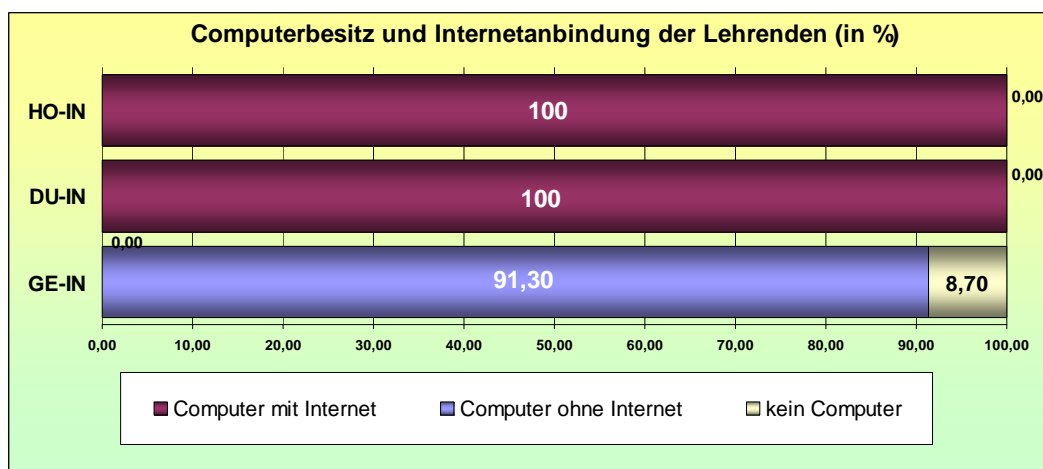


Abbildung 4-12: Computerbesitz – Interessensunterschiede

Lehrenden Computer mit Internetanschluss. Erst beim Item „Private Internetnutzung“ (vgl. Abbildung 4-13) zeigen sich – vor allem zwischen diesen beiden Klassen – signifikante Unterschiede: So geben *alle* Lehrenden der Klasse „höchstes Interesse an neuen Medien“ geben an, den Internetanschluss *immer oder sehr oft* zu verwenden, während dies nicht einmal 6 % der Lehrenden mit durchschnittlichem Interesse und weniger als 5 % der Lehrenden mit geringem Interesse tun.

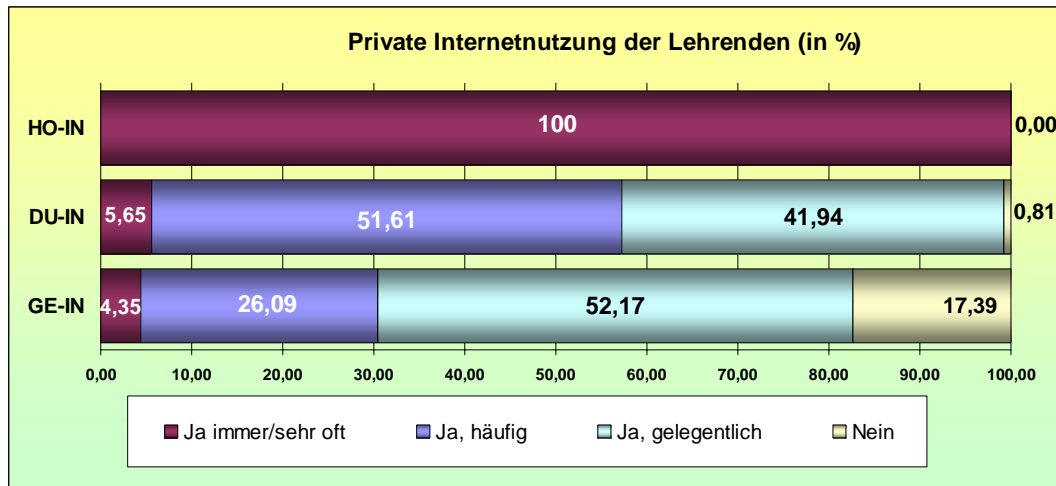


Abbildung 4-13: Internetnutzung – Interessensunterschiede

Computerbesitz mit Internetzugang alleine ist demnach noch kein Indiz dafür, dass diese Technik intensiv privat genutzt wird (und auch nicht dafür, dass Software im Geometrieunterricht eingesetzt wird, vgl. Abschnitt 8.2).

4.2.2 Unterschiede nach Schultyp

Tabelle 4-7 zeigt mit $p = 0,024$ einen signifikanten Unterschied betreffend Computerbesitz nach dem Schultyp an. So besitzen signifikant mehr AHS/BHS-LehrerInnen als HS-LehrerInnen einen Computer mit Internetanschluss (vgl. Abbildung 4-14).

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	7,477 ^a	2	,024
Likelihood-Quotient	7,926	2	,019
Zusammenhang linear-mit-linear	7,189	1	,007
Anzahl der gültigen Fälle	222		

a. 2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,75.

Tabelle 4-7

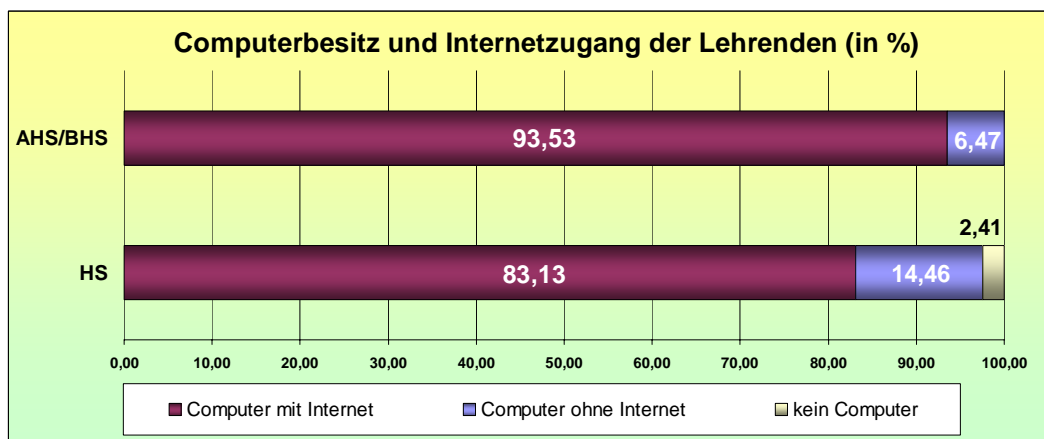


Abbildung 4-14: Computerbesitz – Schultypunterschiede

Bei der privaten Internetnutzung treten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Lehrenden verschiedener Schultypen auf!

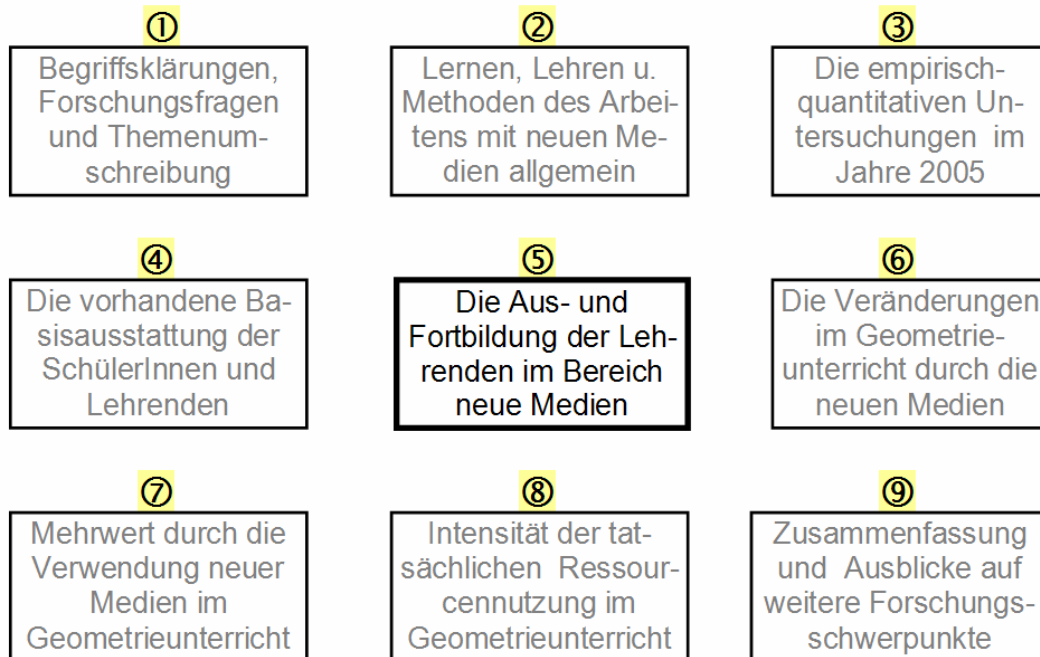
4.3 Zusammenfassung

Privater Computerbesitz und Internetzugang werden als Voraussetzung für eine intensive Verwendung neuer Medien im Unterricht gesehen. Diesbezüglich gibt es unter den Geometrielehrenden die besten Voraussetzungen. Ein nicht zu unterschätzender Faktor ist dabei allerdings das Interesse an neuen Medien.

Exemplarisch wird die Entwicklung der Computerverwendung an Hand der Zahlen an einem Gymnasium dokumentiert. Diese Werte werden mit den offiziellen Statistikwerten des BMBWK und der JIM2005-Studie verglichen. Dabei gibt es von der Größenordnung her gleiche Ergebnisse. Kurz gesagt besitzen mehr als 98 % der Haushalte mit Jugendlichen Computer und mehr als 80 % Internetzugang. Fast 90 % der Geometrielehrenden besitzen einen eigenen Computer mit Internetzugang und mehr als 67 % der Lehrenden benützen das Internet privat auch sehr häufig oder fast immer. Zwischen Lehrenden unterschiedlicher Dienstaltersklassen gibt es signifikante Unterschiede beim Computerbesitz. Ebenso bei Lehrenden mit unterschiedlichem Interesse an neuen Medien und zwischen Lehrenden zwischen unterschiedlichen Schultypen. Signifikante Unterschiede nach dem Geschlecht wurden nicht festgestellt.

5 Aus- und Fortbildung, Ideen und Anregungen

Übersicht und Leitfaden durch die Arbeit



Mehr noch als der Besitz der notwendigen Basiswerkzeuge (vgl. Abschnitt 4) ist die Aus- sowie die Fort- und Weiterbildung²⁹¹ im Bereich des Einsatzes neuer Medien im Geometriebereich als Grundlage für den heutigen Geometrieunterricht zu sehen. Auf der Ausbildung einerseits und der Fort- und Weiterbildung andererseits kann eine klare Medienkompetenz²⁹² der Lehrenden selbst beruhen bzw. entstanden sein. Diese Medienkompetenz wiederum ist Voraussetzung für einen verantwortungsbewussten und zielgerichteten Einsatz neuer Medien. Ähnlich verhält

²⁹¹ In Österreich wird zwischen den Begriffen Fortbildung und Weiterbildung unterschieden. Mit *Fortbildung* sind meist fachinterne Kurse oder Vorträge gemeint, die zu keinen zusätzlichen Befähigungen führen. Zur *Fortbildung* zählen zum Beispiel Vorträge im Rahmen einzelner Arbeitsgemeinschaftstage. Unter *Weiterbildung* werden Kurse (etwa sogenannte „Akademielehrgänge“, „Hochschullehrgänge“ oder „Aufbaustudien“) verstanden, die zur Erlangung zusätzlicher Befähigungen führen.

²⁹² Eine detaillierte Auseinandersetzung mit der Vielschichtigkeit der Medienkompetenz für LehrerInnen findet man in [BLÖ2003A] und [BLÖ2002].

es sich mit den Ideen und Anregungen, die die Lehrenden – zum Teil auch aus den angeführten Bildungsmöglichkeiten – erhalten können.

Im Rahmen der Heranbildung von GeometrielehrerInnen an den Pädagogischen Akademien und Universitäten ist auf Grund der autonomen Möglichkeiten der einzelnen Institutionen ein völlig unterschiedlicher Ausbildungsstand im Bereich neuer Medien entstanden. Beispielsweise wurden beim Geometriestudium²⁹³ an der TU-Wien zahlreiche Veranstaltungen eingebaut, durch die die Fachkompetenz²⁹⁴ „*Befähigung, als Experte für Geometrie-Software und insbesondere CAD zu agieren.*“ erworben werden soll. An den Pädagogischen Akademien wurden im Rahmen der Ausbildung²⁹⁵ zu LehrerInnen im Fach Geometrisches Zeichnen Veranstaltungen wie „Computer und IT-Einsatz im Geometrieunterricht“ eingebaut. Alle diese organisatorischen und fachbezogenen Bemühungen im Bereich der Ausbildung haben ihre Auswirkungen auf den praktischen Unterricht flächendeckend erst nach Jahren.

Ein unmittelbarer Einfluss auf die im Unterricht befindlichen Lehrkräfte ist im Rahmen der Fort- und Weiterbildung zu erwarten. Hier gab und gibt es zahlreiche bezirks- und bundesländerweite – ja zum Teil sogar österreichweite – Veranstaltungen und Kurse, um die Neue-Medien-Kompetenz der LehrerInnen zu erhöhen. Der vorliegende Abschnitt soll Antworten darauf geben, wieweit die gesetzten Maßnahmen zur Erhöhung der Medienkompetenz durch die Lehrenden genützt werden – und ob sie schon Auswirkungen gehabt haben. Ob sie den praktischen Unterricht in großer Breite erreicht haben, darauf wird auch im Abschnitt 8 eingegangen. S. Blömeke²⁹⁶ bringt die Situation in ihrer Zusammenfassung über den Forschungsstand im Lehren und Lernen mit neuen Medien auf den Punkt, wenn sie schreibt:

„Unabhängig von der Medienfrage wird darauf hingewiesen, wie schwierig die Veränderung der Verhaltensweisen von Lehrerinnen und Lehrern ist.“

²⁹³ Vgl. [POT2004].

²⁹⁴ Ebenda, S. 15.

²⁹⁵ Vgl. http://www.paedak-krems.ac.at/dfrm/informationmaterial/312/___inf_mat [13. 4. 2006].

²⁹⁶ Vgl. [BLÖ2003B], S. 75.

Betont soll werden, dass es im Folgenden lediglich um eine Selbsteinschätzung der Lehrenden geht – nicht um eine objektivierbare Untersuchung. Eine solche könnte auf den vorliegenden Ergebnissen aufbauen.

5.1 Freie Ergänzungsmöglichkeit

Rund ein Fünftel der Befragten nutzte die Möglichkeit der freien Antworten und Ergänzungen zum Fragenkomplex „Meine Ausbildung in neuen Medien“ (Item 10, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“). Eine Abschrift der Antworten findet sich im Anhang „Freie Ergänzungen“. Ein Teil dieser Fragen konnte kategorisiert werden: Als Kategorien (vgl. Abbildung 5.1) wurden „didaktisch-methodische Aspekte“, „Zeitaufwand und ständige Notwendigkeit der Ausbildung“, „positive Aspekte“, „autodidaktische Aspekte“, „Kollegenhilfe und schulinterne Fortbildung“, „Skepsis und negative Aspekte“ und „Ausbildung“ gewählt. Die hohe Zahl der Antworten, die unter Autodidaktik fällt, ist auffällig. Dass die Negativkategorien noch mehr Antworten beinhalten, mag als gewisse Unzufriedenheit mit den Angeboten und Möglichkeiten der Ausbildung gedeutet werden. Dem steht etwa die positive Aussage Nr. 10²⁹⁷ gegenüber „Der MicroStation-Kurs auf der TU war exzellent! (Asperl, Rath, ...)“.

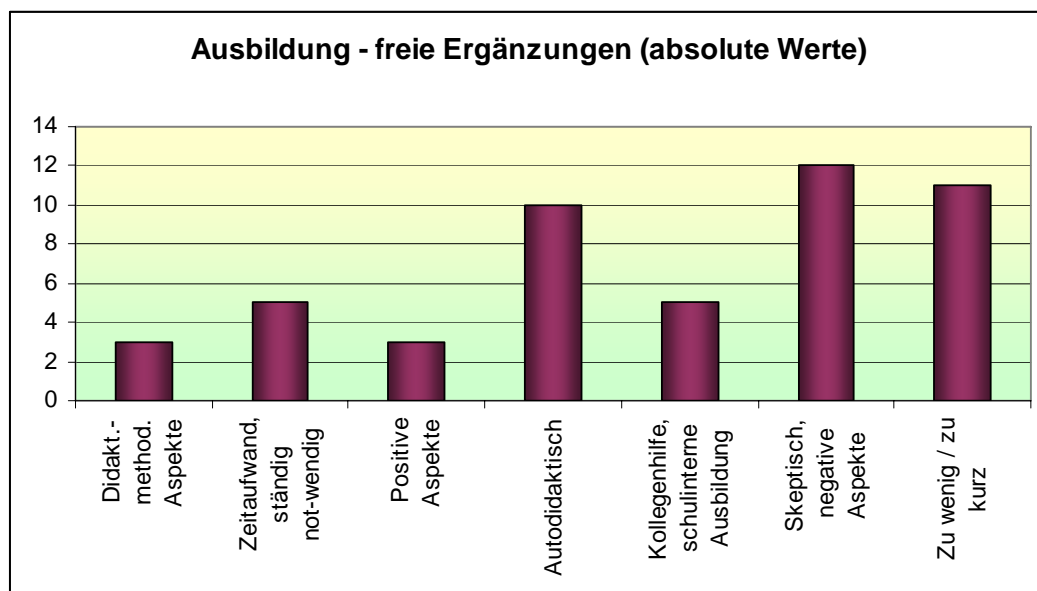


Abbildung 5-1: Freie Ergänzungen – Ausbildung

²⁹⁷ Vgl. Anhang „Freie Ergänzungen“, Abschnitt 1.1, Antwort 10.

Dass VerantwortungsträgerInnen das Problem der relativ spät einsetzenden Umstellung und vorher zum Teil mangelhaften Ausbildung im Bereich neuer Medien schon länger erkannt haben, kann zum Beispiel aus der vorgenommenen Umstellung der Ausbildung²⁹⁸ der LehramtskandidatInnen in der GeometrielehrerInnen-ausbildung an der TU-Wien gesehen werden. Dass solche Maßnahmen aber Jahre brauchen, bevor sie greifen können, liegt auf der Hand.

²⁹⁸ Vgl. [POT2005].

5.2 Ausbildung und Ideen im Bereich „neue Medien“

5.2.1 Deskriptive Ergebnisse

5.2.1.1 Ausbildung

Im Anhang „Freie Ergänzungen“ sind – zum Teil sehr frustrierend klingende – Erfahrungen wiedergegeben. Diese finden sich in jenen Aussagen wieder, die unter Item 11 bis 14 und 17 (vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“) gemacht wurden. Dabei konnte auf einer siebenstufigen Skala zwischen „1“ für „stimmt gar nicht“ und „7“ für „stimmt voll und ganz“ gewählt werden. In der Abbildung 5-2 sind die Mittelwerte der Antwortnummern dargestellt. Der hohe Mittelwert bei „Selbststudium“ und der niedrige für „Grundausbildung“ bekräftigen die Aussagen betreffend Unzufriedenheit mit der Ausbildung bei den freien Ergänzungen im vorigen Abschnitt 5.1.



Abbildung 5-2: Ausbildung / Wissen / Knowhow

Die Bedeutung der Lehrerarbeitsgemeinschaften und Fortbildungsseminare – auch für die Erstausbildung im Bereich neuer Medien – wird durch die erreichten hohen Mittelwerte hervorgehoben (vgl. Abbildung 5-2, 1. 3. und 4. Säule). Dies soll auch als Zeichen der Qualität und Quantität der angebotenen Kurse und Seminare gesehen werden. Privates Lernen auf eigene Kosten scheint – zumindest zur Zeit

der Umfrage – häufiger zu sein als der Wissenserwerb in der Grundausbildung! Die Antworten können durch Zusammenfassung auf nur drei Klassen „eher nein“ (1 und 2), „teils/teils“ (3, 4 und 5) sowie „eher ja“ (6 und 7) übersichtlich dargestellt werden. Durch die Häufigkeiten, die aus der Abbildung 5-3 hervorgehen, werden die Aussagen der in Abbildung 5-2 dargestellten Mittelwerte untermauert. Fast 50 % der Befragten geben an, Wissen in neuen Medien (auch) durch Selbststudium zu erlangen. Der hohe Anteil der zumindest teilweisen Aneignung von Wissen auf eigene Kosten ist für den Autor überraschend: Immerhin geben 45 % an, zumindest zum Teil Fortbildung privat und auf eigene Kosten zu betreiben.

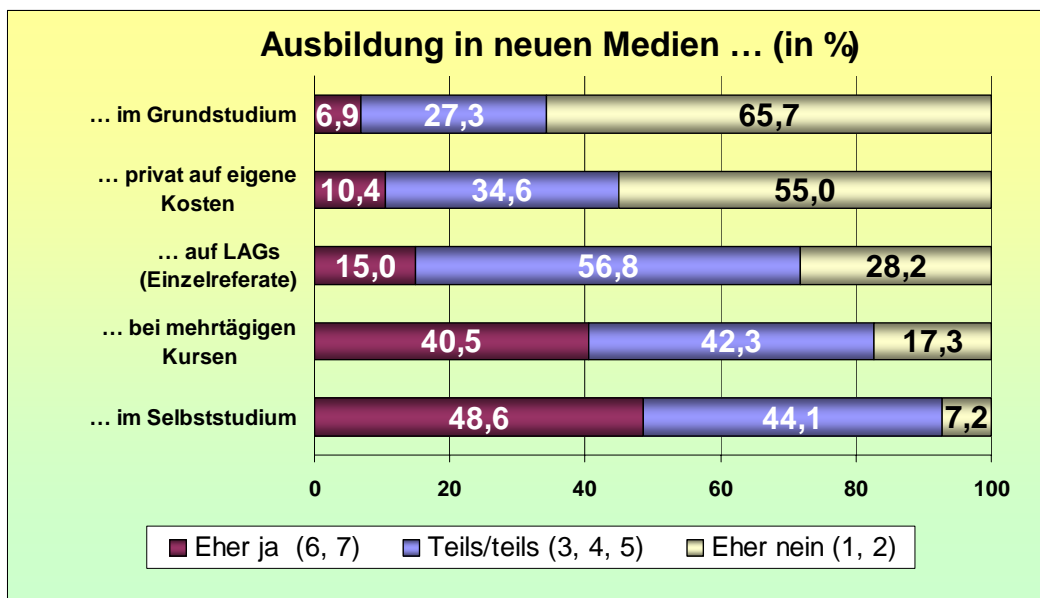


Abbildung 5-3: Ausbildung – woher das Wissen kommt

Im Bereich der Ideen und Anregungen zum Einsatz neuer Medien (vgl. Abbildung 5-4) scheinen die Fortbildungsveranstaltungen besonders wichtig zu sein. Auffällig ist, dass diese Anregungen weit häufiger durch Internetrecherche in Fachportalen als durch Mailkontakte erfolgen – aber doch nur halb so oft wie bei Fortbildungsveranstaltungen.

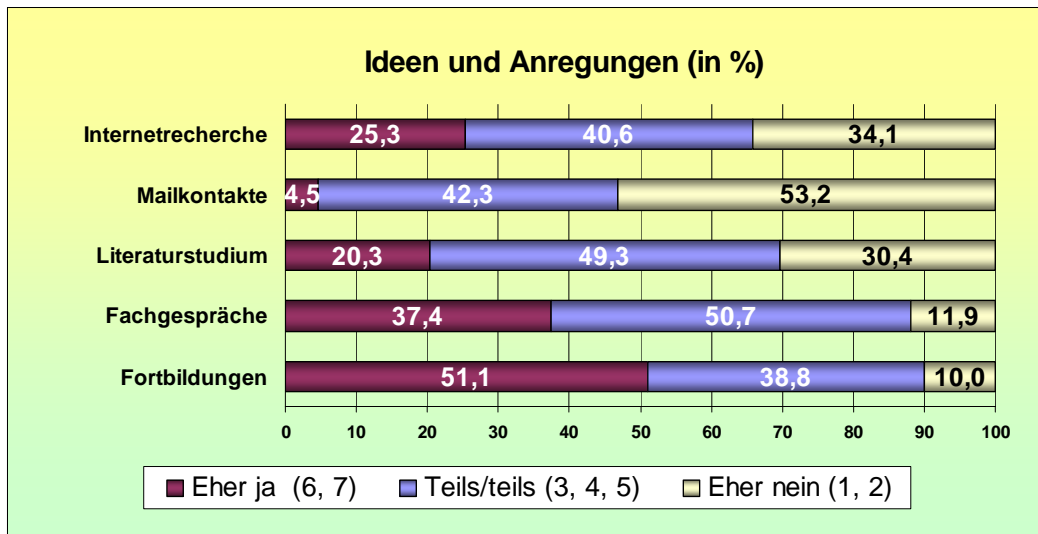


Abbildung 5-4: Ideen und Anregungen

Durch inferenzstatistische Untersuchungen soll zunächst der Bereich „Ausbildung“ in neuen Medien im Geometriebereich weiter beleuchtet werden:

5.2.2 Ausbildungsunterschiede im Softwarebereich

Am Ende des Fragebogens (vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“) gab es die Möglichkeit, die zu verschiedenen Softwareprodukten vorhandene Ausbildung zu werten. Das Ergebnis ist in Abbildung 5-5 zu sehen: Die LehrerInnen fühlen sich am besten in 3D-didaktischer Software ausgebildet. Erst auf dem zweiten Rang folgen die Ausbildung in der Texterarbeitung und annähernd gleich die Ausbildung in der 2D-CAD-Software. Diese Ergebnisse sprechen an sich für den bisher verfolgten Weg in der Fachweiterbildung – nämlich Seminare für den Umgang mit konkreten Programmen anzubieten. Dass eine verstärkte Ausbildung im Bereich „Internet“ bzw. „Internet mit Schwerpunkt Geometrie“ überlegenswert ist, kann aus dem niedrigen Ausbildungsstand abgelesen werden. Eine große Welle an Ausbildungskursen im Bereich professioneller 3D-Software wurde etwa zur selben Zeit wie die Umfrage gestartet und kann deshalb noch keinen Niederschlag in diesen Werten gefunden haben.

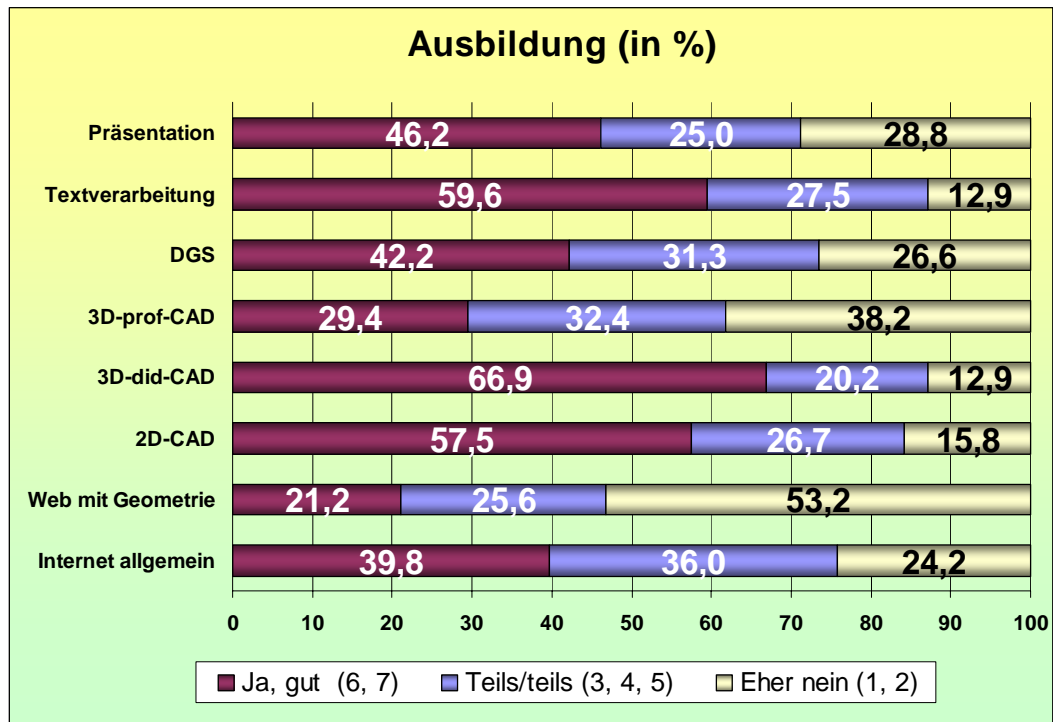


Abbildung 5-5: Ausbildungsunterschiede – nach Softwarebereichen

5.2.3 Schulabhängige Unterschiede

5.2.3.1 Schultyp

Hier erweist sich die Klassifizierung nach nur zwei Bereichen, nämlich *Hauptschule* einerseits und *höhere Schulen* (AHS/BHS/andere²⁹⁹) andererseits als Vorteil. Dadurch können (mit Einschränkungen) Rückschlüsse auf die Ausbildungsstätten „Pädagogische Akademie“ bzw. „Universität“ gezogen werden.

Die Signifikanzprüfung ergibt (Tabelle 5-1) in den Bereichen „Wissenserwerb durch Selbststudium“, „in der Grundausbildung“ und durch „privates Lernen auf eigene Kosten“ signifikante Unterschiede. Ebenso kann ein signifikanter Unterschied beim Erhalten von Ideen und Anregungen durch Internetrecherche nachgewiesen werden (Tabelle 5-2).

²⁹⁹ Leider kann die BHS nicht als eigene Gruppe wegen der zu wenig vorliegenden Daten aus diesem Schultyp untersucht werden.

Statistik für Test^a

	Wissen durch Selbststudium	Wissen durch Grundausbildung	Wissen durch Lehrerarbeitsgemeinschaften	Kurse Seminare	Privates Lernen auf eigene Kosten
Mann-Whitney-U	4693,000	4155,000	5050,000	5443,000	3986,000
Wilcoxon-W	8096,000	13471,000	14641,000	8929,000	13439,000
Z	-2,335	-3,179	-1,352	-,539	-3,884
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,020	,001	,176	,590	,000

a. Gruppvariable: Schultype

Tabelle 5-1: Ausbildung

Statistik für Test^a

	Ideen/Anregungen durch Fortbildungsveranstaltungen	Ideen/Anregungen durch Gespräche mit KollegInnen	Ideen/Anregungen durch Literaturstudium	Ideen/Anregungen durch Internetkontakte, Mail	Ideen/Anregungen durch Internetrecherche, Portale
Mann-Whitney-U	5514,500	5474,000	5078,000	5244,500	4570,000
Wilcoxon-W	14830,500	8877,000	14258,000	14697,500	13750,000
Z	-,292	-,324	-1,034	-,988	-2,179
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,771	,746	,301	,323	,029

a. Gruppvariable: Schultype

Tabelle 5-2: Ideen/Anregungen

AHS/BHS-LehrerInnen geben häufiger als HS-LehrerInnen an, dass sie ihr Wissen in den neuen Medien durch Selbststudium erlangen. Vielleicht liegt dieser signifikante Unterschied mit $p = 0,029$ in der Ausbildung begründet: Im Rahmen der (deutlich längeren) Universitätsausbildung ist ein Selbststudium öfter notwendig als in der mehr einem Schulbetrieb ähnlichen Ausbildung an einer Pädagogischen Akademie.

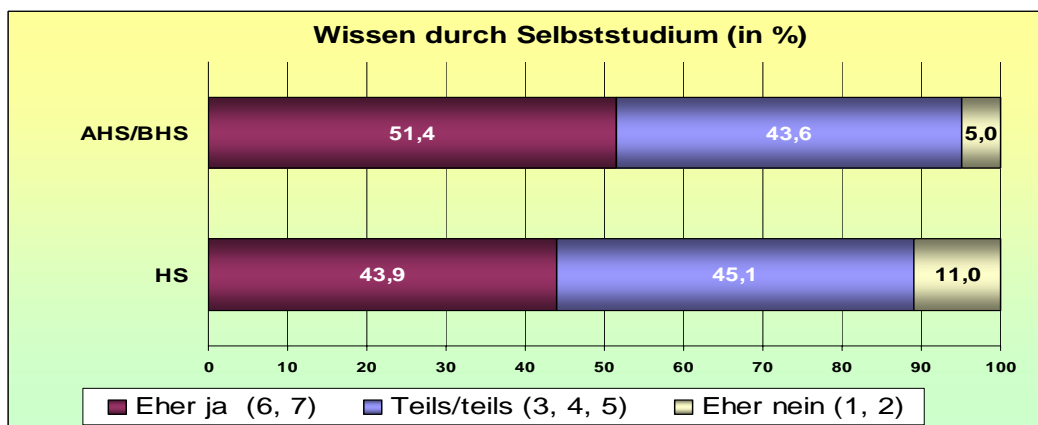


Abbildung 5-6: Selbststudium – Unterschiede HS und AHS/BHS

Dafür erlangen HS-LehrerInnen signifikant mit $p = 0,001$ (vgl. Tabelle 5-1) mehr als AHS/BHS-LehrerInnen ihr Wissen in den neuen Medien in der Grundausbildung! Dies könnte damit erklärt werden, dass bei der kürzeren Ausbildungszeit an Pädagogischen Akademien (6 Semester) schneller auf technische Neuerungen eingegangen werden kann. Die organisatorisch relativ einfache und autonome Möglichkeit der raschen Änderung der Studienpläne an den Pädagogischen Akademien und die damit verbundene schnellere Reaktion auf aktuelle Entwicklungen untermauern dieses Ergebnis: Immerhin geben mehr als 70 % der AHS/BHS-LehrerInnen an, im Rahmen ihrer Grundausbildung³⁰⁰ eher kein Wissen über neue Medien mitbekommen zu haben, im Vergleich zu nur knapp über 50 % von LehrerInnen aus dem HS-Bereich (vgl. Abbildung 5-7). Und mehr als doppelt so viele HS-LehrerInnen wie AHS/BHS-LehrerInnen geben an, ihr Wissen über neue Medien eher in der Grundausbildung bezogen zu haben.

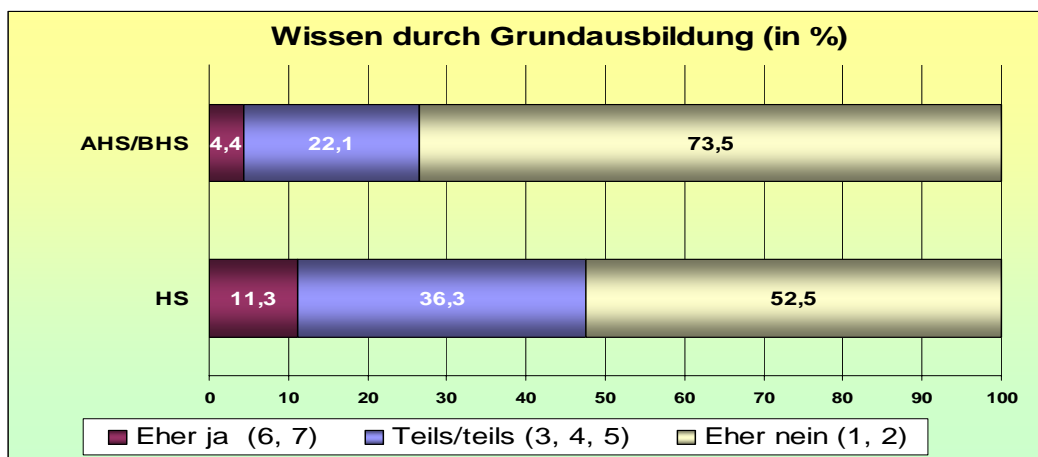


Abbildung 5-7: Grundausbildung – Unterschiede nach Schultypen

Privates Lernen auf eigene Kosten erfolgt signifikant häufiger ($p < 0,001$, vgl. Tabelle 5-1) im Bereich der HauptschullehrerInnen. Die Häufigkeiten können der Abbildung 5-8 entnommen werden. Wieder sind es mehr als doppelt so viele wie im AHS/BHS-Bereich. Erklärungen für diesen signifikanten Unterschied könnten Inhalt einer weiteren Untersuchung sein.

³⁰⁰ Dies mag deshalb bedenklich stimmen, weil bereits 1989 die ersten didaktisch ausgerichteten CAD-Programme in den Schulen implementiert wurden. Hier scheinen die Ausbildungsverantwortlichen sehr spät reagiert zu haben.

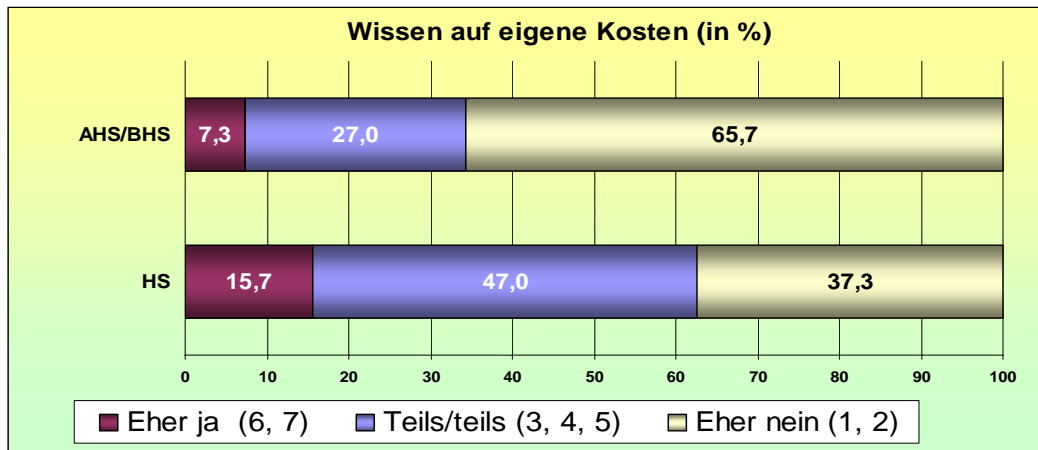


Abbildung 5-8: Wissen auf eigene Kosten – Schultypunterschiede

Ein signifikanter Unterschied tritt mit $p = 0,029$ (vgl. Tabelle 5-2) im Bereich des Findens von Ideen und Anregungen für den eigenen Unterricht mit neuen Medien auf. Immerhin ist der Anteil an HS-LehrerInnen mehr als ein Drittel höher als der ihrer KollegInnen aus dem Bereich AHS/BHS, die angeben, die Ideen und Anregungen durch Internetrecherche und Online-Kurse zu erhalten (vgl. Abbildung 5-9).

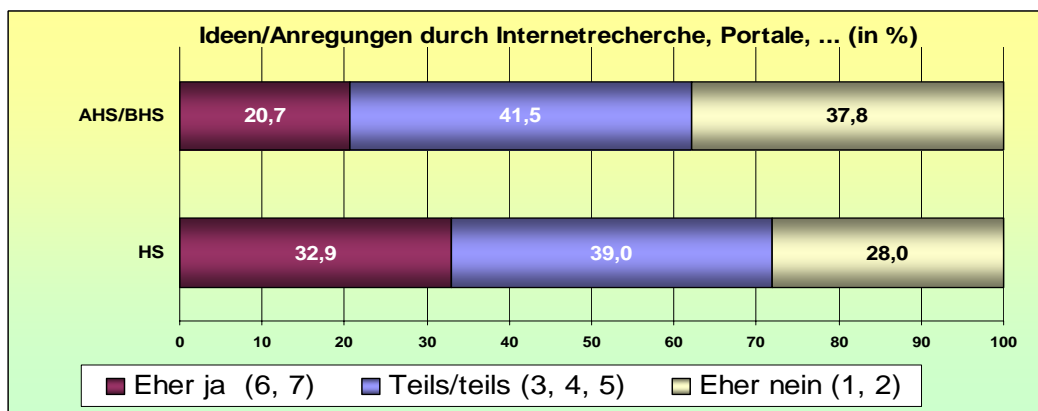


Abbildung 5-9: Ideen/Anregungen – Schultypunterschiede

5.2.3.2 Schulgröße

„Schulgröße“ und „Schultyp“ hängen eng zusammen (vgl. Abschnitt 3). So ist es nicht verwunderlich, dass auch im Bereich „Schulgröße“ signifikante Unterschiede in den Bereichen „Wissenserwerb in Grundausbildung“ und „Privates Lernen auf eigene Kosten“ auftreten (vgl. Tabelle 5-3).

Statistik für Test^{a,b}

	Wissen durch Selbststudium	Wissen durch Grundausbildung	Wissen durch Lehrerarbeiten	Kurse Seminare	Privates Lernen auf eigene Kosten
Chi-Quadrat	4,567	16,351	4,962	3,737	14,531
df	3	3	3	3	3
Asymptotische Signifikanz	,206	,001	,175	,291	,002

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Klassenanzahl

Tabelle 5-3

Dieser Zusammenhang mag die signifikanten Unterschiede in der Grundausbildung in neuen Medien ($p = 0,001$, vgl. Tabelle 5-3 und Abbildung 5-10) und im Wissenserwerb auf eigene Kosten ($p = 0,002$, vgl. Tabelle 5-3 und Abbildung 5-11), die bei verschiedenen großen Schulen zu finden sind, hinreichend erklären. Nicht erklärt werden können damit die Unterschiede zwischen den Schulen mit 21 bis 30 Klassen und jenen mit 31 Klassen und mehr. Dies bedürfte einer eigenen Untersuchung. Ebenso ist der auffällige Zusammenhang: „Je größer eine Schule, desto weniger wird das Wissen aus der Grundausbildung bezogen und desto weniger wird Wissen auf private eigene Kosten erworben“ nicht erklärbar.

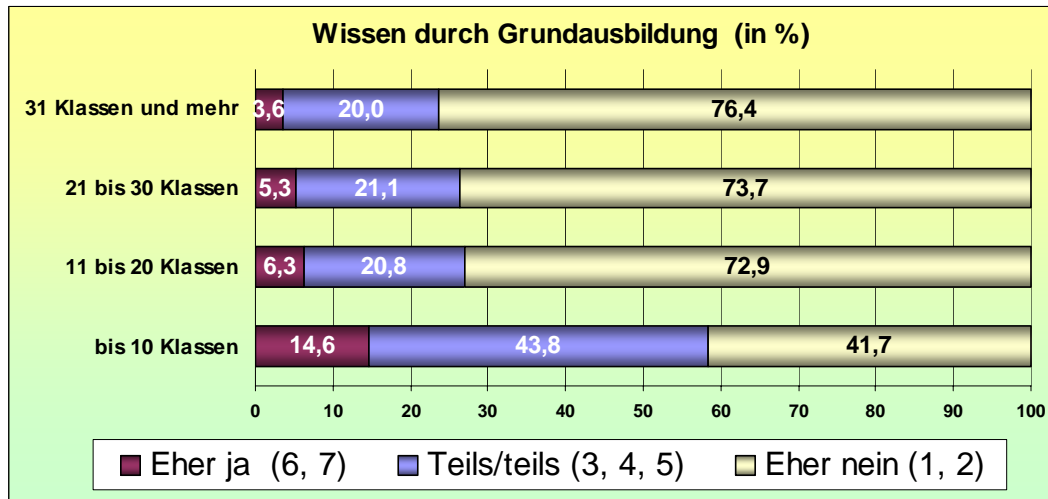


Abbildung 5-10: Grundausbildung – Schulgrößenunterschiede

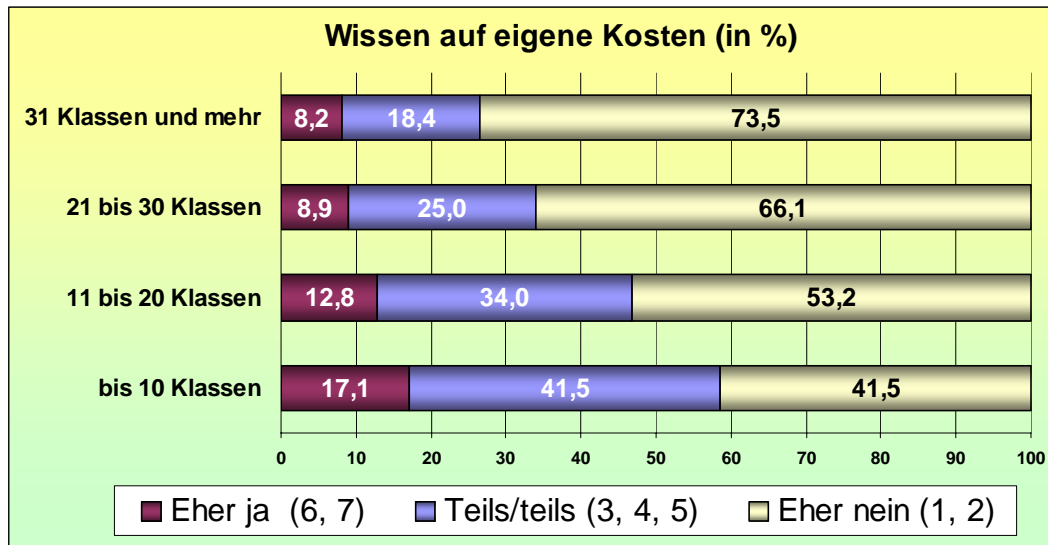


Abbildung 5-11: Wissen auf eigene Kosten – Schulgrößenunterschiede

Bei den Ideen/Anregungen sind keine signifikanten Unterschiede bezüglich Schulgröße feststellbar.

5.2.4 Personenabhängige Unterschiede

5.2.4.1 Dienstalter

Dass der Wissenserwerb über neue Medien signifikant ($p = 0,001$, vgl. Tabelle 5-4) bei der jüngsten Dienstaltersklasse (bis 10 Dienstjahre, vgl. Abbildung 5-12) an der Ausbildungsstätte erfolgt, spricht für die Ausbildungsstätten generell. Damit scheint eine ausreichende Reaktion der Ausbildungsstätten auf den Wandel in der Medienlandschaft erfolgt zu sein. Auch bei den Kursen und Seminaren führen die „Jüngsten“ signifikant ($p = 0,040$, vgl. Tabelle 5-4) beim Wissenserwerb (vgl. Abbildung 5-13).

Statistik für Test^{a,b}

	Wissen durch Selbststudium	Wissen durch Grundausbildung	Wissen durch Lehrerarbeitsgemeinschaften	Kurse Seminare	Privates Lernen auf eigene Kosten
Chi-Quadrat	,347	16,061	4,343	8,286	9,146
df	3	3	3	3	3
Asymptotische Signifikanz	,951	,001	,227	,040	,027

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Dienstalter

Tabelle 5-4

Der in Abbildung 5-12 dargestellte Unterschied im Wissenserwerb durch Grundausbildung mag sich logisch rein vom Dienstalter her erklären lassen, nicht jedoch

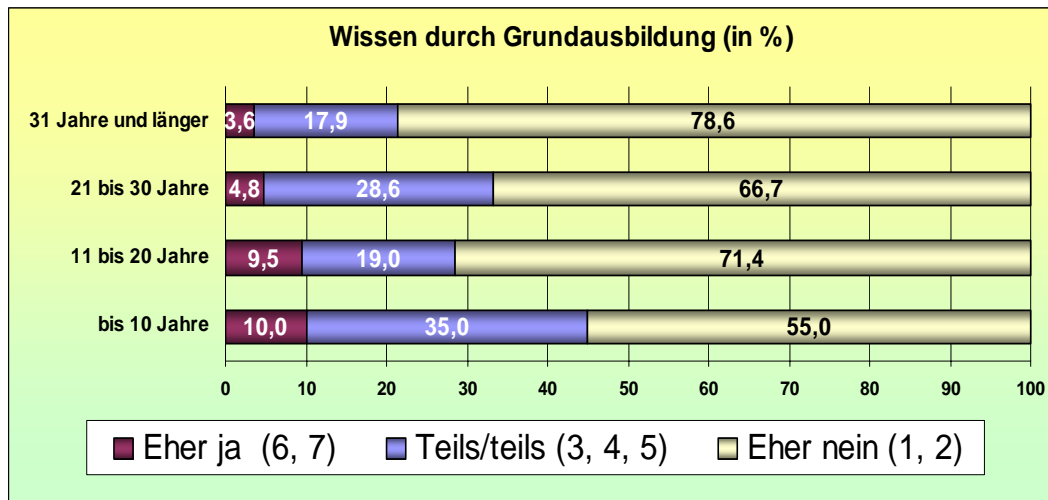


Abbildung 5-12: Grundausbildung – Dienstaltersunterschiede

der aus Abbildung 5-13 hervorgehende Unterschied im Wissenserwerb durch Kurse und Seminare. Es gilt im Wesentlichen: Je höher das Dienstalter, desto weniger Wissen über neue Medien wurde in den Kursen und Seminaren erworben. Ob dies auf eine geringere Teilnahmehäufigkeit von älteren KollegInnen zurückzuführen ist, könnte Ziel einer eigenen Untersuchung sein.

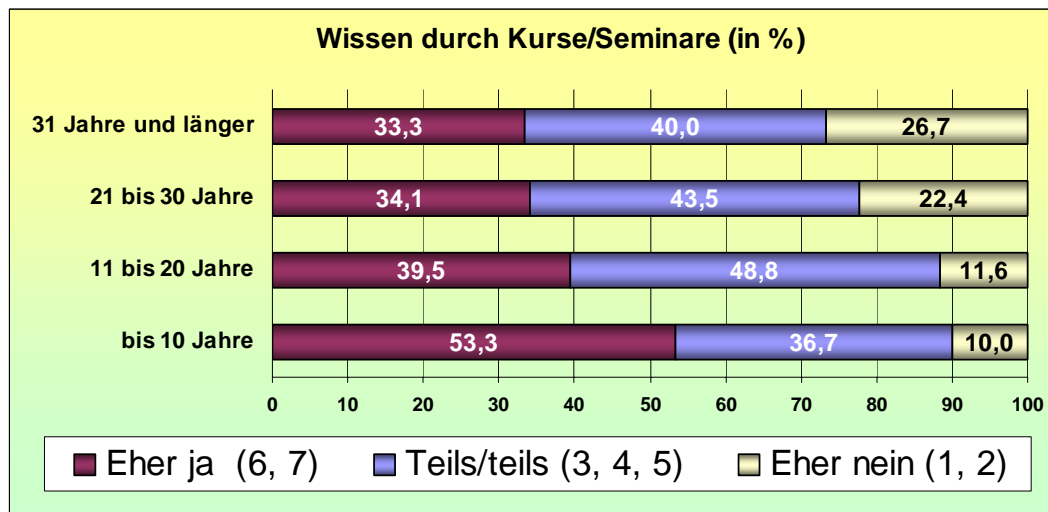


Abbildung 5-13: Kurse/Seminare – Dienstaltersunterschiede

Beim privaten Lernen auf eigene Kosten führt signifikant ($p = 0,027$, vgl. Tabelle 5-4) die höchste Dienstaltersklasse (vgl. Abbildung 5-14). Interessant ist hier, dass nicht die Klasse mit dem geringsten Dienstalter, sondern die zweitjüngste – ge-

messen an der mittleren Rangreihenfolge – an letzter Stelle ist. Offenbar nehmen auch die jüngsten KollegInnen die Möglichkeit bezahlten Wissenserwerbs eher in Anspruch.

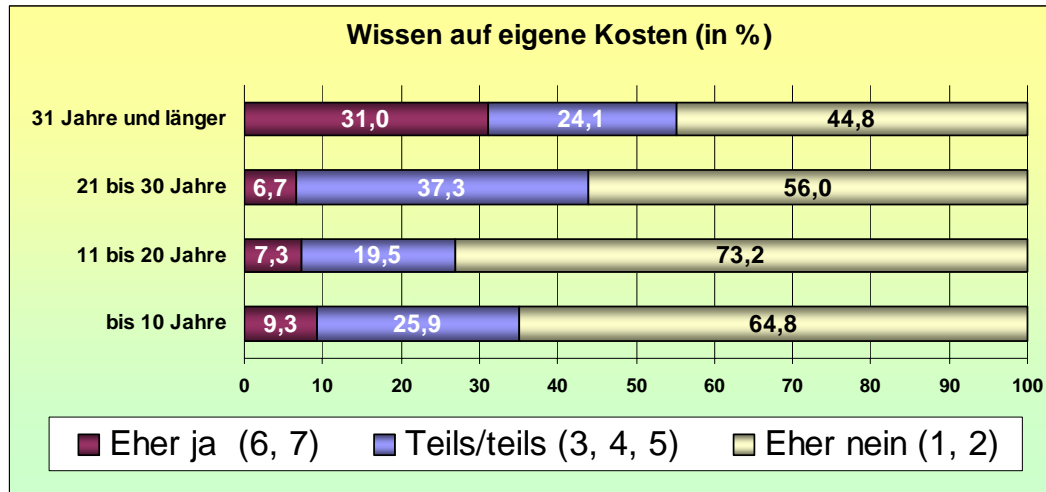


Abbildung 5-14: Wissen auf eigene Kosten – Dienstaltersunterschiede

Beim Erwerb von Ideen und Anregungen treten beim Dienstalter signifikante Unterschiede auf ($p = 0,017$, vgl. Tabelle 5-5).

Statistik für Test^{a,b}

	Ideen/Anregungen durch Fortbildungsveranstaltungen	Ideen/Anregungen durch Gespräche mit KollegInnen	Ideen/Anregungen durch Literaturstudium	Ideen/Anregungen durch Internetkontakte, Mail	Ideen/Anregungen durch Internetrecherche, Portale
Chi-Quadrat	5,505	5,033	4,891	5,964	10,257
df	3	3	3	3	3
Asymptotische Signifikanz	,138	,169	,180	,113	,017

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Dienstalter

Tabelle 5-5

Das in der Abbildung 5-15 aufscheinende Ergebnis der zweitjüngsten Dienstaltersklasse scheint ungewöhnlich. Dieses Ergebnis wird durch die Untersuchungen von Unterschieden bei der Verwendung von Informationsmedien in Abschnitt 8 bestätigt. Auch dort ist die zweitjüngste Klasse diejenige, die am wenigsten auf Internetmedien zugreift.

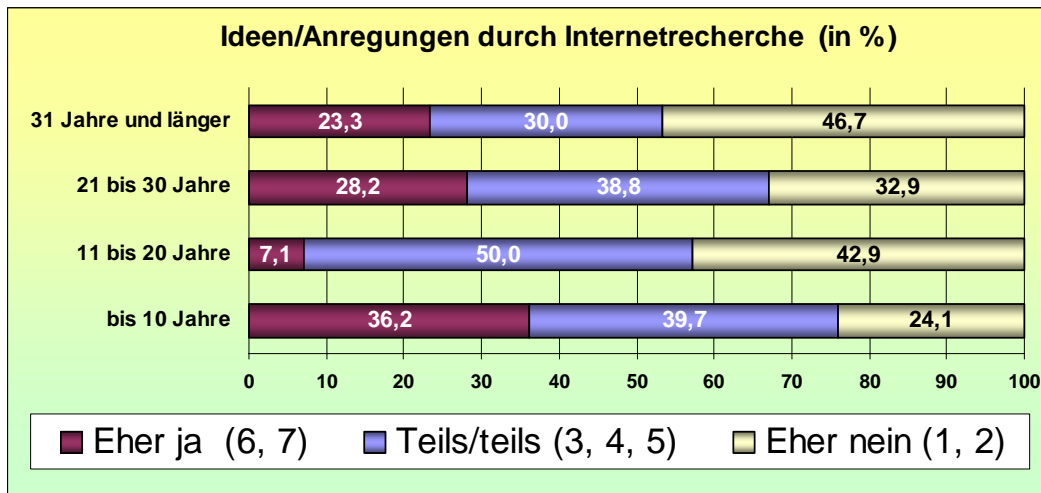


Abbildung 5-15: Internetrecherche – Dienstaltersunterschiede

5.2.4.2 Geschlecht

Im Gender-Bereich ergeben sich bei den Signifikanzuntersuchungen (vgl. Tabelle 5-6 und Tabelle 5-7) Unterschiede in jeweils drei Bereichen. Die drei signifikanten Unterschiede beim Wissenserwerb (vgl. Tabelle 5-6) treten beim Selbststudium (mit $p = 0,022$), bei Kursen/Seminaren ($p = 0,016$) und beim privaten Wissenserwerb auf eigene Kosten ($p = 0,007$) auf.

Statistik für Test^a

	Wissen durch Selbststudium	Wissen durch Grundausbildung	Wissen durch Lehrerarbeitsgemeinschaften	Kurse Seminare	Privates Lernen auf eigene Kosten
Mann-Whitney-U	4553,000	5064,500	5438,500	4452,500	4359,000
Wilcoxon-W	7793,000	14109,500	8678,500	13768,500	7680,000
Z	-2,299	-,709	-,094	-2,399	-2,687
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,022	,479	,925	,016	,007

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Tabelle 5-6

Zusammengefasst und aus den daraus resultierenden Grafiken können folgende Aussagen abgeleitet werden:

Das Wissen über neue Medien im Geometriebereich erhalten eher Männer durch Selbststudium als Frauen – auffallend ist der mehr als doppelt so große Anteil an Frauen, die eher kein Selbststudium betreiben (Abbildung 5-16).

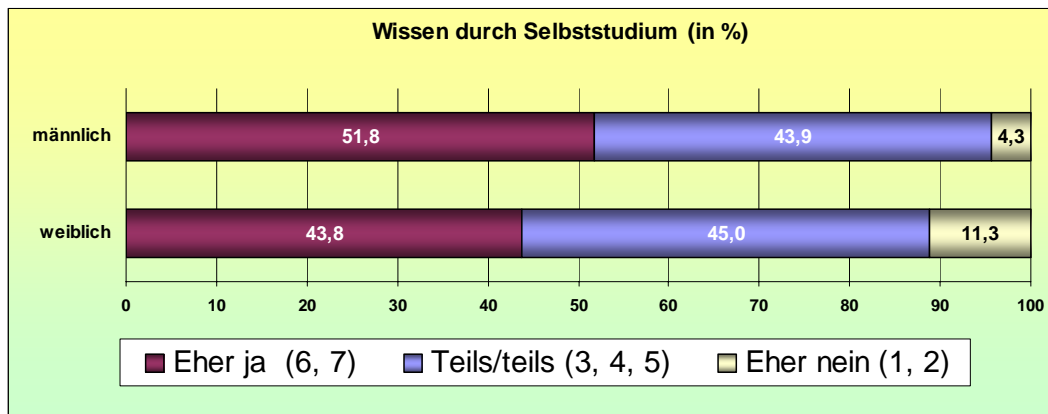


Abbildung 5-16: Selbststudium – Genderunterschied

Der Vergleich wirkt sich bei der Boxplot-Darstellung vor allem im Eher-Nein-Bereich aus. Bekräftigt wird dieser Unterschied vor allem im Eher-Nein-Bereich durch die Aufbereitung der Antworthäufigkeiten in Form eines Boxplots (vgl. Abbildung 5-17). Auch der Median ist mit dem Wert 5 um 1 bei den Lehrerinnen geringer! Aus (mehrtägigen) Kursen und Seminaren beziehen signifikant häufiger die Frauen das Wissen über neue Medien (vgl. Abbildung 5-18) – und dies mit fast 15% Unterschied.

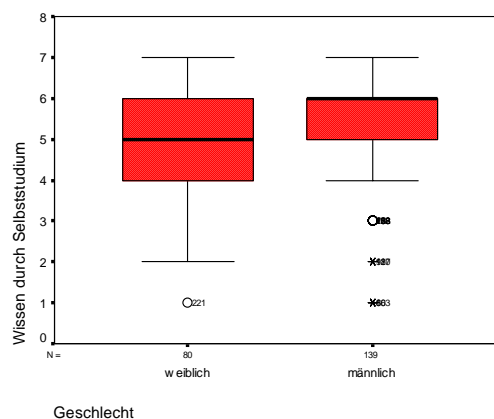


Abbildung 5-17: Selbststudium – Genderunterschied, Boxplot

Der Median ist bei beiden Geschlechtern mit dem Wert 5 gleich.

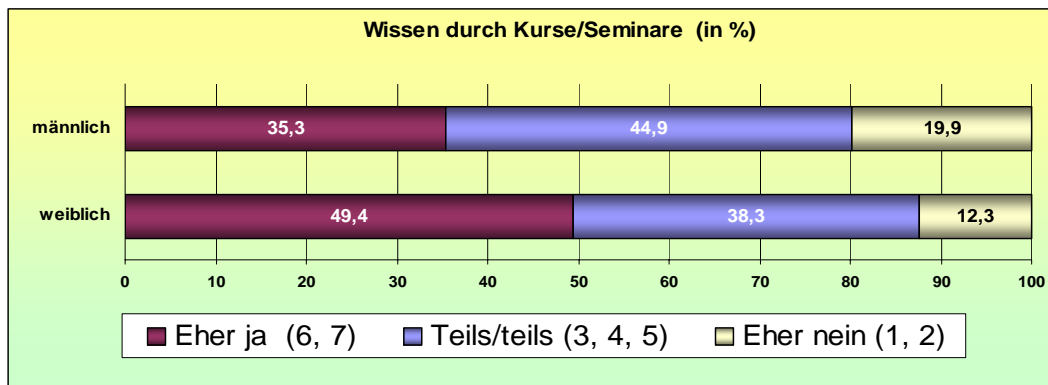


Abbildung 5-18: Kurse/Seminare – Genderunterschied

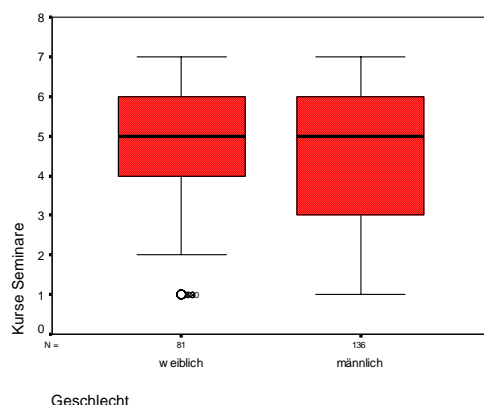


Abbildung 5-19: Kurse/Seminare – Genderunterschied, Boxplot

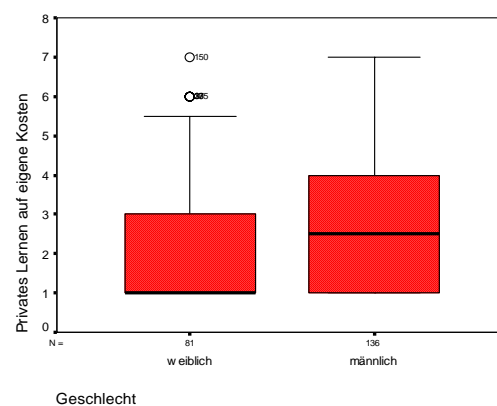


Abbildung 5-20: Privates Lernen – Genderunterschied, Boxplot

Wissenserwerb außerhalb der Schule auf eigene Kosten nehmen signifikant häufiger Männer in Anspruch (Abbildung 5-21). Dies zeigt sich auch im Boxplot (vgl. Abbildung 5-20), wobei sich der Median wieder um 1 unterscheidet.

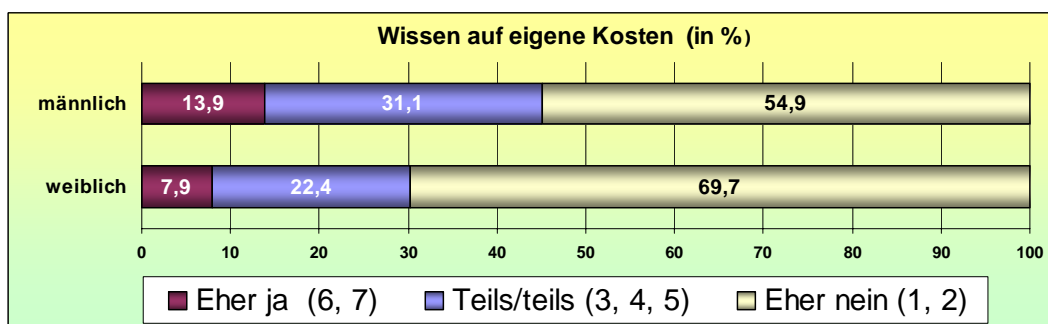


Abbildung 5-21: Lernen auf eigene Kosten – Genderunterschied

Bei den Ideen und Anregungen zum Einsatz neuer Medien im Geometrieunterricht gibt es signifikante Unterschiede (vgl. Tabelle 5-7) in den Bereichen Fortbil-

dungsveranstaltungen ($p < 0,001$), Fachgespräche mit KollegInnen ($p = 0,001$) und Literaturstudium ($p = 0,047$).

Statistik für Test^a

	Ideen/Anregungen durch Fortbildungsveranstaltungen	Ideen/Anregungen durch Gespräche mit KollegInnen	Ideen/Anregungen durch Literaturstudium	Ideen/Anregungen durch Internetkontakte, Mail	Ideen/Anregungen durch Internetrecherche, Portale
Mann-Whitney-U	3604,500	4042,000	4502,500	4857,500	5045,500
Wilcoxon-W	12920,500	13358,000	7742,500	8097,500	8205,500
Z	-4,243	-3,245	-1,985	-1,430	-,665
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,001	,047	,153	,506

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Tabelle 5-7

Demnach bekommen bei weitem häufiger Frauen (fast 30 %!) Ideen und Anregungen bei Fortbildungsveranstaltungen. Mehr als doppelt so viele Männer wie Frauen erhielten keine Ideen bzw. Anregungen für das Arbeiten mit neuen Medien. Die Ursache für diesen signifikanten Unterschied ist dem Autor nicht be-

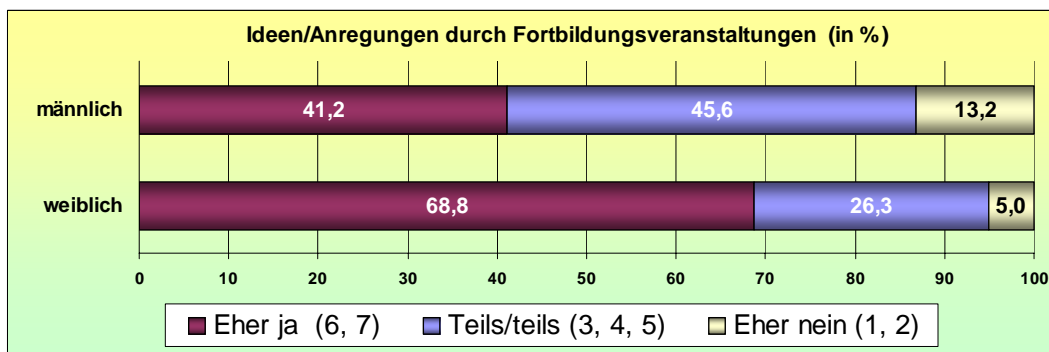


Abbildung 5-22: Ideen aus Fortbildungen – Genderunterschied

kannt: Ob es einfach daran liegt, dass Frauen eher Fortbildungsveranstaltungen besuchen als Männer, könnte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Ebenso geben Frauen bei weitem häufiger an, Ideen und Anregungen aus Fachgesprächen zu beziehen, während etwa gleich viele Männer und Frauen angeben, dies nicht zu tun (Abbildung 5-23).

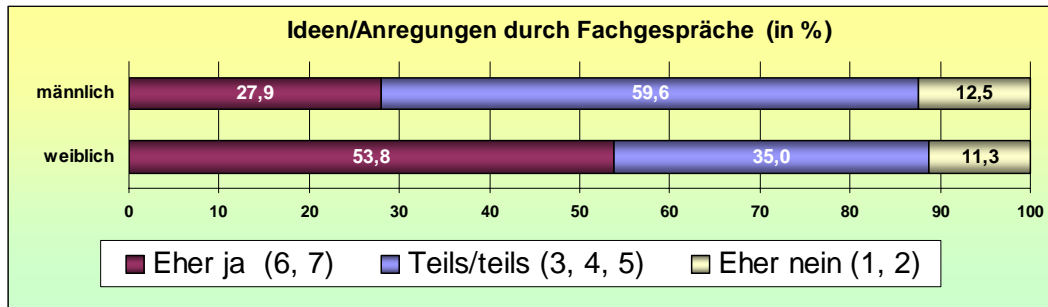


Abbildung 5-23: Ideen durch Fachgespräche – Genderunterschied

Ideen und Anregungen durch Studium von Fachliteratur zu erhalten, das geben etwa halb so viele Lehrerinnen an wie Lehrer (vgl. Abbildung 5-24). Der Unterschied ist hier signifikant ($p = 0,047$, vgl. Tabelle 5-7).

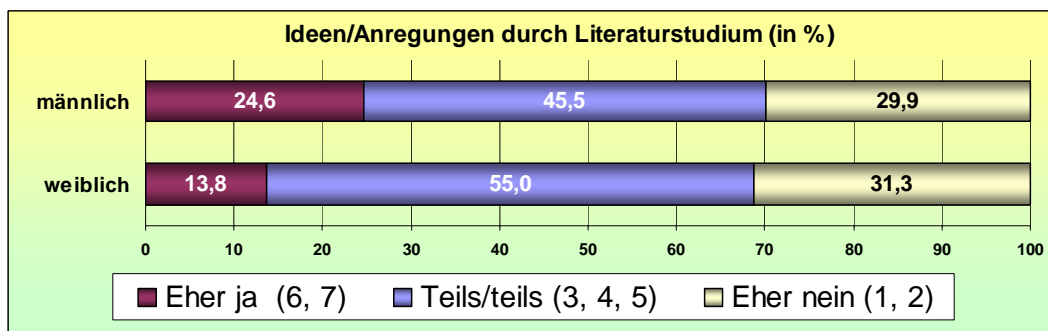


Abbildung 5-24: Ideen durch Literatur – Genderunterschied

5.2.4.3 Eigenes Interesse an neuen Medien

Bei den LehrerInnengruppen mit unterschiedlichem eigenem Interesse an neuen Medien gibt es ebenfalls signifikante Unterschiede (vgl. Tabelle 5-8).

Statistik für Test^{a,b}

	Wissen durch Selbststudium	Wissen durch Grundausbildung	Wissen durch Lehrerarbeitsgemeinschaften	Kurse Seminare	Privates Lernen auf eigene Kosten
Chi-Quadrat	9,320	7,031	1,349	,571	13,754
df	2	2	2	2	2
Asymptotische Signifikanz	,009	,030	,509	,752	,001

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Eigenes Interesse an neuen Medien

Tabelle 5-8

Wissenserwerb durch Selbststudium ($p = 0,009$, vgl. Tabelle 5-8) wird bei der Gruppe mit durchschnittlichem Interesse an neuen Medien weniger oft bejaht als bei den beiden anderen Gruppen (vgl. Abbildung 5-25). Eine Erklärung dafür

könnte sein, dass KollegInnen der Gruppe „geringstes Interesse an neuen Medien“ versuchen, dieses geringere Interesse durch einen verstärkten Einsatz an Selbststudium zum Wohl ihrer SchülerInnen zu kompensieren.

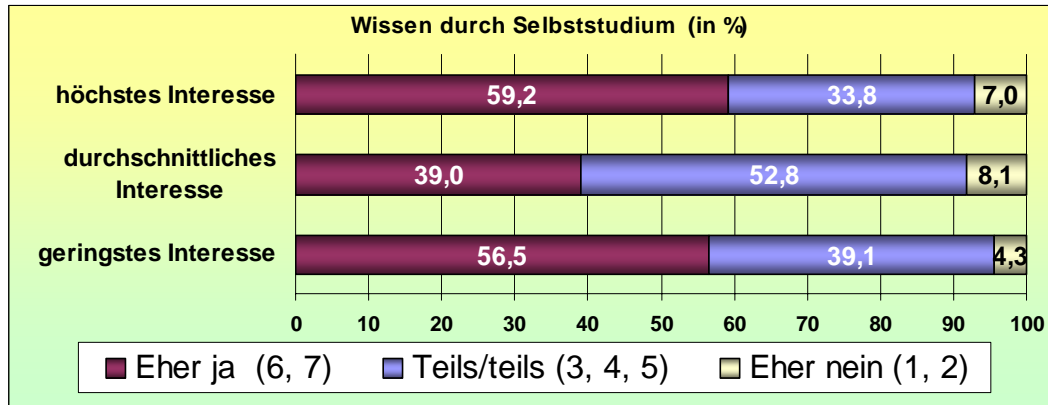


Abbildung 5-25: Selbststudium – Interessensunterschiede

Am häufigsten (vgl. Abbildung 5-26) behaupten LehrerInnen mit geringem Interesse, ihr Wissen in neuen Medien in der Grundausbildung erhalten zu haben ($p = 0,030$, vgl. Tabelle 5-8). Vielleicht hat diese große Häufigkeit die Ursache in einem geringeren Einblick dieser Personengruppe in mögliche weitere schulische Anwendungen und Einsatzgebiete neuer Medien. Dadurch könnte dann der Eindruck entstanden sein, dass das in der Grundausbildung vermittelte Wissen aktuell sei.

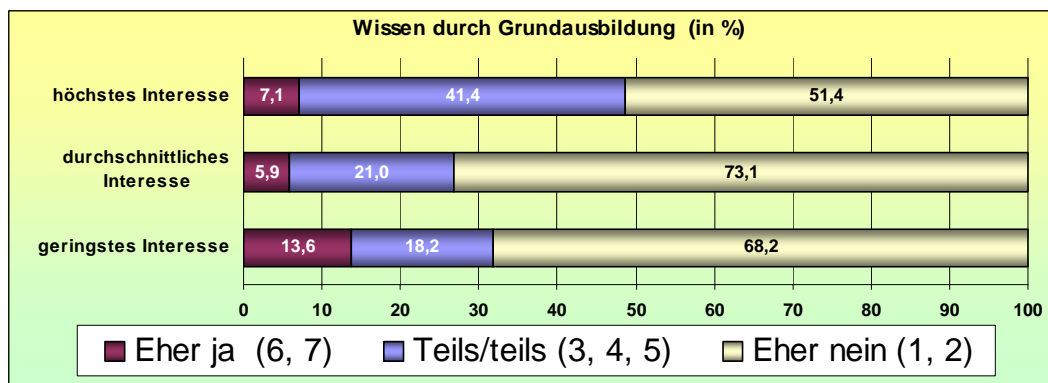


Abbildung 5-26: Grundausbildung – Interessensunterschiede

Besonders groß fällt der signifikante Unterschied ($p = 0,001$, vgl. Tabelle 5-8) bei den Angaben zum privaten Bildungserwerb auf eigene Kosten aus. Während keine einzige Lehrperson aus dem Bereich mit geringstem Interesse einen Wissenserwerb auf eigene Kosten zu erhalten bereit ist, ist dies bei mehr als einem Fünftel

aus dem Kreis der Lehrenden mit höchstem Interesse (vgl. Abbildung 5-27) der Fall.

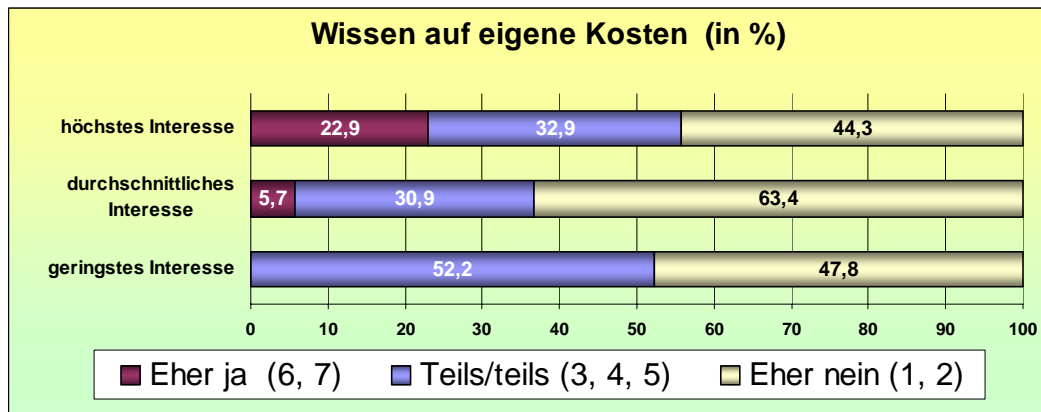


Abbildung 5-27: Wissen auf eigene Kosten – Interessensunterschiede

Bei den Ideen und Anregungen für den Einsatz neuer Medien im Geometrieunterricht sind in den Bereichen der KollegInnen mit unterschiedlich hohem Interesse an neuen Medien signifikante Unterschiede (vgl. Tabelle 5-9).

Statistik für Test^{a,b}

	Ideen/Anregungen durch Fortbildungsveranstaltungen	Ideen/Anregungen durch Gespräche mit KollegInnen	Ideen/Anregungen durch Literaturstudium	Ideen/Anregungen durch Internetkontakte, Mail	Ideen/Anregungen durch Internetrecherche, Portale
Chi-Quadrat	5,266	6,428	4,819	22,580	9,986
df	2	2	2	2	2
Asymptotische Signifikanz	,072	,040	,090	,000	,007

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Eigenes Interesse an neuen Medien

Tabelle 5-9

Interessant scheint das in Abbildung 5-28 dargestellte Ergebnis: Je höher das

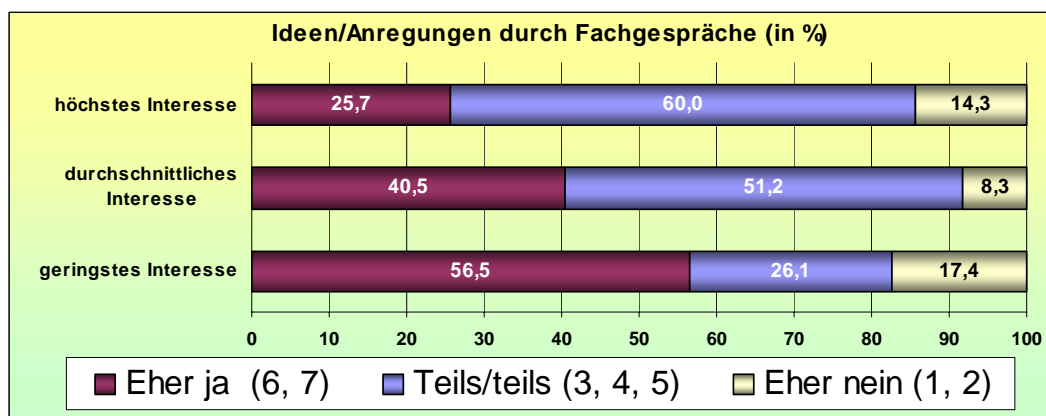


Abbildung 5-28: Ideen durch Fachgespräche – Interessensunterschiede

Interesse an neuen Medien, desto weniger scheinen die KollegInnen aus den Fachgesprächen Wissen zu ziehen (signifikant mit $p = 0,040$, vgl. Tabelle 5-9). Am häufigsten geben diejenigen KollegInnen mit geringem Interesse an neuen Medien an, Wissen aus Fachgesprächen zu beziehen. Dies könnte insofern erklärbar sein, dass die KollegInnen mit dem höchsten Interesse die Donatoren und diejenigen mit dem geringen Interesse die Akzeptoren bei diesen Fachgesprächen waren.

Am wenigsten oft erhalten KollegInnen mit geringem Interesse an neuen Medien Wissen durch Mailkontakte oder Internetrecherche, wie die Abbildungen 5-29 und 5-30 zeigen. Die Unterschiede sind signifikant mit $p < 0,001$ im Fall der Mailkontakte und mit $p = 0,007$ im Fall der Internetrecherche. In beiden Fällen profitieren – erwartungsgemäß – die KollegInnen mit dem größten Interesse an neuen Medien.

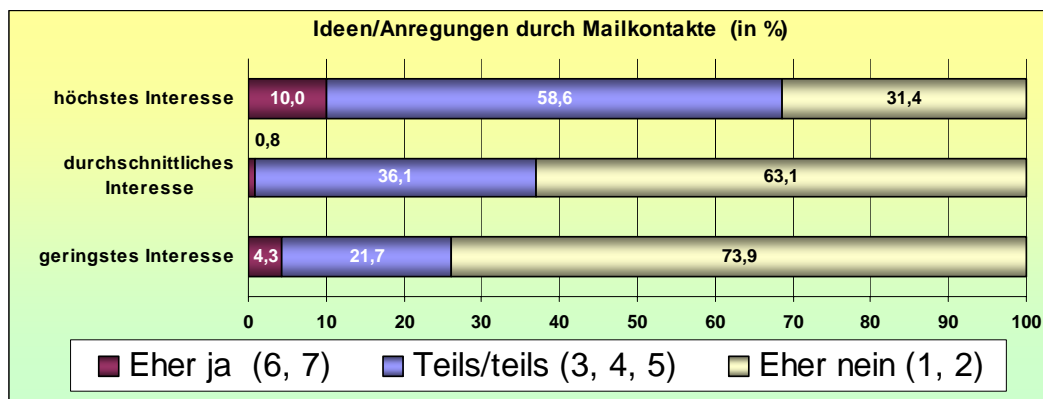


Abbildung 5-29: Ideen durch Mailkontakte – Interessensunterschiede

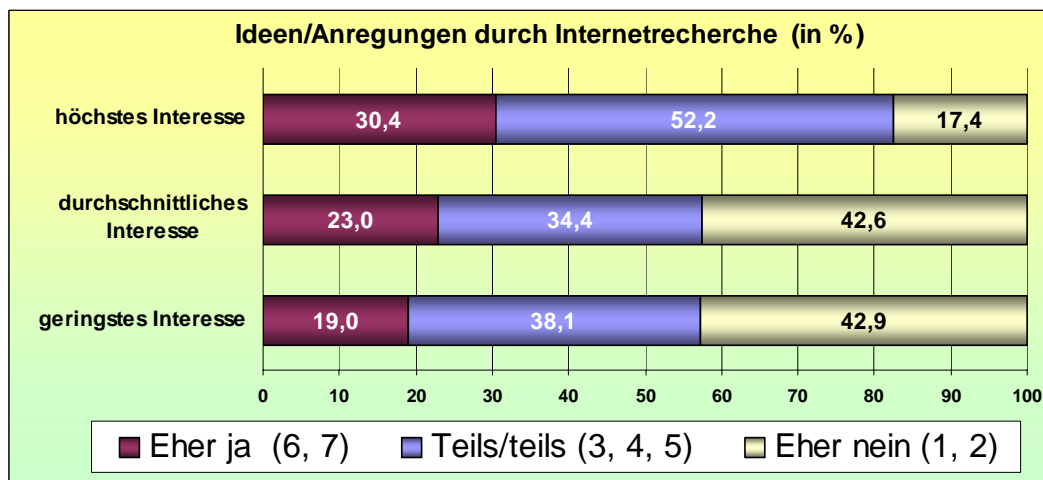


Abbildung 5-30: Ideen durch Internetrecherche – Interessensunterschiede

5.3 Sind die Lehrenden den Anforderungen gewachsen?

Der Einsatz neuer Medien im Allgemeinen und im Geometrieunterricht im Besonderen erfordert von den Lehrenden ständiges Recherchieren, Mitlernen, Eingehen auf neue Gegebenheiten, Fertigwerden mit immer anderen, oft unerwarteten technischen Problemen. Ein ständiges Weiterlernen ist notwendig. Dafür gibt es für LehrerInnen das befriedigende Gefühl sozusagen am Puls der Zeit und technischen Entwicklungen zu unterrichten.

Das Ergebnis der freien Ergänzungen (vgl. Anhang „Freie Ergänzungen“) auf die Frage, wie es denn der Lehrperson mit den neuen Medien im Geometrieunterricht gehe, wie die Befindlichkeit und die Zufriedenheit mit dem eigenen Unterricht seien, ist sehr vielfältig. Die 19 gegebenen Antworten zeigen ein sehr unterschiedliches Bild vom Frust bis zu großer Zufriedenheit (Item 80, vgl. auch Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“).

Eine Kategorisierung der Aussagen³⁰¹ erfolgte auf folgende Bereiche:

Themenbereich	Nummern der Ergänzungen
Positiv	01,14,16
Neue Erfahrung	05
Gemischte Gefühle	07
Technik ausgeliefert	02,11,15,18
SchülerInnenzahl	04,10,12,13
Disziplin	04
Mehr Stress	04,15
Zeitaufwand bei Vorbereitung u. Unterricht	01,06
Aus-, Weiterbildungsaspekte	02,17
Man muss mitmachen	19

Tabelle 5-10

5.3.1 Deskriptive Ergebnisse

Da eine der zentralen Aufgaben der in Untersuchung stehenden Geometriefächer die Schulung und Ausbildung der Raumvorstellung ist, ist es nahe liegend, von den LehrerInnen selbst zu erfahren, wie sie ihren eigenen Unterricht in Bezug auf dieses Unterrichtsziel in Zusammenhang mit dem Einsatz neuer Medien sehen. Konkrete Untersuchungen dazu sind im Abschnitt 7 angeführt. Mehr als 60 %

³⁰¹ Die Zahlen in der zweiten Spalte bedeuten dabei die im Anhang ersichtlichen Aussagennummern.

aller Befragten geben an, mit den neuen Medien die Raumvorstellung besser schulen zu können, nur knapp 6 % glaubten, dass dies nicht der Fall sei (vgl. Abbildung 5-31).

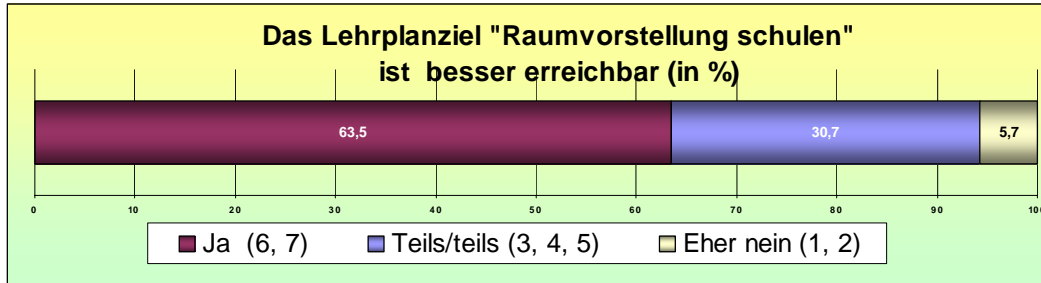


Abbildung 5-31: Raumvorstellung schulen

Ähnlich positiv sehen sich die Lehrenden in Bezug auf die Anforderungen, die der Einsatz neuer Medien bezüglich Didaktik, theoretischen Wissens und praktischen Eigenkönnens stellt. In jedem Fall (vgl. Abbildung 5-32) gibt mehr als die Hälfte der Befragten an, sehr gut den Anforderungen gewachsen zu sein und nur jeweils weniger als 10 % vermerken, diesen gar nicht gewachsen zu sein.

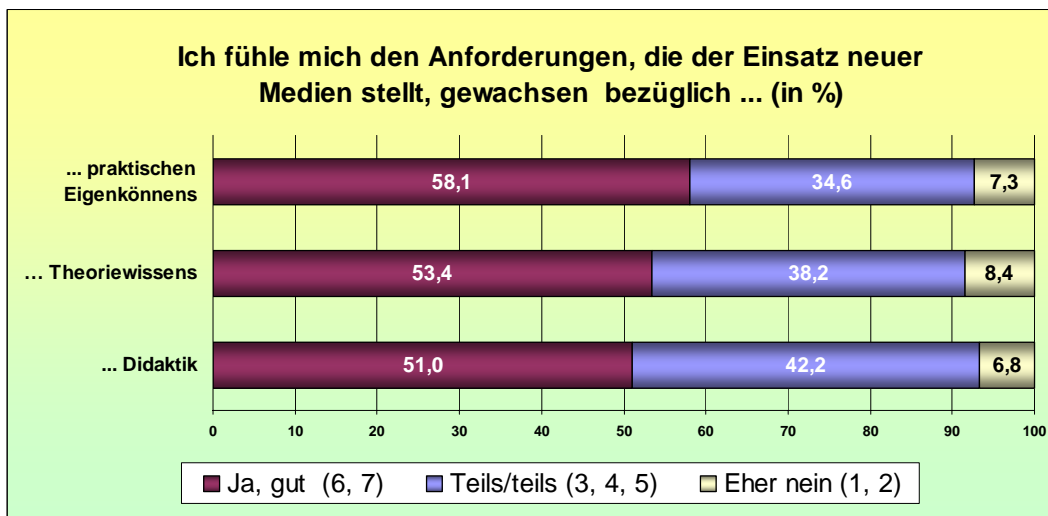


Abbildung 5-32: Anforderungen durch Einsatz neuer Medien

Dass durch den Einsatz neuer Medien die SchülerInnen mehr Motivation zeigen, geben mehr als 70 % der Befragten an – aber weniger als 5 % bezweifelten dies überhaupt (vgl. Abbildung 5-33). Dass durch den Einsatz neuer Medien ein erhöhtes Fachwissen bewirkt werde, glaubt rund ein Viertel der Lehrenden, nur etwa 10 % glauben dies nicht.

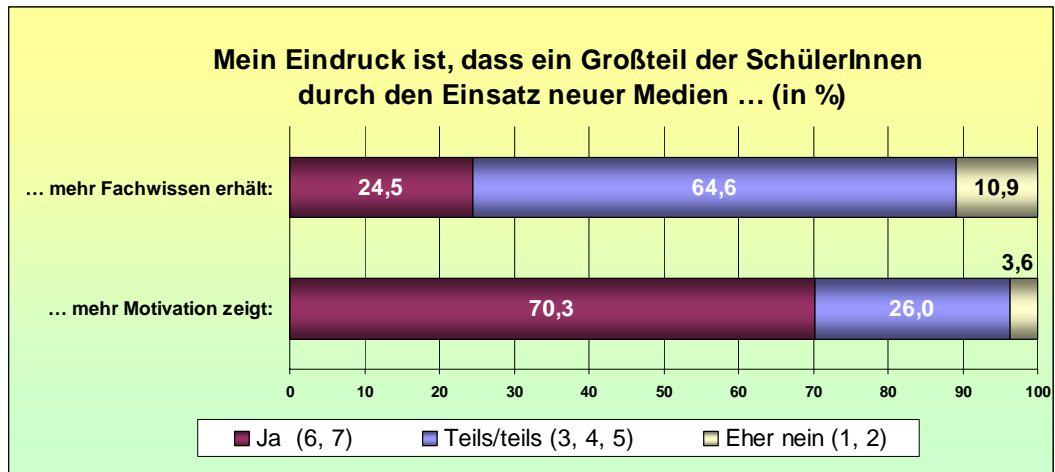


Abbildung 5-33: Motivation und Fachwissen

Für drei Viertel der Befragten (vgl. Abbildung 5-34) sind die neuen Medien ein Anlass eine entsprechende Fort- / Weiterbildung zu besuchen.

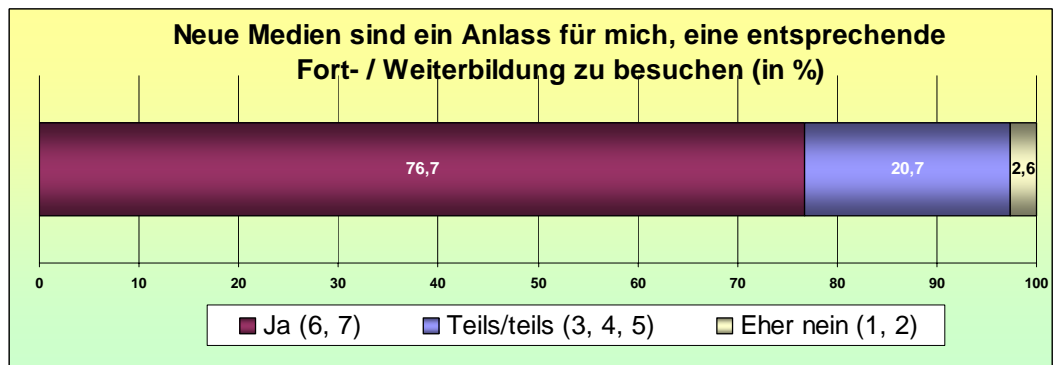


Abbildung 5-34: Anlass für Fortbildung

Aus den Wünschen für eine Fortbildungsveranstaltung (vgl. Anhang „Freie Ergänzungen“) konnten die in der folgenden Tabelle 5-11 in der linken Spalte ersichtlichen Themengruppen gebildet werden:

Themenbereich	Nummern der Ergänzungen
Didaktik-Methodik	02,09,10,11, 12 ,16,18,22,30, 32 ,33,35,36
Leistungsbeurteilung	12,23,34
3D-didakt.CAD	01,05,09,11, 17 ,19,20,21,28
3D-profess. CAD	05,06,09,17, 20 ,21,24,25,26, 27 ,28
DGS	13,14,18
WEB, VRML/X3D, E-Learning	03,20,31
Basiswissen	07,08
Anwendung	04,32,39
Spezialthemen	19,28,31,37

Tabelle 5-11

Aus der Anzahl der Wünsche für Fortbildungen in den jeweiligen Kategorien wurde Abbildung 5-35 erstellt. Aus ihr sind die Schwerpunkte für Wünsche ein-

fach ersichtlich: didaktisch-methodische Fragenkreise und Fortbildungen aus dem 3D-CAD-Bereich, sowohl für die didaktischen als auch für die professionellen Programme!

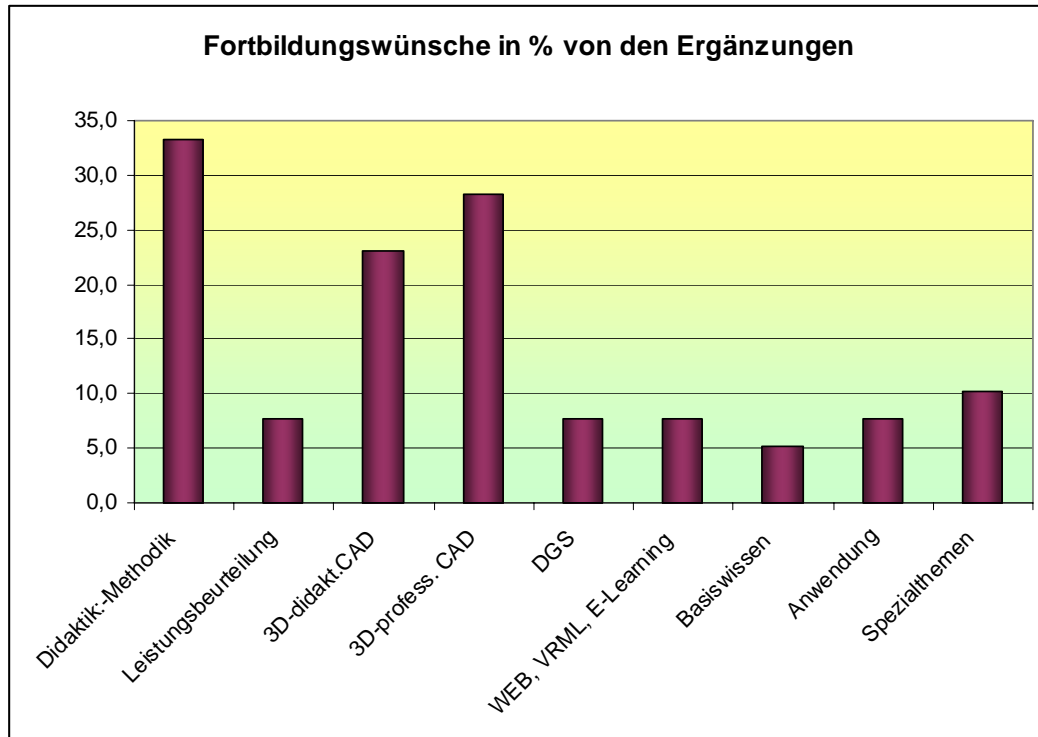


Abbildung 5-35: Fortbildungswünsche – Übersicht

5.3.2 Schultypunterschiede

5.3.2.1 Schultype

Die Signifikanzprüfung ergibt für den Bereich Schultyp lediglich einen signifikanten Unterschied ($p = 0,005$), nämlich bei der Aussage, dass ein Großteil der

Statistik für Test ^a							
	Ziel "RV schulen" kann ich besser erfüllen	Ich fühle mich den Anforderungen bez. Didaktik gewachsen	Ich fühle mich den Anforderungen bez. Theoret. Wissens gewachsen	Ich fühle mich den Anforderungen bez. praktischen Eigenkönnen gewachsen	Ein Großteil der Schülerinnen zeigt mehr Motivation	Ein Großteil erhält erhöhtes Fachwissen	Anlass, um Fortbildungen zu besuchen
Mann-Whitney-U	4181,500	4173,000	3506,500	3976,500	4059,500	3269,500	3955,000
Wilcoxon-W	6392,500	6384,000	5651,500	6121,500	12315,500	11525,500	12340,000
Z	-,210	-,232	-1,921	-,610	-,642	-2,798	-1,037
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,834	,817	,055	,542	,521	,005	,300

a. Gruppenvariable: Schultype

Tabelle 5-12

SchülerInnen durch den Einsatz neuer Medien ein erhöhtes Fachwissen erhalten (vgl. Tabelle 5-12). Dies geben mehr als 30 % der HS-LehrerInnen an, während

dies weniger als 20 % der AHS/BHS-LehrerInnen machen (vgl. Abbildung 5-36). Eine Interpretation dieses signifikanten Unterschiedes steht aus.

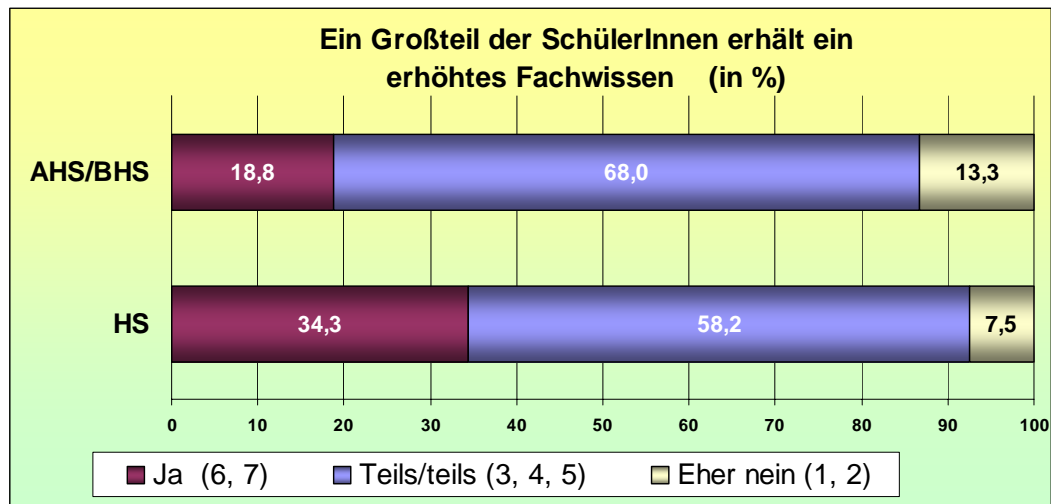


Abbildung 5-36: Erhöhtes Fachwissen – Schultypunterschied

5.3.2.2 Schulgröße

Die Signifikanzuntersuchung im Bereich der Schulgrößen ergibt wieder für „Erhöhtes Fachwissen“ signifikante Unterschiede ($p = 0,032$, vgl. Tabelle 5-13). Diese in Abbildung 5-37 dargestellten Unterschiede betreffen hauptsächlich den Bereich der Schulen mit bis zu 10 Klassen. Dass dies hauptsächlich Hauptschulen sind, erklärt den Zusammenhang mit Abschnitt 5.3.2.1.

Statistik für Test^{a,b}

	Ziel "RV schulen" kann ich besser erfüllen	Ich fühle mich den Anforderungen bez. Didaktik gewachsen	Ich fühle mich den Anforderungen bez. Theoret. Wissens gewachsen	Ich fühle mich den Anforderungen bez. praktischen Eigenkönnen gewachsen	Ein Großteil der Schülerinnen zeigt mehr Motivation	Ein Großteil erhält erhöhtes Fachwissen	Anlass, um Fortbildungen zu besuchen
Chi-Quadrat	2,411	3,739	3,003	1,583	1,936	8,821	3,912
df	3	3	3	3	3	3	3
Asymptotische Signifikanz	,492	,291	,391	,663	,586	,032	,271

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Klassenanzahl

Tabelle 5-13

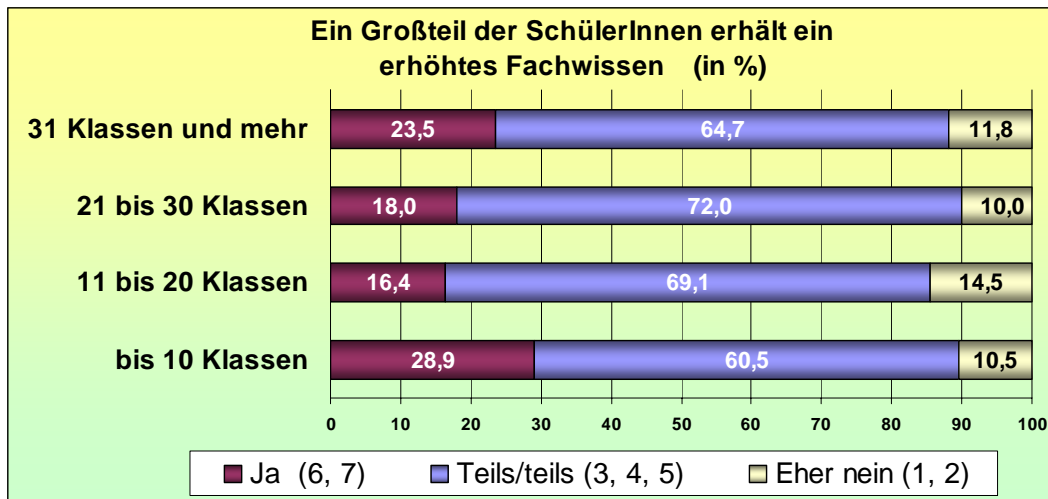


Abbildung 5-37: Erhöhtes Fachwissen – Schulgrößenunterschiede

5.3.3 Unterschiede abhängig von den Lehrenden

5.3.3.1 Dienstalter

Hier besteht es lediglich ein signifikanter Unterschied ($p = 0,034$) und dieser betrifft den Anlass, Fortbildungen zu besuchen (vgl. Tabelle 5-14).

Statistik für Test^{a, b}

	Ziel "RV schulen" kann ich besser erfüllen	Ich fühle mich den Anforderungen bez. Didaktik gewachsen	Ich fühle mich den Anforderungen bez. Theoret. Wissens gewachsen	Ich fühle mich den Anforderungen bez. praktischen Eigenkönnen gewachsen	Ein Großteil der SchülerInnen zeigt mehr Motivation	Ein Großteil erhält erhöhtes Fachwissen	Anlass, um Fortbildungen zu besuchen
Chi-Quadrat	3,502	6,982	4,106	6,303	,673	4,700	8,640
df	3	3	3	3	3	3	3
Asymptotische Signifikanz	,321	,072	,250	,098	,880	,195	,034

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Dienstalter

Tabelle 5-14

Dass neue Medien ein Anlass sind, Fortbildungen zu besuchen, wird in allen Dienstaltersgruppen in hohem Maße bejaht (vgl. Abbildung 5-38). Dass die Häufigkeit dieses Anlasses bei der ältesten Dienstaltersgruppe höher als bei anderen Gruppen ist, scheint plausibel. Dass die jüngste Gruppe aber noch häufiger diesen Anlass bejaht, das scheint zunächst verwunderlich! Erklärbar ist dieses Ergebnis etwa durch die Konfrontation der jungen LehrerInnen mit der Schulwirklichkeit und mit der relativ guten Ausstattung in den Schulen – und vermutlich auch damit, dass im Rahmen der Ausbildung zu wenig auf diejenigen neuen Medien ein-

gegangen wird, die an der entsprechenden Schule konkret vorhanden sind. Auf jeden Fall lohnt sich in diesem Fall eine eigene Untersuchung, um diesen signifikanten Unterschied aufzuklären!

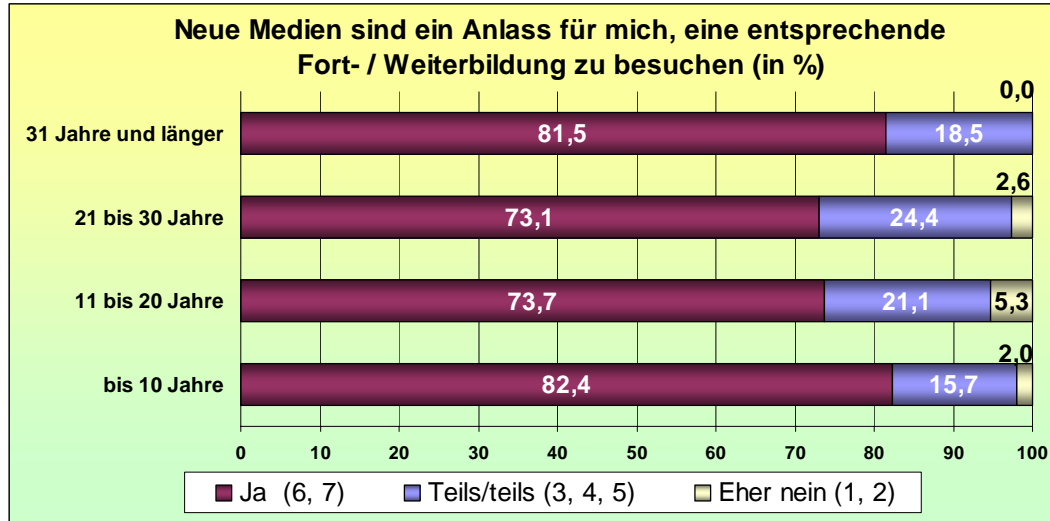


Abbildung 5-38: Fortbildungsanlass – Dienstaltersunterschiede

5.3.3.2 Geschlechtsunterschiede

Die Überprüfung ergibt drei signifikante Unterschiede. Diese sind der Tabelle 5-15 zu entnehmen:

Statistik für Test^a

	Ziel "RV schulen" kann ich besser erfüllen	Ich fühle mich den Anforderun- gen bez. Didaktik gewachsen	Ich fühle mich den Anforderunge- n bez Theoret. Wissens gewachsen	Ich fühle mich den Anforderunge- n bez praktischen Eigenkönnen s gewachsen	Ein Großteil der Schülerinnen zeigt mehr Motivation	Ein Großteil erhält erhöhtes Fachwissen	Anlass, um Fortbildungen zu besuchen
Mann-Whitney-U	3349,000	4216,500	3550,500	3806,000	3243,000	4071,000	3064,500
Wilcoxon-W	10975,000	6631,500	5896,500	6221,000	10746,000	11574,000	10690,500
Z	-2,510	-,075	-1,785	-1,145	-2,913	-,552	-3,541
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,012	,940	,074	,252	,004	,581	,000

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Tabelle 5-15

Einen signifikanten Unterschied ($p = 0,012$) gibt es bei der Einschätzung, durch den Unterricht mit neuen Medien die Raumvorstellung besser zu schulen (Abbildung 5-39). Während rund drei Viertel der weiblichen Lehrkräfte angeben, durch die neuen Medien die Raumvorstellung besser schulen zu können, gibt dies nur die Hälfte der männlichen Lehrkräfte an. Es gibt allerdings dabei keinen Gender-Unterschied bei den Angaben, dass die Raumvorstellung nicht besser geschult

werden könne. Eine Erklärung dieses Unterschiedes ist dem Autor nicht bekannt und könnte Gegenstand einer weiteren Untersuchung sein!

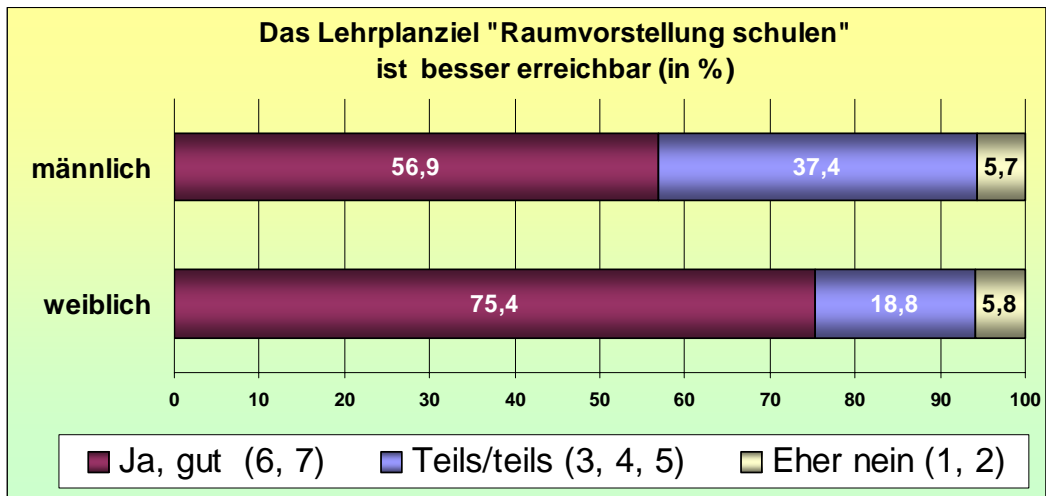


Abbildung 5-39: Raumvorstellung schulen – Geschlechtsunterschied

Dass durch den Einsatz neuer Medien die Motivation gesteigert werden könne, das meinen über 70% aller LehrerInnen an (vgl. Abbildung 5-39). Bei dieser Einschätzung tritt ein signifikanter Geschlechtsunterschied ($p = 0,004$, vgl. Tabelle 5-15) auf. Über 15% mehr Frauen geben an, dass die SchülerInnen mehr Motivation zeigen (vgl. Abbildung 5-40). Auch dies könnte Gegenstand einer neuen Untersuchung sein!

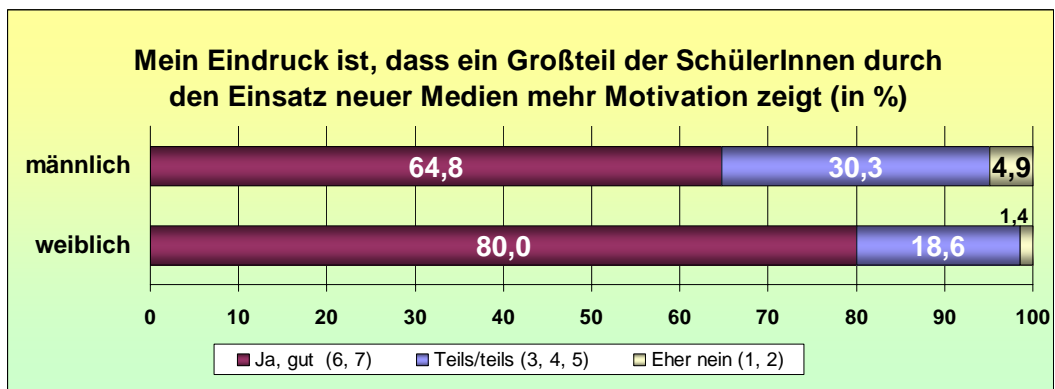


Abbildung 5-40: Motivation erhöht – Geschlechtsunterschied

Signifikant häufiger ($p < 0,001$) geben die Lehrerinnen an, dass die neuen Medien ein Anlass seien, weitere Fortbildungsveranstaltungen zu besuchen (vgl. Abbildung 5-41).

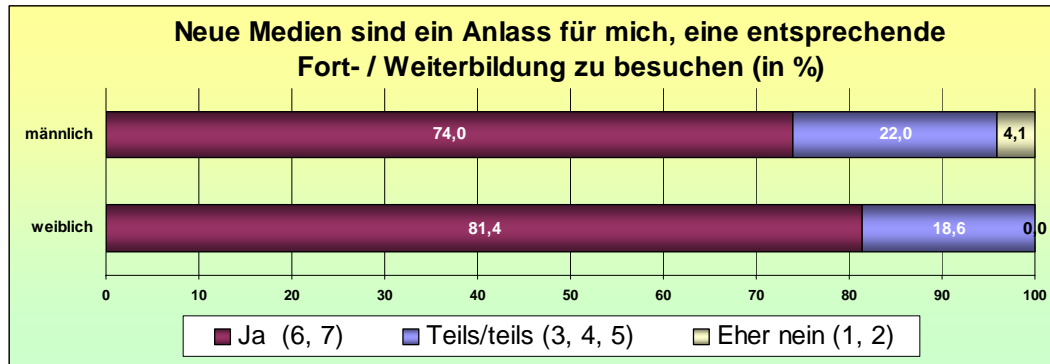


Abbildung 5-41: Fortbildungsanlass – Geschlechtsunterschied

5.3.3.3 Interesse an neuen Medien

Die Signifikanzüberprüfung bei den LehrerInnengruppen mit unterschiedlichem Interesse an neuen Medien liefern Unterschiede in vier Bereichen (Tabelle 5-16).

Statistik für Test^{a, b}

	Ziel "RV schulen" kann ich besser erfüllen	Ich fühle mich den Anforderungen bez. Didaktik gewachsen	Ich fühle mich den Anforderungen bez Theoret. Wissens gewachsen	Ich fühle mich den Anforderungen bez praktischen Eigenkönnen gewachsen	Ein Großteil der Schülerinnen zeigt mehr Motivation	Ein Großteil erhält erhöhtes Fachwissen	Anlass, um Fortbildungen zu besuchen
Chi-Quadrat	7,092	9,533	7,863	14,833	3,692	5,198	,438
df	2	2	2	2	2	2	2
Asymptotische Signifikanz	,029	,009	,020	,001	,158	,074	,803

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Eigenes Interesse an neuen Medien

Tabelle 5-16

Durch Einsatz neuer Medien die Raumvorstellung besser schulen zu können, beantworten die in Rede stehenden drei Gruppen signifikant unterschiedlich ($p = 0,029$, vgl. Tabelle 5-16). Je höher das Interesse an neuen Medien ist, desto höher wird diese Möglichkeit der Raumvorstellungsschulung eingeschätzt.

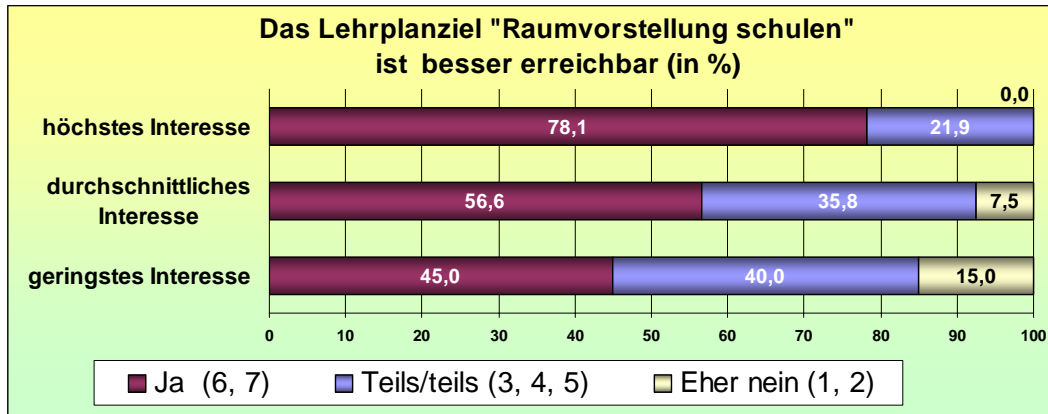


Abbildung 5-42: Raumvorstellung schulen – Interessensunterschied

Die Gruppe mit dem höchsten Interesse an neuen Medien schätzt signifikant ($p = 0,009$, vgl. Tabelle 5-16) am besten ein, dass sie den Anforderungen betreffend Didaktik gewachsen sei. Dass die beiden anderen Gruppen in diesem Zusammenhang etwa die gleiche Einschätzung haben, ist in Abbildung 5-43 ersichtlich.

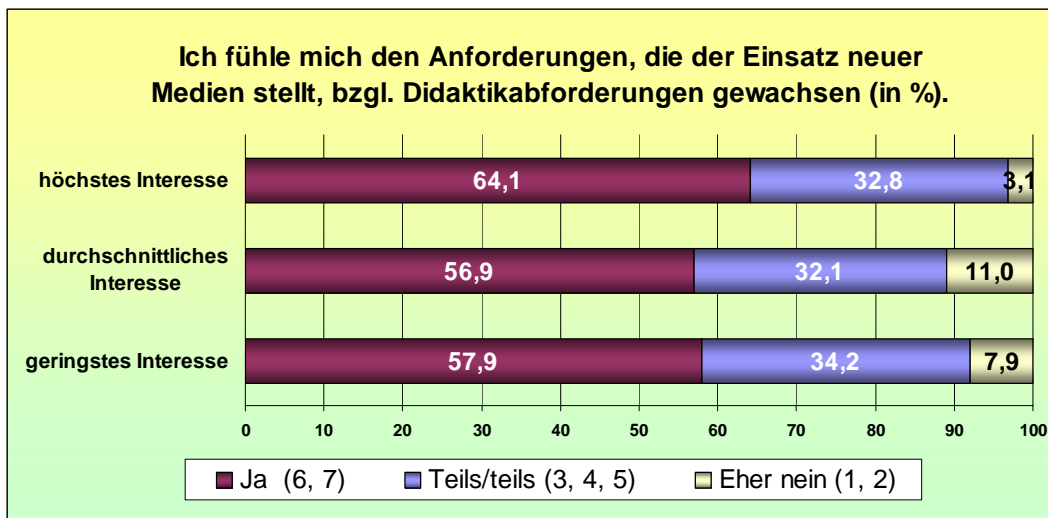


Abbildung 5-43: Didaktikanforderungen – Interessensunterschiede

Dasselbe Ergebnis gibt es erwartungsgemäß auch betreffend der Einschätzung der Anforderungen an das Theoriewissen, das der Einsatz neuer Medien an die Lehrenden stellt ($p = 0,020$, vgl. Tabelle 5-16). Die errechneten Häufigkeiten sind der Abbildung 5-44 zu entnehmen.

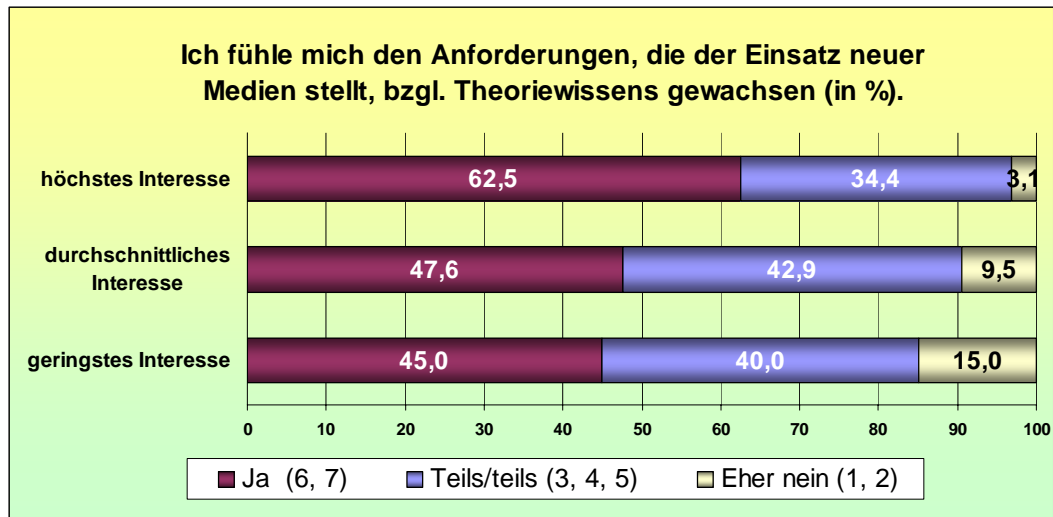


Abbildung 5-44: Theoriewissen – Interessensunterschiede

Ähnliches gilt auch bei der Einschätzung der Anforderungen, die der Neue-Medien-Einsatz an das praktische Eigenkönnen stellt. Hier sind die Unterschiede wieder signifikant ($p = 0,001$, vgl. Tabelle 5-16) und in Abbildung 5-45 ersichtlich.

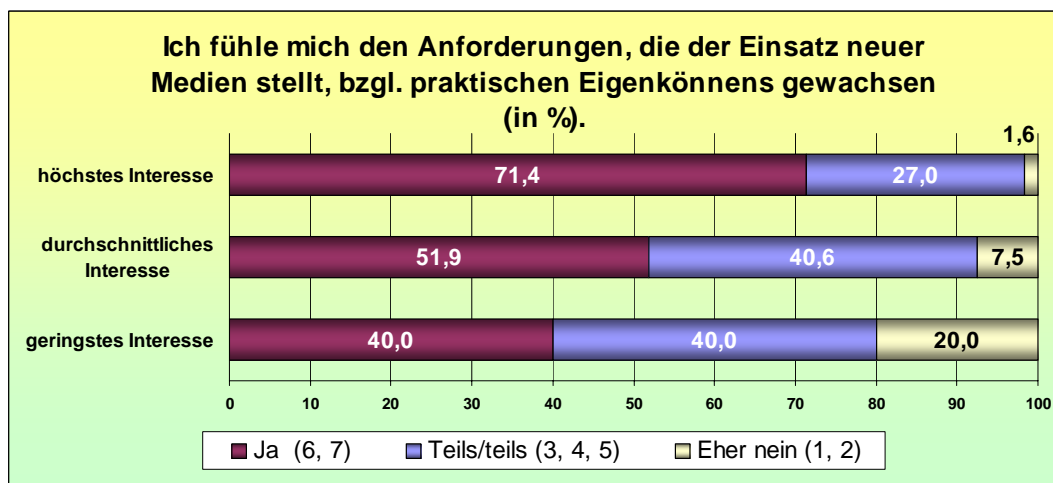


Abbildung 5-45: Eigenkönnen – Interessensunterschiede

Auf eine Interpretation und Diskussion allfälliger Ursachen wird bei den letzten Ergebnissen verzichtet, da die erhaltenen Unterschiede an sich aus dem Interesse an neuen Medien erklärbar sind.

5.4 Zusammenfassung

Ausgangspunkt dieses Abschnittes war die Frage, wieweit gesetzte Maßnahmen zur Erhöhung der Medienkompetenz im Rahmen der Ausbildung einerseits und der Fort- und Weiterbildung andererseits durch die Lehrenden genutzt werden und ob sie Auswirkungen auf den praktischen Unterricht hätten. Dies wurde im Rahmen dieser Untersuchung aus Sicht und Einschätzung der Lehrenden selbst beantwortet. Neben der deskriptiven Beschreibung wurden Ergebnisse inferenzstatistischer Untersuchungen diskutiert.

Hauptsächlich wurde angegeben, das Wissen im Selbststudium zu erwerben, zum geringsten Teil im Grundstudium. Dabei fällt besonders der signifikante Unterschied zwischen den Antworten der LehrerInnen von AHS/BHS und Hauptschulen auf: Mehr als doppelt so viele HauptschullehrerInnen wie AHS/BHS-LehrerInnen gaben an, Wissen über neue Medien bereits im Grundstudium erworben zu haben. Bestätigt wurde die Vermutung, dass die jüngsten Befragten am häufigsten ihr Wissen über neue Medien in der Grundausbildung erworben haben. Etwas überraschend war, dass dieselbe Gruppe von LehrerInnen auch am häufigsten ihr Wissen durch Kurse und Seminare bezieht, während die ältesten LehrerInnen am häufigsten angaben, das Wissen auf eigene Kosten zu erwerben. Eine Untersuchung zu diesem Themenkreis aus Sicht der Schulaufsicht oder aus Sicht der Schülerinnen und Schüler ist dem Autor nicht bekannt.

Bei den Fragen zum Gewinnen von Ideen und Anregungen für den Unterricht erklärten fast doppelt so viele weibliche Befragte, diese durch Fachgespräche zu erhalten, während Männer eher angaben, diese durch Literaturstudium zu bekommen.

Für die Mehrzahl der Lehrenden ist das zentrale Unterrichtsziel „Schulung der Raumvorstellung“ jetzt mit neuen Medien als besser zu erreichen. Dabei fällt auf, dass dies drei Viertel der weiblichen Befragten im Gegensatz von nur etwas mehr als die Hälfte der männlichen Befragten angaben.

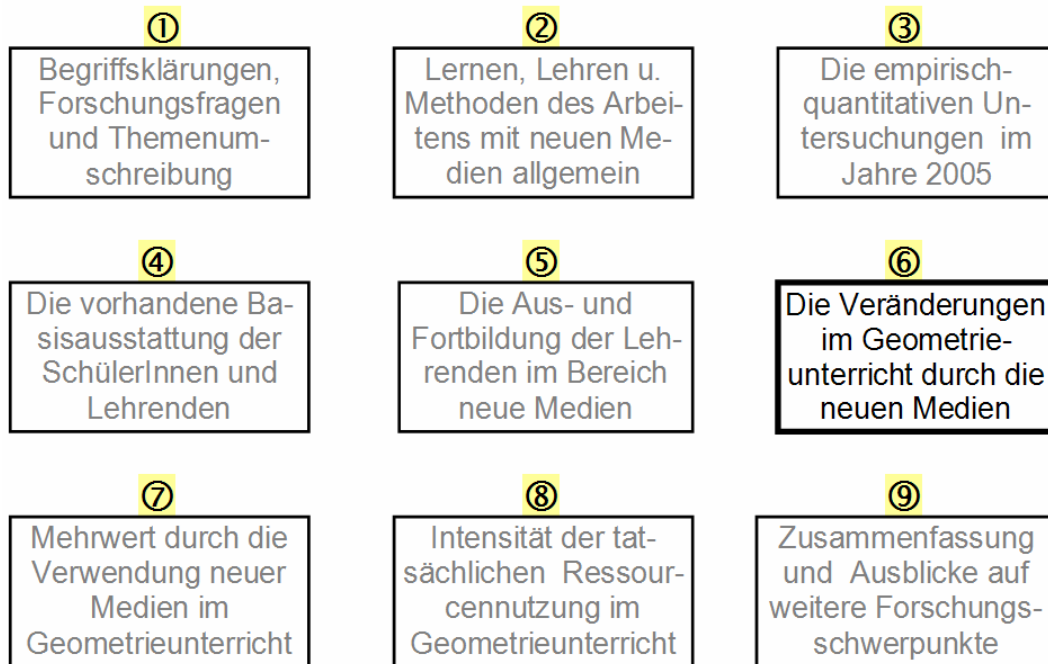
Die Lehrenden gaben mehrheitlich an, sich den Anforderungen, die der Einsatz neuer Medien an sie betreffend Didaktik, theoretischen Wissens und praktischen Eigenkönnens stellt, gewachsen zu fühlen.

Die Frage, ob die SchülerInnen nun – durch Einsatz neuer Medien – mehr Motivation und zum Teil erhöhtes Fachwissen zeigen, wurde von einen überwiegenden Anteil der Befragten bejaht.

Im Rahmen der Befragung wurde auch erhoben und dargestellt, welche Bereiche sich die Lehrenden für weitere Fortbildungsveranstaltungen wünschen. Dabei machen die Wünsche nach Seminaren zur Methodik und Didaktik sowie Ausbildungsseminare zur 3D-CAD-Software, gleichermaßen zu den didaktischen wie zu den professionellen Produkten, den Großteil aus.

6 Veränderungen im Geometrieunterricht

Übersicht und Leitfaden durch die Arbeit



In den letzten Jahrzehnten vollzog sich in der Theorie die Entwicklung vom meist reinen Frontalunterricht der 60er und 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts durch den Einfluss der neuen Medien zu anderen Lehr- und Lernformen. Parallel dazu gab es in Österreich in der Lehreraus-, Fort- und Weiterbildung im Bereich der Fächer Darstellende Geometrie und Geometrisches Zeichnen einen gewaltigen organisatorischen und inhaltlichen Wandel. Dieser gipfelte im Schuljahr 2005/06 im Antrag für eine gemeinsame neue Fachbezeichnung, in der der vollzogene Wandel zum Ausdruck gebracht werden sollte.

Durch das in Kraft getretene Gesetz für die Pädagogischen Hochschulen gibt es ab Herbst 2007 statt der Pädagogischen Akademien die Pädagogischen Hochschulen mit einer veränderten Ausbildung.

In diesem Abschnitt geht es um das Aufzeigen der historischen Entwicklung des Geometrieunterrichtes seit Beginn der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts parallel zur Implementierung neuer Medien. Die Auswirkungen dieser Entwicklungen auf die Erfüllbarkeit der Bildungs- und Lehraufgaben und auf die Veränderung der Wertigkeit konkreter Unterrichtsinhalte sind Gegenstand der Darstellung. Anschließend wird auf den Bedeutungsverlust von Inhalten und die Einschätzung der Brauchbarkeit neuer Medien im Unterricht aus Sicht der Lehrenden eingegangen. Die Ergebnisse beruhen wieder auf der quantitativen Erhebung, die im Sommersemester 2005 durchgeführt wurde.

6.1 Fachhistorischer Exkurs

Ein Blick auf die (fachpolitische) Entwicklung des Geometrieunterrichtes der letzten Jahre soll dazu beitragen, die heutige Situation besser einschätzen zu können. Wie hat sich der Geometrieunterricht (vor allem in den Fächern Geometrisches Zeichnen und Darstellende Geometrie) mit Einführung neuer Medien mit Beginn der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts verändert? Die folgende Beschreibung spannt den Bogen von den ersten Fortbildungsmaßnahmen bis zu den gegenwärtigen Bemühungen. Inkludiert sind dabei mögliche Erklärungen, warum der Geometrieunterricht in Bezug auf die Verwendung neuer Medien etwa in Abhängigkeit von Dienstalter oder Schultypen verschieden gesehen wird. Einige Originalzitate aus der Anfangszeit der ersten Berührung von DG und CAD seien im Folgenden wiedergegeben. Materialien zu diesem Abschnitt sind im Anhang „Materialien zur Geschichte“ dieser Arbeit beigelegt.

6.1.1 Aufbruchstimmung und Besinnung

Einen markanten Punkt der methodischen Neubesinnung des Faches Darstellende Geometrie stellte der Vortrag von H. Brauner³⁰² im Jahre 1979 dar. Im Vortrag beleuchtete Brauner die Situation des Unterrichtes in Darstellender Geometrie in

³⁰² Der Vortrag im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft der Lehrer für Darstellende Geometrie an AHS wurde am 11. 12. 1979 von o. Univ.Prof. Dr. Dr. Heinrich Brauner im Gymnasium in der Glasergasse in Wien auf Einladung des seinerzeitigen Arbeitsgemeinschaftsleiters Ernst Gams gehalten. Informationen über H. Brauner findet man etwa unter <http://www.geometrie.tuwien.ac.at/havlicek/brauner/> [13. 4. 2006].

Österreich. Brauner kündigte darin auch sein erstes Fortbildungsseminar in Raach vom 3. bis 7. 3. 1980 an, verlor jedoch noch kein Wort zur Situation des Computereinsatzes im Fachbereich.

J. P. Tschupik schrieb 1982 in seinem Kurzbericht³⁰³ „Die Rolle der DG im Zeitalter der CAD-Systeme“ über ein von K. Scheiber geleitetes Seminar über die Rolle der HTL³⁰⁴-Gegenstände DG und TZ in Zusammenhang mit CAD:

„... Um die von CAD gebotenen Möglichkeiten voll ausnützen zu können, werden immer höhere Anforderungen an das darstellend-geometrische Verständnis, an die Raumvorstellung und an die Fähigkeit des raumgeometrischen Kombinierens des Konstrukteurs gestellt werden müssen. ...

...

Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für den DG-Unterricht? Ein erster Schritt müßte sein, daß man den angeführten für CAD wichtigen Komponenten der DG künftig noch gezielter Aufmerksamkeit und Pflege zukommen lässt als bisher. Als zweiten Schritt wird man früher oder später bei Vorliegen der materiellen Voraussetzung eine Minimalausbildung aus CAD in die HTL-DG einzubauen haben. Zwangsläufig bedeutet dies natürlich auch eine Berücksichtigung des CAD in der Lehramtskandidatenausbildung der Zukunft.“

Inzwischen sind diese von Tschupik visionär vorausgesagten Schritte vollzogen worden. Die Entwicklung ist sogar noch viel weiter gegangen: Auch in der AHS und im Hauptschulbereich hat CAD im Geometrieunterricht Eingang gefunden.

H. Brauner veröffentlichte 1987 als wissenschaftlicher Berater der Projektgruppe DG im damaligen BMUKS³⁰⁵ einen Bericht³⁰⁶, in dem er unter anderem ausführte:

„... Die Konstruktive Geometrie hat heute durch Bildschirm und Plotter ein vielseitig verwendbares zusätzliches Konstruktionshilfsmittel dazu gewonnen. Das Gebiet des Rechnergestützten Konstruierens spricht naturgemäß Geometer, die gewohnt sind, im Anschauungsraum zu arbeiten, also die Vertreter der darstel-

³⁰³ Vgl. [TSC1982].

³⁰⁴ HTL steht für „Höhere Technische Lehranstalt“.

³⁰⁵ Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Sport.

³⁰⁶ Vgl. [BRA1987A].

lenden Geometrie, besonders an und erhöht für Schüler mit gewissen Vorkenntnissen im Arbeiten mit einem Computer die Faszination an der geometrischen Form. ... “

E. Gams verfasste als Arbeitsgemeinschaftsleiter der DG-LehrerInnen an den AHS in Wien 1987 einen Artikel, in dem er auf die laufenden Entwicklungen betreffend Computereinführung Bezug nimmt und dessen Schlussteil die damalige Stimmung unter den LehrerInnen sehr gut wiedergibt:

„... Vorstellen kann ich mir, daß von eigens zu konstituierenden Arbeitsgruppen Programme entworfen werden, die es ermöglichen, auf dem Bildschirm eine Demonstration vorzuführen, die von den Schülern konstruktiv nachvollzogen wird: ich denke etwa an das Programm „Axonometrie“, das Doz. Weiss in Raach vorgeführt hat. Dies würde auch die Behauptung jenes Ingenieurs bekräftigen, der vor einigen Jahren der ARGE Wien einen Plotter vorgeführt hat: man werde in Hinkunft sehr viele Geometer benötigen, um alle jene Vorarbeiten zu erledigen, die den Einsatz eines Computers im DG-Unterricht sinnvoll erscheinen lassen. Daß dies eine Aufgabe ist, zu deren Bewältigung Computerfachleute, die noch dazu Geometer sind, Jahre brauchen werden, weiß ich nach diesem Seminar mit Sicherheit.

Ich resümiere: Verdrängung der Darstellenden Geometrie eines Kruppa, eines Wunderlich – nein!

Unterstützung des Unterrichts durch die Verwendung jener Programme, die von Fachleuten der DG entworfen werden – ja!

Es ist aber noch ein weiter Weg dahin!“

Ebenfalls im Heft 1/1987 der IBDG zog P. Mayerhofer eine Zusammenfassung³⁰⁷ über die bisher erschienenen EDV-orientierten Beiträge. Zum Abschluss schreibt er:

„... Daraus ziehe ich den Schluß für unser Fach: Gerade die Umkehrung der darstellenden Komponente der DG, die Analyse räumlicher Objekte und ihre rech-

³⁰⁷ Vgl. [MAY1987].

nerorientierte Beschreibung nämlich, stellt das Hauptproblem der computergestützten Geometrie in der Anwendung dar, nicht der abbildende Aspekt.“

Mayrhofer's Schlussfolgerung hat erst jetzt nach fast 20 Jahren in den aktuell 2006/07 in der 7. Klasse AHS in Kraft tretenden Lehrplänen³⁰⁸ ihren Niederschlag gefunden. Dabei wurden die Abschnitte über die Abbildungen reduziert.

6.1.2 Die bundesweiten Seminare

Gekennzeichnet war die im vorigen Abschnitt durch Zitate beleuchtete Neubesinnung auf Methodik und Didaktik bis hin zur Computereinschulung durch begleitende bundesweite Seminare des BMUKS für das Fach Darstellende Geometrie vor allem für AHS. Gestartet wurde diese Seminarreihe mit „Theorie und Praxis des Unterrichtes in der Darstellenden Geometrie an der AHS“ im März 1980 in Raach am Semmering. Hier konnte H. Brauner seine Ideen von einer Fundierung der Didaktik einem großen Kreis von AHS-LehrerInnen näher bringen³⁰⁹.

Seit November 1981 gibt es die regelmäßigen bundesweiten dreitägigen „Stroblseminare“ für den Geometrieunterricht³¹⁰.

Im November 1982 wies H. Stachel³¹¹ in Saalbach mit dem Thema „Anwendungsorientierte Maßaufgaben zur Schulung von Raumvorstellung“ auf die Zunahme der Bedeutung des Problemlösens im Geometrieunterricht im Vergleich zum reinen Darstellen hin. J. P. Tschupik aus Innsbruck führte im Februar 1985 im Seminar unter dem Titel „Die Perspektive und ihre Anwendungen“ die vielfältigen Möglichkeiten der Behandlung der Perspektive im Unterricht aus. Ihm folgte H. Vogler aus Graz mit seinem Seminar mit dem Titel „Die Darstellende Geometrie als anschaulicher Weg zur Geometrie“.

Eines der ersten den Computereinsatz betreffenden bundesweiten Geometrieseminare für AHS fand mit den Vortragenden G. Weiss und P. Paukowitsch unter Mit-

³⁰⁸ Vgl. Anhang „Lehrpläne“ und http://www.bmbwk.gv.at/medienpool/11863/lp_neu_ahs_11.pdf [28. 2. 2006].

³⁰⁹ Vgl. [BRA1981], die wesentlichsten Inhalte samt späteren Erweiterungen hat Brauner von Heft 1/1985 bis zum Heft 1/1989 in den IBDG veröffentlicht.

³¹⁰ Vgl. <http://www.geometry.at/strobl> [18. 9. 2006].

³¹¹ Vgl. <http://dmg.tuwien.ac.at/stachel/> [13. 4. 2006].

arbeit von G. Schröpfer und G. Dinauer im März 1988 in Hollabrunn statt. Hier ging es noch um die Programmierung in Form von BASIC-Routinen von Projektionsabläufen (vgl. Abbildung 6-1) und um die mathematische Fassung von Sichtbarkeitsalgorithmen oder Darstellung von Fraktalen. Zu Beginn der 90er Jahre folgten Arbeitsseminare von H. Sachs und W. Kienberger in der Steiermark und 1995 ein Seminar in Oberösterreich über Robotergeometrie von M. Husty und S. Huber.

```

1500 REM ..... Verebnung der Kegels.....
1510 MV=M:XURSPV=400:YURSPV=300 :REM Ursprung u.Maßstab
1520 DREHW=0
1530 ERZZEICH=5 :REM Anzahl der zu zeichn.Erzeugenden
1540 REM .....
1550 ZAHL=(TEND-TANFANG)/SCH + 1
1560 FOR I=0 TO ZAHL
1570   T=TANFANG + I*SCH
1580   EX=FNX(T)-XSPIT:EY=FNX(T)-YSPIT:EZ=FNZ(T)-ZSPIT :REM Erzeug.vektor
1590   L = SQR(EX^2+EY^2+EZ^2)
1600   IF I=0 THEN GOSUB 1800:LINE (XURSPV,YURSPV)-(XV,YV),7:GOTO 1660
1605   GOSUB 1800:LINE-(XV,YV),7:LINE (XURSPV,YURSPV)-(XV,YV),3
1610   SK=(EX0*EX + EY0*EY + EZ0*EZ)/(L0*L)
1620   A=FNACS(SK)
1630   FI=FI+A
1660   L0=L:EX0=EX:EY0=EY:EZ0=EZ
1680   NEXT I
1780 RETURN
1799 REM *****
1800 REM ..... Abbildungsgl. für Verebnung .....
1810 XV=XURSPV + MV*L*COS(FI)
1820 YV=YURSPV - MV*L*SIN(FI)
1830 RETURN

```

Abbildung 6-1: DG und CAD 1988 – Basic-Routine

In jüngster Zeit (seit 2002) wurden, initiiert von A. Asperl³¹², bundesland- und bundesweite Seminare für die Schulung im professionellen 3D-CAD-Programm Microstation im AHS und BHS-Bereich aufgenommen.

6.1.3 Arbeitsgruppen

6.1.3.1 ADG – vom Arbeitskreis zum Fachverband

Am 16. 11. 1981 wurde auf der ersten österreichweiten Geometrietagung in Strobl die Gründung des ADG, des Arbeitskreises für Darstellende Geometrie, beschlossen. Auf freiwilliger Basis zusammenzuarbeiten, das beschlossen die dort anwesenden Vertreter der Arbeitsgemeinschaften aus AHS und BHS, von Pädagogischen Akademien, Hochschulen und Universitäten. Zum Vorsitzenden wurde

³¹² Vgl. <http://www.geometrie.tuwien.ac.at/asperl/fortbildung.html> [13. 4. 2006].

F. Primetzhofer aus Salzburg gewählt. Als ein Schwerpunkt in der Lehrerfortbildung scheint bereits 1982 in den ADG-Richtlinien³¹³ „Computergraphik und konstruktive Computergeometrie“ auf. Gleichzeitig mit der Konstituierung des ADG wurde die Herausgabe der Informationsblätter für DG (IBDG) beschlossen. Als Herausgeber bis 2001 fungierte J. P. Tschupik aus Innsbruck, sein Nachfolger als Redakteur ist seit der Ausgabe 1/2003 M. Husty, Innsbruck. Mit der ersten Ausgabe der IBDG begannen auch die Bemühungen um eine Aufwertung³¹⁴ des Fachgegenstandes „Geometrisches Zeichnen“.

Der erste Artikel über Computeranwendung im geometrischen Bereich wurde in den IBDG von P. Mayrhofer unter dem Titel „Wissenswertes über die computerunterstützte Darstellung gewisser Flächen im R^3 “ im Jahre 1983³¹⁵ veröffentlicht. In der Abbildung 6-2 ist die Entwicklung des Anteiles der Aufsätze mit Bezügen zu neuen Medien zu sehen. Dazu wurden einerseits Aufsätze gezählt, die von neuen Medien direkt handeln, andererseits auch jene, deren Inhalte ohne Verwendung

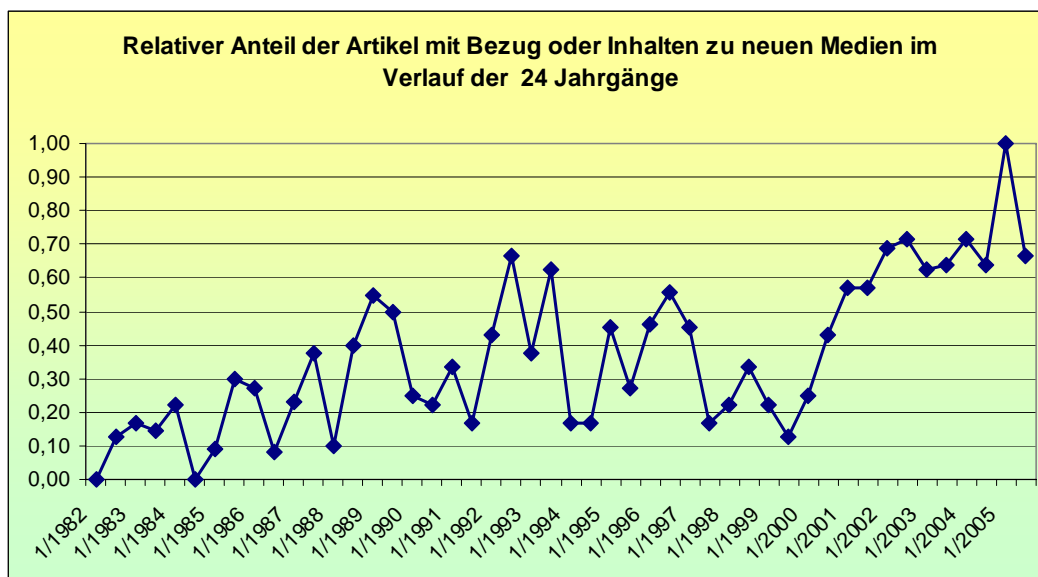


Abbildung 6-2: IBDG – relativer Anteil Neuer-Medien-Bezüge

neuer Medien nicht hätten bearbeitet werden können. Die Zuordnung in diese Kategorie ist nicht immer eindeutig: Beispielsweise wurde der Artikel von H. Brau-

³¹³ Vgl. IBDG Heft 1/1982, Seite 5.

³¹⁴ Vgl. [PRI1982].

³¹⁵ Vgl. [MAY1983].

ner über die Methodik der Abbildungen im Unterricht³¹⁶ nicht zu jenen Artikeln mit Neuen-Medien-Bezug gezählt, Brauners Artikel über die Methodik des Computereinsatzes³¹⁷ schon. Dieses Diagramm zeigt im Globalen das langsame aber deutliche Anwachsen der Inhalte mit Neuen-Medien-Bezug. Seit dem Jahr 2000 erfolgte ein kontinuierliches Anwachsen des Anteiles der Beiträge mit Bezügen zu neuen Medien.

Im November 2002 wurde als Nachfolgeorganisation des „alten“ ADG der „ADG – Fachverband der Geometrie“ gegründet, dessen Obmann W. Gems aus Salzburg ist.

6.1.3.2 GZÖ – GZ-Lehrer Österreichs

Parallel zum ADG entwickelte sich ab Ende der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts das GZÖ³¹⁸, eine Arbeitsgruppe aus dem Bereich der Allgemeinbildenden Pflichtschule (Hauptschule und Polytechnischer Lehrgang). Diese Gruppe entwickelte sich aus einer Arbeitsgruppe des damaligen BMUKS, die mit der Herausgabe von Broschüren zur informationstechnischen Grundbildung in der allgemeinbildenden Pflichtschule im Bereich des Faches Geometrisches Zeichnen beauftragt war. Die Leiterin dieser Gruppe war Lydia Tittler aus Wien. Die erste Broschüre³¹⁹ der Gruppe erschien 1989 unter dem Titel „Neue Techniken im Geometrischen Zeichnen“. Sie befasste sich hauptsächlich mit der Möglichkeit, die Programmiersprache LOGO im GZ-Unterricht einzusetzen. Diese Broschüre³²⁰ enthält auch ein Verzeichnis der damals verfügbaren CAD-Software für den Unterricht im Fach GZ. Dieses Heft wurde an alle Pflichtschulen, nicht jedoch an AHS und BHS versandt. 1990 erschien unter der Schriftleitung³²¹ von A. Bachinger die zweite Broschüre dieser Reihe, in der Beispiele für die Programme Auto-sketch, Schul-Cad II, PC-Design und CAD-2D didaktisch methodisch aufbereitet dargestellt wurden.

³¹⁶ Vgl. [BRA1989].

³¹⁷ Vgl. [BRA1987B].

³¹⁸ Vgl. <http://www.geometry.at/ibdg/arbeitsgruppen/gzoe/index.html> [13. 4. 2008].

³¹⁹ Vgl. [BAC1989].

³²⁰ Ebenda, S. 18 – 21.

³²¹ Vgl. [BAC1990].

1991 erschien schließlich ein dritter Band³²² derselben Reihe, der nun erstmals an die HS und auch an die AHS gesandt wurde. In diesem gab es eine detaillierte Übersicht über die „Situation der Lehrerbildung in Österreich“³²³ unter Beachtung der verwendeten Software. Hier wurde etwa im Bereich des Bundeslandes Niederösterreich³²⁴ die intensive Ausbildung der InformatiklehrerInnen – vorwiegend mit dem Programm Autosketch – beschrieben, von der reinen Ausbildung der GZ-LehrerInnen fehlen die Informationen. Niederösterreich ist nach Auswertung der Umfrage noch heute das (einzige) Bundesland mit einem relativ hohen Anteil an Autosketch-Verwendung im HS-Bereich. Ein letzter Band erschien dann im selben Jahr mit der Anleitung zum Programm Schulcad³²⁵ III von A. Bachinger, welches neben einem 2D-Teil auch ein 3D-Modul enthielt.

Mit Beschluss³²⁶ vom 15. 5. 1992 trat der Vorstand des GZÖ unter L. Tittler dem ADG als assoziiertes Mitglied bei. Seitdem schien auch die GZÖ als Herausgeber der IBDG auf der Titelseite auf. Unter der Schriftleitung von G. Thaler, Innsbruck, wurde von der GZÖ ein GZ-Glossar herausgegeben, welches die wichtigsten Begriffe aus und für den Schulgeometrieunterricht erhält. Aus dem Bereich der neuen Medien enthält es aber lediglich die Begriffe „CAD“, „CAM“ und „FRAKTAL“.

6.1.3.3 ADI GZ/DG

Die „Arbeitsgemeinschaft Didaktische Innovation im Geometrieunterricht“ ist eine Gruppe³²⁷ von GeometrielehrerInnen aus Österreich aus den Ausbildungsstätten Hauptschule, AHS, BHS, PÄDAK und Universität. Sie wurde auf Vorschlag des ADG im Herbst 1997 initiiert, um eine didaktische Erneuerung im Fachbereich Geometrisches Zeichnen / Darstellende Geometrie mit konkreten Hilfen zu begleiten. Das bekannteste Ergebnis dieser Zusammenarbeit war bisher neben

³²² Vgl. [BAC1991].

³²³ Ebenda, S. 2 – 12.

³²⁴ Ebenda, S.5.

³²⁵ Vgl. <http://www.padl.ac.at/mm-team/software/scad/Default.htm> [13. 4. 2006].

³²⁶ Vgl. IBDG, Heft 2/1992, Seite 1.

³²⁷ Vgl. <http://www.htlortwein-graz.ac.at/adi/adigzdg.htm> [13. 4. 2006].

verschiedenen WEB-Beiträgen³²⁸ die Herausgabe einer *CD-ROM*³²⁹ für den GZ und DG-Unterricht im Jahre 2000.

6.1.3.4 Die Gruppe DIFAG

Das „Didaktische Forum für Angewandte Geometrie“ ist eine Arbeitsgruppe mit LehrerInnen aus dem technischen Schulwesen aus allen Bundesländern. Sie wurde 1999 von der pädagogischen Abteilung³³⁰ des Bundesministeriums für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten ins Leben gerufen. Der Auftrag an die Gruppe war zunächst, sich um zeitgemäße didaktische Konzepte eines modernen Geometrieunterrichtes zu bemühen. Das zentrale Ergebnis dieser Gruppe: Im Jahr 2000 erschien der *Leitfaden*³³¹ zum Unterrichtsfach Darstellende Geometrie an technischen und gewerblichen Lehranstalten „Von der Darstellenden Geometrie zur Angewandten Geometrie“. Dieser Leitfaden enthält neben didaktisch-methodischen Hinweisen zum Umgang mit neuen Medien auch ein ausführliches Glossar mit neuen Begriffen aus der Geometrie.

6.1.3.5 FFG

Das „Forum für Geometrie“³³² wurde als Analogon zur DIFAG-Gruppe für den AHS-Bereich im Jahre 2000 unter der Leitung von M. Kraker, Graz, konstituiert. Hauptaugenmerk der Arbeit liegt auf der Erstellung von Arbeitsblättern für den computergestützten Unterricht in Darstellender Geometrie im AHS-Bereich. Zusätzlich arbeitet die Gruppe an einem österreichweiten Fortbildungskonzept zur Umsetzung der Ziele des neuen Lehrplans. Aus dieser Gruppe gingen die Mitglieder der Lehrplangruppe für den Lehrplan 2004 hervor. Ein Kommentar zum Lehrplan an AHS für Darstellende Geometrie steht vor der Herausgabe.

6.1.3.6 Geometrie-Netzwerk-Sek 1 (IMST3)

2005 konnte auf Grund finanzieller Unterstützung des Projektes IMST3³³³ der Grundstein für ein Netzwerkerteam³³⁴ im Bereich des Geometrieunterrichtes in

³²⁸ Vgl. http://www.e-teaching-austria.at/geometrie/5_schulstufe/index.html [13. 8. 2006].

³²⁹ Vgl. [ADI2000].

³³⁰ P. Schüller, Abt. II/2, BMBWK.

³³¹ Vgl. [SCHÜ2000].

³³² Vgl. <http://www.brg22.ac.at/ffg/> [13. 4. 2005].

³³³ Vgl. <http://imst.uni-klu.ac.at/index.php> [13. 8. 2005].

der Sekundarstufe 1 – also übergreifend zwischen AHS und HS – konstituiert werden. Dies geschah ebenso wie bei ADI oder FFG auf Anregung des ADG. Mit der Leitung wurde T. Müller, Krems, betraut. Hauptziele sind die Verbesserung der Kommunikation zwischen den Lehrenden des Faches Geometrisches Zeichnen, die Nutzung von Synergieeffekten durch verstärkte Kooperation zwischen AHS und HS bei der LehrerInnenbildung, sowie ein rascher direkter Austausch von Informationen über Entwicklungen im Fachbereich.

6.1.4 Entwicklung und Vertrieb didaktischer Software

6.1.4.1 Das Zentrum für Schulentwicklung

Eine wesentliche Säule der praktischen österreichweiten Verbreitung von schulischer Software ist das Zentrum für Schulentwicklung³³⁵ im Rahmen des BMBWK. Dank der Übermittlung von Daten über die ausgelieferte Software konnte die in Abbildung 6-3 dargestellte grafische Veranschaulichung erstellt werden. Die für die vorliegende Arbeit übermittelten Originalzahlen sind im Anhang „Materialien zu Geschichte“ tabellarisch aufbereitet.

In dieser Grafik fallen einige Softwareprodukte auf, die in der vorliegenden Untersuchung bei der Umfrage nach der verwendeten Software praktisch kaum genannt worden sind. Dazu zählen die Programme DGZ, Julia-CAD und Schulcad. Das Programm GAM oder die professionellen Programme sind vom BMBWK nicht in Generallizenz angekauft worden und scheinen deshalb in dieser Statistik nicht auf. Am häufigsten (über 1100mal) wurden die oben beschriebene ADI-CD und das Programm WinDos-CAD ausgeliefert. Bei den Zahlenwerten im Vergleich zur Auflistung im Anhang „Materialien zur Geschichte“ ist zu beachten, dass in der Regel (etwa bei der ADI-CD) *zwei* Exemplare je Schule ausgeliefert worden sind.

³³⁴ Vgl. <http://www.geometry.at/netzwerk/sek1/index.html> [13. 8. 2005].

³³⁵ Vgl. <http://www.zse1.at> [13. 8. 2006]. Das ZES betreut über 1800 Schulen aus dem Bereich AHS, BHS und HS.

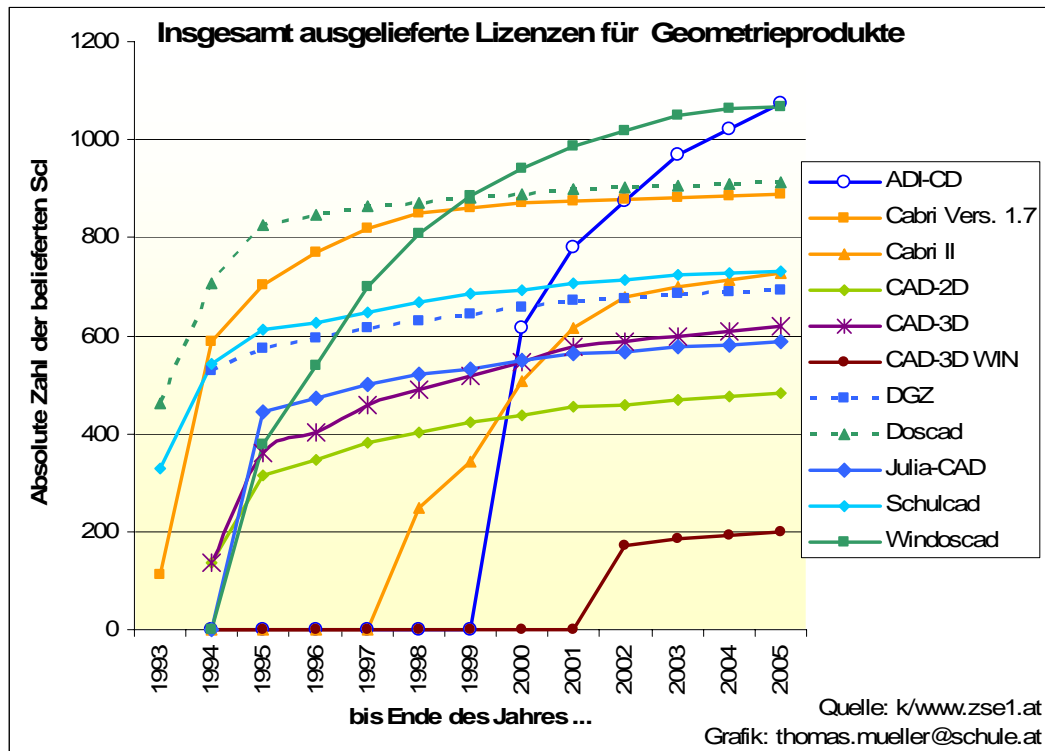


Abbildung 6-3: ZSE – Softwareauslieferung 1993 – 2005

6.1.4.2 Zum Programm GAM

Zur Entwicklung des nach den Umfragewerten sehr beliebten didaktischen 3D-CAD-Programmes GAM (Generieren – Abbilden – Modellieren) teilte der Programmautor E. Podensdorfer, Graz, auf Anfrage Folgendes per Mail³³⁶ mit:

- „ ... * Die erste Vorstellung von GAM in Strobl war 1989 (DOS-Version, V4.5)
- * Die erste Vorstellung vor DG-Lehrern war im Rahmen eines Seminars für DG-Lehrer an der HTL Saalfelden: 7. – 10.5.1990, Seminarleiter Werner Gems
- * Die erste Schullizenz erwarb die HTL Wien X, Abteilung Elektronik, 12.6.1990.
- * Die erste Landeslizenz erwarb das Bundesland Salzburg: 1998
- * Die erste Windowsversion wurde im Frühjahr 1999 ausgeliefert: GAM V8.0 ... “

6.1.4.3 Zum Programm CAD-3D

Zu Beginn der 1990er Jahre wurde am Institut für Geometrie an der TU-Wien unter der Leitung von H. Stachel für das DOS-Betriebssystem das didaktische 3D-

³³⁶ Kopie aus einer Mail vom Programmautor Erwin Podensdorfer vom 17. 12. 2005.

CAD-Programm CAD-3D entwickelt und danach erfolgreich über eine vom BMBWK finanzierte Lizenz an österreichischen Schulen verteilt. Zu Beginn des Jahres 2000 erfolgte die Entwicklung einer Windowsversion. Der Mitprogrammautor in dieser Entwicklungsphase, Markus Pfeifer, Wien, teilte auf Anfrage zur Entwicklung Folgendes per Mail³³⁷ mit:

„...“

Zu CAD-3D kann ich nur bezüglich der Windows Version Stellung nehmen, da ich nicht im Entwicklerteam der Dos-Version war. ...

.) Beginn der Entwicklung von CAD3D für Windows war das Frühjahr 2000.

.) Erste Präsentation einer Rohfassung in Strobl 2000

.) Erste offizielle Version von Cad3D: Frühjahr 2001 (glaube ich jedenfalls)

.) Herbst 2001: VRML/X3D-Export, SAT-Export (Version 1.10)

...“

6.1.4.4 Technologieklassifizierung nach Christensen

Im Zusammenhang mit der Technologieentwicklung ist der Versuch reizvoll, die Ideen von C. Christensen auf die Entwicklung und die Verwendung der CAD-Programme im Unterricht zu übertragen. Christensen unterscheidet in seinen Überlegungen³³⁸ zwei Klassen von Technologieentwicklungen, die er aus Beobachtungen in der Praxis gewinnt:

- *Erhaltende Technologien (Sustaining Technologies)*, die im Wesentlichen die Leistung etablierter Produkte verbessern. Dazu könnte etwa die Entwicklung der Festplatten bei den Speichermedien gezählt werden. Die Platten wurden immer kleiner, zuverlässiger, billiger und schneller.
- *Ablösende Technologien (Disruptive Technologies)*, die billiger, einfacher und angenehmer zu benutzen sind und deshalb eine bestehende Technologie verdrängen bzw. ablösen. So löst die Digitalfotografie derzeit die „klassische“ Fotografie mit Filmen auf chemischer Basis ab. Bei den

³³⁷ Kopie aus einer Mail vom 10. 1. 2006 vom Ko-Programmautor Markus Pfeifer, Wien.

³³⁸ [CHR1997], vgl. etwa Seite xv und 191 ff.

transportablen Speichermedien etwa lösten USB-Speichersticks die Disketten ab.

Folgende Übergänge bzw. Technologieablösen könnten im Geometrieunterricht als ablösend klassifiziert werden:

Handzeichnen mit Tuscheausführung → *CAD-Zeichnungen / Ausdrücke*

Zeichenplattenkonstruktionen → *CAD-Programmverwendung*

Schablonenbeschriftung → *Computerbeschriftung oder Freihandbeschriftung*

Diese Übergänge sind in der Entwicklung von Schulbüchern zu bemerken. Bei den GZ-Lehrbüchern vergleiche man frühere Ausgaben mit den aktuellen: Im Buch von Felzmann ua. ist in der Ausgabe von 1990³³⁹ ist noch das Schablonenschreiben beschrieben und ein Vergleich zwischen den Technologien „Freihandskizzieren“, „Konstruktion auf der Zeichenplatte“ und „Computerzeichnen“ enthalten. Diese Teile fehlen in der Ausgabe im Jahr 2004³⁴⁰. Im neu konzipierten Lehrbuch³⁴¹ von A. Asperl werden nur mehr auf die Technologien „Freihandskizzieren“ und „Computerzeichnen“ ausführlich eingegangen.

Bei der Entwicklung der Softwaretypen ist eine Zuordnung nach Christensen nicht immer eindeutig bzw. der Beobachtungszeitraum für eine eindeutige Einordnung zu kurz. Deutet zum Beispiel die immer häufigere Verwendung von 3D-Software im Geometrieunterricht auf die völlige Ablösung der 2D-Software hin? Sind die Übergänge von DOS- zu Windows-Programmen und hin zur internetbasierender Technologie ablösend oder lediglich erhaltend im Sinne von Christensen. Diese Einschätzung hängt auch von der Sichtweise ab: Ein reiner Anwender / Geometrielehrer wird eine Verbesserung im Handling bemerken, den Technologiewandel also als *erhaltend* einschätzen, ein Softwaretechniker wird sicherlich von einer *Ablöse* im Sinne von Christensen sprechen.

Wie in Abbildung 6-4 dargestellt, konnte sich während der „Hochblüte“ des Tuschezeichnens³⁴², gleichzeitig die Qualität der – zunächst sehr hochpreisigen – CAD-Ausdrücke verbessern. Diese entwickelten sich im Schulunterricht vom

³³⁹ Vgl. [FEL1990], S. 11 und S. 71.

³⁴⁰ Vgl. [FEL2004].

³⁴¹ Vgl. [ASP2005].

³⁴² Vgl. Verwendung der ROTRING-HIGH-TECH-Tuschefüller auch in der Sekundarstufe 1 in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts.

Nadeldruck über den Plotterdruck mit Tuschestiften zum Laserdruck. Da Laserdrucker für die Schulen preislich erschwinglich wurden, ersetzen sie schließlich das Tuschezeichnen (mit den teuren Tuschefüllern).

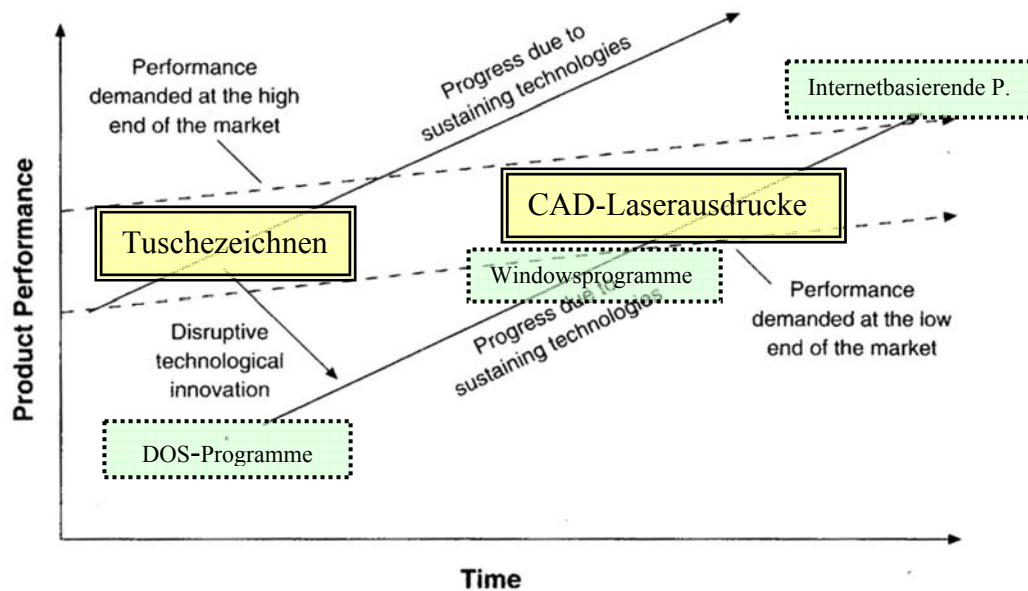


Abbildung 6-4³⁴³: Christensens Diagramm und Geometrie

Der sich zurzeit vollziehende Wandel hin zu einem höheren Anteil an geometrischem Freihandzeichnen stellt an sich keine Ablösung des exakten Zeichnens dar, da dieses exakte händische Konstruieren ja eigentlich durch CAD-Zeichnungen abgelöst wird.

6.1.4.5 WEB-basierte Unterstützung für den Unterricht

Im Wesentlichen sind zwei österreichweite Plattformen für den Geometrieunterricht eingerichtet worden:

Die Plattform *www.geometry.at* wurde auf Initiative von Tagungsteilnehmern an der Strobltagung im November 1996 errichtet und seither im Auftrag des ADG³⁴⁴ gewartet. Die Bemühungen um diese erste Plattform für den österreichischen Geometrieunterricht wurden in den IBDG³⁴⁵ von T. Müller beschrieben. Im Laufe

³⁴³ Quelle: [CHR1997], S. Xix, ergänzt durch eigene Bemerkungen.

³⁴⁴ ADG – Fachverband der Geometrie

³⁴⁵ Vgl. [MUE1997].

der Jahre wurde ein Betreuungsteam unter der Koordination von W. Rath, Wien, aufgebaut.

Auf Initiative des BMBWK wurden Seiten mit dem Namen *geometrie.schule.at* bzw. *gz.schule.at* und *dg.schule.at* eingerichtet. Die Etablierung erfolgte technisch durch EDUHI in Linz im Jahre 2004, mit der inhaltlichen Betreuung wurden A. Kastenberger, Wien, und T. Müller, Krems, beauftragt. Zu Unterstützung wurde das Team für *geometrie.schule.at* sukzessive erweitert: Marion Pfeifer, Gänserndorf, für die Koordinierung der Veranstaltungstermine (rund 50 Seminare, AG-Tagungen, Kurse im Jahr 2005), K. Scheiber, Graz, für die Verwaltung der Mailingliste und W. Gerns, Salzburg, für allgemeine Eintragungen wurden aufgenommen.

6.2 Auswirkungen neuer Medien

6.2.1 Erfüllung der Bildungs- und Lehraufgabe

Die Bildungs- und Lehraufgaben eines Faches stellen einen festen Bestandteil der österreichischen Lehrpläne³⁴⁶ dar. Deshalb wurde diesem Bereich ein eigener Abschnitt im Fragebogen gewidmet. Bei Item 60 (vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“) wurden zu dem Fragenbereich „Welche Auswirkungen hat die Verwendung neuer Medien auf die Erfüllung der Bildungs- und Lehraufgabe von GZ, DG, ...?“ 24 freie Ergänzungen angebracht, also auf fast 11 % der Fragebogen. Exemplarisch sei die Aussage³⁴⁷ „*Es gibt kaum ein Fach, in dem der Einsatz neuer Medien wichtiger und sinnvoller ist als Geometrie.*“ wiedergegeben

Eine Übersicht über die Kategorisierung der Aussagen bietet Tabelle 6-1:

Themenbereich	Nummern der Ergänzungen
Didaktische Aspekte	10,15,21
Schulung der RV (pos./neg.)	07,20
Motivation, Interesse	02,05,07,14,17,19,21
Positive Aspekte	02,05,06,07,12,14,16,17
Neutrale Aussage	01,08,17,18,20
Negative Aspekte	04,09,11,13
Schulausstattung/Stundenzahl	04,11,13
Andere Probleme	13,15, 18

Tabelle 6-1

Insgesamt überwiegen positive Aussagen. Aus der Tabelle geht hervor, dass ein großer Teil der Antworten die Bereiche *Motivation und Interesse* betreffen: Dies ist etwa in den Aussagen „*Neue Begeisterung der Schüler für diese Fächer. ...*“³⁴⁸ oder „*Verbesserte Motivation; umfangreichere und neue Problemstellungen möglich; ...*“³⁴⁹ zu erkennen.

Durch die Zusammenfassung der meisten Items im Bereich „Bildungs- und Lehraufgabe“ (Items 61, 62, 64, 66a, 66b, 67, 69) zum Score P6 mit dem Namen „Erleichterungen für die SchülerInnen“ erfolgte die Darstellung der wesentlichen Ergebnisse im Abschnitt 3.5. Aus der Abbildung 3.13 ist ersichtlich, dass nur weniger als 5 % der Befragten glauben, dass es eher keine Erleichterungen im Sinne

³⁴⁶ Vgl. Anhang „Lehrpläne“.

³⁴⁷ Aussage Nr. 6 im Abschnitt 2.3 des Anhangs ‚Freie Ergänzungen‘.

³⁴⁸ Teil aus der Aussage 11, ebenda.

³⁴⁹ Teil aus der Aussage 19, ebenda.

des Scores P6 gibt. Im Abschnitt 7.3 wird auf einzelne Items dieses Bereiches eingegangen.

6.2.2 Veränderung der Konstruktionswerkzeuge

Bei Item 50 (vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“) wurden zu dem Fragenbereich „Unterrichtsinhalte – Konstruktionswerkzeuge“ 12 Antworten gegeben, d.h. auf nur etwa 5 % der Fragebogen wurden zu diesem Bereich Ergänzungen angebracht.

Eine Übersicht über die Kategorisierung der Aussagen bietet Tabelle 6-2:

Themenbereich	Nummern der Ergänzungen
Stundenzahl	01,09
Raumvorstellung	07
Wandlung	02
Didaktische Aspekte	04,06,09,10
Händisches Zeichnen	03,07,12
Positive Aspekte	04,11
Negative Aspekte	03,04, 09, 10
Andere Probleme	06, 10

Tabelle 6-2

6.2.2.1 Deskriptive Ergebnisse

Über den Anteil der verwendeten Konstruktionswerkzeuge gibt die Abbildung 6-5 Auskunft. Die Grafik zeigt sehr übersichtlich den aktuellen Stand in der Verteilung der Konstruktionsmöglichkeiten im Unterricht. Demnach ist der Anteil am exakten Konstruieren mit den traditionellen Werkzeugen Zirkel und Lineal sehr hoch. Bedenklich scheint die Aussage, dass rund 30 % der Lehrenden angeben, dass die Anteile am Konstruieren mit Software und jener mit Freihandzeichnen sehr gering sind oder gar nicht vorkommen!

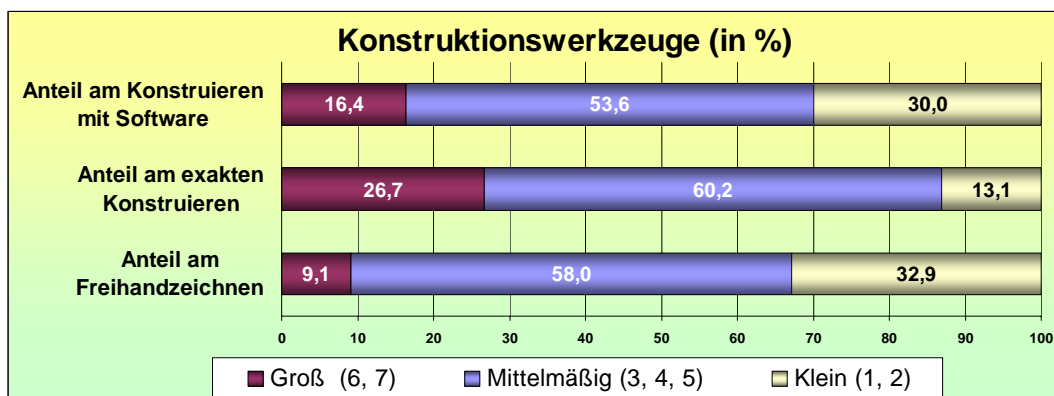


Abbildung 6-5: Konstruktionswerkzeuge

6.2.2.2 Schulbezogene Unterschiede

6.2.2.2.1 Schultyp

Konstruieren mit Software vollzieht sich signifikant häufiger ($p < 0,001$, vgl. Tabelle 6-3) an AHS/BHS – und zwar mehr als doppelt so häufig (vgl. Abbildung 6-6). Dass Softwareverwendung mit 45 % Anteil an Hauptschulen sehr wenig oder überhaupt nicht im Geometrieunterricht stattfindet, ist mehr als bedenklich. Die Ursachen dieser Tat-

Statistik für Test^a

	Anteil am Freihandzeichnen ist	Anteil am exakten Konstruieren mit Z. und L.	Anteil am Konstruieren mit Software
Mann-Whitney-U	4918,500	5469,500	3567,000
Wilcoxon-W	14788,500	15339,500	6807,000
Z	-1,388	-,445	-4,541
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,165	,656	,000

a. Gruppvariable: Schultype

Tabelle 6-3

sache zu erforschen, wäre äußerst wichtig. Bestätigt wird dieses Ergebnis etwa durch die Untersuchung U2 (vgl. Abschnitt 8.3), wo von 20 anwesenden HS-LehrerInnen 7 keine Software im laufenden Schuljahr im Geometrieunterricht verwendet hatten.

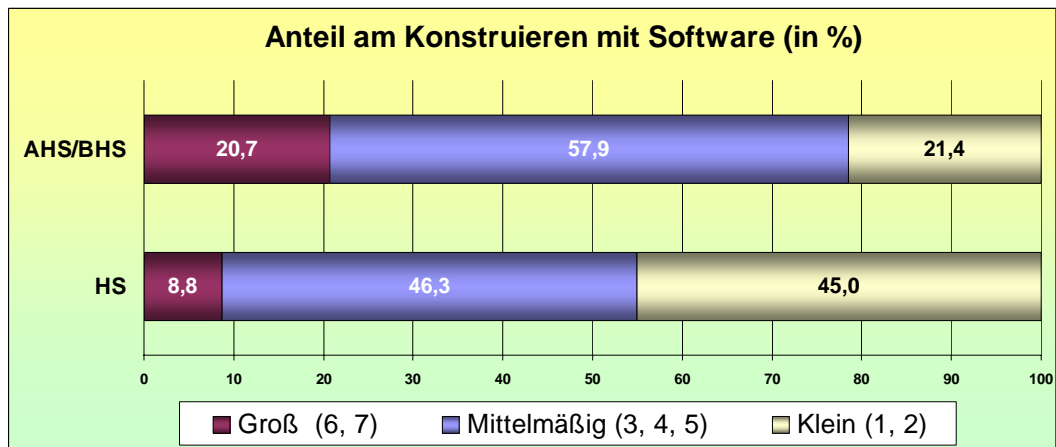


Abbildung 6-6: Konstruieren mit Software – Schultypunterschiede

6.2.2.2 Schulgröße

Der Anteil am Konstruieren mit Software ist signifikant unterschiedlich (mit $p = 0,003$, vgl. Tabelle 6-4) nach der Schulgröße. Warum an größeren Schulen – wie in Abbildung 6-7 ersichtlich – der Anteil am Konstruieren höher und der der

Statistik für Test^{a,b}

	Anteil am Freihandzeichnen ist	Anteil am exakten Konstruieren mit Z. und L.	Anteil am Konstruieren mit Software
Chi-Quadrat	3,085	7,101	13,985
df	3	3	3
Asymptotische Signifikanz	,379	,069	,003

a. Kruskal-Wallis-Test
b. Gruppenvariable: Klassenanzahl

Tabelle 6-4

Nichtverwendung proportional kleiner ist, mag zum einen Teil damit erklärbar sein, dass die kleinen Schulen vor allem Hauptschulen sind. Vergleiche hierzu auch die Ergebnisse bei den Schultypunterschieden im vorigen Abschnitt!

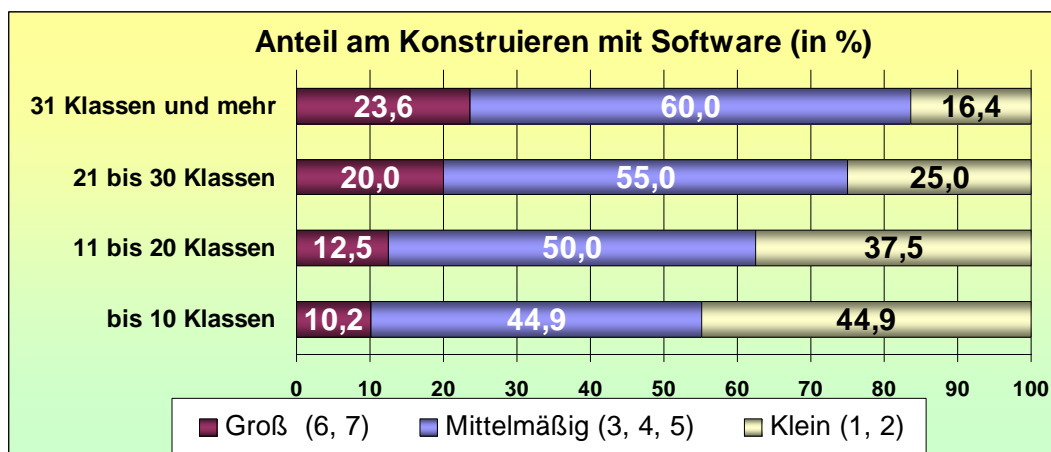


Abbildung 6-7: Konstruieren mit Software – Schulgrößenunterschiede

6.2.2.3 Lehrendenbezogene Unterschiede

Bei den Lehrenden wurden in Bezug auf das Geschlecht und das Dienstalter keine signifikanten Unterschiede in der Verwendung der Konstruktionsmittel festgestellt. Unterschiede bei den LehrerInnen mit unterschiedlichem Interesse an neuen Medien bestätigen sich erwartungsgemäß.

6.2.2.3.1 Eigenes Interesse

Die Unterschiede an den Anteilen beim Konstruieren mit Software sind signifikant (mit $p = 0,004$, vgl. Tabelle 6-5) zwischen den LehrerInnengruppen nach ihrem Interesse an neuen Medien. Erwartungsgemäß konstruieren bei der Gruppe mit dem geringsten Interesse am wenigsten oft mit Software (vgl. Abbildung 6-8),

Statistik für Test^{a,b}

	Anteil am Freihandzeichnen ist	Anteil am exakten Konstruieren mit Z. und L.	Anteil am Konstruieren mit Software
Chi-Quadrat	9,104	6,383	10,927
df	2	2	2
Asymptotische Signifikanz	,011	,041	,004

a. Kruskal-Wallis-Test

Tabelle 6-5

bei der mit höchstem Interesse mehr als doppelt so viele.

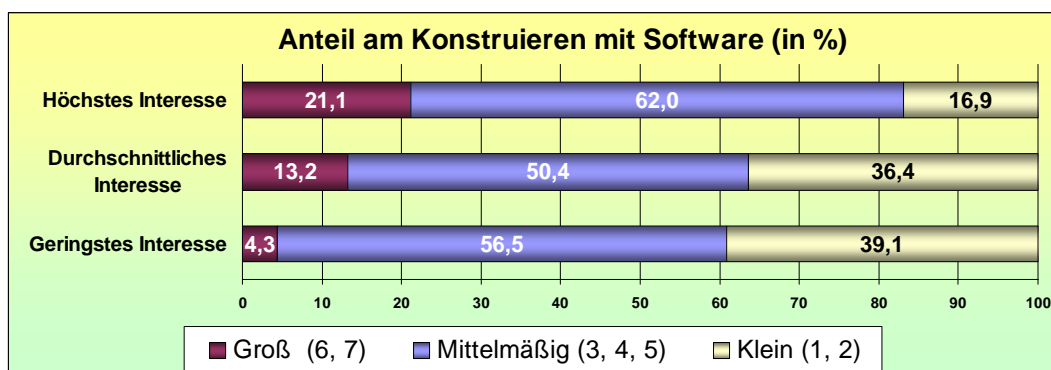


Abbildung 6-8: Konstruieren mit Software – Interessensunterschiede

Gerade umgekehrt ist diese bei den Anteilen am händischen exakten Konstruieren (vgl. Abbildung 6-9). Dies steht signifikant fest (mit $p = 0,041$, vgl. Tabelle 6-5).

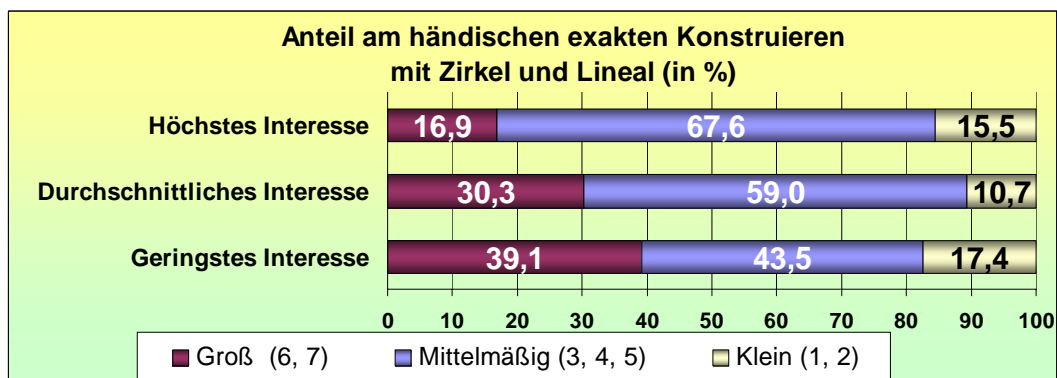


Abbildung 6-9: Händisches exaktes Zeichnen – Interessensunterschiede

Beim Freihandzeichnen liegt der Unterschied signifikant (mit $p = 0,011$, vgl. Tabelle 6-5) zu Gunsten der Gruppe mit geringstem Interesse (vgl. Abbildung 6-10).

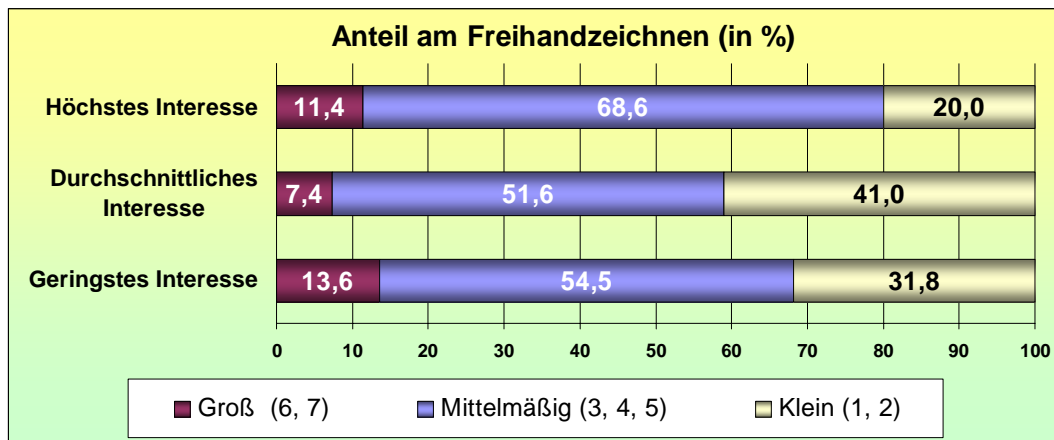


Abbildung 6-10: Freihandzeichnen – Interessensunterschiede

6.2.3 Unterrichtsinhalte – Bedeutungsverlust

Mit dem Fortschreiten der Implementierung neuer Medien geht ein Bedeutungsverlust mancher traditioneller Inhalte Hand in Hand. So werden manche Konstruktionen obsolet und durch neue Inhalte ersetzt.

Bei Item 70 (vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“) wurden zu dem Fragenbereich „Auswirkungen auf konkrete Unterrichtsinhalte“ lediglich 12 Antworten gegeben, d.h. auf nur etwa 5 % der Fragebogen wurden Ergänzungen angebracht. Exemplarisch sei die Antwort Nr. 8 zitiert: „*Manche traditionelle Inhalte verlieren völlig an Bedeutung, dafür kommen mindestens genauso interessante neue Inhalte dazu.*“ Generell wird die Wandlung hervorgehoben (in der Hälfte der Antworten!). Eine Auflistung aller Antworten ist im Anhang „Freie Ergänzungen“ zu finden (vgl. Punkt 3.2). Eine Kategorisierung der Aussagen erfolgte auf folgende Bereiche:

Themenbereich	Nummern der Ergänzungen
Wandlung	02,03,04,08,10,11
Negative Aspekte	12
Händisches Zeichnen	01,05
Positive Aspekte	06,07
Unsicherheit	02,11
Mehr Motivation	06,09

Tabelle 6-6

6.2.3.1 Deskriptive Ergebnisse

Mehr als 40 % der Lehrenden meinen, dass es einen Bedeutungsverlust beim händisch exakten Konstruieren gibt, nur 13 % glauben, dass es einen solchen eher nicht gibt. Mit dem Freihandzeichnen scheint es sich umgekehrt zu verhalten, hier glauben mehr als die Hälfte an keinen Bedeutungsverlust und nur knapp 10%, dass es einen solchen gibt (vgl. Abbildung 6-11).

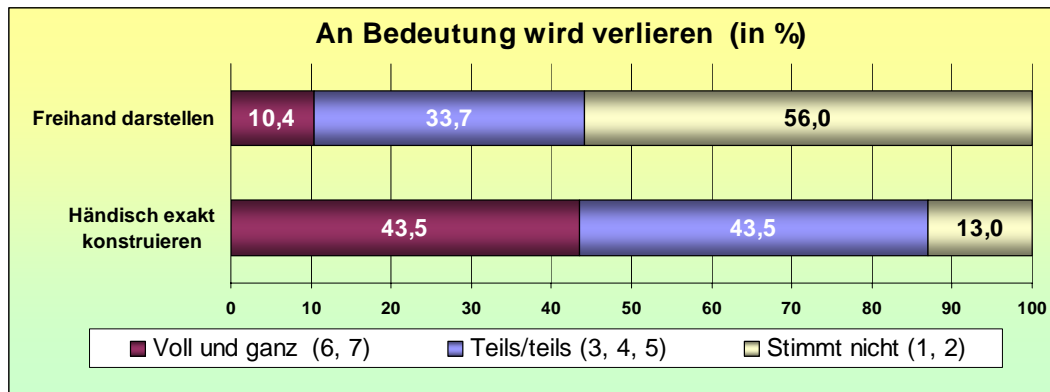


Abbildung 6-11: Bedeutungsverlust

Durch eine Faktorenanalyse konnten die Fragen 73, 74, 75a und 75 zu einem einzigen Score p7 mit der Umschreibung „Die Verwendung neuer Medien führt zu einem Bedeutungsverlust einzelner traditioneller Inhalte des Geometrieunterrichtes.“ zusammengefasst werden. Etwa ein Viertel der Lehrenden bestätigt die Aussage des Bedeutungsverlustes und weniger als 5 % bestreiten diese eher (vgl. Abbildung 6-12).

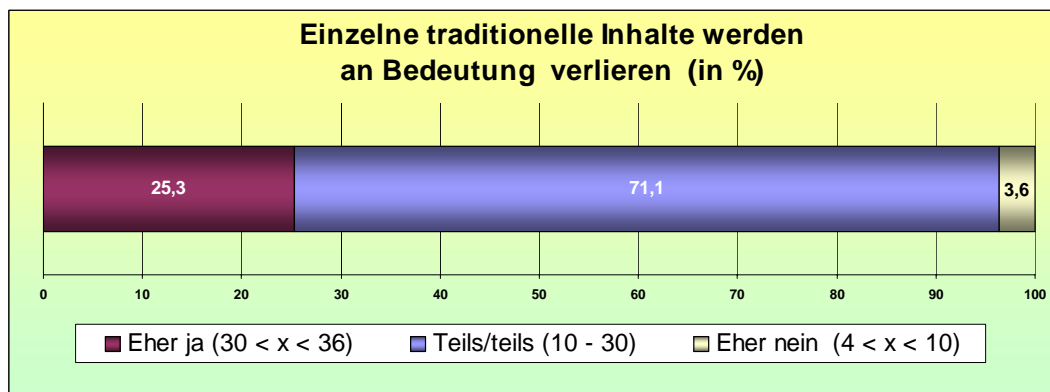


Abbildung 6-12: Bedeutungsverlust traditioneller Inhalte

6.2.3.2 Schulbezogene Unterschiede

6.2.3.2.1 Schultyp

Bei der Einschätzung nach dem Bedeutungsverlust des händischen exakten Konstruierens gibt es signifikante Unterschiede (mit $p = 0,002$, vgl. Tabelle 6-7)

Statistik für Test^a

	Objekte händisch exakt konstruktiv darst. wird Bedeutung verlieren	Objekte in Freihand darzustellen wird Bedeutung verlieren
Mann-Whitney-U	3105,000	3687,000
Wilcoxon-W	5451,000	11562,000
Z	-3,151	-1,558
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,002	,119

a. Gruppenvariable: Schultype

Tabelle 6-7

zwischen den untersuchten Schultypen. Mehr als die Hälfte der AHGS/BHS-LehrerInnen stimmen dieser Aussage zu, während dies weniger als ein Drittel der HS-LehrerInnen tun (vgl. Abbildung 6-13).

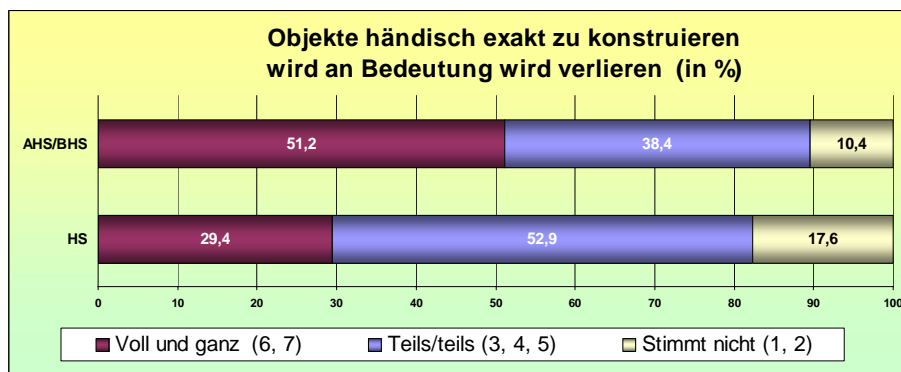


Abbildung 6-13: Bedeutungsverlust des Konstruierens – Schultypunterschiede

Ähnlich verhält sich dies mit den zu einem einzigen Score p7 zusammengefassten Aussagen „Bedeutungsverlust“. Wieder geben signifikant (mit $p < 0,0001$, vgl.

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit		
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)
Bedeutungsverlust von Inhalten durch neue Medien	Varianzen sind gleich	1,144	,286	-5,174	192	,000
	Varianzen sind nicht gleich			-5,068	129,462	,000

Tabelle 6-8

Tabelle 6-8) mehr AHS/BHS-LehrerInnen an, dass traditionelle Inhalte Bedeutung verlieren werden. Dies ist graphisch durch Abbildung 6-14 wiedergegeben.

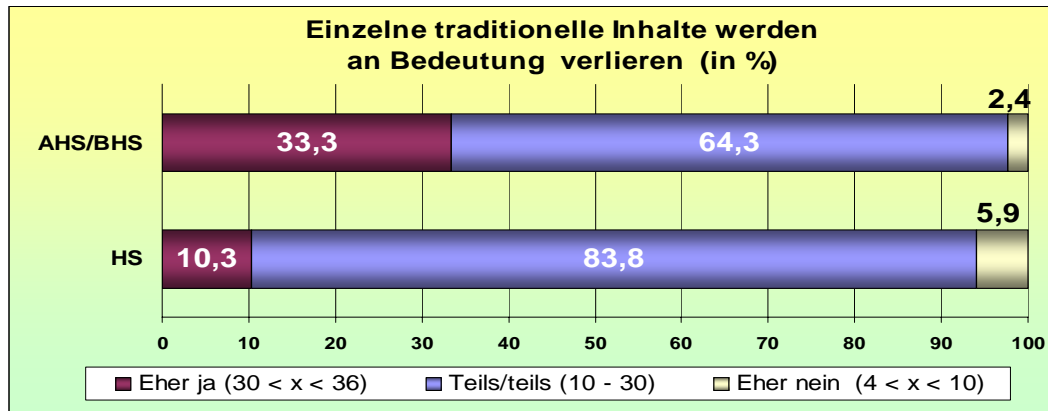


Abbildung 6-14: Bedeutungsverlust von Inhalten – Schultypunterschiede

6.2.3.2.2 Schulgröße

Dieser Bedeutungsverlust wird auch in verschieden großen Schulen signifikant (mit $p < 0,001$, vgl. Tabelle 6-9) unterschiedlich gesehen. Je größer die Schule, desto eher wird der Bedeutungsverlust gesehen (vgl. Abbildung 6-15) – ein „eigenartiges“ Ergebnis.

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Bedeutungsverlust von Inhalten durch neue Medien

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	927,252 ^a	3	309,084	6,626	,000
Intercept	105375,303	1	105375,30	2258,886	,000
KLASSEN	927,252	3	309,084	6,626	,000
Fehler	8583,461	184	46,649		
Gesamt	118211,104	188			
Korrigierte Gesamtvariation	9510,712	187			

a. R-Quadrat = ,097 (korrigiertes R-Quadrat = ,083)

Tabelle 6-9

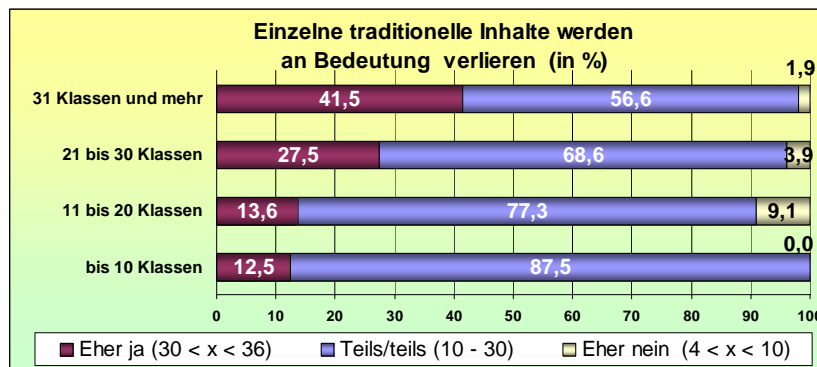


Abbildung 6-15: Bedeutungsverlust von Inhalten – Schulgrößenunterschiede

6.2.3.3 Lehrendenbezogene Unterschiede

6.2.3.3.1 Dienstalter

Vom Dienstalter aus betrachtet wird der Bedeutungsverlust des geometrischen Freihandzeichnens signifikant unterschiedlich (mit $p = 0,015$, vgl. Tabelle 6-10) eingeschätzt. Dabei sehen die jüngsten Lehrenden den Bedeutungsverlust weniger als die Lehrenden der ältesten Dienstalterskasse, während dazwischen ein uneinheitliches Bild vorliegt (vgl. Abbildung 6-16).

Statistik für Test^{a,b}

	Objekte händisch exakt konstruktiv darst. wird Bedeutung verlieren	Objekte in Freihand darzustellen wird Bedeutung verlieren
Chi-Quadrat	4,123	10,403
df	3	3
Asymptotische Signifikanz	,248	,015

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Dienstalter

Tabelle 6-10

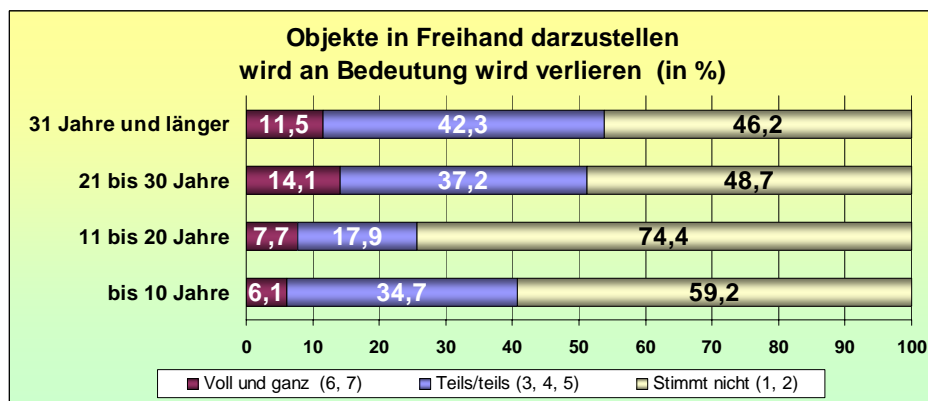


Abbildung 6-16: Bedeutungsverlust Freihand – Dienstaltersunterschiede

6.2.3.3.2 Geschlecht

Bezüglich Gender liegen keine signifikanten Unterschiede in den Einschätzungen betreffend Bedeutungsverlust vor.

6.2.3.3.3 Eigenes Interesse

Zwischen den Gruppen mit verschiedenem eigenem Interesse an neuen Medien liegen ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in den Einschätzungen betreffend Bedeutungsverlust vor.

6.3 Brauchbarkeit neuer Medien

6.3.1 Deskriptive Ergebnisse

Die Einschätzung der Brauchbarkeit unterschiedlicher Medien im Geometrieunterricht aus Sicht der Lehrenden ist in Abbildung 6-17 dargestellt. So fällt die hohe Zustimmung zur Brauchbarkeit bei den Konstruktionswerkzeugen (CAD- und DGS-Software) auf.

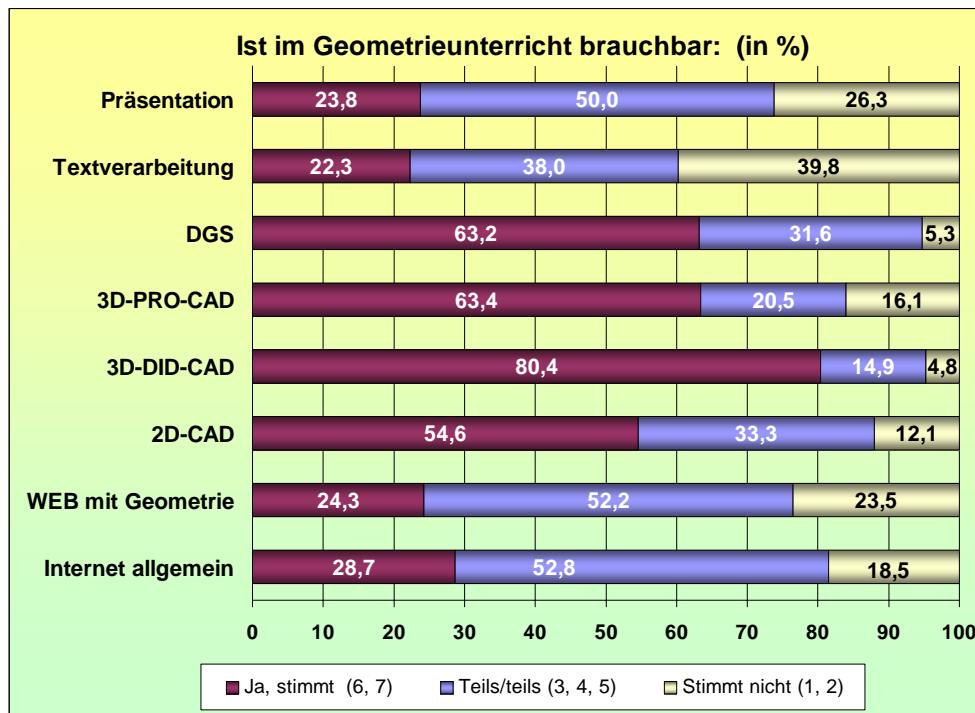


Abbildung 6-17: Brauchbarkeit neuer Medien

Bei den Informationswerkzeugen ist diese Zustimmung deutlich geringer. Am wenigsten wird die *Textverarbeitung* als im Geometrieunterricht brauchbar eingeschätzt. Diesem Ergebnis seien allerdings die Darlegungen von T. Müller³⁵⁰ und M. Haman³⁵¹ entgegen gehalten. Die Autoren zeigen sinnvolle und im praktischen Unterricht getestete Möglichkeiten, auch Elemente der Textverarbeitung in der Geometriebildung brauchbar einzusetzen. Bei der nachfolgenden Darlegung der unterschiedlichen Einschätzung der Brauchbarkeit wird auf verschiedene Details eingegangen.

³⁵⁰ Vgl. [MUE2002].

³⁵¹ Vgl. [HAM2006].

6.3.2 Schulbezogene Unterschiede

6.3.2.1 Schultyp

Wie aus Tabelle 6-11 hervorgeht, sind signifikante Unterschiede bei der Einschätzung verschiedener Produkte vorhanden. Die Brauchbarkeit des WEB wird (mit $p = 0,034$) von AHS/BHS-LehrerInnen weitaus höher als von HS-LehrerInnen eingeschätzt (vgl. Abbildung 6-19).

Statistik für Test^a

	Internet ist brauchbar	Web ist brauchbar	CAD-SW ist brauchbar	3D Did SW ist brauchbar	Prof. CAD-SW ist brauchbar	Dyn Geom ist brauchbar
Mann-Whitney-U	3277,000	1483,500	2000,000	2577,000	330,500	756,000
Wilcoxon-W	10417,000	2303,500	3485,000	3852,000	561,500	1284,000
Z	-,735	-2,115	-1,518	-1,434	-4,843	-3,635
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,462	,034	,129	,151	,000	,000

a. Gruppenvariable: Schultype

Tabelle 6-11

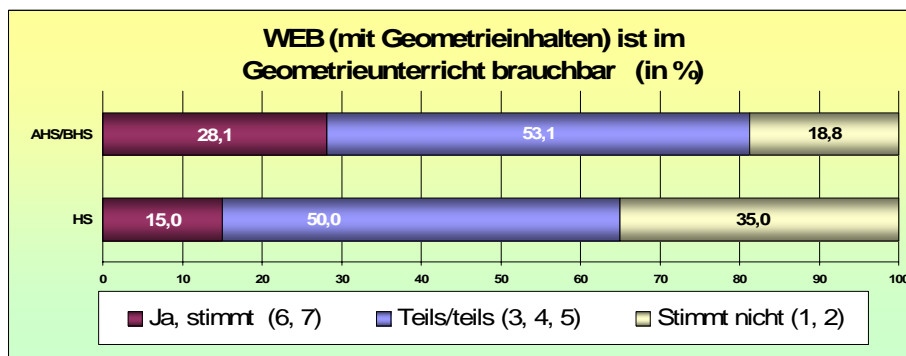


Abbildung 6-18: Brauchbarkeit/WEB – Schultypunterschied

Dass professionelle CAD-Software von AHS/BHS-LehrerInnen mehr als doppelt so häufig als sehr brauchbar eingeschätzt wird (vgl. Abbildung 6-19), ist ein weitere signifikanter Unterschied (mit $p < 0,001$, vgl. Tabelle 6-11). Dieser Unter-

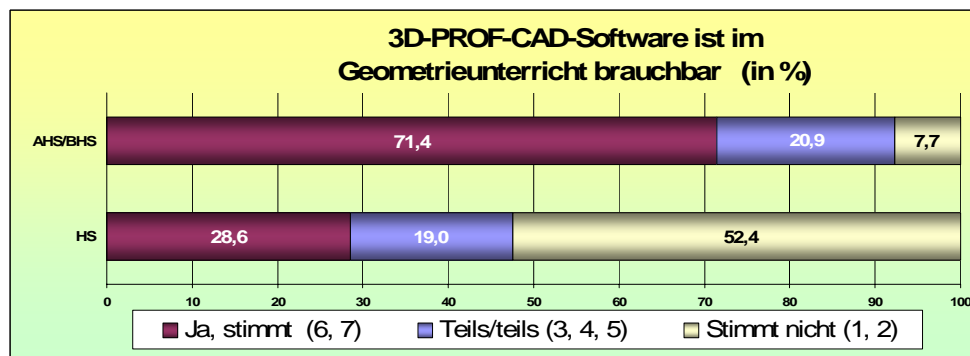


Abbildung 6-19: Brauchbarkeit/3D-PROF-CAD – Schultypunterschied

schied erklärt sich wohl von alleine aus der Bedienbarkeit und dem Anwendungsbereich dieser Programme. Die Brauchbarkeit von DGS-Programmen wird ebenfalls signifikant (mit $p < 0,001$, vgl. Tabelle 6-11) häufiger von AHS/BHS-LehrerInnen als sehr brauchbar eingestuft. Beachtlich ist der über 70 % – Anteil an AHS/BHS-LehrerInnen, die diese Art von Software als sehr brauchbar einstufen (vgl. Abbildung 6-20).

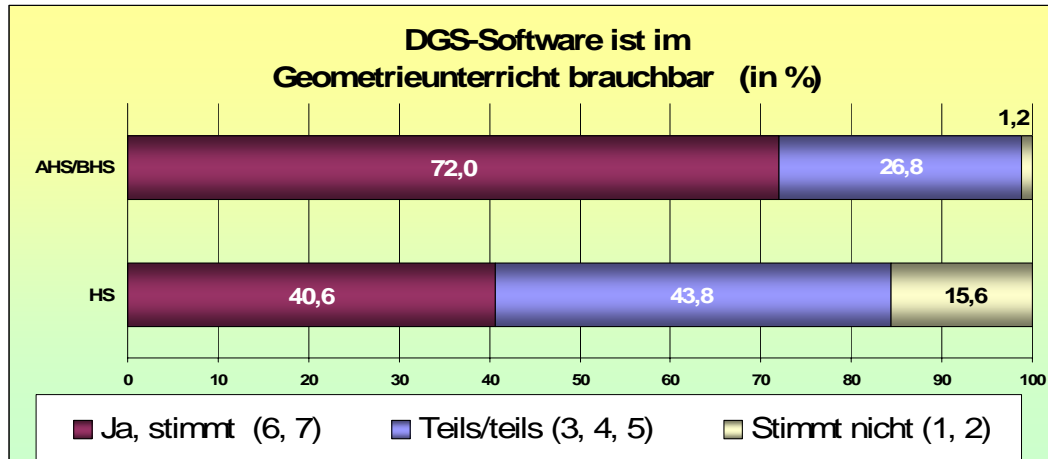


Abbildung 6-20: Brauchbarkeit/DGS – Schultypunterschied

6.3.2.2 Schulgröße

Schulgrößenbedingte signifikante Unterschiede bei der Einschätzung der Brauchbarkeit zeigen sich bei vier Software/Programmtypen (vgl. Tabelle 6-12): WEB (mit $p = 0,017$), 2D-CAD-Software (mit $p = 0,015$), Professionelle CAD-Software (mit $p = 0,001$) und bei DGS-Software (mit $p = 0,021$).

Statistik für Test^{a,b}

	Internet ist brauchbar	Web ist brauchbar	CAD-SW ist brauchbar	3D Did SW ist brauchbar	Prof. CAD-SW ist brauchbar	Dyn Geom ist brauchbar im Unterricht
Chi-Quadrat	1,781	10,235	10,531	2,269	16,074	9,763
df	3	3	3	3	3	3
Asymptotische Signifikanz	,619	,017	,015	,518	,001	,021

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Klassenanzahl

Tabelle 6-12

Die Unterschiede sind wiederum graphisch dargestellt: WEB (in Abbildung 6-21), 2D-CAD-Software (in Abbildung 6-22), Professionelle CAD-Software (in Abbildung 6-23) und DGS-Software (in Abbildung 6-24).

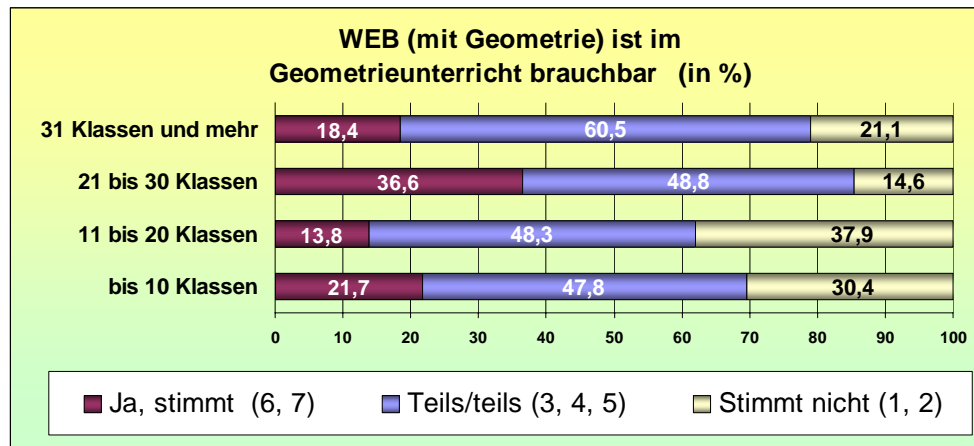


Abbildung 6-21: Brauchbarkeit/WEB – Schulgrößenunterschiede

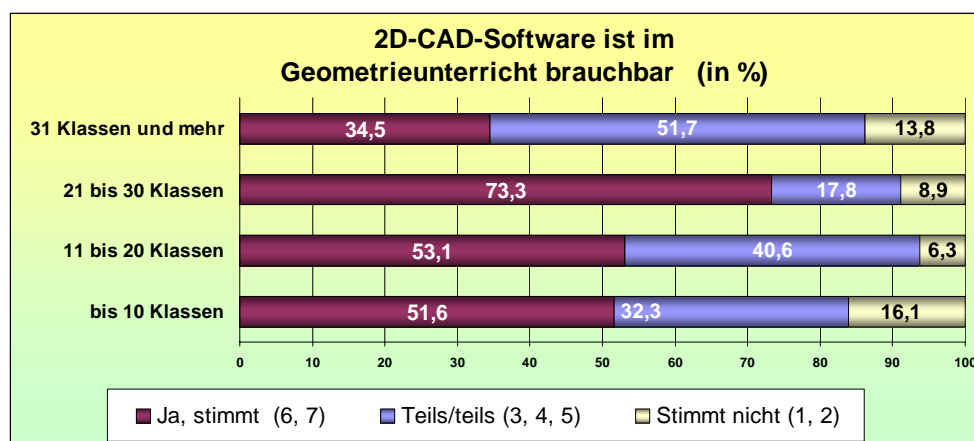


Abbildung 6-22: Brauchbarkeit/2D-CAD – Schulgrößenunterschiede

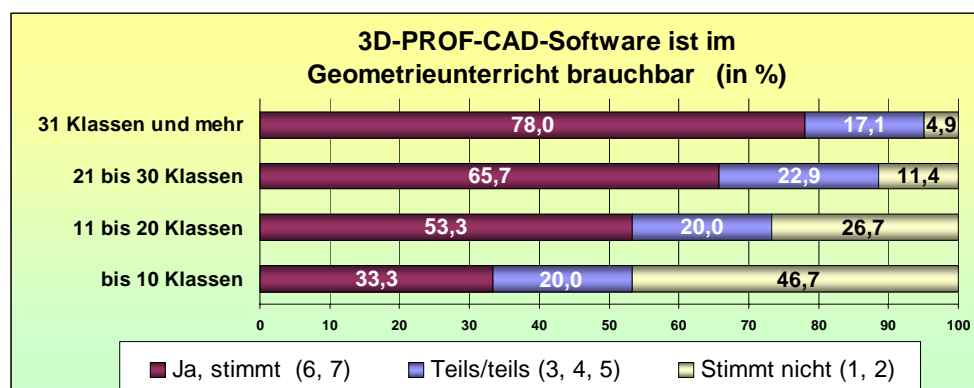


Abbildung 6-23: Brauchbarkeit/3D-PROF-CAD – Schulgrößenunterschiede

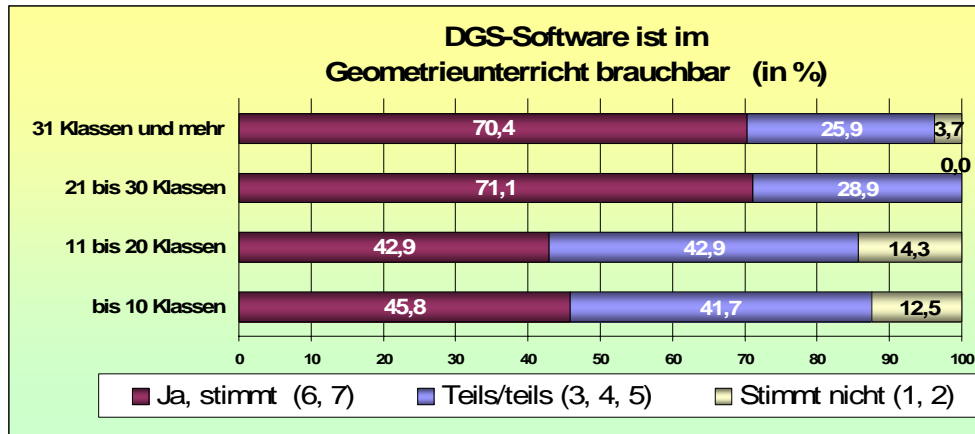


Abbildung 6-24: Brauchbarkeit/DGS – Schulgrößenunterschiede

6.3.3 Lehrendenbezogene Unterschiede

6.3.3.1 Dienstalter

Bei den Lehrenden unterschiedlichen Dienstalters existieren signifikante Unterschiede bei der Einsschätzung der Brauchbarkeit der 3D-CAD-Software – und zwar bei didaktischer Software (mit $p = 0,026$, vgl. Tabelle 6-13) und bei professioneller Software (mit $p = 0,048$, vgl. Tabelle 6-13).

Statistik für Test^{a,b}

	Internet ist brauchbar	Web ist brauchbar	CAD-SW ist brauchbar	3D Did SW ist brauchbar	Prof. CAD-SW ist brauchbar	Dyn Geom ist brauchbar
Chi-Quadrat	,978	2,430	3,858	9,234	7,897	4,429
df	3	3	3	3	3	3
Asymptotische Signifikanz	,807	,488	,277	,026	,048	,219

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Dienstalter

Tabelle 6-13

Die Einschätzung der Brauchbarkeit von didaktischer Software ist in Abbildung 6-25 dargestellt und je nach Dienstaltersstufe unterschiedlich. Sowohl hier als auch bei der Einschätzung der Brauchbarkeit professioneller Software (vgl. Abbildung 6-26) im Unterricht schätzen auch die LehrerInnen mit über 30 Dienstjahren diese Brauchbarkeit überwiegend gut ein, alle anderen Dienstaltersklassen sogar noch besser.

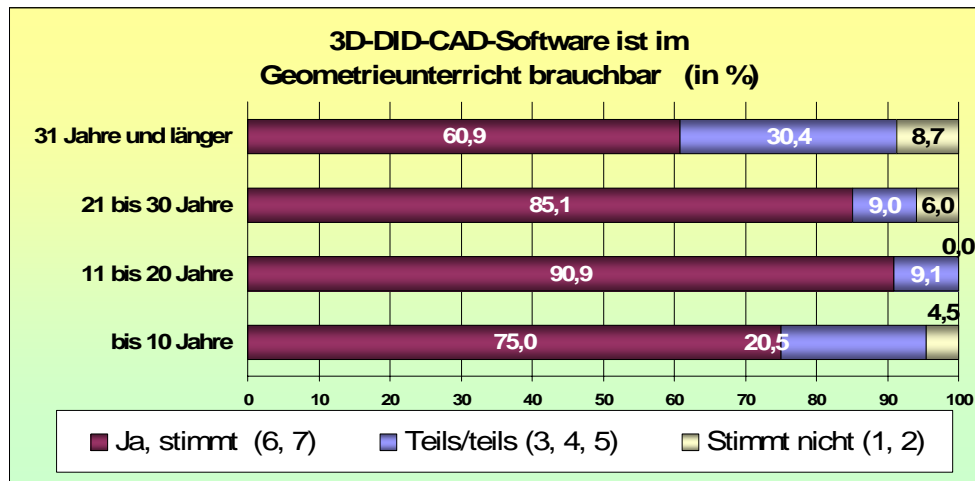


Abbildung 6-25: Brauchbarkeit/3D-DID-CAD – Dienstaltersunterschiede

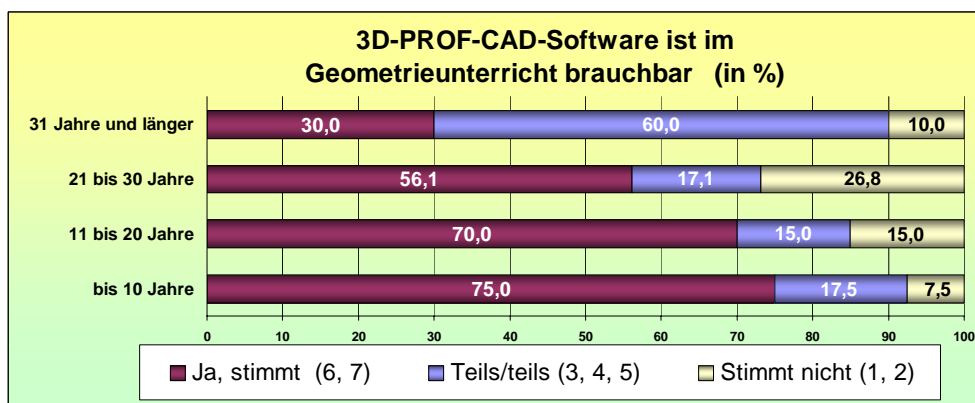


Abbildung 6-26: Brauchbarkeit/3D-PROF-CAD – Dienstaltersunterschiede

6.3.3.2 Geschlecht

Lediglich bei der Einschätzung der Brauchbarkeit professioneller 3D-CAD-Software besteht (mit $p = 0,005$, vgl. Tabelle 6-14) ein signifikanter Unterschied

Statistik für Test ^a						
	Internet ist brauchbar	Web ist brauchbar	CAD-SW ist brauchbar	3D Did SW ist brauchbar	Prof. CAD-SW ist brauchbar	Dyn Geom ist brauchbar
Mann-Whitney-U	3230,500	1703,000	2124,500	3081,000	969,500	1420,500
Wilcoxon-W	5121,500	2928,000	3399,500	4792,000	3597,500	2200,500
Z	-,877	-1,876	-,453	-,192	-2,788	-,019
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,380	,061	,651	,848	,005	,985

a. Gruppvariable: Geschlecht

Tabelle 6-14

zwischen den Geschlechtern. Frauen schätzen demnach diesen Softwaretyp weit- aus häufiger als sehr brauchbar im Unterricht ein (vgl. Abbildung 6-27)! Eine Erklärung dieses Unterschiedes steht aus.

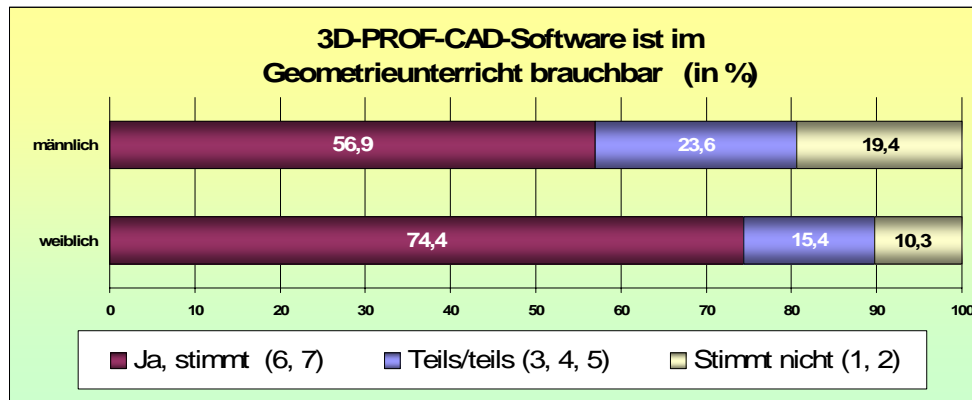


Abbildung 6-27: Brauchbarkeit/3D-PROF-CAD – Geschlechtsunterschiede

6.3.3.3 Eigenes Interesse

Das Internet und eigene Geometrie-Websites werden von den Lehrenden mit höchstem eigenem Interesse an neuen Medien signifikant häufiger (mit $p = 0,006$ bzw. $p = 0,035$, vgl. Tabelle 6-15) als brauchbar für den Unterricht eingestuft als von ihren KollegInnen mit weniger Interesse.

Statistik für Test a,b

	Internet ist brauchbar	Web ist brauchbar	CAD-SW ist brauchbar	3D Did SW ist brauchbar	Prof. CAD-SW ist brauchbar	Dyn Geom ist brauchbar
Chi-Quadrat	10,179	6,718	1,161	,266	5,856	,774
df	2	2	2	2	2	2
Asymptotische Signifikanz	,006	,035	,560	,876	,054	,679

a. Kruskal-Wallis-Test
b. Gruppenvariable: Eigenes Interesse an neuen Medien

Tabelle 6-15

Exemplarisch seien diese Unterschiede in Abbildung 6-28 für den Bereich „Internet/allgemein“ dargestellt.

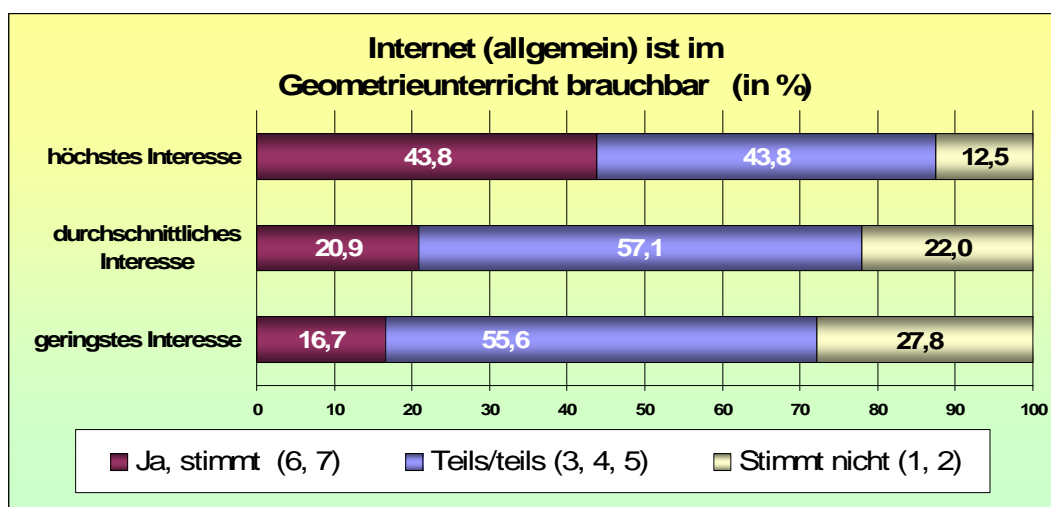


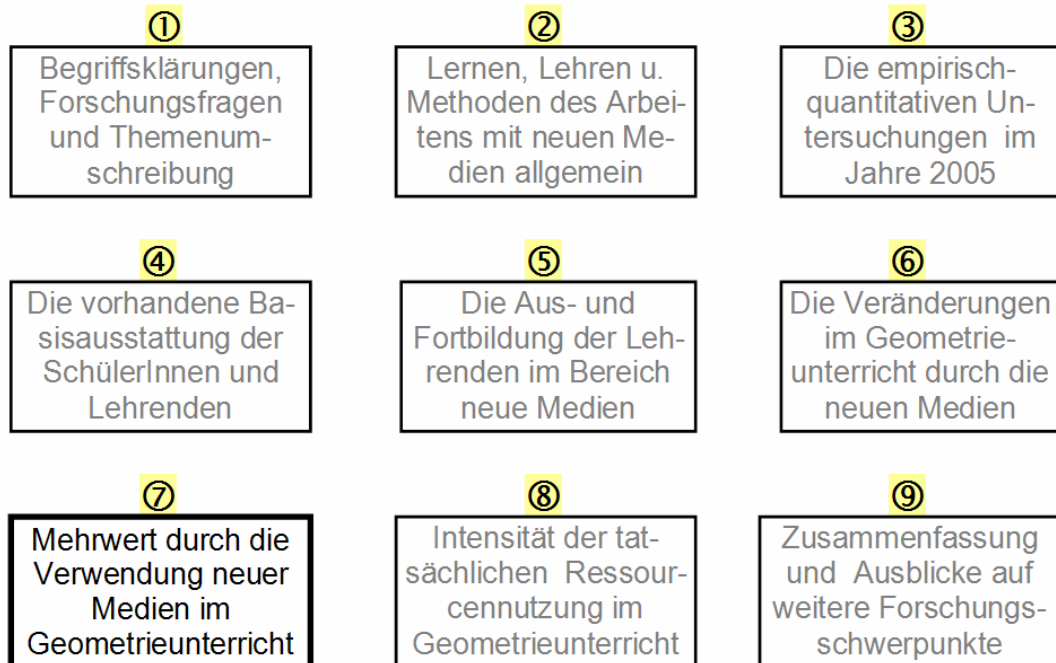
Abbildung 6-28: Brauchbarkeit/Internet (allg.) – Interessensunterschiede

6.4 Zusammenfassung

Nach einer kurzen Beschreibung der historischen Entwicklung des Geometrieunterrichtes in Österreich seit Beginn der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts wird auf die Auswirkungen dieser Entwicklungen auf den Neuen-Medien-Einsatz eingegangen. Im Zuge der quantitativ-empirischen Erhebung wird diskutiert, inwieweit die Bildungs- und Lehraufgaben nach erfolgten Veränderungen erfüllt werden können. Die Veränderung der Wertigkeit konkreter Unterrichtsinhalte und deren teilweiser Bedeutungsverlust sind ebenfalls Gegenstand der Darstellung. Anschließend wird auf die Einschätzung der Brauchbarkeit neuer Medien im Unterricht aus Sicht der Lehrenden eingegangen. Dabei ergab sich, dass die Konstruktionswerkzeuge wie CAD und DGS vom überwiegenden Teil der Befragten als sehr brauchbar im Unterricht eingeschätzt wurden. Auffällig ist das Ergebnis, wonach signifikant mehr weibliche Lehrende als ihre männlichen Kollegen die professionelle 3D-Software als sehr brauchbar im Unterricht einstufen

7 Mehrwert der Verwendung neuer Medien

Übersicht und Leitfaden durch die Arbeit



Sinnvolle Verwendung von neuen Medien bedingt einen hohen Einsatz an persönlichem Engagement durch die einzelnen Lehrenden. Ebenso war und ist ein hoher finanzieller Einsatz der Gemeinschaft notwendig, um die Ressourcen an Ausstattung der Schulen, an systemischem Aufwand im Hintergrund auf Ebene der Verwaltung in den Landes- und Bundeseinrichtungen und schließlich an Aus-, Fort- und Weiterbildung der Lehrenden bereitzustellen. Lohnt dieser Aufwand? Diese Frage kann hier nicht allgemein, sondern nur für den Geometrieunterricht behandelt werden. Welchen Mehrwert bringt der intensive Einsatz neuer Medien für den Geometrieunterricht? Können die Bildungs- und Lehraufgaben der Geometriefächer mit neuen Medien besser erfüllt werden? Kann der Geometrieunterricht noch mehr Beiträge zu den allgemeinen Bildungszielen und Aufgaben der Schulen leisten? Was leistet der Geometrieunterricht mit neuen Medien besser als ohne diese?

Um die aufgeworfenen Fragen diskutieren und beantworten zu können, soll auf gesicherte und durch Forschungsprojekte evaluierte Erkenntnisse aufgebaut werden:

S. Blömeke³⁵² gibt in ihrer Übersicht über den Forschungsstand im Bereich Lehren und Lernen mit neuen Medien u.a. Ausblicke auf Forschungsergebnisse in den Bereichen „Wirkung von Gestaltungsmerkmalen der neuen Medien“ und „Wirkung von neuen Medien im Unterricht“. Im Bereich der neuen Medien werden hauptsächlich empirisch quantitative Untersuchungen durchgeführt. Blömeke weist in ihrer Einleitung auf methodische Unterscheidungsmöglichkeiten von Untersuchungen hin, nämlich zwischen Experimenten unter laborähnlichen Untersuchungsbedingungen und Evaluationen, die in der realen Lebenswelt durchgeführt werden. Beide können zum Erkenntnisgewinn in Lehr-Lernprozessen führen.

7.1 Effekt von neuen Medien im Geometrieunterricht

7.1.1 Umfassende Bildungs- und Lehraufgaben

Herausgelöst aus dem Kontext der Beschreibung der Bildungs- und Lehraufgaben der Fächer Geometrisches Zeichnen und Darstellende Geometrie hat die „Weiterentwicklung der Raumvorstellung“³⁵³ seit jeher das Interesse der Forscher angezogen. Vielleicht liegt dies darin begründet, dass die Raumvorstellungsfähigkeit schon seit den ersten Tests als einer der zentralen Intelligenzfaktoren gilt. Und noch dazu als Faktor, der relativ einfach inzwischen durch eine Vielzahl von Tests messbar scheint.

Dabei beruhen die Bedeutung und der Beitrag der Fächer GZ und DG neben dem Erlernen grundlegender *Konstruktions- und Darstellungsverfahren* und neben der allseits akzeptierten *Verbesserung der Raumvorstellungsfähigkeit* auf einer Vielfalt weiterer Aspekte:

Das sind speziell dem Fach innewohnende Aspekte, die dem Bereich der Sach-, Selbst- und Methodenkompetenz zuzuordnen sind:

³⁵² [BLO2003B], S. 59.

³⁵³ Vgl. Anhang „Lehrpläne“

Geometrie baut auf eine **Basis von Denkstrukturen**, verstärkt diese durch dauernde Verwendung und erweitert sie durch laufende Anwendung auf viele Gebiete. Dazu gehören insbesondere Vorstellen, Beschreiben, Analysieren, in Teilprobleme zerlegen, algorithmisch Denken, Argumentieren, Begründen und Beweisen, Darstellen, Dokumentieren, Präsentieren, Standortwechseln, Einsichten gewinnen uam.

Geometrie ist ein *sprachunabhängiges Kommunikationsmittel*. Sie ist ein Mittel zur Beschreibung und zum Erkennen und Verstehen von Raumsituationen (Planung und Darstellen von Objekten unserer Umgebung – von Häusern, Fahrzeugen, Objekten des täglichen Bedarfs, ... , zum Visualisieren der Funktionsweise von Navigationssystemen (etwa GPS), von Verkehrsleitsystemen (etwa Radarreflektoren,...), von energieumwandelnden Systemen (Solaranlagen, ...), von Kommunikationssystemen (Sende- und Empfangsanlagen,...) usf.

Geometrie stellt *analytische und konstruktive Arbeitsmittel* bereit und sorgt dafür, dass diese in vielfältiger Weise verwendet und angewendet werden können. Diese dienen der Analyse und dem Lösen von Raumproblemen wie Optimierungsaufgaben (etwa kürzeste Flugrouten auf Erdkugel, ...), Bauvorhaben (Planung komplexer oder/und innovativer Objekte, ...).

7.1.2 Mehrwert neuer Medien im Geometrieunterricht

7.1.2.1 Mehrwert eines DGS Programmes

Im Sammelband³⁵⁴ „Konstruktives Lernen mit neuen Medien“ findet sich ein Bericht von P. Angerer und H. Ochnitzberger³⁵⁵ über die praktische Arbeit mit dem dynamischen Geometrieprogramm CABRI. Aus diesem Bericht lassen sich wichtige Handlungsmuster schließen, die der Verwendung neuer Medien in Geometrie eigen sind. Deshalb soll kurz auf diesen Bericht eingegangen werden: Auf den Grundlagen Euklids aufbauend hat experimentelles und anschauliches Arbeiten keine Tradition im Geometrie-Unterricht. Die AutorInnen vertreten die Meinung, dass der Geometrieunterricht bisher mehr wissenschaftstheoretisch als lernpsy-

³⁵⁴ Vgl. [SCHW2001].

³⁵⁵ Vgl. [ANG2001].

chologisch und erkenntnistheoretisch konzipiert war, dass „*durch kniffligste Konstruktionsaufgaben das Interesse für die Geometrie weitgehend gemindert*“ worden ist. Dynamische Geometrieprogramme werden als Mittel gesehen, Lernen im Mathematikunterricht interessanter, vor allem effektiver und belebend für den sozialen Bereich zu machen. Hervorgehoben werden die Handlungsorientierung, die Interaktivität, die Möglichkeit der Zusammenfassung einzelner Konstruktionsschritte zu Makros und die schrittweise Replizierbarkeit eines Konstruktionsablaufes. Die freie Veränderungsmöglichkeit des Befehlsvorrates im Menü wird als sehr hilfreich empfunden.

Negativ für den praktischen Einsatz werden die Notwendigkeit eines verfügbaren Computerraumes, die längere Vorbereitung für mathematische Aktivitäten und die begrenzte Zeit gesehen. Als Abhilfe werden nun elektronische Arbeitsblätter bereitgestellt, bei denen ohne vorherigen Konstruktionsaufwand das Experimentieren, Deuten von Ortslinien, Entdecken von Eigenschaften und Querverbindungen möglich ist. Als Vorteil werden neue Arbeitsformen wie individuelles und selbstgesteuertes Lernen, die neue Rolle des Lehrerverständnisses als Berater und das eigenverantwortliche Arbeiten der SchülerInnen erwähnt. Positiv wird die freie Verfügbarkeit (Generallizenz) gesehen. Eine abschließende Dokumentation (etwa Ausdruck der Zeichnung) wird als wesentliche Voraussetzung für eine Abschlussbesprechung gesehen. Begleitende Tagebucheintragungen durch die SchülerInnen dokumentieren die hohe Motivation, aber auch die persönlichen Eindrücke der SchülerInnen beim erstmaligen Arbeiten mit dem Programm Cabri.

7.1.2.2 Mehrwert durch ADI-CD

In selben Sammelband³⁵⁶ beschreibt J. Schmied³⁵⁷ den Inhalt und die Arbeit mit der ADI-CD³⁵⁸, deren Inhalte konstruktives, selbstgesteuertes Lernen fördern. Die integrierten Serien über 3D-Modellierung, Durchdringungen, dynamische Geometrie, Perspektive und traditionelle Zirkel-und-Lineal-Grundkonstruktionen ermöglichen den Einsatz in Phasen selbstgesteuerten Lernens, in denen der Lehren-

³⁵⁶ Vgl. [SCHW2001].

³⁵⁷ Vgl. [SCHM2001].

³⁵⁸ Vgl. [ADI2000].

de die Rolle eines Tutors oder Coachs übernehmen kann. Die Vielzahl der Übungsbeispiele ermöglicht auch behavioristische Einsatzmöglichkeiten, wobei in kleinen Schritten strikt vorgegebene Übungsbeispiele zu lösen sind. Diese Beispielsammlungen können in Gruppenarbeiten als Zusatzmaterial verwendet werden.

7.1.2.3 Unterrichtseinheiten-Untersuchung

H. Koch und H. Neckel beschreiben in ihrem Methodenhandbuch für das Unterrichten mit neuen Medien das Ergebnis einer Untersuchung³⁵⁹ von über 200 Unterrichtseinheiten. Sie listen die Ansprüche auf, die durch einen auf der Basis neuer Medien vollzogenen Unterricht weitgehend erfüllt werden können. Davon ausgehend soll nun kurz exemplarisch (*kursiv* gesetzt) erläutert werden, wie weit dies auch in einem Geometrieunterricht verwirklicht werden kann:

Aktualität und Vielfalt

G: Architekturbauten, Vielfalt davon

Wirklichkeitsnähe

G: Realistische Angaben sind erfahrbar und umsetzbar, Rendering

Motivation (Motivationskiller sind regelmäßig technische Probleme)

G: Motivationskiller: Anmeldeprobleme, Druckerprobleme, Grafikkartenunterschiede, Netzwerkausfall

Schülergerechte Lernformen, Handlungsorientierung

G: Großteil läuft in freier Arbeit ab, individuelle Arbeitsgeschwindigkeit

Sozialkompetenz, Teamfähigkeit, Selbstständigkeit

G: Gegenseitiges Helfen, Hineindenken in neue Situation, da fast jedes Mal andere Objekte/Aufstellungen behandelt werden.

Berufliche Relevanz, Vorbereitung auf lebenslanges Lernen

G: Skizzieren und Zeichnen mit Computer, Recherchen im Netz werden in nahezu jedem Beruf gebraucht, Ausblick auf neue Programmversionen, Informationen dazu abholen

³⁵⁹ Vgl. [KOC2001].

Ausgleich von Standortnachteilen

G: Recherchen von jedem Schulstandort durchführbar, Öffentlichkeitsarbeit einer Schule – Schaukasten, Wettbewerbsfaktoren

Die AutorInnen halten fest: Die Fähigkeit, eine Fülle ungeordneter, ja geradezu chaotischer Informationen sinnstiftend reduzieren und strukturieren zu können, ... wird zu einer immer wichtigeren Schlüsselqualifikation.

Chancen: Die Ziele des Fachunterrichtes verschmelzen mit der Qualifikation „Medienkompetenz“ und monomediale und lineare Lern- und Denkstrukturen werden multimedial und nichtlinear.

- Arbeitsverhalten der SchülerInnen wird transparent.
- Unterrichtsmaterial wird aktueller, kann sofort der ganzen Lerngruppe erschlossen werden.
- Vermehrte Kooperationsmöglichkeiten, mit Urhebern der gefundenen Quellen kann oft direkt Kontakt aufgenommen werden.
- Ausnutzung und Entwicklung von Bildkompetenz wird gefördert.
- Schreib- und Leseanlässe entstehen.
- Anlässe für Präsentationen werden geschaffen, ergeben sich durch individuelle Ergebnisse oft von selbst.

Risiken:

- Konkurrenz von Inhalt und Methode kann die Arbeit blockieren.
- Informationsflut kann zu Überforderung führen.
- Unkritische Übernahme von unselektiertem Material führt zu Datenmüll.
- Scheinbare Leichtigkeit kann zur Oberflächlichkeit führen.
- Buch als Quelle wird abgewertet.
- Eskapismus³⁶⁰ beim Onlineverhalten.
- Konfrontation mit unerwünschten z.T. jugendgefährdenden Inhalten.

Risiken vor allem für Lehrende:

- Kontrollverlust
- Abhängigkeit von der Technik

³⁶⁰ Als Realitätsflucht oder Eskapismus wird das Meiden der Welt außerhalb einer kleinen geschaffenen Unterwelt bezeichnet, z. B. in Form von Stubenhockerei.

- Angst vor Autoritätsverlust wegen geringer Medienkompetenz
- Einhalten der Lehrplanverpflichtung (Zeitproblem?)
- Probleme mit Einzelstunden
- Erhöhter Zeitaufwand bei Vorbereitung und Betreuung
- Bewertungsprobleme der SchülerInnen-Leistungen
- Verlust des eigentlichen Unterrichtszieles im Eifer des multimedialen Unterrichtes
- Belastung durch rechtliche Fragen (Lizenzprobleme, Urheberrecht, ...)

7.1.3 Untersuchungen zur Raumvorstellung bei Lernenden

Unter Raumvorstellung (oder räumlichem Vorstellungsvermögen) versteht man die „nicht-sprachliche Fähigkeit der mentalen Repräsentation und Transformation räumlicher Gegebenheiten“³⁶¹. Die psychologische Forschung bemüht sich um die Entwicklung von Tests zur möglichst präzisen Erfassung der individuellen Raumvorstellungsfähigkeit. Und dies nicht erst, seit L. Thurstone³⁶² die Raumvorstellung zu einem der primären Intelligenzfaktoren³⁶³ erklärt hat. Parallel dazu erlangte die Frage nach Möglichkeiten zur Verbesserung des räumlichen Vorstellungsvermögens und seiner Trainierbarkeit große Bedeutung. Wiederholt wurde untersucht, ob der Unterricht aus Geometrischem Zeichnen oder Darstellender Geometrie zu einer Verbesserung der Raumvorstellung³⁶⁴ führt. Von den Untersuchungen in Zusammenhang mit Training und Raumvorstellung sollen stellvertretend einige Arbeiten kurz beschrieben werden.

7.1.3.1 DG-Unterricht – GITTLER 1994

Eine wichtige Veröffentlichung³⁶⁵ in Zusammenhang mit der Diskussion um die Sinnhaftigkeit von Darstellender Geometrie ist jene über die Wirkung des DG-Unterrichtes von G. Gittler, 1994. Das Ziel der Studie war es, den Effekt des Un-

³⁶¹ Vgl. [GIT1994], S.107. Im Sinne von Blömeke (vgl. 7.1 Einleitung) handelt es sich hierbei um eine Evaluation aus der praktischen Lebensumgebung.

³⁶² Vgl. [THU1938].

³⁶³ Eine Übersicht über diese Intelligenzfaktoren ist etwa in [MAI1994], S. 118f. zu finden.

³⁶⁴ Ebenda, S. 85f. Vgl. auch [GIT1994], S. 112f.

³⁶⁵ Vgl. [GIT1994] und [GIT1998b].

terrichts in Darstellender Geometrie auf die Entwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens von SchülerInnen zu untersuchen. Die Arbeitshypothese lautete, dass der Unterricht in Darstellender Geometrie die Raumvorstellung fördert. Die Studie war als Längsschnittstudie angelegt. Die eigentliche Testung fand durch G. Hanisch und G. Gittler schon einige Jahre vorher statt. Als Testinstrument funktionierte der 3DW³⁶⁶. Die Testung erfolgte im Abstand von zwei Jahren vor oder zu Beginn des DG-Unterrichtes im Sommer 1984 sowie am Ende des fast zweijährigen Unterrichtsverlaufes im Frühjahr 1986. Die Forscher kamen zu 275 verwertbaren zweiteiligen Testprotokollen mit Pre- und Posttestergebnissen. Beobachtet wurden eine Gruppe von 163 SchülerInnen mit DG-Unterricht und eine Kontrollgruppe mit 112 SchülerInnen ohne DG-Unterricht.

Das *zentrale Ergebnis der Untersuchung* ist in Abbildung 7-1 ersichtlich. Bei SchülerInnen mit DG-Unterricht erfolgte eine weit höhere Leistung beim 3DW-Test am Ende der 8. Klasse, wobei sogar ein signifikanter Gender-Unterschied zugunsten der weiblichen Probanden nachgewiesen werden konnte.

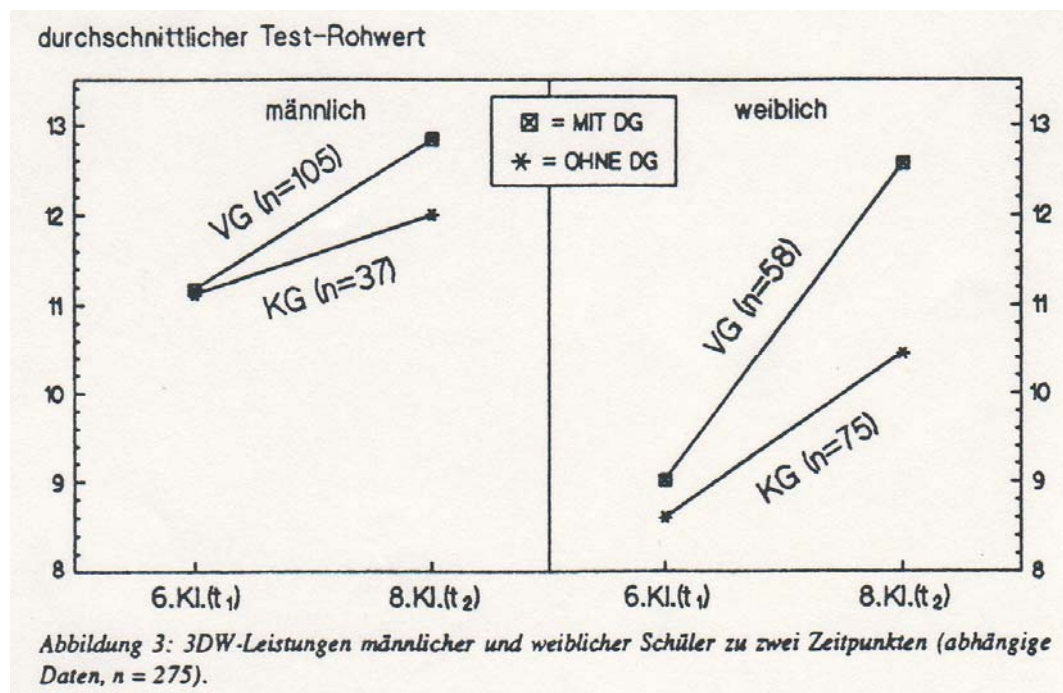


Abbildung 7-1: Raumvorstellung mit und ohne DG-Unterricht³⁶⁷

³⁶⁶ Dreidimensionaler Würfeltest, vgl. [GIT1999].

³⁶⁷ Quelle: [GIT1994], S. 115.

Gittler schreibt zum Abschluss³⁶⁸ seiner Darlegungen:

„Die Untersuchungsergebnisse zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch den DG-Unterricht nicht irrelevante Fertigkeiten vermittelt werden, sondern dieser Unterrichtsgegenstand vielmehr tatsächlich der Entwicklung generalisierbarer Fähigkeiten dient, die – im Sinne eines nichttrivialen Lerntransfers – auf andere Materialien und neue Problemstellungen übertragen werden können.“

7.1.3.2 Transfer und Trainingseffekt – MACHAT 2002

Die Untersuchung von R. Machat³⁶⁹ stellt ein Beispiel für eine Laboruntersuchung im Sinne von Blömeke dar. Dabei wurden die Effekte des Trainings räumlicher Vorstellungsabläufe auf Leistung und Strategien bei der Bearbeitung und bei Ergebnis eines Raumvorstellungstests analysiert. Bei der dieser Arbeit zugrunde liegenden Testserie wurden zwei Gruppen von je rund 100 Grundwehrdienern des österreichischen Bundesheeres getestet. So gelang eine Streuung der Probanden quer durch alle Bevölkerungsschichten. Die Bedeutung der Geschlechtsunterschiede im räumlichen Vorstellen wurde bei dieser Untersuchung im Jahre 2002 bewusst außer Acht gelassen.

Eine Gruppe von rund 100 Probanden erhielt ein Förderprogramm, das Lehrprogramm³⁷⁰ „Drehen und Klappen“ mit zweidimensional-räumlichen Aufgaben (Deckabbildungen regelmäßiger Figuren). Dieses Förderprogramm musste selbstständig, aber unter Aufsicht der Versuchsleiterin viermal innerhalb einer Woche jeweils etwa eine Stunde lang durchgeführt werden. Die Kontrollgruppe, die kein Förderprogramm durchlief, bestand ebenfalls aus rund 100 Probanden. Untersucht wurde, ob sich das Förderprogramm auf die Bearbeitung des Würfeltests aus dem IST von Amthauer³⁷¹ auswirkt. Zwischen der ersten unmittelbar vor und der zweiten Testung unmittelbar nach Absolvierung des Förderprogramms lag etwa eine Woche, danach gab es eine zweite Nachtestung nach vier bis sechs Wochen. Das Ergebnis ist Abbildung 7-2 zu entnehmen.

Machat kam als Ergebnis ihrer Untersuchungen zur fünf Hauptaussagen:

³⁶⁸ [GIT1994], S. 122.

³⁶⁹ Vgl. [MAC2002].

³⁷⁰ Vgl. [VIE1979].

³⁷¹ Intelligenz-Struktur-Test 2000, vgl. [AMT1999].

- Die Bearbeitung eines Förderprogramms mit zweidimensional-räumlichen Aufgaben bewirkt eine deutliche positive Veränderung bei Testleistungen in einem Raumvorstellungstest mit dreidimensionalen Objekten (Würfel-test aus dem IST von Amthauer³⁷²).

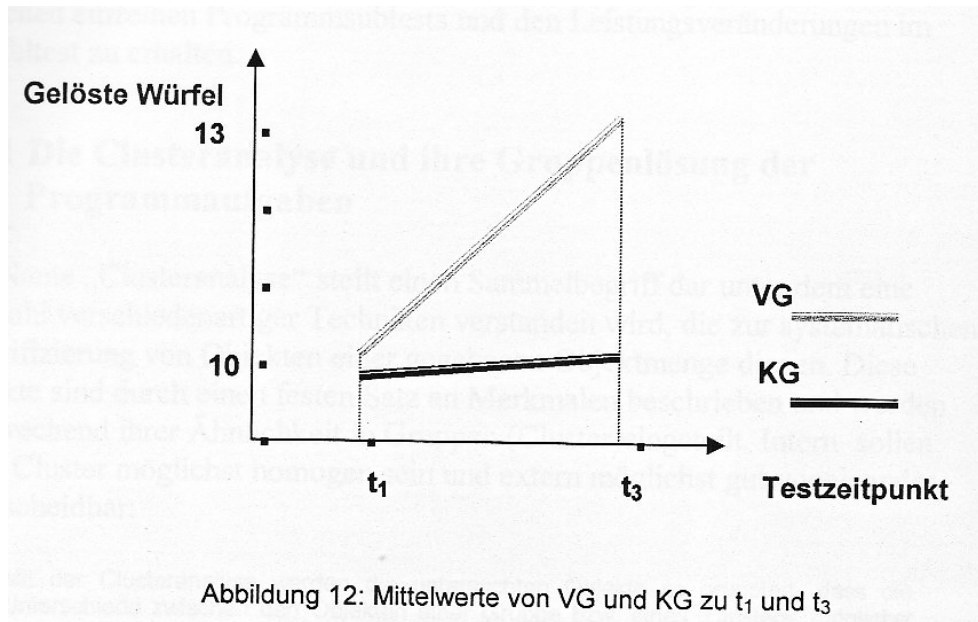


Abbildung 7-2: Testergebnis mit und ohne Förderprogramm³⁷³

- Die Verbesserung von Testleistungen ist bei jenen Untergruppen der Programmaufgaben besser, die einen Schwerpunkt auf flexibles, aufgabenangepasstes Arbeiten mit neu erlernten Inhalten und verstärkter Selbstkontrolle legen. Weniger stark ist die Verbesserung bei Aufgabengruppen, deren Inhalt eher als einfaches Eintrainieren und Üben zu sehen ist.
- Der Transfereffekt des Trainings ist in Bezug auf die unterschiedlichen Würfeltypen unterschiedlich hoch. Obwohl das Förderprogramm eigentlich nur ebene Figuren zur Bearbeitung hatte, so wird doch durch Bearbeitung dieses Programms die Lösung von Würfelaufgaben, die eher durch räumliche Überlegung zu lösen sind, mehr als doppelt so wahrscheinlich wie das richtige Bearbeiten von Würfelitems, die mit einem einfachen Flächenvergleich gelöst werden können.

³⁷² Vgl. [AMT1999].

³⁷³ Quelle: [MAC2002], S. 73.

- Beim Bearbeiten der Würfelaufgaben werden aufgrund der Antwortmuster zwei Gruppen von Personen identifiziert, nämlich Flächenstrategen, die durch einfaches, analytisches Vorgehen die Aufgaben lösen und Raumstrategen, die zur Bearbeitung der Aufgaben visuell-räumlich orientierte (holistische) Bearbeitungswege einsetzen.
- Auch vier Wochen nach Abschluss des Förderprogramms steigern sowohl Flächen- als auch Raumstrategen ihre Würfeltestleistungen bei allen drei Itemtypen deutlich, wobei die höchste Verbesserung den Flächenstrategen beim Lösen der Raumwürfel gelingt.

7.1.3.3 ELCAD – MARESCH 2005

Der Name ELCAD steht für „E-Learning und Computer Aided Design“. Es handelt sich dabei um ein Projekt des Österreichischen Zentrums für Begabtenförderung und Begabtenforschung³⁷⁴, entwickelt und durchgeführt von G. Maresch³⁷⁵, Salzburg. Das Ziel des Projektes war die Entwicklung eines E-Learning-basierten Curriculums für SchülerInnen des gesamten Leistungsspektrums. Das Projekt wurde erstmals im Schuljahr 2004/05 durchgeführt. Die Evaluation umfasste allerdings nur 11 TeilnehmerInnen.

Auf Basis eines eigens entwickelten didaktischen Konzepts wurden Kursmaterialien³⁷⁶ entwickelt. Praktisch durchgeführt wurde der Kurs in Form von Blended Learning (mit doppelt so hoher Präsenzzeit wie E-Learning-Zeit) über die Lernplattform Blackboard. Das didaktische Konzept baute auf einem zum Teil konstruktivistisch basierten Vierstufenmodell³⁷⁷ auf, welches bei jedem Themenkreis neu durchlaufen wurde. (Dieses Unterrichtsmodell passt nach der in Abschnitt 2.4 vorgenommenen Klassifizierung zu jenen Modellen nach dem Kontextdesign.)

Stufe 1: *Input* in Form eines Impulsvortrages, unterstützt durch Lernmaterialien (Texte, animierte virtuelle Modelle, Bilder, Fotos und Präsentationen) innerhalb einer Präsenzphase mit der Sozialform „Einzelarbeit“.

³⁷⁴ Vgl. www.begabtenzentrum.at [18. 4. 2006].

³⁷⁵ Ein detaillierter Bericht findet sich in [MAR2005a].

³⁷⁶ Ebenda, S. 42 ff.

³⁷⁷ Ebenda, S. 169.

Stufe 2: *Geleitetes Üben*, wobei der Lehrer als Coach das Lernen leitet, unterstützt durch Mail, Discussionboard und Lernmaterialien noch in der Präsenzphase in Einzel- oder Partnerarbeit, aber unter Verwendung der E-Learning-Werkzeuge.

Stufe 3: *Eigenständiges Anwenden / Vernetzung mit inner- und außerfachlichen Themen* unter Zurücknehmen der lenkenden Aktivitäten des Lehrers, unterstützt durch die Gruppenfunktionen des E-Learning-Systems, E-Mail, Chat usw. in Partner- oder Gruppenarbeit in einer E-Learning-Phase.

Stufe 4: *Präsentation, Artikulation, Diskussion, Reflexion* in einer Phase der Zusammenfassung und bei erkennbaren Defiziten entsprechende Rückspringmöglichkeiten auf die Stufen 1 bis 3 unter Verwendung von Galerien, Webseiten und des Discussionboards in Partner- oder Gruppenarbeit in einer Präsenzphase.

Das Projekt wurde durch eine externe Evaluation in Form von Testbatterien begleitet und lieferte ein sensationelles Ergebnis in der Leistungssteigerung aller Teilnehmerinnen. Die Abbildung 7-3 veranschaulicht exemplarisch das Ergebnis eines einzelnen Teilnehmers.

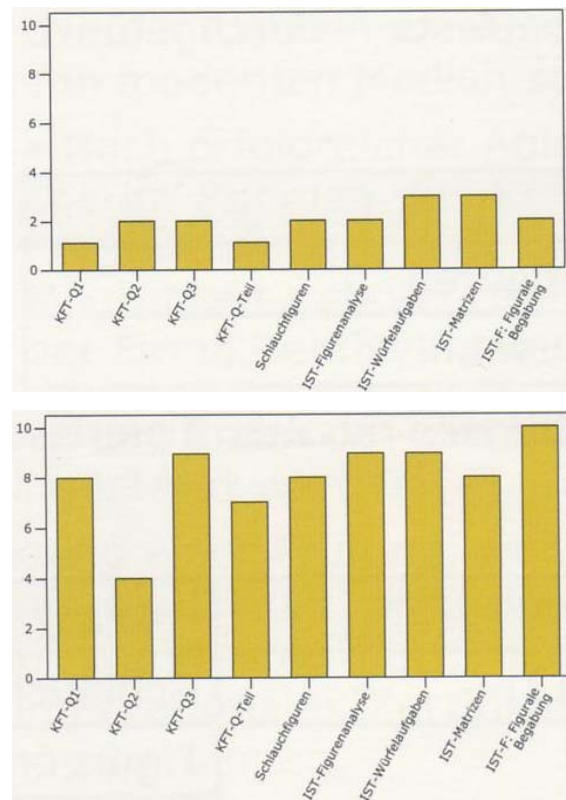


Abbildung 7-3: ELCAD – Pre- und Posttestergebnis³⁷⁸

³⁷⁸ Quelle [MAR2005B], S. 22.

7.1.3.4 Trainierbarkeit der Raumvorstellung – DÜNSER 2005

Das Projekt „Trainierbarkeit der Raumvorstellung mit Augmented Reality“ wurde unter der Leitung von H. Kaufmann unter Zugrundelegung des Programmes Construct3D im Schuljahr 2004/2005 durchgeführt. A. Dünser begleitete die Evaluation³⁷⁹ des Projektes. Im Sinne von Blömeke handelt es sich um eine „Laboruntersuchung“.

Augmented Reality³⁸⁰ stellt eine Spezialform von Virtual Reality dar und ist die (meist visuelle) Überlagerung der Realität mit virtueller Information in Echtzeit. Dies kann etwa mit Hilfe halbdurchlässiger Brillen geschehen (vgl. Abbildung 7-4). Dabei werden virtuelle Bilder eingeblendet, die dann mit der durchscheinenden Realität eine Einheit bilden (sollen).

Bei dem Projekt ging es um die Frage, ob Raumvorstellung durch ein Training mit Augmented Reality unter Verwendung des Programmes Construct3D (C3D) gefördert werden kann. Speziell wurde untersucht, welche Aspekte der Raumvorstellung gefördert werden und ob es geschlechtsspezifische Trainingseffekte gäbe. Hat die Beschäftigung mit C3D Einfluss auf die Strategien der Bearbeitung von RV-Tests? Wird das Repertoire der Aufgabenlösung erweitert? Nehmen die holistischen (ganzheitlichen) Strategien zu. Bei 215 SchülerInnen konnte ein Pre- und ein Posttest durchgeführt werden, insgesamt nahmen 318 SchülerInnen aus den Bereichen AHS (11. Schulstufe) und BHS (5. Schulstufe) im Laufe des Jahres 2005 teil.

Gleichzeitig wurden die Ergebnisse von drei Kontrollgruppen ausgewertet. Dies gab wertvolle Hinweise auf die Wirkungen des Trainings mit CAD-3D bzw. auf die Auswirkungen des Unterrichtes von DG ohne neue Medien und eines Unterrichtes ohne den Fachgegenstand DG. Ausgangspunkt der Untersuchungen war die Annahme, dass das interaktive Arbeiten mit dreidimensionalen Objekten im dreidimensionalen Raum, wie es beim Programm Construct3D geschieht, zu einem verbesserten Verständnis räumlicher Strukturen führt und damit zu besseren Ergebnissen bei den eingesetzten RV-Tests führt. Als Testinstrumentarium wurde eine Batterie von fünf verschiedenen Raumvorstellungstests gewählt.

³⁷⁹ Vgl. [DÜN2005].

³⁸⁰ www.studierstube.org [25. 12. 2005].

Im Rahmen eines sechswöchigen Trainings mit Construct3D und in einer ersten Kontrollgruppe mit CAD-3D (in beiden Gruppen jeweils eine Unterrichtseinheit à 45 Minuten je Woche) lösten die SchülerInnen Geometrieaufgaben. Zwei weitere Kontrollgruppen (eine mit DG-Unterricht und eine ohne) erhielten keinen zusätzlichen Unterricht. Jede dieser vier Gruppen war zwischen 40 und 70 Personen stark. In jeder Gruppe gab es einen Pre- und einen Posttest. Die Analyse der Ergebnisse zeigte starke Effekte durch die Trainingswiederholung. Vor allem die StudienteilnehmerInnen mit niedrigem Ausgangsniveau konnten ihre Leistungen in größerem Maße steigern als SchülerInnen mit anfänglich höheren Leistungen. Dünser weist in seiner Zusammenfassung³⁸¹ darauf hin, dass sich keine generellen Vor- bzw. Nachteile einer Trainingsbedingung zeigten. Lediglich in einzelnen Testverfahren gab es signifikante Unterschiede. Die Ergebnisse weisen darauf

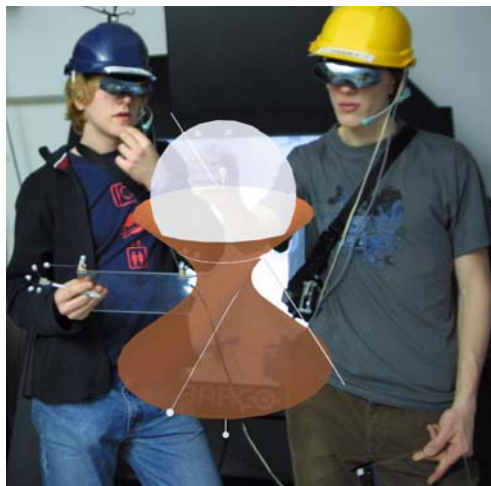


Abbildung 7-4: Augmented Reality³⁸² mit Construct3D

hin, dass durch Construct3D Fähigkeiten trainiert werden, die durch herkömmliche Tests nicht bzw. kaum erfasst werden. So messen die meisten Tests keine dynamischen Aspekte, sondern nur statische etwa $2D \rightarrow 3D$ – Transformationen. Ein Training mit Construct3D förderte nicht – wie vorher angenommen worden ist – holistische Strategien und führte auch nicht zu einer Strategieverweiterung³⁸³.

³⁸¹ Vgl. [DÜN2005] S. 201.

³⁸² Quelle: [KAU2004], S. 68, weitere Bilder siehe etwa unter <http://www.ims.tuwien.ac.at/research/construct3d/images.php> [4. 6. 2006].

³⁸³ Bemerkung: Nochmals sei auf das Supplantationskonzept nach Salomon hingewiesen, welches S. Blömeke etwa auf die Wirksamkeit von Animationen bezieht ([BLÖ2003B], S. 62f.).

Beim Raumvorstellungsgesamtscore hatte die Gruppe mit dem CAD-3D-Training die größten Leistungszuwächse (vgl. Abbildung 7-5). Interessant ist die unterschiedliche Verkürzung der Arbeitszeit bei den einzelnen Gruppen (vgl. Abbildung 7-6).

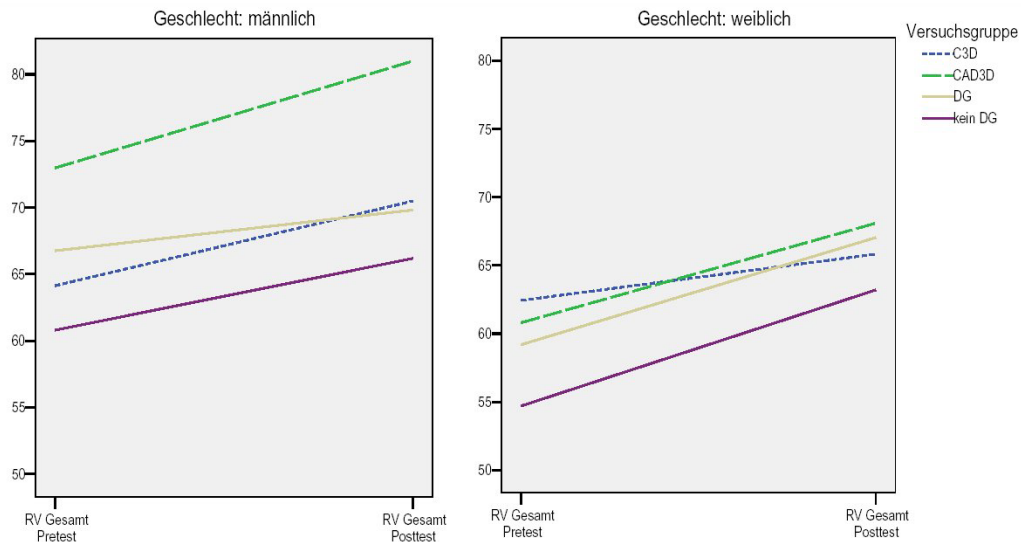


Abbildung 7-5: Construct3D – Leistungsänderung nach Geschlecht³⁸⁴

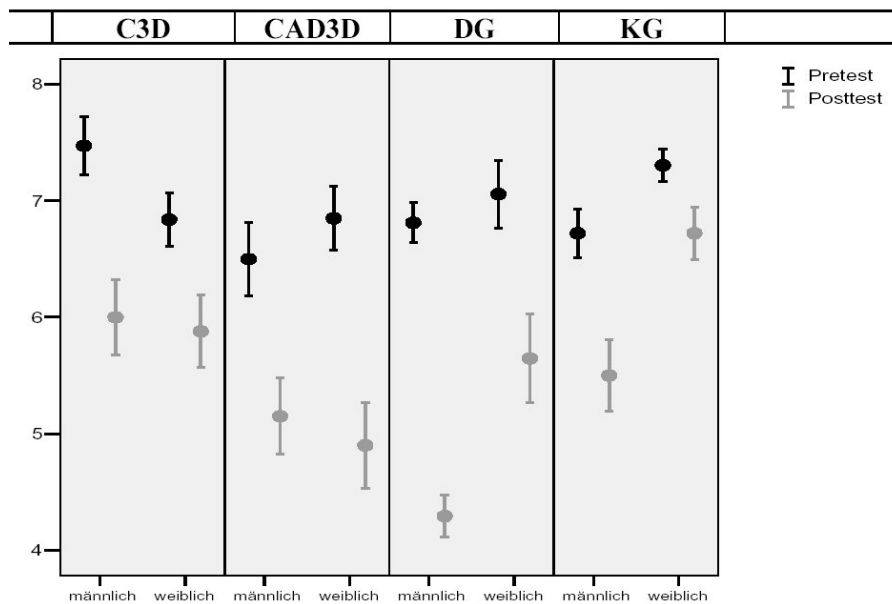


Abbildung 7-6: Bearbeitungszeitunterschiede – Pre- und Posttest³⁸⁵

³⁸⁴ Quelle [DÜN2005], S. 141.

³⁸⁵ Quelle [DÜN2005], S. 151.

7.2 Untersuchung der Raumvorstellung bei Lehrenden

Hat speziell die intensive Beschäftigung mit 3D-Software – wie dies bei Lehrenden im Zuge der Unterrichtsvorbereitung der Fall ist – eine Auswirkung auf das Lösen typischer Raumvorstellungstests, wie sie etwa bei Intelligenzuntersuchungen auftreten?

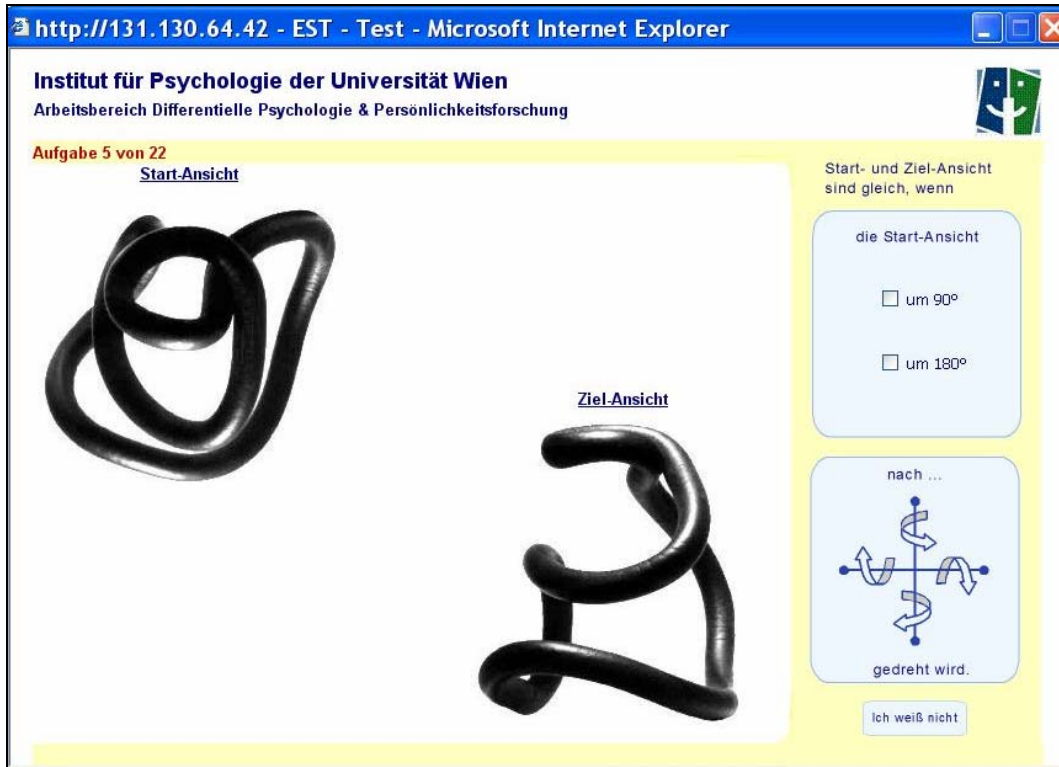


Abbildung 7-7: Screenshot einer Aufgabe des EST

Zur Beantwortung dieser Frage wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ein Test im Sinne einer Pilotstudie durchgeführt. Dazu wurde der Raumvorstellungstest EST³⁸⁶ von G. Gittler gewählt. Dies vor allem deshalb, da er für diesen Zweck online zur Verfügung gestellt wurde und da durch das Vorliegen von an die 3000 Vergleichswerten zu erwarten war, dass Ergebnisse schon bei einer in Maßen gehaltenen Probandenzahl erwartet werden dürften.

Die Untersuchung war zweistufig aufgebaut: In der ersten Stufe des ONLINE-Tests wurden die Basisdaten – ähnlich denen für die Neue-Medien-Untersuchung

³⁸⁶ Endlosschleifentest, vgl. [GIT2003].

– eingegeben. Danach wurde durch einen Link der Server gewechselt und die Probanden kamen direkt zum Server des Psychologieinstitutes der Universität Wien, auf dem dieser Test liegt. Im Zuge dieses Einstiegsverfahrens musste das vorhin selbst gewählte Kennwort nochmals eingegeben werden, um eine Zuordnung zwischen den erhobenen Basisdaten und den Antwortdaten zu den Raumvorstellungsaufgaben herstellen zu können. Für die Probandinnen war diese zweimalige Eingabe ein- und desselben Kennwortes eine organisatorische Hürde. Wurde der EST bei irgendeiner Aufgabe – warum auch immer – unterbrochen, so war der gesamte Datensatz (mit den bis dahin gegebenen Antworten) nicht gespeichert. Insgesamt lösten 86 TeilnehmerInnen den ersten Teil der Aufgabe. Am Ende blieben lediglich – bedingt durch technische Einschränkungen (instabile Internetanbindung, Serverüberlastung, ...) und die vorhin beschriebenen Probleme – 37 echt auswertbare vollständige Datensätze übrig. Deshalb ist es sehr schwierig, aus diesen wenigen verwertbaren Daten gültige Aussagen zu treffen. Aufgrund der niedrigen Probandenzahlen kann kein einziges der nachfolgend ausgegebenen Ergebnisse als signifikant angesehen werden. Die Ergebnisse dieses Tests im Sinne einer Pilotstudie sollen dennoch angegeben werden. Auf den Ergebnissen könnte eine umfangreichere und technisch besser abgesicherte Untersuchung basieren. Angeregt durch die hohe Übereinstimmung mit den Basisdaten der „großen“ Neue-Medien-Untersuchung dieser Arbeit soll darauf hingewiesen werden, dass es wieder möglich war, durch Clusterung Interessentypen herauszufiltern. Diesmal blieben durch das Auswahlverfahren (lediglich ein Online-Test, keine Papierversion!) diejenigen Probanden aus, die zur Bildung der dritten Gruppe „Geringstes Interesse an neuen Medien“ geführt hatten. Die ProbandInnen, die den Test absolviert haben, ließen sich durch die drei Items „Interesse an Innovationen“, „Computerbesitz“ und „Internetzugang“ zwei Gruppen, in diesem Fall „niedriges Interesse“ und „hohes Interesse“ an neuen Medien clustern. 78% der TeilnehmerInnen hatten hohes Interesse, 21% niedriges.

Hier die Ergebnisse nach Durchführung des Endlosschleifentests:

Deskriptives Ergebnis: Von den 37 TeilnehmerInnen hatten 27 (absolut) angegeben mit CAD gearbeitet zu haben, 10 nicht, 9 kamen von HS, 28 von AHS/BHS, 16 waren weiblich, 21 männlich, 20 unter 40 Jahren und 17 älter als 40 Jahre, 19

sind max. 10 Jahre im Dienst, 18 länger. Unter den Befragten befanden sich auch 9 Studierende.

Als aussagekräftigste Maßzahl für das Abschneiden beim EST wurde der Median gewählt. In den folgenden Grafiken (Abbildung 7-8 und 7-9) sind die Ergebnisse aller durch die erhobenen Merkmale unterscheidbaren Gruppen angeführt. Auffällig ist der Unterschied zwischen UniversitätsabgängerInnen und Pädak-AbsolventInnen, ein ähnlich großer Unterschied kennzeichnet aber auch die unterschiedenen Altersgruppen.

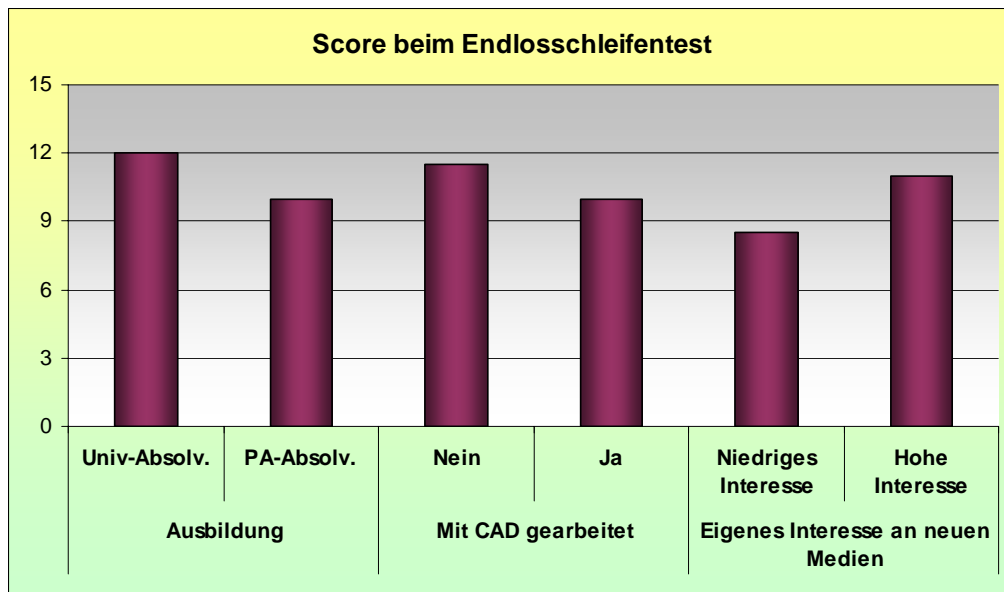


Abbildung 7-8: Mediane der Scores beim Endlosschleifentest, Teil 1

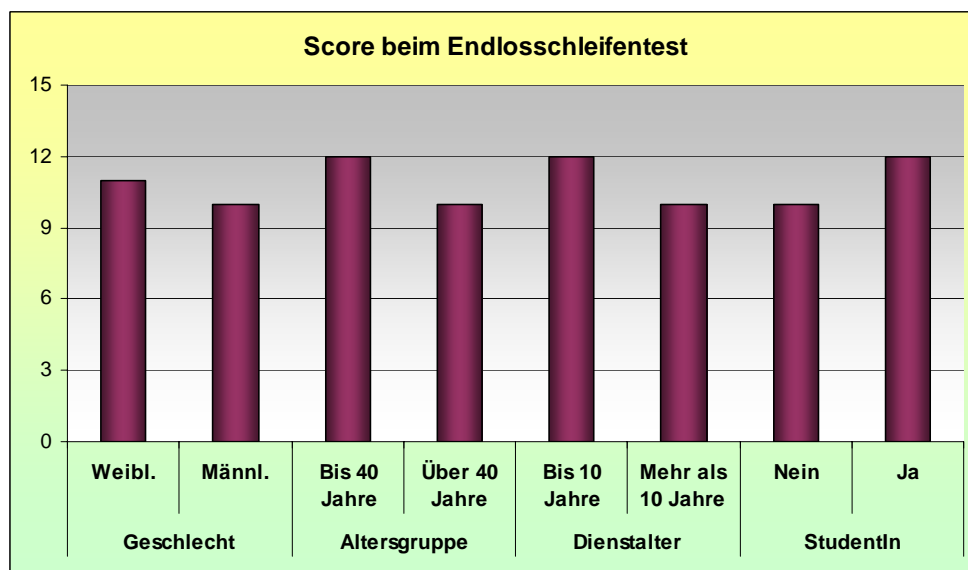


Abbildung 7-9: Mediane der Scores beim Endlosschleifentest, Teil 2

Dabei schnitten die jüngeren TestteilnehmerInnen besser ab als die älteren. Auch im Dienstalter gab es ähnliche Ergebnisse, ebenso zwischen Studierenden und Lehrenden. Ein großer Unterschied zeigte sich zwischen Lehrergruppen mit niedrigem Interesse und hohem Interesse an neuen Medien.

Zum Abschluss dieses kurzen Exkurses zu einer Raumvorstellungsmessung bei Lehrenden sei nochmals betont, dass die dargestellten Unterschiede zwischen den angegeben Gruppen nicht signifikant sind. Die Ergebnisse mögen im Sinne einer „Tendenz“ gesehen werden, die zu einer eigenen Studie anregen sollen.

7.3 Auswirkungen auf Bildungs- und Lehraufgaben

7.3.1 Freie Ergänzungsmöglichkeiten

Um die Meinung der Lehrenden über die Auswirkungen des Einsatzes neuer Medien auf die Erfüllung der Bildungs- und Lehraufgaben aus den Lehrplänen zu erkunden, wurde eine freie Ergänzungsmöglichkeit unter der Itemnummer 60 (vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“) eingebaut. Ergänzt wurde die Aufforderung „*Was ich dazu schon immer bemerken, loswerden, ... wollte.*“ durch die Randbemerkungen „*Wie wirken sich Einsatz und Verwendung neuer Medien auf den Unterricht im Hinblick auf Lehrplanforderungen aus? Diese Fragen sind vor allem für die LehrerInnen aus den Fächern DG und GZ gedacht! Bitte nur bearbeiten, wenn Software eingesetzt worden ist.*“ Die konkreten Antworten sind wieder im Anhang „Freie Ergänzungen“ zu finden. 24 Ergänzungen wurden vorgenommen, die die in Tabelle 7-1 ersichtliche Kategorisierung zuließen.

Themenbereich	Nummern der Ergänzungen
Didaktische Aspekte	10,15,21
Schulung der RV (pos./neg.)	07,20
Motivation, Interesse	02,05,07,14, 17 ,19,21
Positive Aspekte	02,05,06,07, 12 ,14,16,17
Neutrale Aussage	01,08,17,18, 20
Negative Aspekte	04,09,11,13,
Schulausstattung/Stundenzahl	04,11,13
Andere Probleme	13,15, 18

Tabelle 7-1

Insgesamt überwiegen die positiven Aussagen.

7.3.2 Erleichterungen durch neue Medien

In Abschnitt 4.1 wird erläutert, wie die Items des Bereiches 6 „Auswirkungen der Verwendung neuer Medien“ zu einem einzelnen Score (p6) zusammengefasst werden können. Dieser Score wird aus den Variablen 61, 62, 64, 66a, 66b, 67, 69 (vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“) gebildet, die alle erleichternde Auswirkungen des Einsatzes neuer Medien auf die SchülerInnen nach Meinung von Lehrenden abfragen. Die deskriptive Auswertung ist in Abschnitt 3.5 (Abbildung 3-12) zusammengefasst. Demnach geben mehr als 90 % der Lehrenden zumindest zum Teil Erleichterungen für die SchülerInnen und erhöhtes Verständnis an. Sig-

nifikante Unterschiede bei der Beantwortung (mit $p = 0,012$, vgl. Tabelle 7-2) treten lediglich bei den Lehrenden mit unterschiedlichem eigenen Interesse an neuen Medien auf.

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Erleichterungen für SchülerInnen durch Einsatz von neuen Medien

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	451,779 ^a	2	225,889	4,525	,012
Intercept	103996,712	1	103996,71	2083,116	,000
CLU3_1	451,779	2	225,889	4,525	,012
Fehler	9385,641	188	49,924		
Gesamt	182377,014	191			
Korrigierte Gesamtvariation	9837,420	190			

a. R-Quadrat = ,046 (korrigiertes R-Quadrat = ,036)

Tabelle 7-2

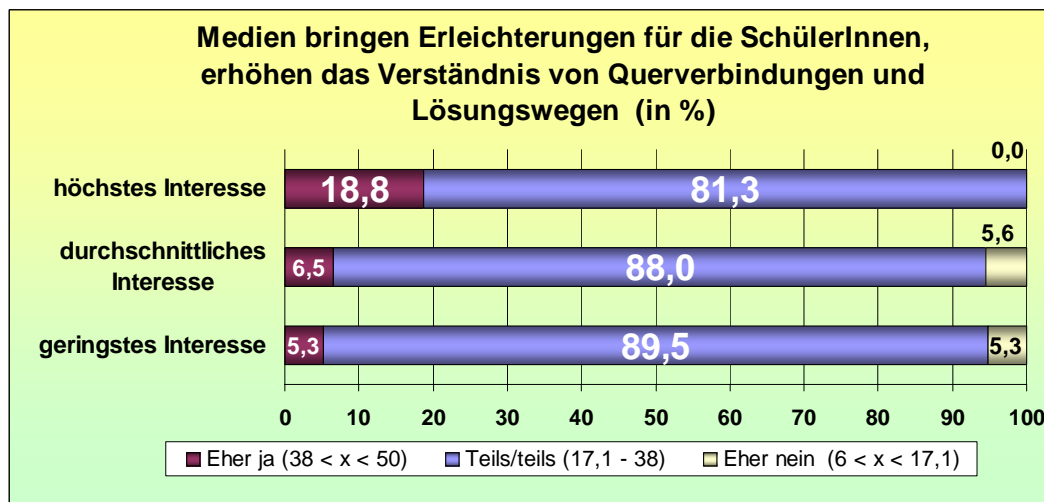


Abbildung 7-10: Erleichterungen – Interessensunterschiede

Erwartungsgemäß (vgl. Abbildung 7-10) schätzen die meisten Lehrenden mit höchstem eigenen Interesse an neuen Medien die Erleichterungen für die SchülerInnen auch am höchsten ein.

Herausgehoben werden soll zusätzlich die Auswertung der Frage „Die graphischen Endergebnisse werden besser (Computerzeichnungen).“ (Item 66b, vgl. Anhang „Fragenbogen ‚Neue Medien‘“). Hier findet sich erwartungsgemäß eine breite Zustimmung (vgl. Abbildung 7-11).

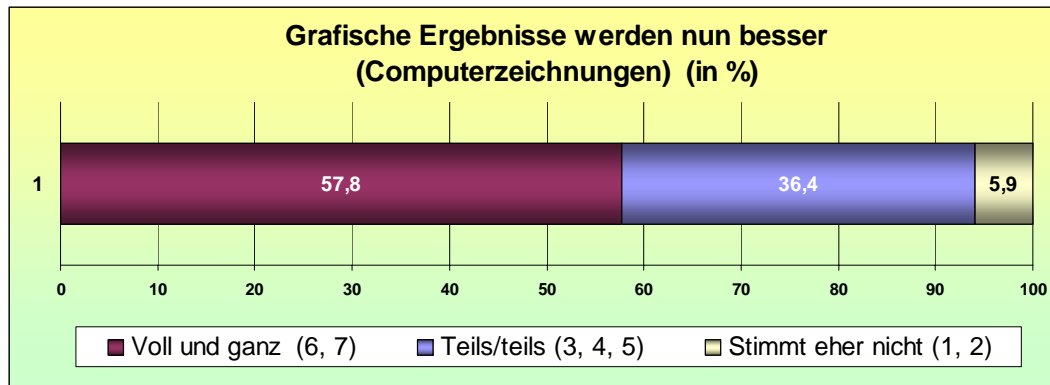


Abbildung 7-11: Verbesserung graphischer Ergebnisse

Obwohl durch den Score p6 „Erleichterungen“ die meisten Fragestellungen dieses Abschnitts generell beantwortet sind, sollen noch drei Items, bei denen signifikante Unterschiede in den Antworten aufgetreten sind, speziell herausgehoben werden. Wie in Tabelle 7-3 ersichtlich, gibt es bei den Fragen nach vermehrter Anfertigung von Handskizzen zur Lösung räumlicher Probleme (Item 63, nicht im Score p6 erfasst), bei der Feststellung, dass die SchülerInnen nun ihre (händischen) graphischen Fähigkeiten besser entwickeln (Item 66a) und dass SchülerInnen nun besser zeichnerische Darstellungen räumlicher Gebilde lesen können (Item 67), signifikante Unterschiede.

Statistik für Test^a

	Mehr Handskizzen bei Lösung	Entwickeln nun ihre händischen graph. Fähigkeiten besser!	Können nun besser zeichn. Darstellungen räuml. Gebilde lesen
Mann-Whitney-U	3367,000	2594,500	3289,000
Wilcoxon-W	11623,000	10722,500	11417,000
Z	-2,046	-4,158	-2,042
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,041	,000	,041

a. Gruppenvariable: Schultype

Tabelle 7-3

Die Meinung, dass SchülerInnen nun öfter Handskizzen anfertigen, vertreten die AHS/BHS-LehrerInnen signifikant häufiger ($p = 0,041$, vgl. Tabelle 7-3):

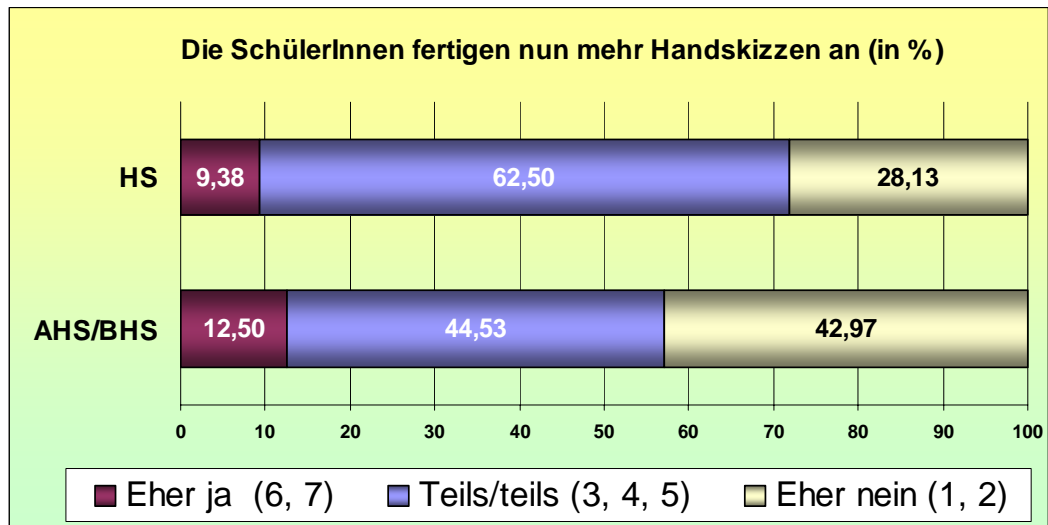


Abbildung 7-12: Mehr Handskizzen – Schultypunterschiede

AHS/BHS-LehrerInnen geben zwar häufiger als HS-LehrerInnen an, dass die SchülerInnen nun (mit Verwendung neuen Medien) eher mehr Skizzen anfertigen, allerdings sind auch bei weitem mehr AHS/BHS-LehrerInnen der Ansicht, dass SchülerInnen nun eher überhaupt keine Skizzen mehr anfertigen (vgl. Abbildung 7-12).

Signifikant mehr HS-LehrerInnen als AHS/BHS-LehrerInnen ($p < 0,001$, vgl. Tabelle 7-3) geben an, dass die SchülerInnen nun ihre (händischen) graphischen

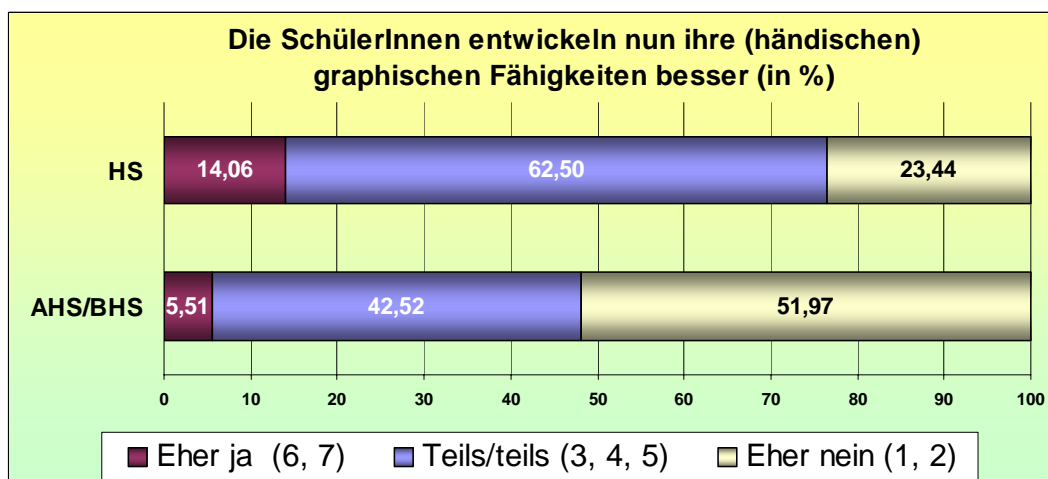


Abbildung 7-13: Entwicklung graphischer Fähigkeiten

Fähigkeiten besser entwickeln. Das Ergebnis ist in Abbildung 7-13 dargestellt. Der mehr als doppelt so hohe Anteil an sehr zustimmenden Antworten kann auf jeden Fall nicht damit erklärt werden, dass die SchülerInnen nun mehr händisch zeichnen, denn dies wurde ja von den HS-LehrerInnen signifikant weniger zustimmend beantwortet (vgl. Abbildung 7-12).

Bei der Frage, ob SchülerInnen nun zeichnerische Darstellungen räumlicher Objekte besser lesen könnten, geben signifikant mehr HS-LehrerInnen eine zustimmende Antwort ($p = 0,041$, vgl. Tabelle 7-3). Die Antwortverteilung ist in Abbildung 7-14 dargestellt.

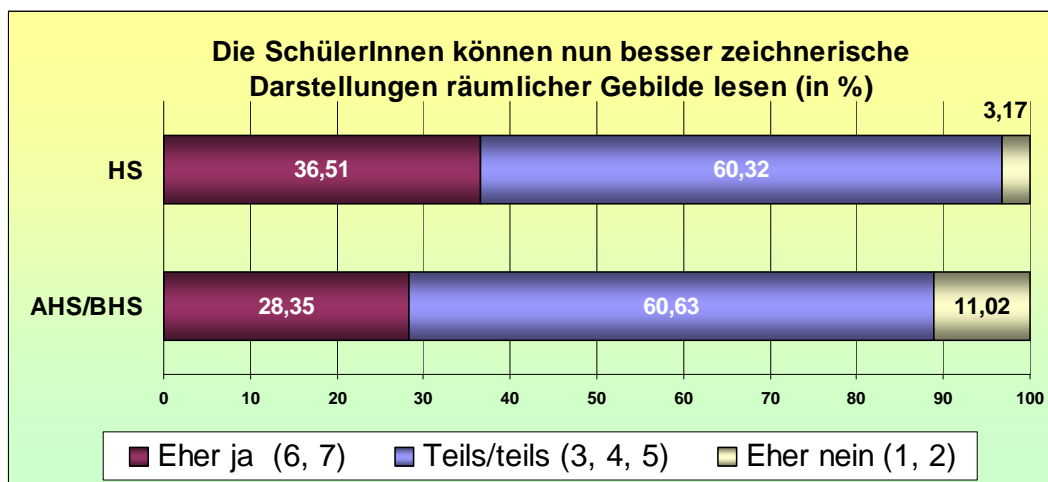


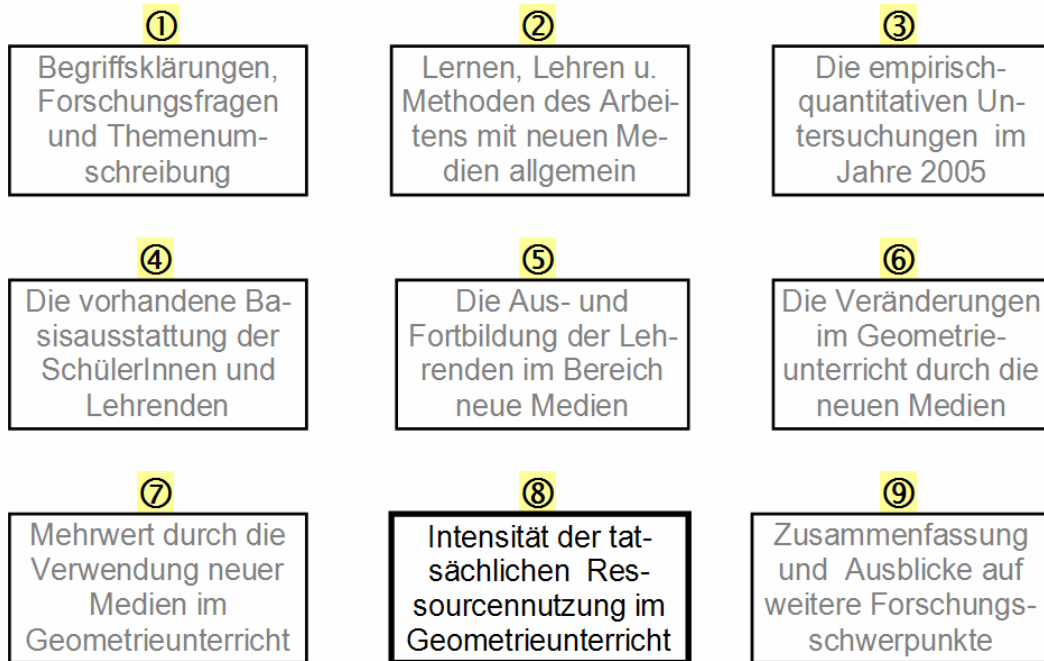
Abbildung 7-14: Lesen zeichnerischer Darstellungen

7.4 Zusammenfassung

Die in der Einleitung dieses Abschnittes gestellte Frage, ob der hohe Aufwand im Bereitstellen der Ressourcen für das Arbeiten mit neuen Medien lohnend ist, muss eindeutig mit JA beantwortet werden. Der Mehrwert für den Geometrieunterricht wurde an Hand von Fachliteraturziten und Berichten über aktuelle Forschungsprojekte dargestellt. Dabei stand meist die Verbesserung der Raumvorstellungsfähigkeit im Zentrum der Untersuchungen. Herausgehoben sollen die Ergebnisse des ELCAD-Projektes von G. Maresch sein, worin durch externe Evaluation der hohe Mehrwert an Wissenszuwachs und Raumvorstellungsfähigkeit und Kompetenz im Umgang mit neuen Medien nachgewiesen worden ist. Zuletzt sei auf die Ergebnisse der dieser Arbeit zu Grunde liegenden Neuen-Medien-Umfrage hingewiesen: Demnach sehen mehr als 90 % der Lehrenden bei Einsatz neuer Medien zumindest teilweise Erleichterungen für die SchülerInnen und erhöhtes Verständnis für den Fachbereich.

8 Ressourcennutzung

Übersicht und Leitfaden durch die Arbeit



Wie intensiv und wie weitgehend nutzen die Lehrenden die den Schulen zur Verfügung stehenden Ressourcen im praktischen Unterrichtsalltag? Damit befassen sich mehrere Abschnitte der vorliegenden Erhebung. Die Ergebnisse zeigen ein weites Feld von Unterschieden in den untersuchten LehrerInnenklassen.

Die Ressourcennutzung durch die Lehrenden ist von großer Relevanz für das zu untersuchende Thema: Sie ist ein wichtiger Indikator im Hinblick auf die Akzeptanz der für den Geometrieunterricht angebotenen Produkte. Die Häufigkeit der Nutzung im praktischen Unterricht ist jenes Kriterium dafür, welches quantitativ-empirisch relativ rasch ermittelt werden kann.

Ein möglicher Kriterienkatalog für die Güte eines Produktes (CAD-Software, Materialien auf CD oder im WEB) hängt von den Bedürfnissen und Erwartungen der Lehrenden ab – differenziert nach Alter, Schultype, Anforderungsniveau usw. Ein solcher Katalog *qualitativer* Merkmale neuer Medien für den Geometrieunterricht könnte durch eine weitere empirische Untersuchung erstellt werden. Ansätze für eine erste Datensammlung dazu gab es bereits in der Serie³⁸⁷ „Kurzdokumentation für Unterrichtssoftware“ in den IBDG.

Zur *quantitativen* Beantwortung der Frage, inwieweit die Lehrenden die zur Verfügung gestellten Softwareprodukte tatsächlich im Unterricht nutzen, wurden mehrere Einzelitems und ganze Itemgruppen in den Fragebogen³⁸⁸ eingebaut. Darunter befand sich auch die Möglichkeit einer offenen Antwort bzw. Ergänzung, die immerhin von rund 15% der ProbandInnen in Anspruch genommen wurde. Während es in den Fragengruppen 30, 90 und 100 (vgl. Anhang „Fragebogen ‚Neue Medien‘“) hauptsächlich um die verwendeten Softwaretypen, Nutzung der WEB-Angebote und E-Learning-Plattformen ging, bezogen sich die Items in den Fragengruppen 40 und 50 auf die Anteile, die das Arbeiten mit neuen Medien während der Unterrichtszeit und der Hausübungszeit in der Unterrichtsarbeit einnahmen.

8.1 Freie Ergänzungsmöglichkeiten

Die Möglichkeit einer offenen, freien und anonymen Ergänzung zu den Fragenkomplexen stellt ein qualitatives Merkmal dieser auf Quantitativität ausgerichteten Untersuchung dar. Zunächst wurde eine erste Antwort auf die Fragen³⁸⁹ „Wie ist der IST-Stand in der Verwendung neuer Medien im Geometrieunterricht?“ und „Wie häufig und welche Art von Software wird tatsächlich im Unterricht verwendet?“ gesucht. Zusätzlich wurde erhoben, wie weit das Internet bzw. CD-ROMs im Geometrieunterricht verwendet werden.

Die freien Ergänzungen auf die Fragestellung „Was ich dazu schon immer bemerken, loswerden ... wollte.“ sind im Anhang „Freie Ergänzungen“ abgedruckt: Die

³⁸⁷ In zwangloser Folge erschienen diese Dokumentationen bis zum Heft 2/2000 der IBDG, betreut von Mag. Klaus Scheiber und Mag. Georg Thaler.

³⁸⁸ Vgl. Anhang „Fragebogen ‚Neue Medien‘“.

³⁸⁹ Item 30, vgl. Anhang „Fragebogen ‚Neue Medien‘“.

34 gegebenen Antworten zur obigen Fragestellung lassen die in der Tabelle 8-1 dargestellte Kategorisierung (vgl. 1. Spalte) zu.

Themenbereich	Antwortanzahl	Nummern der Ergänzungen
Stundenzahl	4	04,12,25,28
Klassengröße/Schülerzahl	9	03,12,15,21, 23 ,24,26,28,29
Software	5	01,12,14,17, 19
Schulausstattung/Hardware	9	10,12,13,15, 21 ,22,24,29,30
Technische Aspekte	4	03,07,21,22
Positive Aspekte	8	05,08,11,16, 17 ,18,23,27
Negative Aspekte	23	01,02,03,04, 06 ,09,10,11,13, 14 ,15,16,19,20, 21 ,22,23,24,25, 26 ,28,29,30
Finanzielle Aspekte	2	06,07

Tabelle 8-1

Die Zahlen in der dritten Spalte geben die einzelnen Antwortnummern der Liste im Anhang wieder. In der zweiten Spalte findet sich die Anzahl der Antworten, aus der schließlich die Häufigkeiten als Grundlage der grafischen Darstellung in Abbildung 8-1 berechnet wurden.

IST-Stand neuer Medienverwendung - freie Ergänzungen
(relative Werte bezogen auf die Gesamtzahl der zu diesem Thema abgegebenen Antworten)

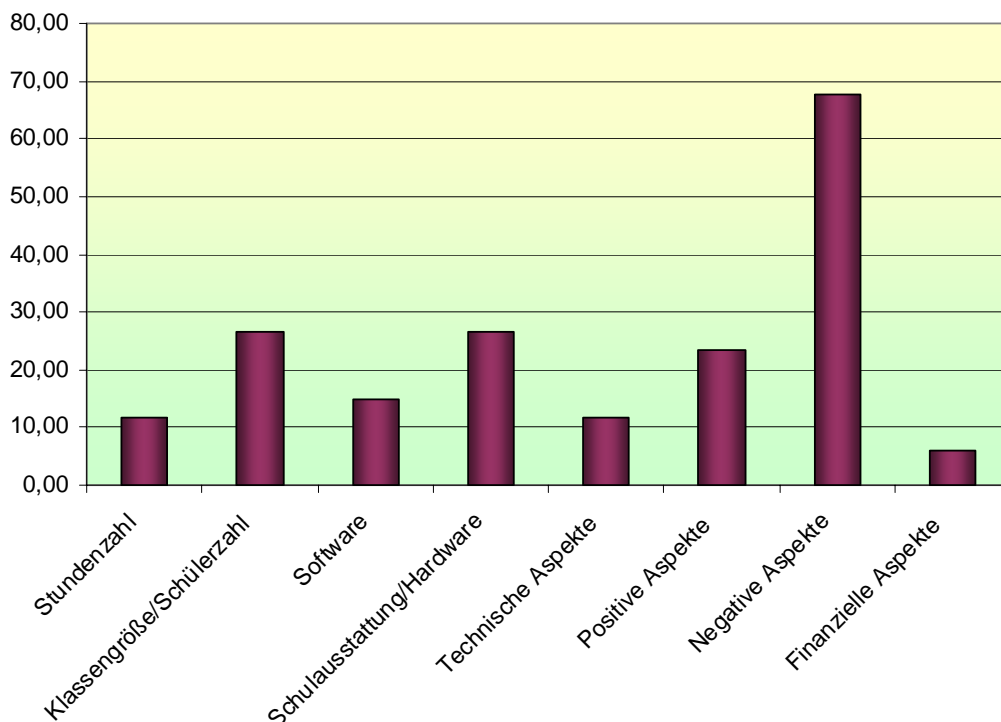


Abbildung 8-1: IST-Stand/Medienverwendung – Freie Ergänzungen

Als häufigster Grund für die Nichtverwendung von Software oder anderen neuen Medien wird die hohe Schülerzahl (Klassengröße) genannt, erst in zweiter Linie – aber doch mit dem ersten Punkt inhaltlich gleichbedeutend – die Schulausstattung mit zu wenigen Arbeitsplätzen oder zu wenigen EDV-Räumen. Die folgende Aussage Nr. 03 fasst wesentliche Kritikpunkte authentisch zusammen:

Bei 29-35 Schüler in der Unterstufe sind kaum Klassenteilungen möglich (... oft funktionieren nur 10-12 Geräte; Stundenkollisionen wegen großer Zahl der [in den EDV-Räumen, d. Verf.] gehaltenen Klassenstunden und dichten Stundenplans (wegen 5-Tage Woche).

Antwort Nr. 15 reißt das Problem nicht vorhandener *aktueller* 2D-CAD-Software an, wenn auf die Frage nach den Ressourcen gestellt wird:

Im klassischen 2D-Bereich eher dürftig (WINDOS-CAD³⁹⁰ ist eher überholt!).

Dass GZ-Unterricht mit neuen Medien trotzdem durchgeführt werden kann, das zeigen die Antworten Nr. 16, Nr. 17 und Nr. 23:

In GZ seit 12 Jahren permanenter Einsatz, in DG gar nicht.

In GZ zu 95% Einsatz von didaktischer Software.

Schulversuch ACG begeistert, Schülerzahl für GZ durch Nichtteilung aus Budgetgründen katastrophal.

Diese Antworten eröffnen weitere Blicke in die Schulpraxis:

1. Der Einsatz von neuen Medien scheint fachabhängig zu sein (in GZ wird Software seit langem eingesetzt, in DG nicht).
2. Didaktische Software, also Programme, die hauptsächlich für den Einsatz in der Schule konzipiert wurden, werden in erster Linie (zumindest im GZ-Bereich) verwendet.
3. Es gibt innovative Ansätze, die durch Umfeldbedingungen gehemmt werden. So ist es nicht verwunderlich, dass es in diesem Bereich bei fast 70 % aller Ergänzungen negative Bemerkungen gibt.

In der Folge geht es um konkrete Inhalte, die die Verwendung von neuen Medien – speziell Softwareprodukten für Geometrie – im Unterricht betreffen. Es gibt und

³⁹⁰ Auffällig sind die Bemerkungen (siehe Antworten Nr. 01 und Nr. 14) über die Nicht-Servisierung des noch immer sehr häufig verwendeten 2D-CAD- Programms WinDos-CAD.

gab zwar Untersuchungen³⁹¹ allgemeiner Art über die Computerverwendung, eine spezielle österreichweite Untersuchung auf dem Gebiet der Geometriesoftware ist dem Autor nicht bekannt.

Beim Themenbereich³⁹² „Unterrichtsorganisation unter (teilweiser) Verwendung neuer Medien“ wurden 28 freie Ergänzungen gegeben, d. h. auf etwa 13 % aller Fragebogen. Tabelle 8-8 zeigt eine statistische Verteilung der Antwortinhalte. In der zweiten Spalte findet sich wieder die absolute Anzahl der in der dritten Spalte befindlichen Antwortnummern (bezogen auf die im Anhang „Freie Ergänzungen“ wiedergegebenen Originalantworten). Eine Kategorisierung der Aussagen erfolgt nach den in der ersten Spalte befindlichen *Schlüsselbegriffen*:

Themenbereich	Antwortanzahl	Nummern der Ergänzungen
Klassengröße, Schülerzahl	10	06,08,09,10, 11 ,19,21,23,24, 25
Lehrbuch, Arbeitsblatt	7	01,02,04,12, 13 ,15,18,
Schulausstattung	12	05,06,08,09, 10 ,13,19,21,22, 23 ,24,25
Didaktik	3	14,16,19
Positive Aspekte	6	02,07,09,13, 15 ,22
Negative Aspekte	13	04,05,06,08, 09 ,10,18,19,20, 21 ,23,24,25
Finanz. Aspekte, Sparmaßnahmen	2	01,18
Andere Probleme	4	03,14,16,20

Tabelle 8-2

In der nachfolgenden Abbildung 8-2 werden die relativen Häufigkeiten der Antwortzahlen (Spalte 2 in Tabelle 8-2) in den einzelnen Kategorien dargestellt. Auffällig ist die hohe Anzahl negativer Antworten (negativ im Sinne einer „Nichtunterstützung“ neuer Medien). Eng damit zusammenhängend ist die Problematik der Klassengrößen bzw. der Schülerzahlen. Dass dabei öfters auf den GZ-Unterricht verwiesen wird, ist nahe liegend, sind doch die Oberstufenklassen mit dem DG-Unterricht meist viel kleiner.

Exemplarisch seien zwei Antworten aus diesen Ergänzungen zitiert:

³⁹¹ Vgl. diverse Publikationen unter <http://www.statistik.at/>, darunter etwa die Untersuchung „IKT-Einsatz in Haushalten“ über die Ergebnisse einer Befragung über den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in Haushalten 2005 (ISBN 3-902479-50-7). Diese Untersuchung ist unter http://www.statistik.at/neuerscheinungen/download/2006/IKT2005_www.pdf downloadbar [28. 3. 2006].

³⁹² Item 40, vgl. Anhang „Fragebogen „Neue Medien““.

Die Antwort Nr. 19 bezieht sich nochmals auf den Problemkreis „Ausstattung“ und deutet auf die Themenkreise „Arbeitsformen“ (Abschnitt 2.4) und „Leistungskontrolle, Beurteilung“.

Schüleranzahl ist ohne verpflichtende Teilung meist zu hoch, SchülerInnen sitzen zu zweit am PC, Leistungskontrolle ist schwierig.

Antwort Nr. 22 deutet auf ein neues Verständnis der LehrerInnenrolle im Sinne der in Abschnitt 2.4. angeführten Lern-Lehrmodelle hin.

Völlig anders als bisher. Ich unterrichte, indem ich meine Klassen (bis zu 30 Schüler) jede Stunde auf die 2 Informatikräume aufteile, damit jeder Schüler einen eigenen PC zur Verfügung hat, und zwischen diesen Räumen pendle.

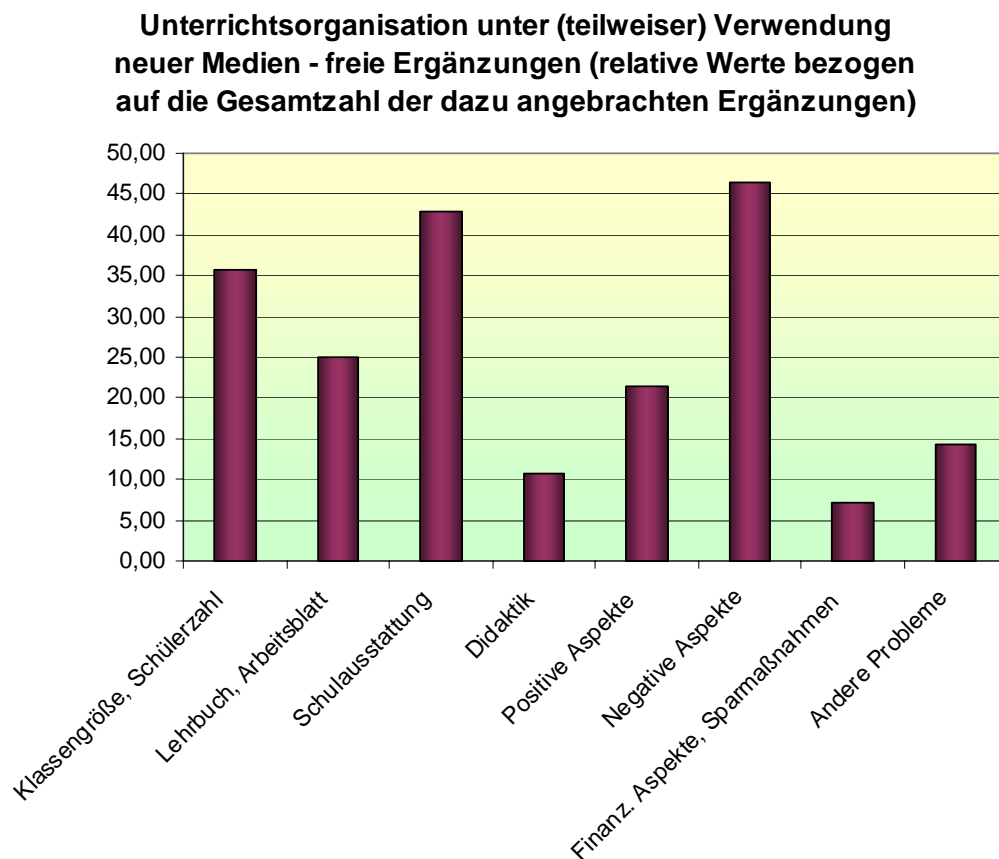


Abbildung 8-2: Unterrichtsorganisation – freie Ergänzungen

8.2 Softwareverwendung im Geometrieunterricht

Eine erste Übersicht über die Verwendung von Software im Geometrieunterricht liefert die Auswertung der Frage³⁹³ nach der Häufigkeit dieser Verwendung. Hier ist eine siebenstufige Antwortmöglichkeit vorgegeben. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden im Zuge der Auswertung jeweils mehrere Klassen mit bejahenden Antworten zusammengefasst: Die Antwortmöglichkeiten 6 und 7 werden zur Klasse I „Ja, regelmäßig oder (fast) immer“, die Möglichkeiten 3 bis 5 zur Klasse II „Ja, manchmal“ und die Antwortmöglichkeiten 1 und 2 sowie keine Antwort (sofern sich dieser Anteil bis maximal 10 % belief und dies extra in der Legende vermerkt ist) zur Klasse III „Keine Antwort, nie oder nur ausprobiert“. Daraus ergibt sich dann folgende Abbildung 8-3, die eine eigene Häufigkeitstabelle ersetzen soll.

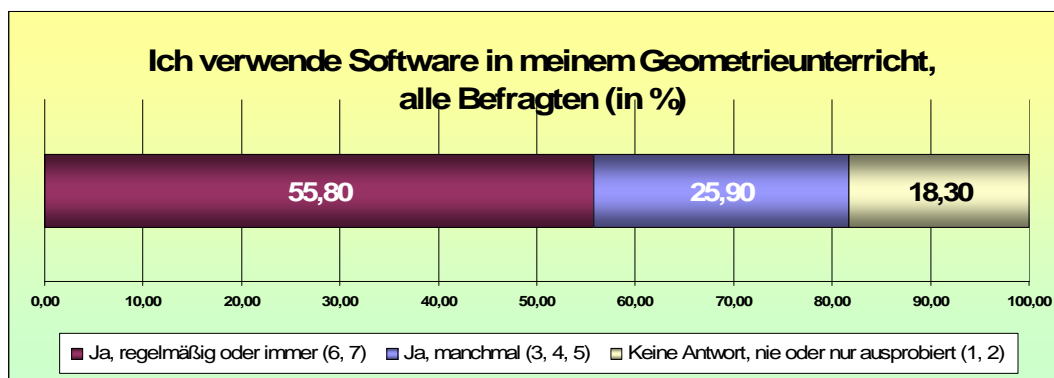


Abbildung 8-3: Softwareverwendung – Gesamtübersicht

Demnach verwenden mehr als die Hälfte der Lehrenden im Geometrieunterricht Software regelmäßig oder (fast) immer, etwa ein Viertel verwendet Software manchmal. Dieses an sich erfreuliche Resultat wird durch den Anteil von fast einem Fünftel der Befragten³⁹⁴ getrübt, die keine Antwort gaben, noch nie Software verwendet oder höchstens ausprobiert haben.

³⁹³ Item 31, vgl. Anhang „Fragebogen ‚Neue Medien‘“.

³⁹⁴ Bedenkt man, dass sich vor allem engagierte LehrerInnen, die Fortbildungskurse besuchen, die die IBDG oder die Mailingliste des ADG abonniert haben, vermutlich die Zeit genommen haben, den Fragebogen zu beantworten, so muss das Ergebnis zum Nachdenken anregen. Die Versuchung eine „Hochrechnung“ anzustellen ist groß: Wenn man allerdings – nur rein hypothetisch natürlich – die hohe Zahl der Schulklassen nimmt, in denen noch nie Software verwendet wurde oder in denen der Einsatz nur ausprobiert worden ist, dann käme man bei einer solchen (wissenschaftlich nicht untermauerten) Hochrechnung des Anteils von 18,3 % auf mehr als 4500 Schulklassen oder

Exemplarisch sei einmal der Weg von der nach der Auswertung vorliegenden Ur-tabelle (siehe Tabelle 8-3) über eine weitere Tabelle durch eine Klassenbildung (siehe Tabelle 8-4) bis zur grafischen Auswertung in Form eines Balkendiagramms (siehe Abbildung 8-3) demonstriert:

Die Antwortmöglichkeiten auf die Frage nach der verwendeten Software führt zu folgender Tabelle 8-3:

Antwortmöglichkeit bei	Häufigkeit	Prozent
Keine Angabe	7	3,1
Nie (1)	15	6,7
Ja, ausprobiert (2)	19	8,5
Ja, selten (3)	19	8,5
Ja, manchmal (4 oder 5)	39	17,4
Ja, regelmäßig (6)	85	37,9
(Fast) immer (7)	40	17,9
Gesamt	224	100

Tabelle 8-3

Die Antwortmöglichkeiten Nr. 4 und Nr. 5 wurden bereits im Rahmen der empirisch-quantitativen Analyse softwaremäßig zusammengeführt und liegen in dieser Auswertung nicht mehr getrennt vor. Die Reduktion auf die drei definierten Antwortklassen führt zur Tabelle 8-4, aus der schließlich die Abbildung 8-3 erstellt werden kann:

	In Prozenten von allen Antworten
Keine Antwort, nie oder nur ausprobiert (1, 2)	18,30
Ja, manchmal (3, 4, 5)	25,90
Regelmäßig oder immer (6, 7)	55,80

Tabelle 8-4

Im Vergleich zu den Zahlen der Softwareverwendung im Geometrieunterricht führte die analoge Auswertung der Antworten auf die Frage nach der Verwendungsmöglichkeit von Computern bei Hausübungen zu weit geringeren Häufigkeiten (vgl. Abbildung 8-4). Hier scheint im Vergleich mit den in Abbildung 8-3 ausgewiesenen Anteilen ein deutlicher Nachholbedarf zu sein. Eine mögliche Ursache können ungeklärte Lizenzbestimmungen sein, die den Einsatz von schuli-

mehr als 100 000 SchülerInnen (bei insgesamt rund 25 000 Klassen der betrachteten Schulen), die noch nie im Geometrieunterricht Software verwendet haben.

scher Software im Hausübungsbetrieb einschränken können³⁹⁵. Auch die Unkenntnis³⁹⁶ vieler LehrerInnen über den tatsächlichen (sehr hohen) Computerbesitzanteil der SchülerInnen könnte eine Ursache dafür sein, dass wenig Computerarbeit zu Hause erledigt wird/werden darf.

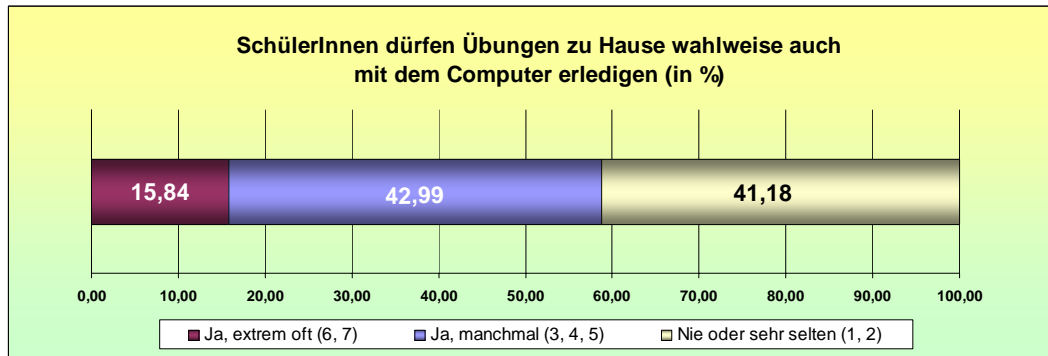


Abbildung 8-4: Computerwendung – Hausübungen

8.2.1 Schulabhängige Unterschiede bei Softwareverwendung

8.2.1.1 Schultyp

Bei der Untersuchung der Softwareverwendung zeigt sich mit $p < 0,001$ ein signifikanter Unterschied zwischen den Schultypen HS und AHS/BHS. Tabelle 8-5 gibt das Ergebnis des U-Tests im Rahmen der Signifikanzprüfung wieder:

Statistik für Test^a

	Verwendung von Software im Unterricht
Mann-Whitney-U	3966,500
Wilcoxon-W	7452,500
Z	-3,678
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Schultype

Tabelle 8-5

³⁹⁵ Als typisches Beispiel sei die Lizenzierungspolitik bei den Programmen „Derive“ oder „Cabri“ angeführt: Bei diesen Programmen gibt es im AHS-Bereich jeweils eine (vom BMBWK angekaufte) Schullizenz, die allerdings explizit die Heimarbeit dieser Programme auf Basis dieser Schullizenz untersagt. Die SchülerInnen müssten die Lizenzen privat anschaffen, um zu Hause damit arbeiten zu dürfen. Deshalb schrecken viele LehrerInnen davor zurück, Hausübungen auf Basis dieser Programme zu geben.

³⁹⁶ Diese aus vielen Gesprächen mit KollegInnen erkannte Unkenntnis über den Besitzstand von Hardware bei SchülerInnen bewog den Autor zu regelmäßigen Untersuchungen zu Beginn jedes Schuljahres ab dem Jahr 2000). Diese Auzeichnungen haben zu den Auswertungen und Grafiken in der Einleitung dieser Arbeit geführt (vgl. auch Anhang „Fragebogen Klassenbefragung“).

Dieser Unterschied schlägt sich in einer mit über 30 Rangplätzen besseren mittleren Rangreihenfolge der Schultype AHS/BHS (vgl. Abbildung 8-5) gegen den HS-Bereich nieder. Im Detail geben aus der Gruppe HS über 40 % der Lehrenden an, Software regelmäßig oder sehr häufig zu verwenden, im AHS/BHS-Bereich über 60 %. Zusätzlich gibt es im HS-Bereich mehr als ein Viertel „NichtverwenderInnen“, mehr als doppelt so viele wie im AHS/BHS-Bereich.

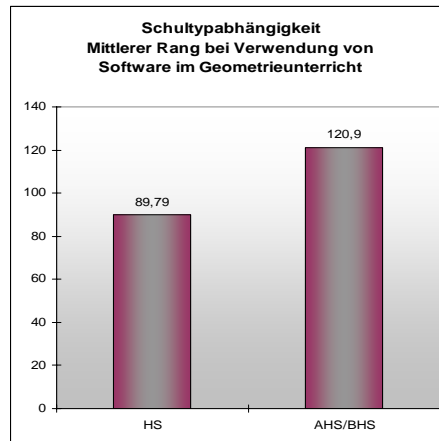


Abbildung 8-5: Software/Rangreihung – Schultypen

In der Abbildung 8-6 werden die erhaltenen Ergebnisse³⁹⁷ durch die Aufschlüsselung noch etwas deutlicher bzw. drastischer dargestellt. So geben prozentuell etwa doppelt so viele HS- wie AHS/BHS-LehrerInnen an, dass sie keine Software im Geometrieunterricht verwenden! Die Ursachen dafür sind vielschichtig. Nur ein Teil derselben kann im Rahmen dieser Arbeit beleuchtet werden.

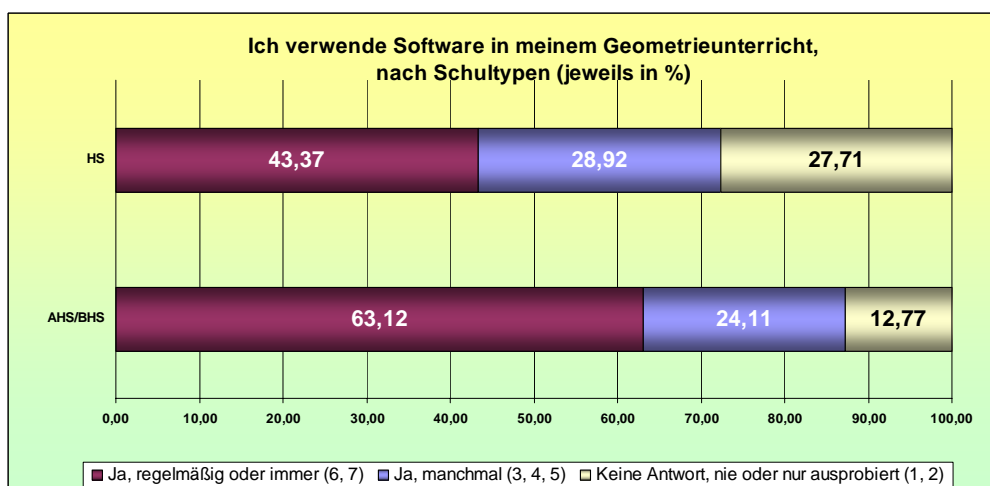


Abbildung 8-6: Software – Schultypunterschiede

³⁹⁷ Erstellung nach Item 32 (vgl. Anhang „Fragebogen“).

Dass dabei der deutlich höhere Anteil an SoftwareanwenderInnen nicht alleine auf den im AHS/BHS-Bereich inkludierten Anteil an LehrerInnen aus den berufsbildenden höheren Schulen zurückzuführen ist, zeigt ein Blick auf die in der Abbildung 8-8 aufgesplitteten Einzelergebnisse von AHS und BHS.

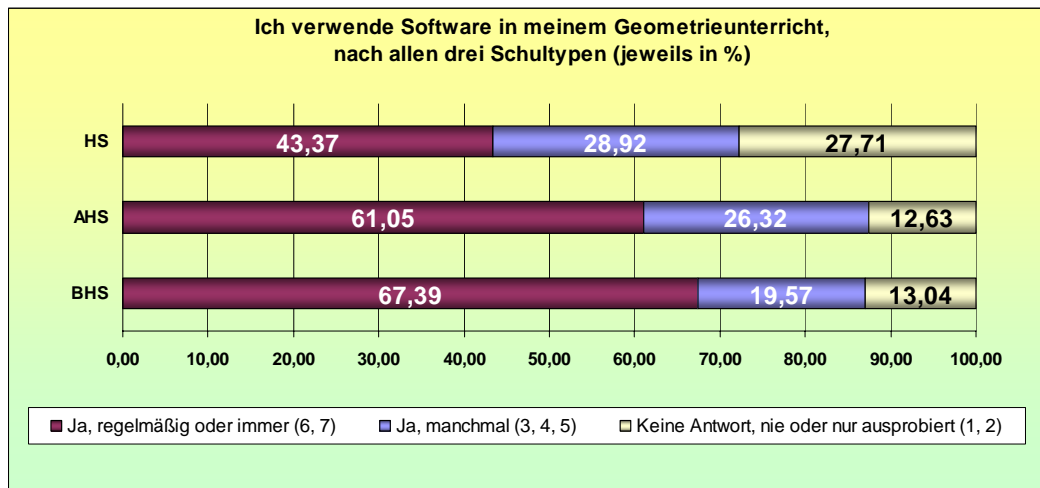


Abbildung 8-7: Softwareverwendung – HS, AHS und BHS

Ein aktueller direkter Vergleich der Anteile der Softwareverwendung von AHS-Unterstufe mit Hauptschule steht aus und kann aus der vorliegenden Untersuchung nicht abgelesen werden.

8.2.1.2 Vergleich mit anderen Untersuchungen

Das Untersuchungsergebnis, dass im Hauptschulbereich ein höherer Anteil von Lehrpersonen, die Software / neuen Medien nicht verwenden, ist, spiegelt sich auch in einer Erhebung in Bayern³⁹⁸ wider, wo etwa 52 % der Hauptschullehrkräfte angaben, keinerlei Software im Mathematikunterricht zu verwenden, während dies nur 40 % der Gymnasiallehrkräfte taten. Dieser hohe Anteil an NichtverwenderInnen mag sich einerseits damit erklären, dass diese erst 2004 veröffentlichte Untersuchung schon in den Jahren 2001 und 2002 durchgeführt worden ist. Andererseits hat der Bereich GZ im Vergleich zum Fach Mathematik bereits früher nur halb so viele „Nie-Anwender“ gehabt. Dies zeigt etwa die beigefügte Grafik in Abbildung 8-8, die ursprünglich aus der Untersuchung „Computers in Education“ aus dem Jahre 1992 stammt und hier nach einer Veröffentlichung im

³⁹⁸ Vgl. [BOF2004], S. 14.

Internet³⁹⁹ wiedergegeben ist. Aus derselben Quelle ist auch das folgende Zitat: „Am häufigsten werden Computer in Geometrisch Zeichnen benutzt (82 % der GZ-Lehrer/innen verwenden ihn, 75 % mehr als einmal im Schuljahr – Gesamtumfang im Mittel 12 Unterrichtsstunden pro Jahr). Mehr als einmal im Schuljahr verwenden 51 % der Mathematiklehrer/innen (7 bis 9 Stunden), 41 % der Deutsch- (6 Stunden) und 37 % der Englischlehrer/innen (3 bis 4 Stunden) Computer im Unterricht.“

Auffällig ist, dass die vorliegende Untersuchung ebenfalls auf denselben „Nicht-anwenderInnenanteil“ von etwa 18 % kam (vgl. Abbildung 8-3 und Abbildung 8-8 / GZ-Spalte). Überspitzt gefragt: Bedeutet dies, dass in der seit der COMPED-Umfrage vergangenen Zeit – immerhin deutlich mehr als 10 Jahre – keine Steigerung im Anteil der ComputeranwenderInnen im GZ-Bereich erzielt werden konnte?

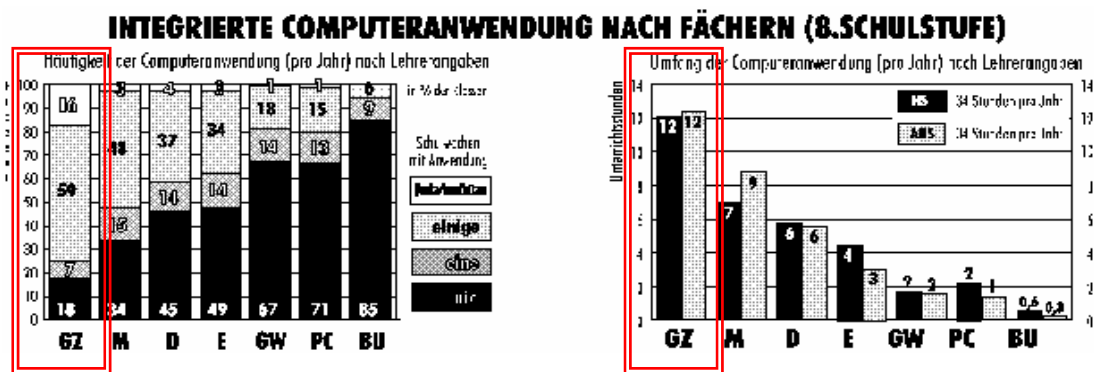


Abbildung 8-8: Softwareverwendung – COMPED 1992

8.2.1.3 Unterschiede nach Schulgröße

Die Nullhypothese, dass die *Softwareverwendung im Allgemeinen in Schulen verschiedener Schulgröße – gemessen an der Anzahl der vorhandenen Klassen – gleich sei*, kann überraschenderweise nicht gehalten werden. Der durchgeführte Test zeigt signifikante Unterschiede mit $p = 0,012$ zwischen den vier unterschiedenen Schulgrößenklassen (vgl. Tabelle 8-6).

³⁹⁹ Aus: <http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at/PAEDPSYCH/NETSCHULE/NETSCHULELITERATUR/COMPED/computereinsatz.htm> [12. 12. 2005]. Hier ist die Untersuchung „Computers in Education“ aus dem Jahre 1992 zitiert, vgl. [HAI1994] und [JUN1998].

Statistik für Test^{a,b}

	Verwendung von Software im Unterricht
Chi-Quadrat	11,015
df	3
Asymptotische Signifikanz	,012

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Klassenanzahl

Tabelle 8-6

Ein solcher Unterschied kann etwa bei der „Häufigkeit der Verwendung algebrautaglicher Taschenrechner“ bzw. bei den „Anwendungen/Recherchen direkt aus dem Internet“⁴⁰⁰ nicht festgestellt werden, ebenso wenig wie bei den Antworten, die sich mit der Verwendung von Internet und CD-ROMs befassen⁴⁰¹. Wie sind diese Unterschiede hier erklärbar? Einerseits könnte dies mit dem Schultyp zusammenhängen, da sich herausgestellt hat, dass die kleinen Schulen in dieser Untersuchung vor allem die Hauptschulen sind und diese offenbar von sich aus weniger den Computer einsetzen⁴⁰². Aus der Auswertung geht auch hervor, dass es in kleineren Schulen anteilmäßig weniger Geometriesoftware gibt⁴⁰³ als in großen

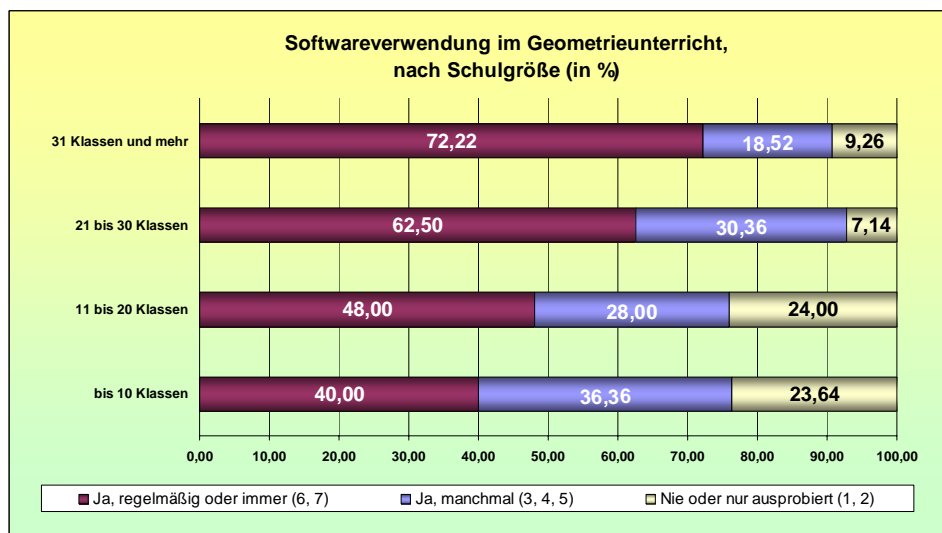


Abbildung 8-9: Softwareverwendung – Schulgrößenunterschiede

⁴⁰⁰ Item 32, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

⁴⁰¹ Items 33 – 36, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

⁴⁰² Vergleiche dazu die Ergebnisse aus Abbildung 8-14 und 8-23.

⁴⁰³ Item 100, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

Schulen. Die Beantwortung folgender Fragen könnte Ansatzpunkte für eine Erklärung dieses Ergebnisses liefern: Werden in kleineren Schulen anteilmäßig weniger Mittel als in großen Schulen bereitgestellt? Oder ist ein gewisser „Gruppen-
druck“ zur Verwendung neuer Medien gegeben, wenn die Anzahl der Geometrie-
lehrenden an einer Schule größer ist?

8.2.2 Schulausstattung

Die Frage nach den Mitteln soll der Anlass sein, einen kurzen Blick auf die zur Verfügung stehenden Ressourcen betreffend Zahl der EDV-Räume bzw. Zahl der Beamer (in Abhängigkeit von der Schulgröße) zu werfen.

8.2.2.1 EDV-Räume und Beamer

Die Gesamterhebung⁴⁰⁴ lieferte die in Abbildung 8-10 dargestellte Häufigkeit der EDV-Räume und die aus Abbildung 8-11 ersichtliche Beameranzahl⁴⁰⁵ in den betrachteten Schulen. Dass die Zeit, in der es Beamer nur in den EDV-Räumen gegeben hat, vorbei ist, zeigt der Vergleich dieser beiden Darstellungen deutlich: Weit mehr Schulen haben mehr Beamer als EDV-Räume.

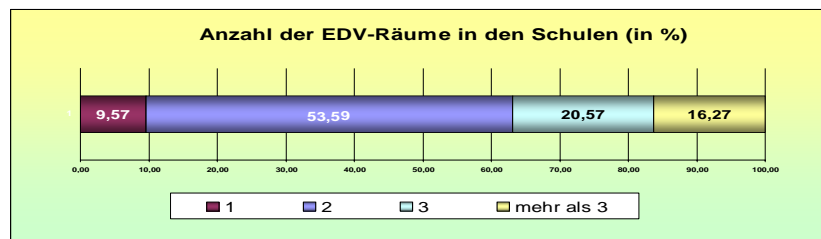


Abbildung 8-10: EDV-Räume – Gesamtverteilung

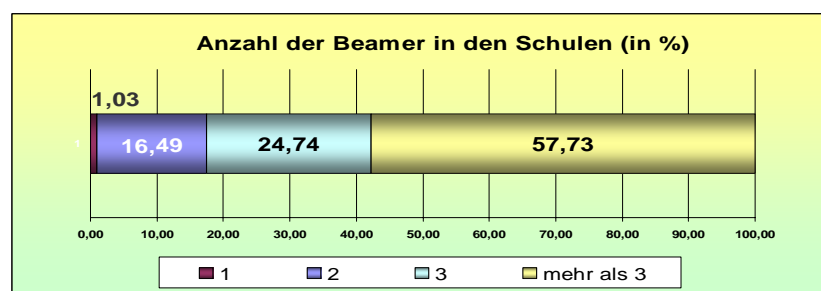


Abbildung 8-11: Beameranzahl – Gesamtverteilung

⁴⁰⁴ Hinweis: In dieser Beschreibung bleibt die Zahl der Notebookklassen, die im Zuge der Umfrage ebenfalls erhoben worden ist, bei allen Überlegungen unbeachtet.

⁴⁰⁵ Bei der Beameranzahlerhebung stellte sich heraus, dass es eine einzige Schule gab, an der noch keine Beamer vorhanden waren. Diese wurde bei der weiteren Erhebung vernachlässigt.

Die Überprüfung ergibt signifikante Unterschiede in der Zahl der EDV-Räume und in der Zahl der vorhandenen Beamer (mit jeweils $p < 0,001$, vgl. Tabelle 8-7) zwischen verschieden großen Schulen.

Statistik für Test^{a,b}

	EDV-Räume	Beameranzahl
Chi-Quadrat	75,513	116,072
df	3	3
Asymptotische Signifikanz	,000	,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Klassenanzahl

Tabelle 8-7

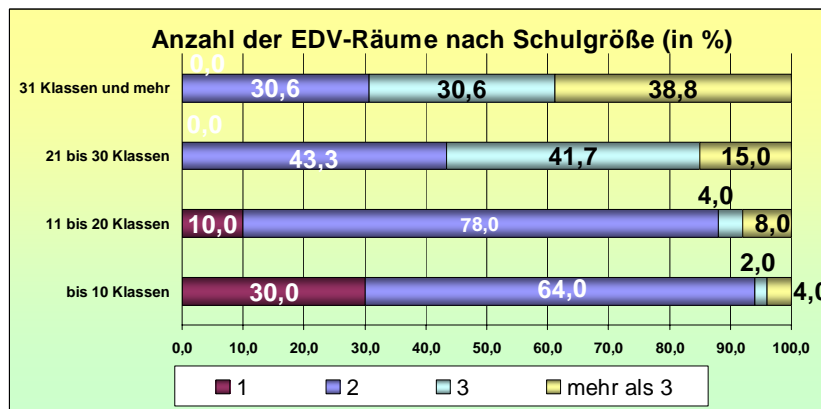


Abbildung 8-12: EDV-Räume – Schulgrößenunterschiede

Demnach stehen an den großen Schulen signifikant mehr EDV-Räume (vgl. Abbildung 8-12) und signifikant mehr Beamer zur Verfügung (vgl. Abbildung 8-13) als in den Schulen mit weniger Klassen.

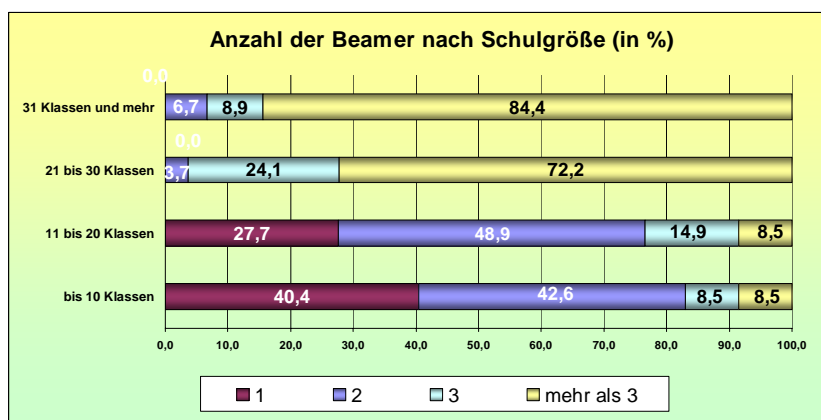


Abbildung 8-13: Beameranzahl – Schulgrößenunterschiede

Vielleicht mag diese signifikante Besserstellung großer Schulen einer der Gründe sein, wodurch hier signifikant mehr Software (vgl. Abbildung 8-9) im Geometrieunterricht eingesetzt wird. Ob es sozusagen ein optimales Verhältnis von EDV-Räumen zu Klassenzahl gibt, das die Verwendung von Software besonders begünstigen kann, wurde nicht erhoben.

8.2.2.2 Verwendung der EDV-Räume

Die Verwendung der EDV-Räume⁴⁰⁶ im Geometrieunterricht ist nach Schultypen signifikant (mit $p = 0,001$, vgl. Tabelle 8-8) unterschiedlich. In AHS/BHS geben

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	17,369 ^a	3	,001
Likelihood-Quotient	17,845	3	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	7,230	1	,007
Anzahl der gültigen Fälle	160		

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 8,07.

Tabelle 8-8

dreimal so viele LehrerInnen an, sehr oft im EDV-Raum Unterricht zu halten (vgl. Abbildung 8-14). Der Anteil an Geometriestunden im EDV-Raum ist auch signifikant (mit $p = 0,002$, vgl. Tabelle 8-9) nach der Schulgröße unterschiedlich. In großen Schulen wird häufiger Geometrie in einem EDV-Raum unterrichtet als in kleinen (vgl. Abbildung 8-15).

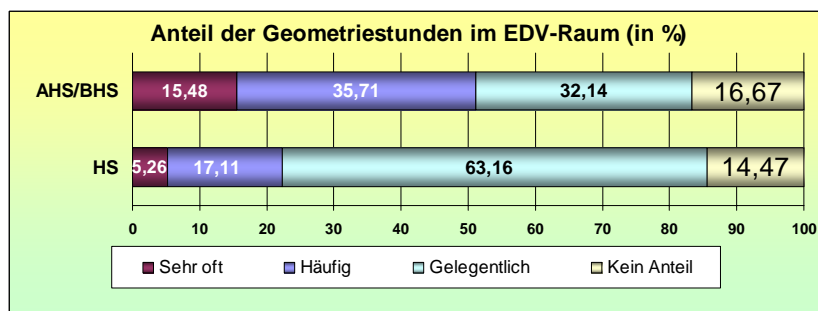


Abbildung 8-14: GZ im EDV-Raum – Schultypunterschiede

⁴⁰⁶ Item 41, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	25,939 ^a	9	,002
Likelihood-Quotient	27,299	9	,001
Zusammenhang linear-mit-linear	3,001	1	,083
Anzahl der gültigen Fälle	159		

a. 4 Zellen (25,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist 3,74.

Tabelle 8-9

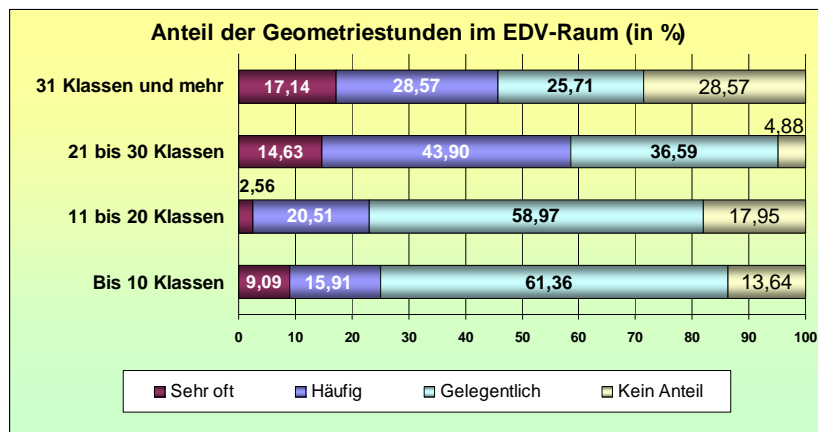


Abbildung 8-15: GZ im EDV-Raum – Schulgrößenunterschiede

8.2.3 Lehrendenabhängige Unterschiede

8.2.3.1 Gender – Unterschiede praktisch nicht vorhanden

Obwohl in Abbildung 8-16 eine leicht häufigere Verwendung von Software im Geometrieunterricht durch Männer zu erkennen ist, können bei der Verwendung von Software abhängig vom Geschlecht einer Lehrperson keine signifikanten Unterschiede (vgl. Tabelle 8-10, $p = 0,481 > 0,05$) gefunden werden. Dies soll besonders hervorgehoben werden, da man immer wieder in Gesprächen auf die traditionelle Meinung trifft, dass eher Männer Software im Unterricht einsetzen als Frauen.

Statistik für Test ^a	
	Verwendung von Software im Unterricht
Mann-Whitney-U	5007,500
Wilcoxon-W	8088,500
Z	-,705
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,481

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Tabelle 8-10

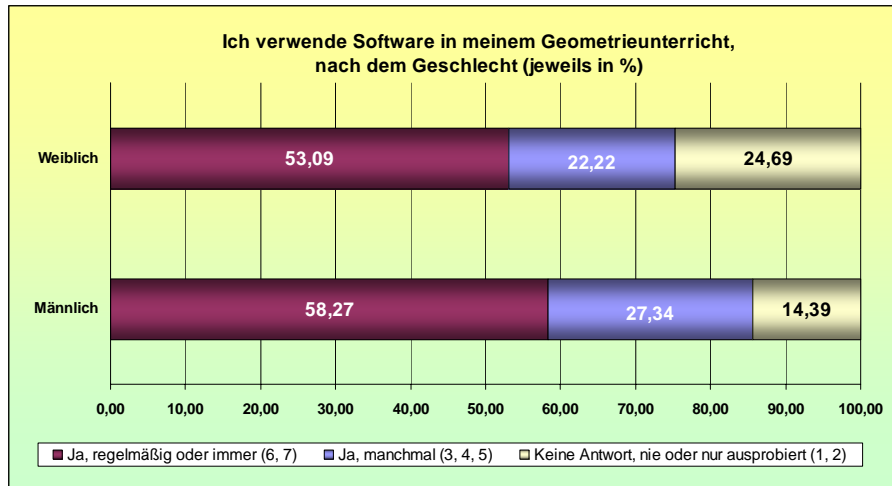


Abbildung 8-16: Softwareverwendung – kein Genderunterschied

8.2.3.2 Unterschiede nach Dienstalter

Die Ausgangshypothese, dass LehrerInnen unterschiedlichen Dienstalters die neuen Medien im Geometrieunterricht gleich häufig verwenden, kann (erwartungsgemäß) nicht gehalten werden.

Tatsächlich ergeben sich bei der Verwendung von Software in Abhängigkeit vom Dienstalter signifikante Unterschiede, die sich wiederum zuerst in den Rangzahlen zeigen. Dabei geben die zwischen 11 und 20 Jahre im Dienst stehenden KollegInnen mit über 20 Rangreihenplätzen Vorsprung am häufigsten an, Software im Geometrieunterricht eingesetzt zu haben. Dies ist insofern auffällig, da man hier den ersten Rang eher der noch jüngeren Altersstufe zubilligen würde. Der Kruskal-Wallis-Test zeigt mit $p = 0,031$ (vgl. Tabelle 8-11) die Signifikanz der Unterschiede, wie sie in Abbildung 8-19 offenkundig werden. Die Unterschiede in der Rangreihenfolge (vgl. Abbildung 8-17) zeigen ebenfalls deutlich die geringere Softwareverwendung der jüngsten Dienstaltersklasse. Die Ursachen herauszufiltern, warum die jüngste Dienstaltersgruppe nach der Häufigkeit der Verwendung von Software nur annähernd gleich mit der Dienstaltersgruppe „21 – 30“ ist, bedürfte einer eigenen Untersuchung. Ein Grund könnte darin liegen, dass vielleicht die jüngsten KollegInnen im Vorrecht, die EDV-Räume verwenden zu dürfen, erst nach älteren etablierten KollegInnen kommen. Vielleicht liegt die Ursache auch in

der Ausbildung, die nicht mit derselben Software erfolgte, die in der jeweiligen Schule verwendet wird.

Bei den LehrerInnen, die schon länger im Dienst sind, könnte die Möglichkeit der Teilnahme an Kursen- und Seminaren eine höhere Verwendung bewirkt haben.

Statistik für Test^{a,b}

	Verwendung von Software im Unterricht
Chi-Quadrat	8,859
df	3
Asymptotische Signifikanz	,031

a. Kruskal-Wallis-Test
b. Gruppvariable: Dienstalter

Tabelle 8-11

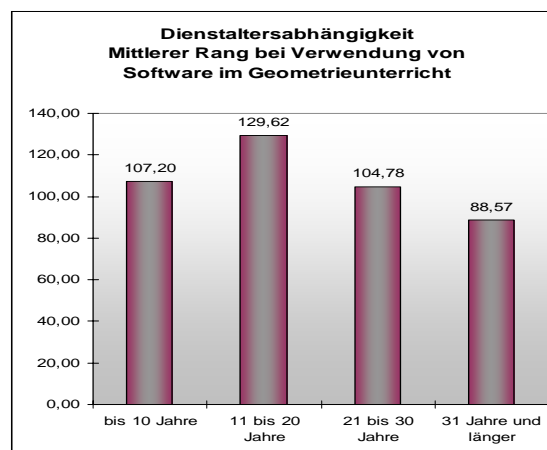


Abbildung 8-17: Software/Rangreihung – Dienstalter

8.2.4 Unterschiede nach eigenem Interesse

Durch die Clusterung unter dem Gesichtspunkt „Interesse an neuen Medien“ (vgl. Abschnitt 3) können die Probanden in drei Klassen eingeteilt werden. Dass bei höchstem Interesse der Lehrperson an neuen Medien der höchste Einsatz an Software im Geometrieunterricht erfolgt, ist schlüssig. Die vorliegenden Unterschiede werden tatsächlich signifikant bestätigt (mit $p < 0,001$, vgl. Tabelle 8-12) und sind in der Abbildung 8-20 dargestellt.

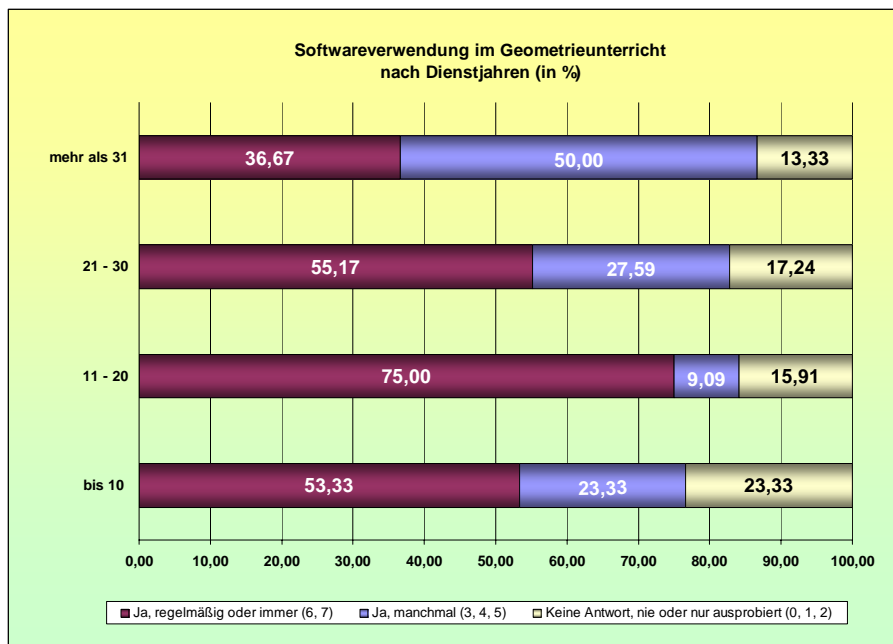


Abbildung 8-18: Softwareverwendung – nach Dienstalter

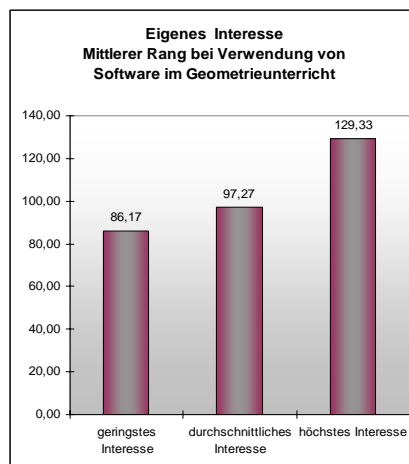


Abbildung 8-19: Software/Rangreihung – Interessensunterschiede

Statistik für Test^{a,b}

	Verwendung von Software im Unterricht
Chi-Quadrat	15,910
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Eigenes Interesse an neuen Medien

Tabelle 8-12

Die Auswertung der Detailantworten führt zur Abbildung 8-20: LehrerInnen mit weniger Interesse verwenden mehr als doppelt so häufig keine Software wie die

LehrerInnen mit höchstem Interesse! Fast 75 % der LehrerInnen mit höchstem Interesse verwenden Software immer oder fast immer, auf jeden Fall aber regelmäßig.

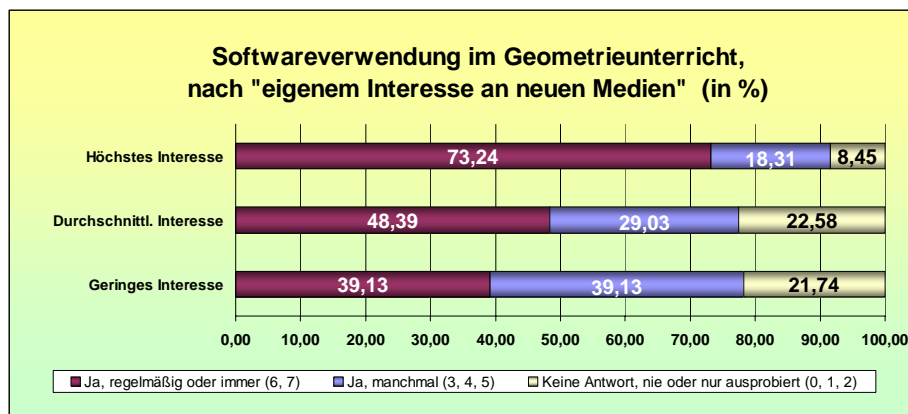


Abbildung 8-20: Software – Interessensunterschiede

8.3 Konstruktionswerkzeuge: 3D- und 2D-Software / DGS

Die Verwendung von Software im Unterricht wird im Fragebogen zweimal abgefragt, einmal im Abschnitt „IST-Stand der Verwendung neuer Medien“⁴⁰⁷ und dann am Ende des Fragebogens⁴⁰⁸ – sozusagen zur Kontrolle und Überprüfung der am Anfang erhobenen Werte nochmals. Allerdings wird die Verwendung nach der Häufigkeit am Schluss auf einer siebenstufigen Skala qualitativ differenziert erhoben. Feinere inhaltliche Ergänzungen zur Verwendung im Allgemeinen liefern die Antworten auf die Fragen nach der Ausbildung⁴⁰⁹, der Brauchbarkeit⁴¹⁰ der Software im Unterricht⁴¹¹ und der Verständlichkeit für SchülerInnen⁴¹². Und so sollte die Abbildung 8-21 sozusagen dasselbe Ergebnis wie Abbildung 8-22 darstellen – lediglich um eine „Antwortvariante“ verfeinert. Beim Vergleich muss allerdings beachtet werden, dass der Abbildung 8-21 nur reine Ja- und Nein-Antworten zu Grunde liegen, die in Abbildung 8-22 im äußerst linken und rechten Bereich der Häufigkeitsbalken inkludiert sind.

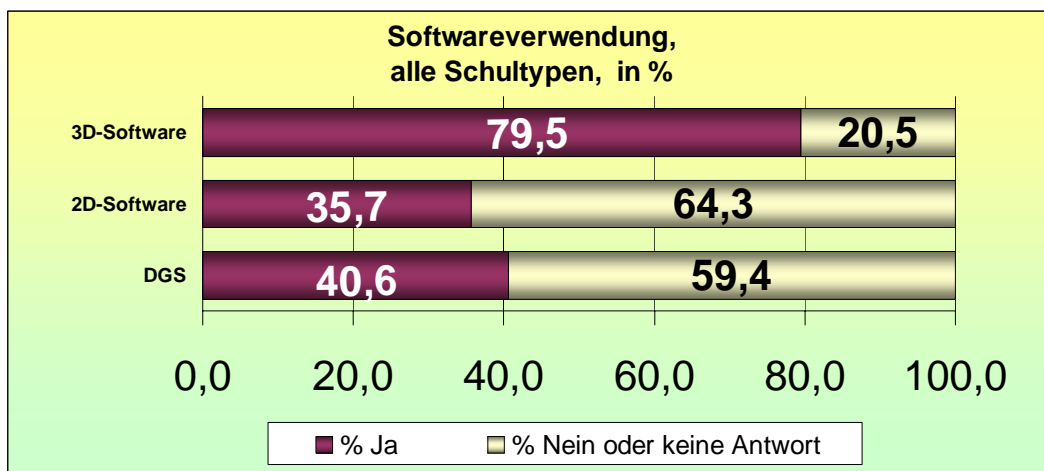


Abbildung 8-21: Software (ja/nein) – Typen

3D-Software eingesetzt zu haben, das geben nach Item 32a (vgl. Abbildung 8-22) fast vier Fünftel (79,5 %) aller Befragten an. Aus der scheinbaren Diskrepanz zwischen diesen Werten und jenen in Abbildungen 8-23 lässt sich folgern, dass

⁴⁰⁷ Item 32, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

⁴⁰⁸ Items 10Xac (für X = 3 ... 6), vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

⁴⁰⁹ Items 10Xaa (für X = 3 ... 6), vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

⁴¹⁰ Auf die Brauchbarkeit im praktischen Unterricht wird detailliert im Abschnitt 6 eingegangen.

⁴¹¹ Items 10Xab (für X = 3 ... 6), vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

⁴¹² Items 10Xad (für X = 3 ... 6), vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

3D-Software häufig nur ausprobiert oder sehr vereinzelt im Unterricht verwendet worden ist. Und so relativiert sich der oben geschriebene Satz: Zwar haben vier Fünftel die Software zumindest einmal eingesetzt, aber nur ein gutes Drittel dürfte 3D-Software regelmäßig im Unterricht verwenden. Die Ursachen dafür herauszufinden ist sicherlich lohnend und für den Fachbereich wichtig!

2D-Software hat knapp mehr als ein Drittel (35,7 %) zumindest einmal verwendet, allerdings nur ein Fünftel regelmäßig. Dies zeigt klar den durch die 3D-Software zurückgedrängten Anteil an 2D-Software.

DGS mindestens einmal verwendet zu haben, geben deutlich mehr als ein Drittel (40,6 %) aller Befragten an, regelmäßig nur etwa ein Sechstel. Warum bei dynamischer Geometrie keine Unterscheidung nach der Dimension vorgenommen worden ist, sei kurz ausgeführt: CABRI-3D⁴¹³ als dynamisches 3D-Geometriepaket spielt statistisch gesehen in seiner Verbreitung seit dem Erscheinen (Ende 2004) im untersuchten Schuljahr 2004/05 noch keine Rolle. Es gab nur 3 Einträge. Die Bedeutung dieser Art von Software wird schon allein aus methodisch-didaktischen Überlegungen steigen. Ebenso wird Construct3D⁴¹⁴ nur punktuell verwendet, da der technische Aufwand für einen praktischen Unterrichtseinsatz noch zu hoch ist.

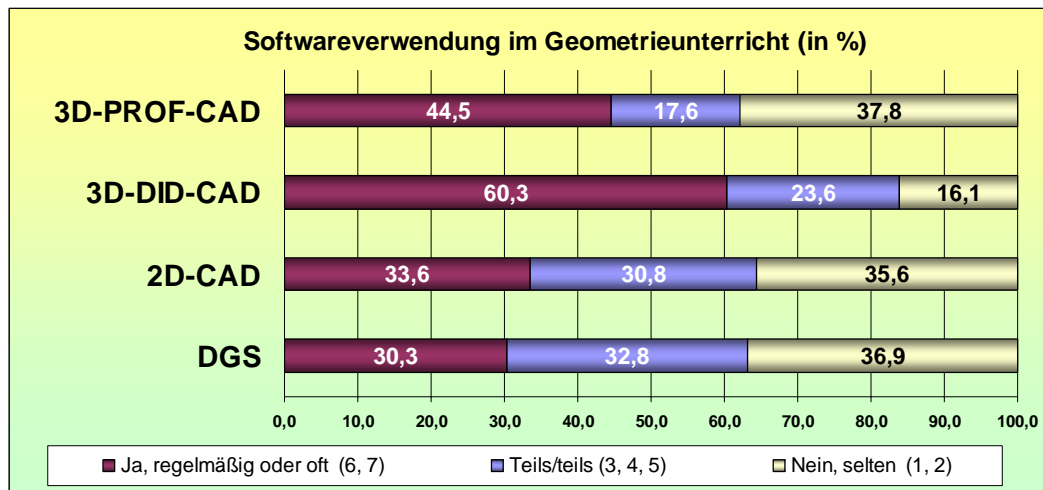


Abbildung 8-22: Software – Typen

⁴¹³ Vgl. www.cabri.com [16. 4. 2006].

⁴¹⁴ Vgl. [KAU2004].

Die Aufsplittung des Bereiches 3D-Software nach didaktischer und professioneller Software (vgl. Abbildung 8-22) war erhebungstechnisch bedingt. Durch die Entwicklungen (vgl. Abschnitt 6 dieser Arbeit) im Fortbildungs- und Ausbildungsbereich (vor allem im AHS-Sektor⁴¹⁵) wird sich dieses Verhältnis in den nächsten Jahren vermutlich zugunsten der professionellen Software verschieben.

8.3.1 Schulabhängige Unterschiede

8.3.1.1 Schultyp

Bei der Untersuchung der Unterschiede in der Verwendung von Software nach Schultypen werden signifikante Unterschiede (mit $p < 0,001$, vgl. Tabelle 8-13) festgestellt. Demnach wird in den Höheren Schulen im Geometrieunterricht signifikant häufiger Software eingesetzt! Mehr als doppelt so viele LehrerInnen aus dem HS-Bereich (leider fast ein Drittel) geben an, keine Software zu verwenden (vgl. Abbildung 8-23).

Statistik für Test^a

	Verwendung von Software im Unterricht
Mann-Whitney-U	3966,500
Wilcoxon-W	7452,500
Z	-3,678
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppvariable: Schultype

Tabelle 8-13

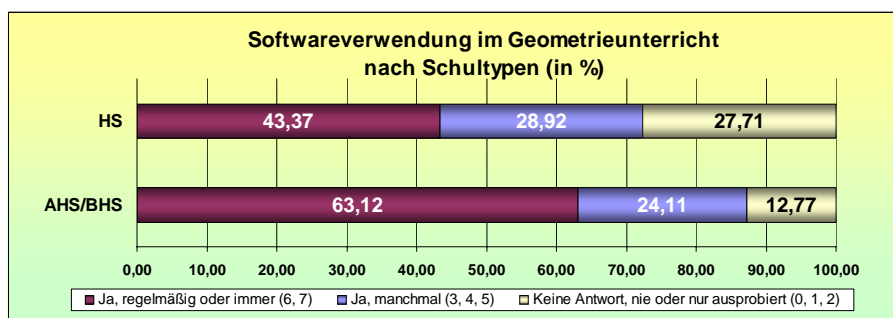


Abbildung 8-23: Software – Schultypunterschiede

Der signifikante Unterschied (vgl. Abbildung 8-23) zwischen HS und AHS/BHS ist nicht alleine durch die Berufsbildenden Höheren Schulen (BHS) verursacht:

⁴¹⁵ Österreichweite Schulungen finden für die AHS-LehrerInnen in der professionellen Software Microstation in den Jahren ab 2004 statt.

Dies könnte auf Grund der technischen Ausrichtung vieler BHS vielleicht erwartet werden. Deshalb wird in Abbildung 8-24 eine Aufsplitterung der Werte für AHS und BHS vorgenommen! Sie zeigt annähernd gleiche Anteile bei AHS und BHS, womit obige Folgerung untermauert ist.

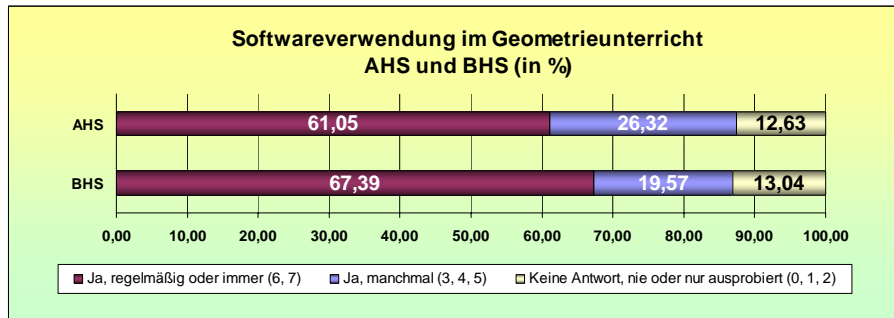


Abbildung 8-24: Software – Unterschied AHS und BHS

Im Zuge weiterer Signifikanztests werden bei vier Softwaretypen signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten zwei Schultypen gefunden (vgl. Tabelle 8-14), davon drei bei Konstruktionswerkzeugen.

Statistik für Test^a

	3D Did SW verwende ich	Prof. CAD-SW verwende ich	Dyn Geom verwende ich	Word verwende ich
Mann-Whitney-U	2520,500	499,500	1043,500	2696,500
Wilcoxon-W	3951,500	799,500	1638,500	9137,500
Z	-2,341	-4,376	-2,624	-2,184
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,019	,000	,009	,029

a. Gruppenvariable: Schultype

Tabelle 8-14

Hinweis: Auf den Unterschied in der Verwendung von „WORD“ wird im Unterabschnitt „Informationswerkzeuge“ eingegangen.

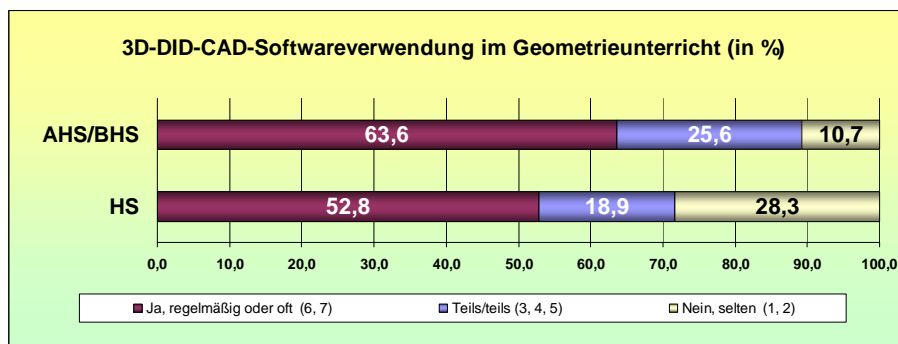


Abbildung 8-25: Software/3D-DID-CAD – Schultypunterschied

Der hohe Grad der Verwendung von 3D-didaktischer Software ist erfreulich. Bei der Beachtung des signifikanten Unterschiedes ($p = 0,019$, vgl. Tabelle 8-14) zwischen HS und AHS/BHS ist die mehr als doppelt so hohe Nicht- oder Seltenverwendung (10,7 % gegen 28,3 %) bedenklich. Die Ursachen sind vielleicht zum Teil in der fachhistorischen Entwicklung zu finden (vgl. Abschnitt 6). Gerade zu Beginn wurden intensive Bemühungen um eine zeitgemäße Ausbildung der LehrerInnen im Bereich der HS getätigt. Eine Beschreibung der Situation in Österreich im Jahre 1991 findet man in der Broschüre⁴¹⁶ des damaligen BMUK „Neue Techniken im geometrischen Zeichnen III CAD“. Diese Ausbildungswelle geschah vor der Implementierung der jetzt üblichen didaktischen 3D-Software. Warum es im AHS-Bereich besser als im HS-Bereich gelungen ist, den Einsatz dieser 3D-Software in jüngerer Zeit zu fördern, bedürfte näherer Untersuchungen. Diese würden auch wertvolle Aufschlüsse über organisatorische Steuermaßnahmen von Lehrerfort- und Weiterbildung bringen.

Die Überprüfung, wie weit der höhere Anteil an der Verwendung didaktischer 3D-DID-Software durch die BHS verursacht wird, führt zum Ergebnis, dass diese Software in beiden Schultypen annähernd gleich häufig verwendet wird (vgl. Abbildung 8-26).

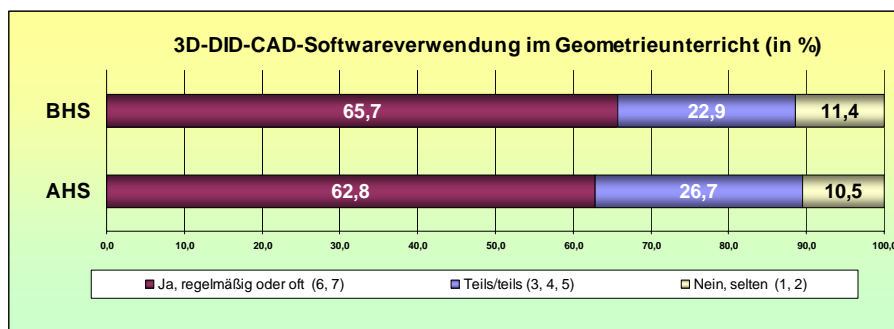


Abbildung 8-26: Software/3D-DID-CAD – Unterschied AHS und BHS

Bei der Verwendung professioneller Software liegt erwartungsgemäß ein signifikanter Unterschied (mit $p < 0,001$, vgl. Tabelle 8-14) vor. Trotzdem ist der Anteil von 16,7 % im Bereich der HS überraschend. Er ist darauf zurückzuführen, dass HauptschullehrerInnen Autocad zu verwenden. Ob es sich um die Light-Version

⁴¹⁶ Vgl. [BAC1991].

handelt, wurde nicht abgefragt, geht allerdings andeutungsweise aus einzelnen Ergänzungen (vgl. Anhang „Freie Ergänzungen“) hervor. Autocad wird etwa

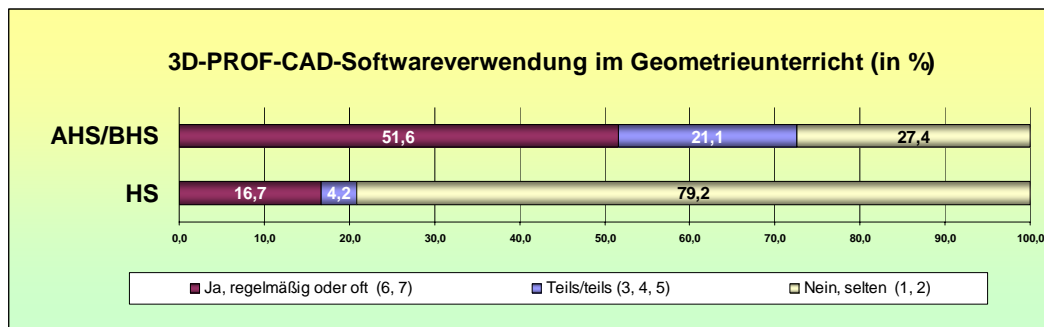


Abbildung 8-27: Software/3D-PROF-CAD – Schultypunterschied

auch im PTS⁴¹⁷ neben Solid-Edge gerne verwendet. Der äußerst hohe Anteil bei der Verwendung von 3D-Software (didaktisch und professionell) im BHS-Bereich (vgl. auch Abbildung 8-27) spiegelt die Empfehlungen der DIFAG⁴¹⁸-Gruppe wider:

„... Ist es möglich (oder notwendig), für den Geometrieunterricht eine eigene Software zu kaufen, so sollte die Auswahl nach folgenden Kriterien erfolgen:

Volle 3D-Fähigkeit

Ausreichende Hardwareanforderungen

...“

Die Aufsplitterung der Ergebnisse getrennt nach AHS und BHS (Abbildung 8-28) zeigt klar den höheren Stellenwert professioneller Software in berufsbildenden höheren Schulen!

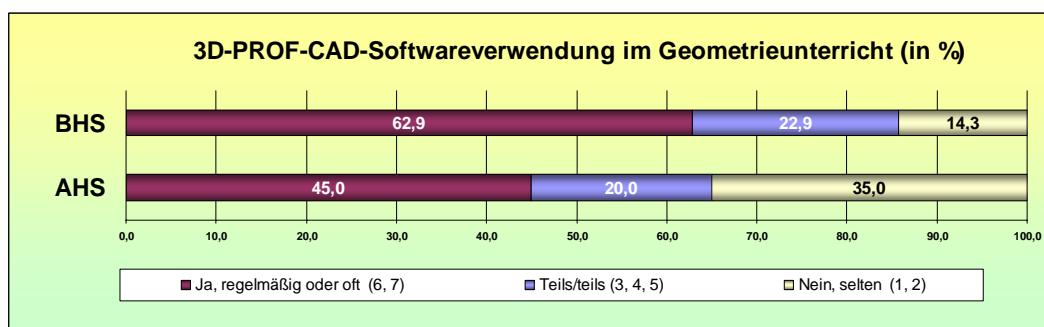


Abbildung 8-28: Software/3D-PROF-CAD – Unterschied AHS und BHS

⁴¹⁷ PTS steht für Polytechnische Schule (9. Schuljahr).

⁴¹⁸ Vgl. [SCHÜ2000] und <http://www.geometry.at/fachverband/arbeitsgruppen/difag/index.html>, DIFAG = Didaktisches Forum für Angewandte Geometrie, Gruppe von LehrerInnen aus dem BHS-Bereich.

Die Darstellung des signifikanten Unterschiedes ($p = 0,009$, vgl. Tabelle 8-14) in der Verwendung dynamischer Geometriesoftware zeigt einen vergleichsweise sehr geringen Verwendungsgrad dieses Softwaretyps im Hauptschulbereich (vgl. Abbildung 8-29). Dieses Ergebnis deckt sich mit Beobachtungen an Hauptschulen, die der Autor im Zuge der Schulpraxisbetreuung von Studierenden an der Pädagogischen Akademie feststellen musste. Die Verwendung an den BHS ist

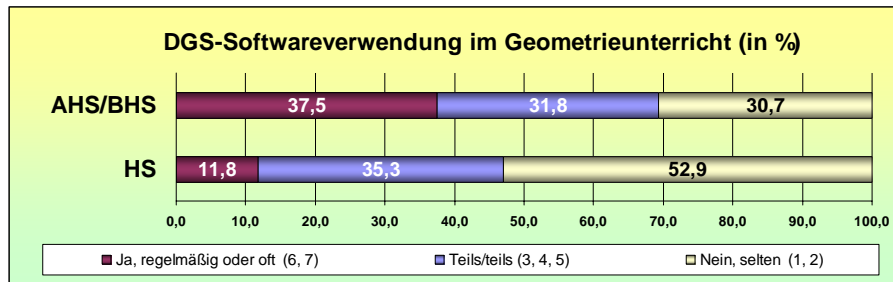


Abbildung 8-29: Software/DGS – Schultypunterschied

annähernd gleich gering wie in den HS (vgl. Abbildung 8-30). Die vergleichsweise geringe Verwendung dynamischer Software mag vielleicht zum Teil fachhistorische Ursachen haben (vgl. Abschnitt 6). So wurde zwar zu Beginn der 90er Jahre eine Generallizenz für das damals neu erschienene Programm CABRI angekauft – zunächst⁴¹⁹ allerdings nur für AHS. Im praktischen Schuleinsatz stellte sich neben der fehlenden flächendeckenden Ausbildung der LehrerInnen die strenge Lizenzierungspolitik für CABRI im Rahmen der angekauften Generallizenz (keine gesetzlich erlaubte Verwendung für die SchülerInnen zu Hause im

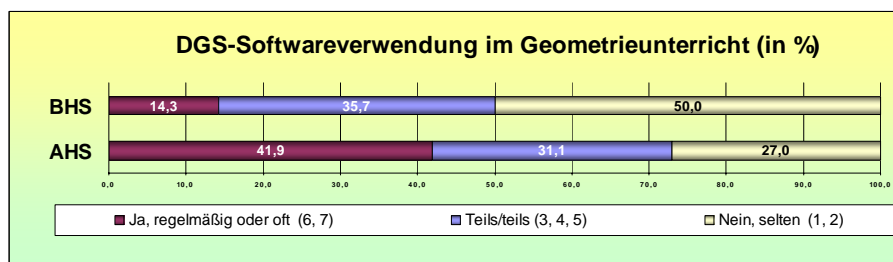


Abbildung 8-30: Software/DGS – Unterschied AHS und BHS

Rahmen der bundesweit angekauften Lizenz) als sehr hemmend für eine weite Verbreitung heraus. Erst nach dem Erscheinen von Sharewareprodukten⁴²⁰ und

⁴¹⁹ Inzwischen gilt diese Lizenz auch für HS, vgl. www.zse1.at.

⁴²⁰ Etwa das Programm EUKLID (www.dynageo.de/ [16. 4. 2006]).

Freewareprogrammen⁴²¹ scheint eine breitere Verwendung österreichweit anzulaufen. Dies ist etwa an der Zahl der Fortbildungsveranstaltungen in diesem Bereich zu erkennen.

8.3.1.2 Schulgrößenbedingte Unterschiede

Die Überprüfung ergibt drei signifikante Unterschiede im Bereich der Konstruktionsmedien (vgl. Tabelle 8-15): Die festgestellten signifikanten Unterschiede (mit $p = 0,009$, vgl. Tabelle 8-15) in der Verwendungshäufigkeit von 2D-CAD-Software nach Schulgröße zeigen ein sehr indifferentes Bild (vgl. Abbildung 8-31). Die Ursachen liegen nicht auf der Hand. Während der Klassenbereich von 11 bis 20 Klassen bei der 2D-CAD-Softwareverwendung (Abbildung 8-31) am besten abschneidet, ist er bei der DGS-Verwendung (Abbildung 8-33) der Bereich mit der geringsten Verwendungshäufigkeit.

Statistik für Test^{a,b}

	CAD-SW verwende ich	Prof. CAD-SW verwende ich	Dyn Geom verwende ich
Chi-Quadrat	11,644	12,454	16,056
df	3	3	3
Asymptotische Signifikanz	,009	,006	,001

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Klassenanzahl

Tabelle 8-15

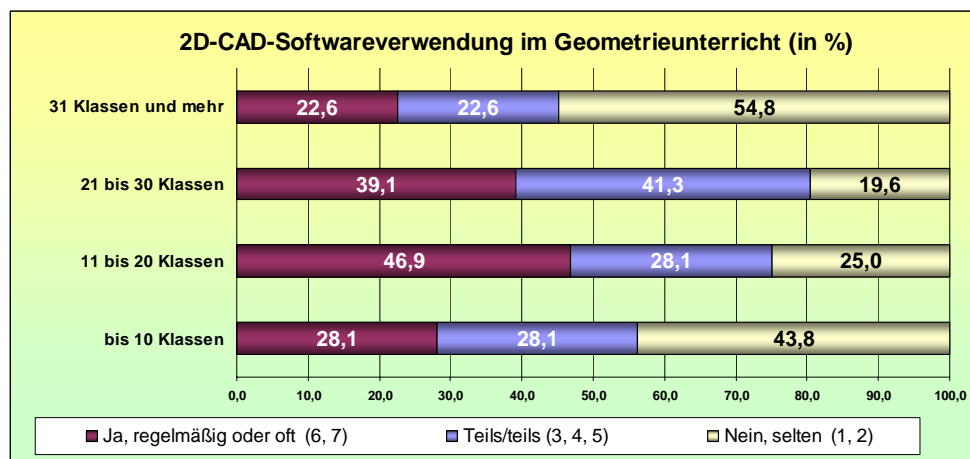


Abbildung 8-31: Software/2D-CAD – Schulgrößenunterschiede

⁴²¹ Etwa die Programme ZUL (www.z-u-l.de [16. 4. 2006]) oder GEOGEBRA (www.geogebra.at/ [16. 4. 2006]).

Dass professionelle 3D-CAD-Software signifikant ($p = 0,006$, vgl. Tabelle 8-15 und Abbildung 8-32) häufiger in größeren Schulen verwendet wird, mag die Ursache darin haben, dass bei den kleineren Schulen mit bis zu 10 Klassen vor allem

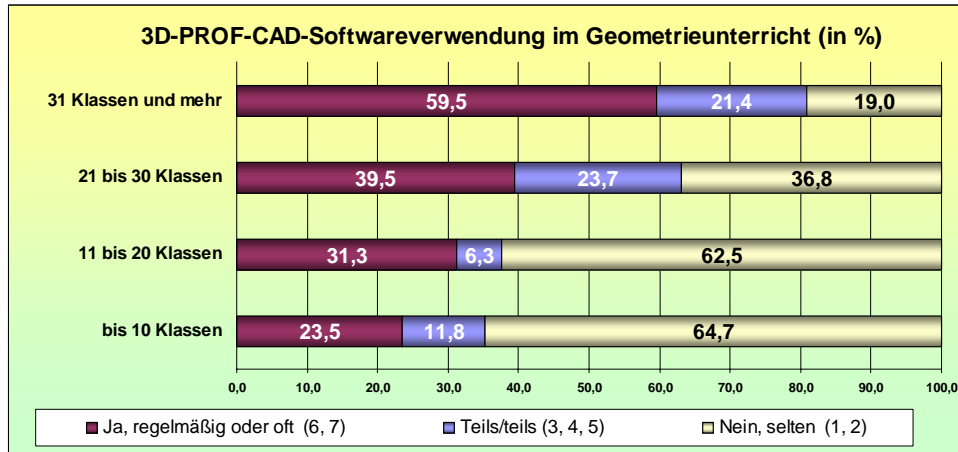


Abbildung 8-32: Software/3D-PROF-CAD – Schulgrößenunterschiede

Hauptschulen vertreten sind, die von Haus aus einen geringeren Anteil an professioneller Software verwenden.

Die signifikanten Unterschiede (mit $p = 0,001$, vgl. Tabelle 8-15) im Bereich der Verwendung dynamischer Geometrie zeigen ein sehr indifferentes Bild (vgl. Abbildung 8-33). Die Ursachen sind unbekannt.

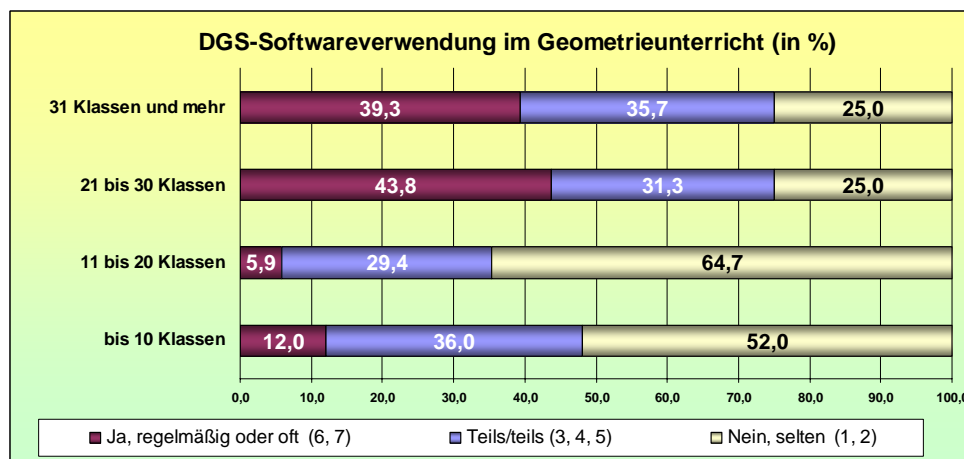


Abbildung 8-33: Software/DGS – Schulgrößenunterschiede

8.3.2 Lehrendenabhängige Unterschiede

Bei den Häufigkeiten der Antworten im Bereich „Konstruktionswerkzeuge“ wurden weder geschlechtsbedingte noch dienstaltersbegründete signifikante Unterschiede festgestellt.

8.3.3 Welche 3D-Software wird verwendet?

Bei der Untersuchung wurde die Unterscheidung zwischen „Professioneller 3D-Software“ und „Didaktischer 3D-Software“ weiter beibehalten. Bei Verwendung didaktischen Software werden zentrale Features und Ideen der professionellen Pakete klar herausgearbeitet und den Lernenden näher gebracht. Bereits bei den Antworten auf Item 32a ergab sich eine klare Schwerpunktsetzung auf die Verwendung der beiden didaktischen 3D-Programme CAD-3D und GAM. Bei der professionellen Software war die Häufigkeit der Verwendung im Schuljahr 2004/05 von Autocad und Microstation etwa gleich⁴²². Fast 10 % gaben die Verwendung anderer 3D-Software an, darunter schienen auf: Je fünfmal Solid Edge und ProEngineer, zweimal Catia und je einmal ArchiCad, DesignCad, Inventor, Maya, Rhinoceros, Sketch up 3D und Solid Works (vgl. auch Abbildung 8-34).

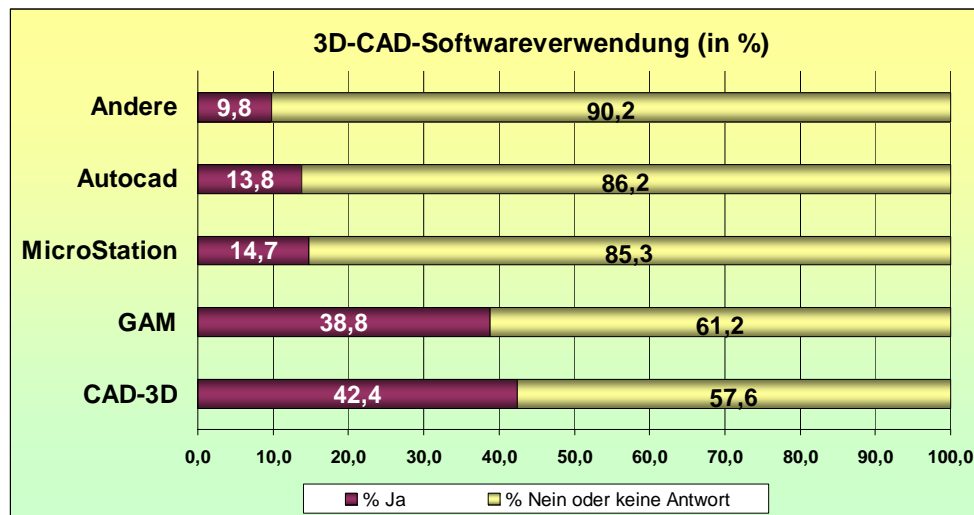


Abbildung 8-34: Software/3D-CAD – Programme

Da einzelne LehrerInnen ja mehrere Programme verwenden können, überstieg die Zahl der „Ja-Antworten“ die Summe der 224 gültigen Antwortbogen. Die Items

⁴²² Die Schreibweise der angeführten Programme wurde aus den Ergänzungen übernommen und muss nicht unbedingt mit der offiziellen Firmenschreibweise übereinstimmen!

104 und 105 (vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“) fragten nochmals die Verwendung der 3D-Software ab, allerdings mit bereits erwähnten qualitativ aufgesplitteten Antwortmöglichkeiten. Dabei gaben rund 84 % der Befragten an, dass es didaktische 3D-Software, und etwa 56 %, dass es professionelle 3D-CAD-Software in ihrer Schule gäbe. Detailliert wählten die ProbandInnen die in der Tabelle 8-16 aufgelisteten Softwareprodukte zur genaueren Beantwortung in Bezug auf Ausbildung, Brauchbarkeit, Verwendung und Verständlichkeit im Unterricht aus:

Programmbezeichnung	Absolute Zahl der Antworten	Relative Häufigkeit (von 224)
CAD-3D	47	21
GAM	54	24,1
MicroStation	30	13,4
Autocad	31	13,8
Andere	12	9,8

Tabelle 8-16

8.3.3.1 Sind regionale Unterschiede messbar?

Für eine „Light“-Version von CAD-3D gibt es für die untersuchten Schultypen seit dem Jahre 2001 eine Generallizenz des BMBWK. Für GAM wurden bis Ende 2005 Landeslizenzen für die Bundesländer Salzburg (AHS (2003), APS (1998)), Oberösterreich (APS (2002), AHS (2002)), Vorarlberg (APS (2005)), Tirol (AHS (2005), BHS, (2005)) und Niederösterreich (AHS, (Ende 2003)) angeschafft. Da für GAM die ersten Bundeslandlizenzen in Salzburg bereits 1998 und 2002 in Oberösterreich verbunden mit einer gleichzeitig vor allem an den APS (= Hauptschulen) geführten Fortbildungskampagne⁴²³ angeschafft wurden, liegt die Vermutung nahe, dass GAM in diesen Bundesländern seither (im Umfragezeitraum) in den Hauptschulen häufiger verwendet würde als in anderen Bundesländern. Es taucht die Frage auf, ob es nach einer derartigen Entwicklung *messbare* Unterschiede zwischen den Häufigkeiten der Verwendung in den betroffenen Bundes-

⁴²³ Initiiert und durchgeführt hauptsächlich von Mag. Werner Gems, Saalfelden.

ländern gäbe. Und so wird die Nullhypothese, dass nämlich die *Verwendung von 3D-didaktischer Software unabhängig von regionalen Einflüssen ist*, untersucht:

Die Überlegung: Für die vorhandenen CAD-3D-Lizenzen wird eine quasi für diese Untersuchung vernachlässigbare Gleichverteilung in Salzburg und Oberösterreich angenommen. Ebenso wird vorausgesetzt, dass sich im Umfragezeitraum im Sommersemester 2005 die angekauften Lizenzen für Vorarlberg, Tirol und Niederösterreich noch nicht sehr ausgewirkt haben.

Die Vorgangsweise: Ein Bundesland kann über die Antwort auf Item 04 (Postleitzahl) zum Teil erhoben werden, denn die Bundesländer sind bekanntlich durch die Anfangsziffern der in Österreich vierstelligen Postleitzahlen festgelegt:

1	Wien	4	OÖ	7	B
2	NÖ1	5	Salzburg	8	ST
3	NÖ2	6	V/T	9	K

Tabelle 8-17

Durch die Struktur der Postleitzahlen konnte die Untersuchung für Salzburg und Oberösterreich für den HS-Bereich durchgeführt werden. (Vorarlberg und Tirol werden der Einfachheit halber wegen der gemeinsamen Leitzahl „6“ nicht separiert!)

Der errechnete Unterschied ist nach dem Chi-Quadrat-Test von Pearson (vgl. Tabelle 8-18) mit $p < 0,001$ signifikant und kann aus Abbildung 8-35 herausgelesen werden.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	15,582 ^b	1	,000		
Kontinuitätskorrektur ^a	13,530	1	,000		
Likelihood-Quotient	18,809	1	,000		
Exakter Test nach Fisher				,000	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	15,346	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	66				

a. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

b. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 8,33.

Tabelle 8-18

Vergleicht man nach derselben Methode nur die AHS aus diesen Bundesländergruppen, so ergibt sich kein signifikanter Unterschied (vgl. Abbildung 8-36). Dies möge quasi als „Beweis“ der Wirksamkeit der oben angeführten Maßnahmen der gleichzeitigen Anschaffung und Fortbildung im HS-Bereich gelten.

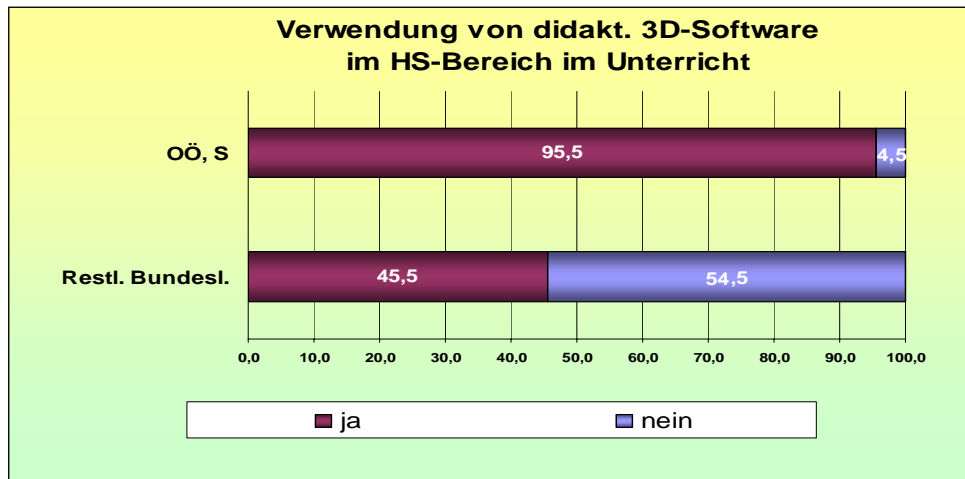


Abbildung 8-35: Regionalunterschiede/HS – GAM/CAD-3D

Aus Abbildung 8-37 geht auch hervor, dass – verglichen mit den Werten Abbildung 8-36 – in Oberösterreich (OÖ) und Salzburg (S) in den Hauptschulen die didaktische Software häufiger als im AHS/BHS-Bereich in diesen Bundesländern verwendet wird und sogar höhere Verwendungswerte erreichen als in allen anderen Bundesländern!

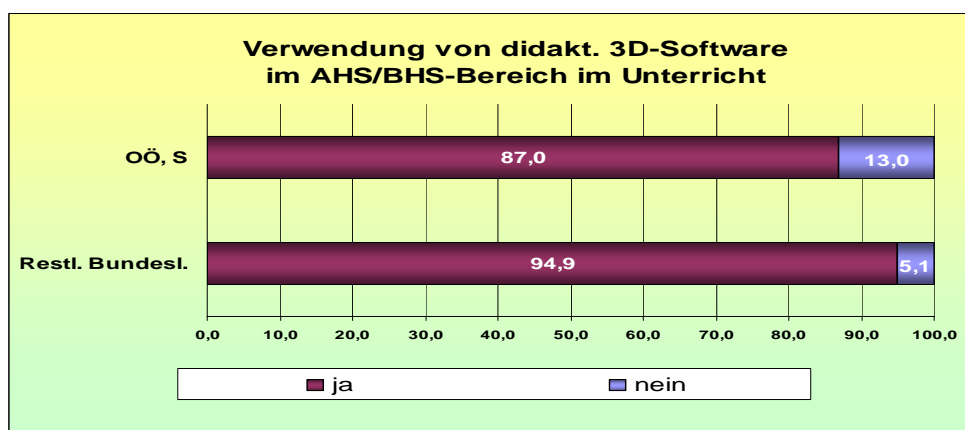


Abbildung 8-36: Regionalunterschiede/AHS/BHS – GAM/CAD-3D

8.3.4 Welche 2D-Software wird verwendet?

Während im Lehrplan⁴²⁴ 2000 für die Hauptschulen und die Unterstufen der AHS im Fach Geometrisches Zeichnen noch die Rede von „Anwendung geeigneter Unterrichtssoftware (2D-Systeme, 3D-Systeme)“ ist, so wird in dem ab dem Jahre 2004/05 aufsteigend in Kraft gesetzten Lehrplan⁴²⁵ der Oberstufe für AHS ausschließlich von „Verwendung zeitgemäßer 3D-CAD-Software“ gesprochen. Der Trend⁴²⁶ zeigt derzeit die fast ausschließliche Verwendung von 3D-CAD-Software im technischen Schulbereich – auch in der Unterstufe der AHS. Die seinerzeitigen 2D-CAD-Programme wurden bzw. werden je nach Anwendungsfeld entweder durch DGS-Software oder durch 3D-CAD-Software ersetzt. Auf dasselbe Ergebnis verweist auch die Auswertung der Frage⁴²⁷ nach der im Geometrieunterricht verwendeten Software, wonach im Schuljahr 2004/05 bereits häufiger DGS-Software (40,6 %) als 2D-Software (35,7 %) in allen untersuchten Schulen gemeinsam gesehen verwendet worden ist. Die Verteilung innerhalb der gängigsten 2D-CAD-Softwareprodukte in den untersuchten Schulen ist aus der folgenden Grafik (Abbildung 8-37) ersichtlich, die Prozentwerte beziehen sich wieder auf die Gesamtanzahl aller Befragten:

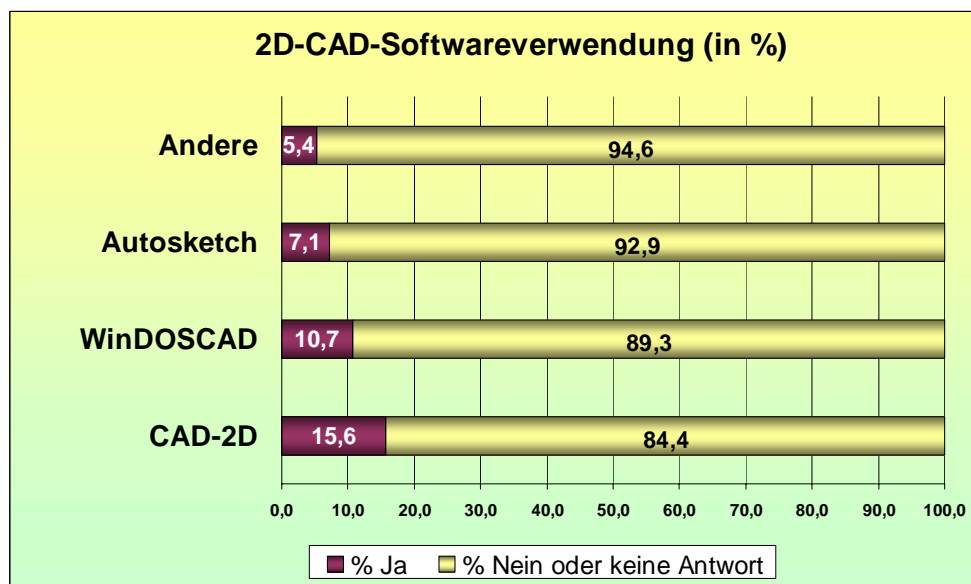


Abbildung 8-37: Software/2D-CAD – Programme

⁴²⁴ Quelle: <http://www.bmbwk.gv.at/medienpool/785/ahs10.pdf> [28. 2. 2006].

⁴²⁵ Quelle: http://www.bmbwk.gv.at/medienpool/11863/lp_neu_ahs_11.pdf [28.2. 2006].

⁴²⁶ Vgl. [ASP2005], das neue GZ-Handbuch für den Schulunterricht in der Sekundarstufe 1.

⁴²⁷ Item 32bc, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

Unter „Andere“ befinden sich Produkte wie Schulcad (dreimal), Q-Cad oder Design-Cad. Der angesprochene Trend „weg von (nichtdynamischen) 2D-CAD-Programmen“ wird dadurch bestätigt, dass es 2D-CAD-Programme viel häufiger an Schulen geben dürfte, als diese jetzt tatsächlich eingesetzt werden. Aus der in Tabelle 8-19 dargestellten Auswertung der Frage nach dem *Vorhandensein* von 2D-CAD-Software an den Schulen⁴²⁸ geht hervor, dass es an mehr als 70 % der Schulen eine solche Software gibt. Aber laut Antwort auf die Frage nach der *Verwendung* von 2D-CAD-Software an den Schulen⁴²⁹ (vgl. auch Abbildung 8-21 und 8-37) verwendeten im Schuljahr nur 35 % der Lehrenden 2D-CAD-Software tatsächlich im Unterricht, also nur rund die Hälfte!

Ebene CAD-Software gibt es an meiner Schule:

		Häufigkeit	Gültige Prozente
Gültig	nein	24	13,8
	ja	130	74,7
	weiß nicht	19	10,9
	Anschaffungswunsch	1	,6
	Gesamt	174	100,0
Fehlend	System	50	
Gesamt		224	

Tabelle 8-19

8.3.5 Welche DGS werden verwendet?

DGS-Software-Programme dürften im Vergleich mit den „statischen“ im Geometrieunterricht eingesetzten 2D-CAD-Programmen immer häufiger verwendet werden. Dies zeigt sich bei der Auswertung der Fragen nach der dem *Vorhandensein* an Schulen⁴³⁰ und der *tatsächlichen Verwendung* im Unterricht⁴³¹. DGS-Software ist laut Angabe der Lehrenden (vgl. Tabelle 8-20) an rund 60 % der Schulen vorhanden, und rund 41 % geben an, DGS-Programme zu verwenden (vgl. Abbildungen 8-21 und 8-38). Man könnte sagen: „Es wird zu 2/3 das verwendet, was angeschafft worden ist.“

⁴²⁸ Item 103, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

⁴²⁹ Item 32b, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

⁴³⁰ Item 106, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

⁴³¹ Item 32c, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

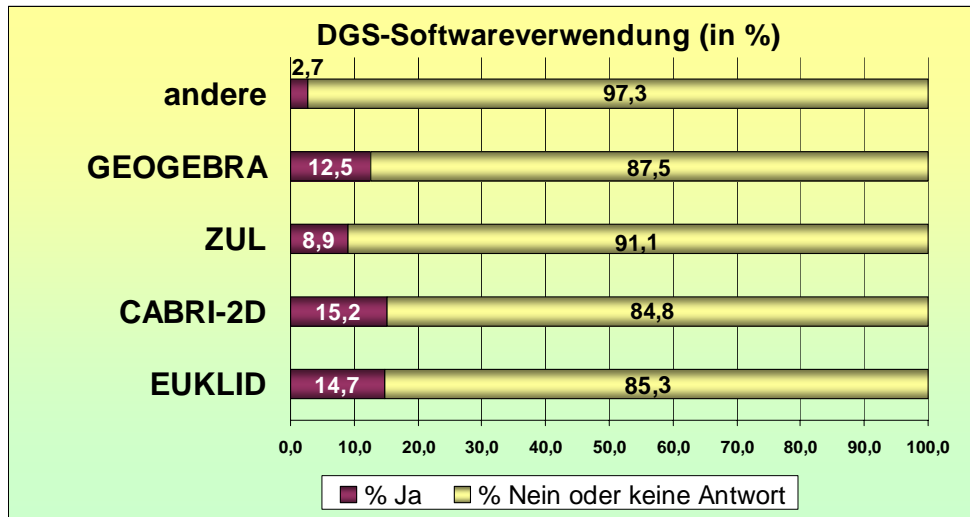


Abbildung 8-38: Software/DGS – Programme

Neben den explizit in der Grafik ausgewiesenen Programmen Geogebra, Euklid, ZUL und Cabri-2D⁴³² gibt es Einträge für Cinderella, Geometer's Sketchpad und

Dyn. Geom. gibt es an unserer Schule:

		Häufigkeit	Gültige Prozente
Gültig	nein	47	29,0
	ja	97	59,9
	weiss nicht	15	9,3
	Anschaffungswunsch	3	1,9
	Gesamt	162	100,0
Fehlend	System	62	
	Gesamt	224	

Tabelle 8-20

Geone(x)t. Zum Vergleich der DGS-Programme zu den 2D-CAD-Programmen soll noch bemerkt werden, dass ein Großteil der dynamischen Software aktuell ist, während die Schul-2S-CAD-Softwareprodukte bereits in die Jahre gekommen sind.

8.3.6 Punktuelle Untersuchungen

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die in der Tabelle 8-21 eingetragenen Werte. Diese fünf punktuellen Untersuchungen stellen eine Erweiterung der in diesem Abschnitt behandelten Ressourcensituation durch praktische Beispiele dar. Die TeilnehmerInnen wurden jeweils gebeten, die von ihnen im Geometrie-

⁴³² Der richtige Name lautet Cabri II, doch soll hier zur besseren Unterscheidung vom erst in der letzten Zeit erschienenen dynamischen Raumgeometrieprogramm („DRGS“) Cabri-3D statt Cabri II der Name Cabri-2D verwendet werden.

unterricht verwendete Software bekannt zu geben. Eine Übersicht über die gegebenen Antworten findet sich in Tabelle 8-21

Untersuchung U1 (Bereich AHS/Wien): Am 13. März 2006 fand in Wien (LAG-Leiter Mag. Michael Wischounig) eine Fortbildungsveranstaltung unter dem Titel „Erstellung von Arbeitsblättern mit MicroStation und CorelDraw“ im Bereich AHS mit 9 TeilnehmerInnen statt. Unter den Raumgeometrieprogrammen wird lediglich aber dafür zum überwiegenden Teil CAD-3D genannt. Bei DGS-Verwendung gab es eine breitere Streuung mit Schwerpunktbildung auf Euklid.

Untersuchung U2: Bereich HS/Niederösterreich: Am 15. März 2006 fand in Krems (Leitung Dr. Hubert Prinz, Mitorganisation des Autors) ein GZ-Informationstag unter dem Motto „Entwicklungen im Fachgegenstand Geometrisches Zeichnen“ statt. Eingeladen waren GZ-LehrerInnen aus dem Hauptschulbereich aus allen Bezirken Niederösterreichs, wobei allerdings nur 20 KollegInnen gekommen waren. Darunter waren es 7 KollegInnen, die im laufenden Schuljahr 2005/06 im Unterricht *keine* Software im GZ-Unterricht verwendeten! Einen Schwerpunkt bildet wieder die Verwendung von CAD-3D. Keinen einzigen Eintrag gibt es für ein DGS-Programm! Dies bekräftigt das in Abbildung 8-29 ausgewiesene Ergebnis im Vergleich zwischen AHS/BHS und HS im Bereich der Verwendung von DGS. Unter „andere“ werden die Programme Autosketch (zweimal), Autocad 2000 light (einmal) und MK-CAD (zweimal) eingetragen, bei 3D-CAD-Software Solid-Edge (durch einen PTS-Lehrer).

Untersuchung U3: Bereich AHS/NÖ: Am 24. März 2006 fand in Hollabrunn die ARGE-Tagung GZ-NOE für AHS unter der Leitung von Prof. Georg Schilling statt, wo es ebenfalls um neue Entwicklungen im Fachbereich ging. Es gab 28 TeilnehmerInnen. Die Antworten zeigen eine breite Palette an verwendeten Softwareprodukten.

Untersuchung U4: Bereich HS/AHS/Kärnten: Am 30. März fand in Klagenfurt (AG Leiterin Mag. Helgrid Müller) im Rahmen einer landesweiten Veranstaltung unter dem Titel „Naturwissenschaft und Technik“ ein Vortrag des Autors zum Thema „Geometrie und Energie“ statt. Unter den 14 TeilnehmerInnen waren zwei aus dem HS-Bereich. Bei den Ergänzungen im 2D-CAD-Software-Bereich waren

die Programme Autosketch und PC-Design⁴³³, im 3D-CAD-Bereich die Produkte Microstation (zweimal), Solid-Edge, Sketch-UP-3D und Autocad.

Untersuchung U5 (Bereich HS und AHS/Wien): Am 10. Oktober 2006 fand in Wien unter der Organisation des *österreichweiten thematischen Netzwerkes Geometrie Sek1* (unter Leitung des Autors) ein Informationsnachmittag mit dem Thema „Aktuelle Entwicklungen im Fach Geometrisches Zeichnen“ statt. Der hohe Verwendungsanteil von CAD-3D (im Vergleich zu GAM) im Bereich Wien wird wieder bestätigt. Dass fast ein Sechstel der TeilnehmerInnen keine Software verwendet, sei hervorgehoben.

	Keine Software von Gesamt zahl	2D-CAD-Software			3D-CAD-Software			DGS Dynamische Geometriesoftware				
		CAD-2D	Win-DOSCAD	Andere	CAD-3D	GAM	Andere	Cabri	Euklid	Geogebra	ZUL	Andere
U1	1 von 9	2	1	0	6	0	0	2	3	1	0	0
U2	7 von 20	0	7	6	6	0	1	0	0	0	0	0
U3	3 von 28	4	4	5	11	10	2	4	3	6	3	2
U4	0 von 14	0	1	2	2	5	4	2	3	0	0	0
U5	6 von 34	5	2	2	14	0	0	4	6	3	1	0

Tabelle 8-21

⁴³³ DOS-Version und damit sozusagen die Vorgängerversion von WinDOSCAD.

8.4 Informationswerkzeuge

Neben den reinen Konstruktionswerkzeugen stehen für das Unterrichtsgeschehen die verschiedensten Skizzier-, Darstellungs-, Präsentations- und Informationsmedien zur Verfügung, die zum Teil die Rolle von Begleit- und Fachliteratur, Schulbüchern, Lexika, Anschauungs- und Demonstrationsmaterialien und Modellen übernommen haben.

8.4.1 Office-Software

Die Verwendung von Office-Software⁴³⁴ (vgl. Abbildung 8-39) wie Textverarbeitung⁴³⁵, Tabellenkalkulation und Präsentationssoftware im Geometrieunterricht kann vielfältige Anwendungsfelder etwa beim Erstellen und Einsatz von Skizzen, Arbeitsblättern, Fotovorlagen, Unterrichtsvorbereitung allgemeiner Art u.a. haben. Auf das *Erstellen von Präsentationen geometrischer Konstruktionsabläufe* sei als wichtiger Ausbildungsaspekt in der LehrerInnenausbildung besonders hingewiesen: Denn vor dem Erstellen solcher Präsentationen ist eine genaue didaktisch-methodische Analyse der darzustellenden Probleme unabdingbar.

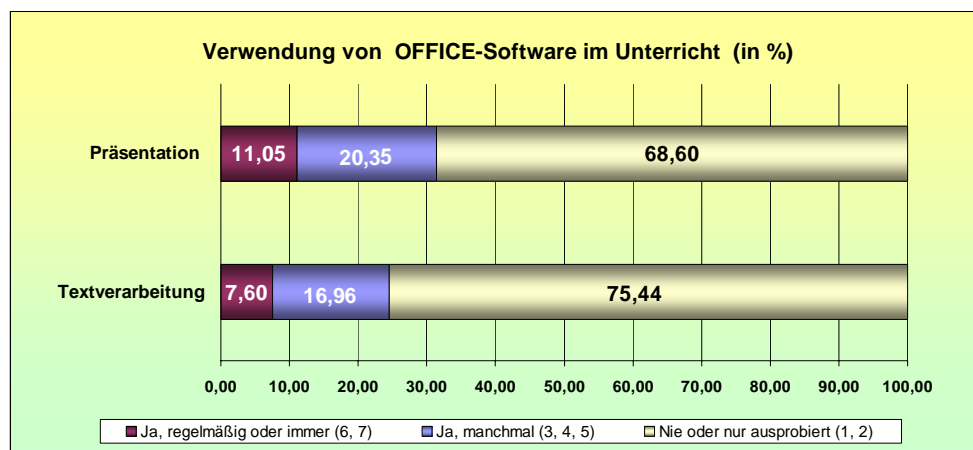


Abbildung 8-39: Software – Officesoftware

Das Kennenlernen der Geometriewerkzeuge eines Officepaketes ist auch fachpolitisch sehr bedeutsam: Der Großteil unserer SchülerInnen wird in ihrem späteren (Berufs-)Leben sicherlich mit einer Bürosoftware in Form irgendeines Officepa-

⁴³⁴ Vgl. [MUE2003], worin vielfältige Einsatzmöglichkeiten von Textverarbeitung und Tabellenkalkulation im Geometrieunterricht demonstriert und diskutiert werden.

⁴³⁵ Vgl. <http://muel.at/officegeometrie/WordfuerGeometerv11.pdf> [22. 3. 2006].

ketes zu tun haben – nur in Ausnahmefällen wird eine eigene CAD-Software zum Skizzieren und Zeichnen zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund scheint es sehr zweckmäßig zu sein, die SchülerInnen auch den Umgang mit den Grafikwerkzeugen einer solchen Software zu lehren. Vor allem die durchgehende und zeitlich relativ gleich bleibende Ausführung der Befehlsstruktur innerhalb der Produkte einer Officefamilie (vgl. dazu etwa Microsoft Office oder Openoffice) macht ein bequemes und intuitives Arbeiten möglich. Dass auch Beispiele aus dem Kernbereich des Geometrieunterrichtes mit Hilfe dieser Software behandelt werden können, sollen die eingefügten Screenshots⁴³⁶ bzw. Kopien belegen (vgl. Abbildung 8-40).

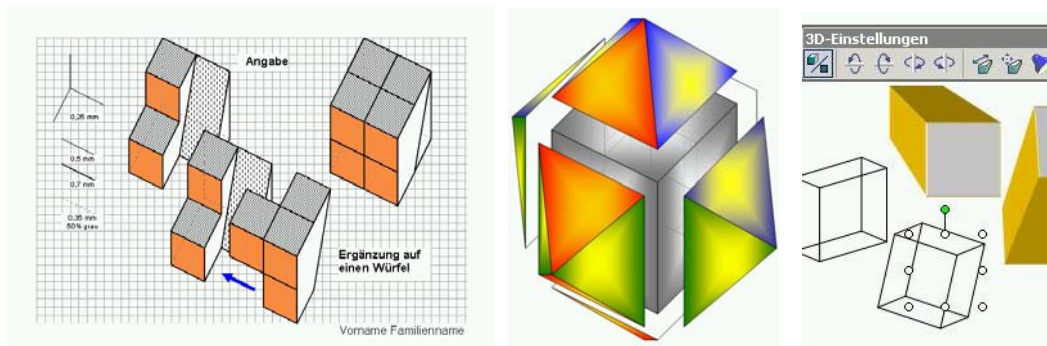


Abbildung 8-40: MS-Office-Paket – Geometriebeispiele

Dass SchülerInnen bei Referaten Präsentationssoftware verwenden, ist seit einigen Jahren durchaus üblich, doch von den technischen Ressourcen (Computer, EDV-Raum, allenfalls tragbarer Beamer) einer Schule abhängig. Dass es bei rund

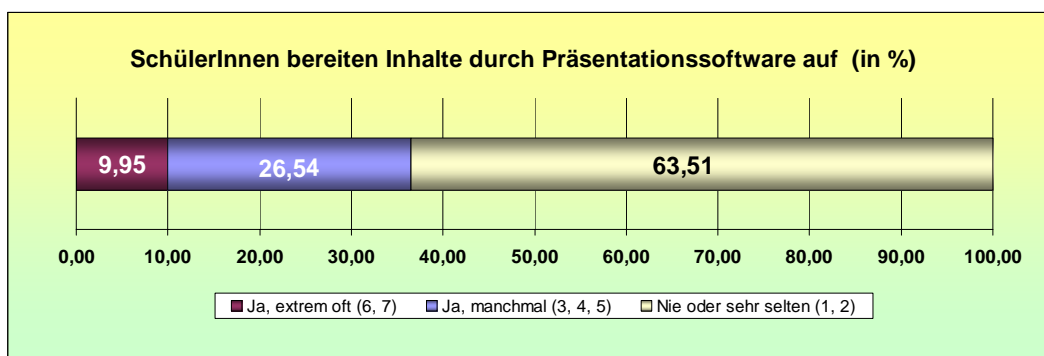


Abbildung 8-41: Software – Präsentationssoftware

⁴³⁶ Zum Teil entnommen aus [MUE2002] S. 33.

einem Drittel der befragten LehrerInnen überhaupt, aber nur bei knapp 10 % häufig möglich ist, dass SchülerInnen diese Möglichkeit nutzen können, ist aus der Abbildung 8-41 abzulesen.

8.4.2 CD-Nutzung

Die Häufigkeit zumindest teilweiser Verwendung von CD-ROMs⁴³⁷ im Geometrieunterricht entspricht mit etwa 46 % (vgl. Abbildung 8-42) annähernd der des Einsatzes von Internetressourcen. Dabei ist abzusehen, dass diese Verwendung zugunsten von ONLINE-Inhalten zurückgehen wird.

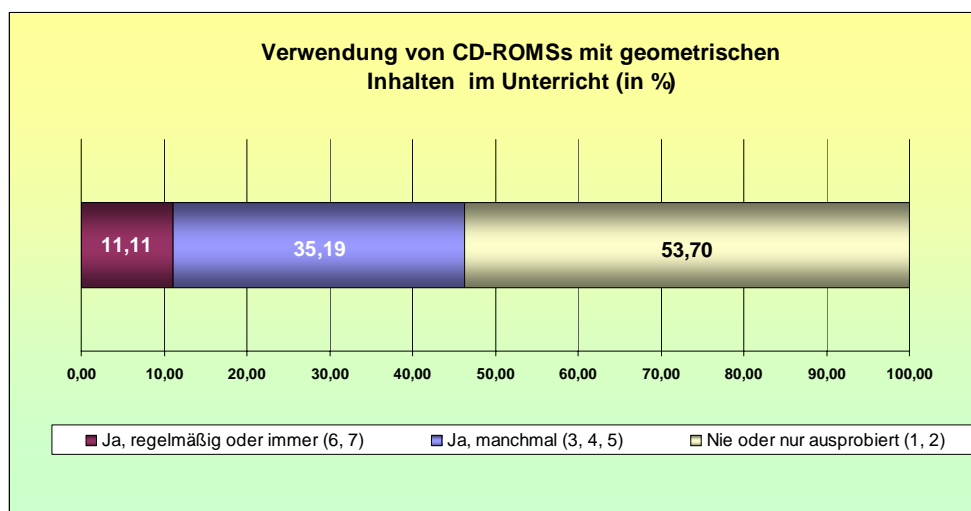


Abbildung 8-42: CD-ROMs im Geometrieunterricht

8.4.3 Internet – Nutzung von WEB-Angeboten

In mehreren unterschiedlichen Abschnitten des ausgegebenen Fragebogens wurde nach der Verwendung von Internetangeboten im Geometrieunterricht gefragt. Während es in der Itemgruppe 30 (vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“) um den direkten und konkreten Einsatz von eigenen Übungsbeispielen im WEB ging, wurde bei der Itemgruppe 90 die Nutzung konkreter (österreichischer) Internetportale und in der Itemgruppe 100 vor allem die quantitative Nutzung durch SchülerInnen im Unterricht abgefragt. In diesem Zusammenhang sei auf die fachhistorischen Bemerkungen zur Genese der Webportale (Abschnitt 6) verwiesen.

⁴³⁷ Vgl. [ADI2000], eine CD-ROM mit über 100 ausdruckbaren Arbeitsblättern, Grafiken und Animationen für den Geometrieunterricht.

Dass ein sehr hoher Prozentanteil der Schulen mit Internetanschluss ausgestattet ist, wird durch das Ergebnis der Umfrage bestätigt. Der an sich schon sehr geringe Prozentsatz von 7 % von Nein-Antworten (vgl. Abbildung 8-43) würde vielleicht durch Weglassen des Fragenzusatzes „... im Zusammenhang mit Geometrieunterricht“ noch weit geringer ausgefallen sein. Der doch relativ hohe Anteil von existierenden Bestätigungen auf die Frage nach „WEB-Seiten mit eigenen Geometrieinhalten (z.B. Schularbeitsübungsbeispiele, Linksammlung, Schaukasten, ...)“ überrascht etwas, wird durch die tatsächliche Verwendung im Unterricht aber wieder relativiert (vgl. Abbildung 8-44).

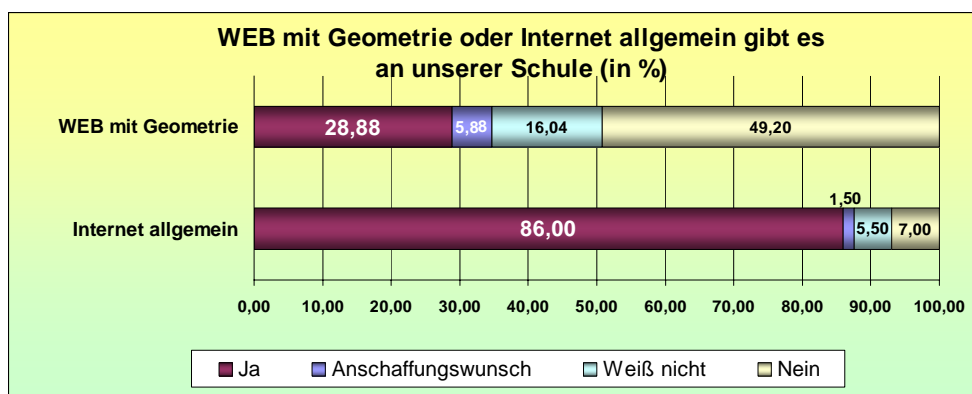


Abbildung 8-43: Internet an den Schulen

Die tatsächliche Verwendung von Internet-allgemein und Geometrie-WEB im Geometrieunterricht erfolgt allerdings relativ selten (vgl. Abbildung 8-44). Die Entwicklung des WEB-Einsatzes nicht nur im Geometrieunterricht ist in den nächsten Jahren sicherlich ein lohnend zu beobachtendes Forschungsgebiet.

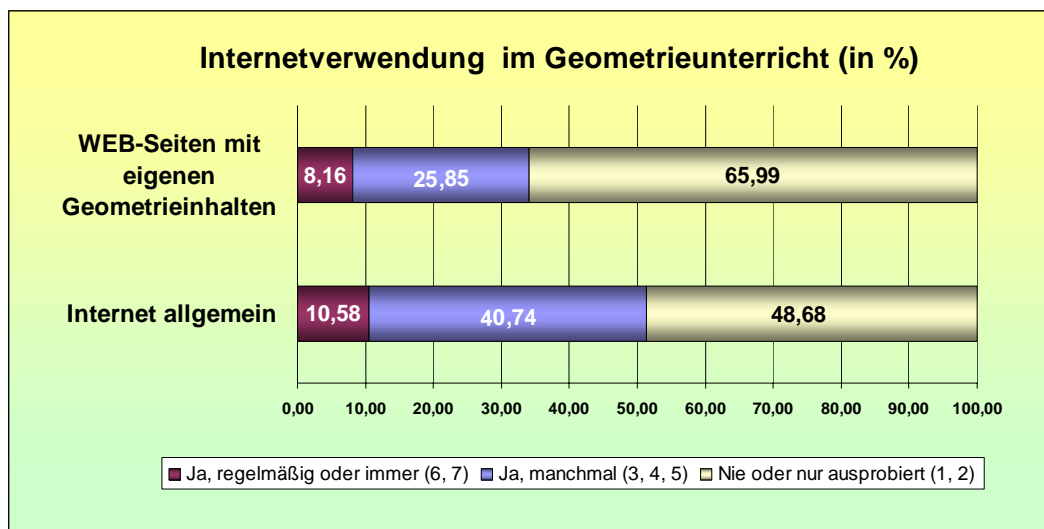


Abbildung 8-44: WEB-Seiten – tatsächliche Verwendung

Der kleine Prozentanteil in der Verwendung von Internet im Allgemeinen wird im konkreten Unterrichtsgeschehen durch die ebenfalls sehr geringe Häufigkeit in der Verwendung der schulintern sehr umworbenen Aktion SBX⁴³⁸ bekräftigt (vgl. Abbildung 8-45).

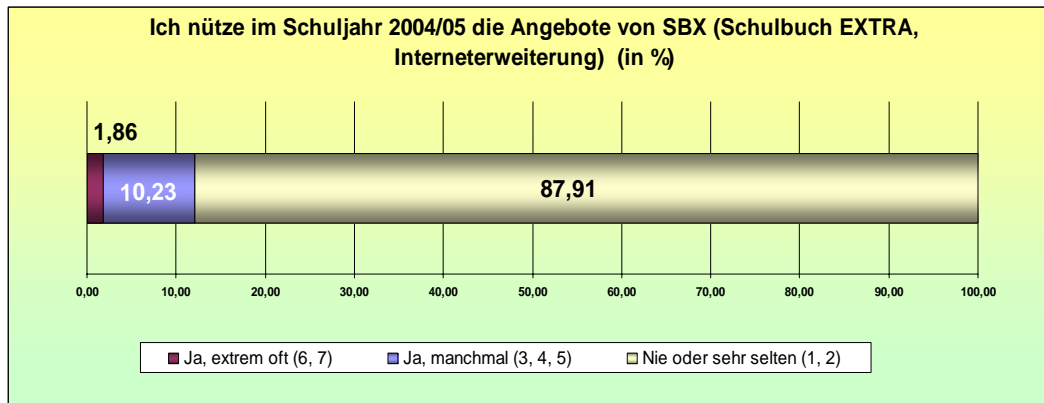


Abbildung 8-45: SBX – Verwendung

Speziell für den Geometrieunterricht sind in den letzten Jahren (wie bereits im Abschnitt 6 beschrieben) in Österreich zwei „offizielle“ Web-Portale⁴³⁹ eingerichtet worden, nämlich *www.geometry.at* und *geometrie.schule.at*. Daneben wurde als Portal für elektronische Unterrichtsmaterialien vom BMBWK die Seite *www.e-teaching-austria.at/geometrie* eingerichtet. Mit *www.e-lisa-academy.at* wurde ein Portal geschaffen, welches vor allem für die Ferienzeit als Fortbildungsbörse für LehrerInnen gedacht ist. Ein Geometriekurs⁴⁴⁰ wurde im Sommer 2005 erstmals implementiert, allerdings erst *nach* der hier ausgewerteten Umfrage. Die Werte der in der Liste (vgl. Abbildung 8-46) angeführten Fachzeitschrift

⁴³⁸ Vgl. *www.sbx.at* [22. 3. 2006]. SBX ist die Abkürzung von SchulbuchExtra. SbX bringt digitale Inhalte, die auf ein konkretes Schulbuch bezogen sind, via Internet zu den SchülerInnen und LehrerInnen. SBX-Inhalte werden aus den Mitteln der Schulbuchaktion finanziert und sind von den Gutachter-Kommissionen des BMBWK approbiert.

⁴³⁹ Vgl. Abschnitt 6, fachhistorische Bemerkungen.

⁴⁴⁰ Vgl. *www.e-lisa-academy.at/* [4. 3. 2006] Ein e-LISA academy-Onlinekurs von Thomas Müller und Alois Kastenberger., Von den Einsatzmöglichkeiten des Internet im Geometrie Unterricht bis hin zum Skizzieren mit Word und eine Einführung in VRML/X3D und POV-Ray. Details: Der Onlinekurs „Geometrie“ bezieht sich einerseits auf den Geometrieunterrichtsanteil im Mathematikunterricht und zum Teil auf die Fächer „Geometrisches Zeichnen“ und „Darstellende Geometrie“. Kursinhalte: Einsatzmöglichkeiten des Internets im Fach Geometrie, viele nützliche Ressourcen aus dem Internet sowohl für die Unterrichtsvorbereitung als auch für den konkreten Einsatz in Ihrem Unterricht, Skizzieren mit Word, Einführung in VRML/X3D und POV-Ray.

IBDG⁴⁴¹ „Informationsblätter der Geometrie“ zeigen die hohe Akzeptanz eines traditionellen Mediums im Vergleich zu einer Webpräsenz. Allerdings stimmt die vergleichsweise hohe Häufigkeit (von fast 30 %) der GeometrielehrerInnen, die dieses Medium nicht zu kennen angeben, nachdenklich.

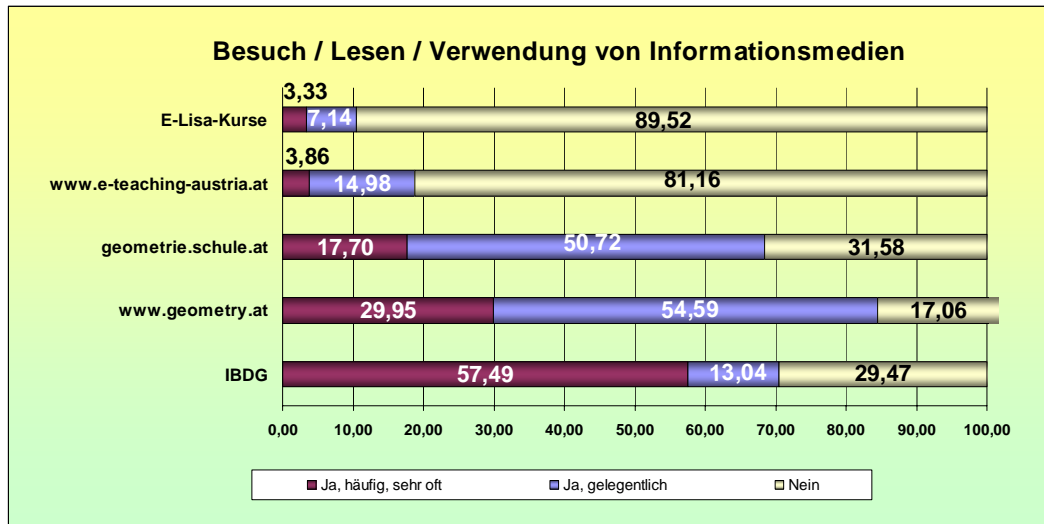


Abbildung 8-46: Informationsmedien – Web-Angebote und Fachzeitschrift

Zu vernachlässigen dürfte bei den die IBDG betreffenden Werte sein, dass etwa 10 % der rückgelaufenen Fragebogen von jenen stammen, die der Ausgabe Juni/Juli 2005 dankenswerterweise durch die Redaktion⁴⁴² beigelegt worden waren.

8.4.4 Nutzung von WEB-Angeboten für die SchülerInnen

Hand in Hand mit der Nutzung durch die Lehrenden – so war die Vermutung – gehe die Verteilung bei der Verwendung / Empfehlung von WEB-Angeboten im Geometrieunterricht (vgl. Abbildung 8-47). Diese Vermutung wird durch Auswertung der Items 33, 34 und 36 (vgl. Anhang „Fragebogen“) bestätigt, die zusammengefasst als Score p3 für weitere differentielle Untersuchungen herangezogen wurden.

⁴⁴¹ Vgl. <http://www.geometry.at/fachverband/index.html> [4. 3. 2006].

⁴⁴² Dank an Frau Carina Wibmer (Innsbruck) und ihren HelferInnen.

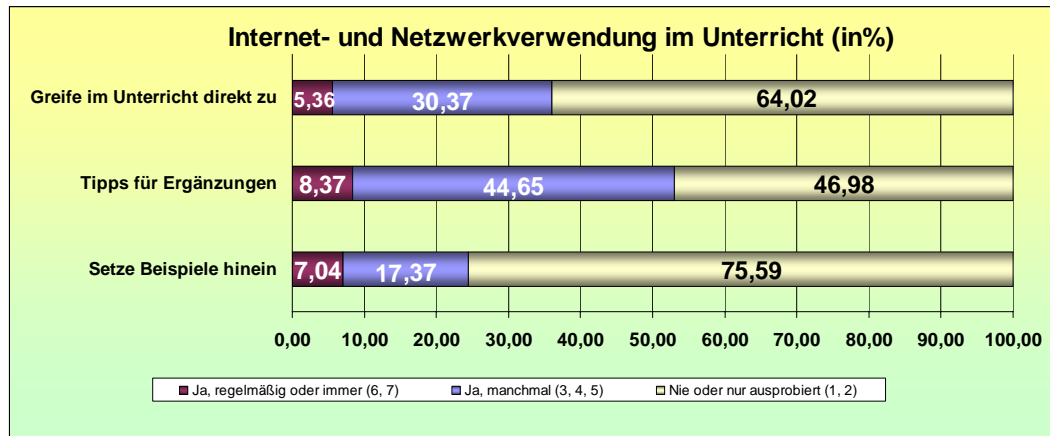


Abbildung 8-47: Netzwerkverwendung im Unterricht

Die Verwendung von *E-Learning-Plattformen*⁴⁴³ scheint im Geometrieunterricht – wie in anderen Fachgegenständen auch – derzeit noch in den Kinderschuhen zu stecken. Dies geht aus den in Abbildung 8-48 ersichtlichen Werten klar hervor. Bestrebungen, Unterrichtsmaterialien auf E-Learning-Plattformen zu installieren, lassen sich aus Angeboten in der LehrerInnenfortbildung verstärkt ab dem Schuljahr 2005/06 erkennen.

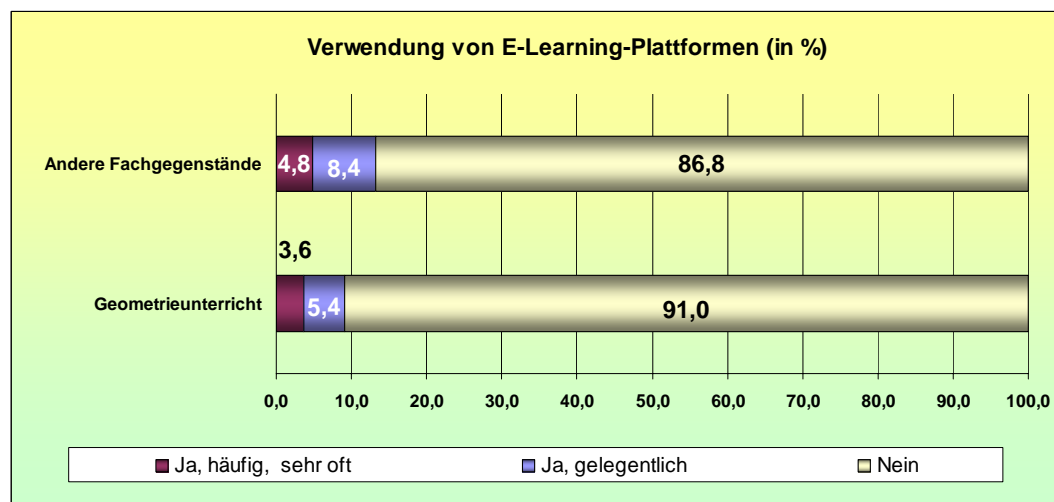


Abbildung 8-48: E-Learning-Plattformen

⁴⁴³ Items Nr. 95 und 96 (vgl. Anhang „Fragebogen „Neue Medien““) decken diese Frage ab, viermal wird WeLearn als verwendete Plattform für den Geometrieunterricht genannt, zweimal schule.at, wobei dies allerdings keine E-Learning-Plattform ist. In den anderen Fachgegenständen werden noch zusätzlich Blackboard, Elisa und Astronomie genannt.

8.5 Informationsmedien – Unterschiedsuntersuchungen

8.5.1 Schulabhängige Unterschiede

In diesem Zusammenhang wurden Unterschiede in den Häufigkeiten nach dem Schultyp, der Schulgröße und der Region untersucht.

8.5.1.1 Schultyp

Zwischen HS und AHS/BHS besteht in der Verwendung des Textverarbeitungsprogrammes⁴⁴⁴ WORD ein signifikanter Unterschied mit $p = 0,029$ (vgl. Tabelle 8-12). Vor allem für Skizzen haben sich die Grafikwerkzeuge von WORD (oder ein anderes Textverarbeitungssystem) als ideales Medium herausgestellt. Es wird zurzeit in sehr geringem Maße verwendet, doch fast doppelt so häufig in HS wie in AHS/BHS (vgl. Abbildung 8-49).

Statistik für Test^a

	Schülerinnen bereiten Inhalte wie Referate mit Powerpoint auf	Übungen zu Hause mit Computer erledigen	Nütze Angebot mit SBX
Mann-Whitney-U	4653,500	3951,500	4303,000
Wilcoxon-W	7734,500	7272,500	13214,000
Z	-1,312	-3,809	-3,653
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,190	,000	,000

a. Gruppenvariable: Schultyp

Tabelle 8-22

Beim Einsatz von Präsentationssoftware tritt kein signifikanter Unterschied zwischen den Schultypen auf ($p = 0,190$, vgl. Tabelle 8-22).

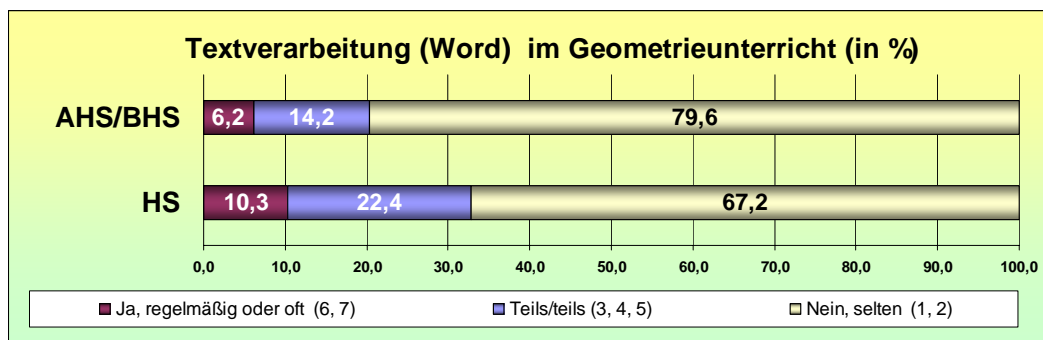


Abbildung 8-49: Textverarbeitung und Geometrie – Schultypunterschied

⁴⁴⁴ Über die Sinnhaftigkeit und Bedeutung des Einsatzes von WORD im Geometrieunterricht vgl. [MUEL2002] oder [HAM2006].

Wie in Tabelle 8-22 ersichtlich, besteht ein signifikanter Unterschied in der SBX-Nutzung ($p < 0001$). Da die Verwendungshäufigkeit laut Abbildung 8-45 aber äußerst gering ist, wird auf die Unterschiede hier nicht eingegangen.

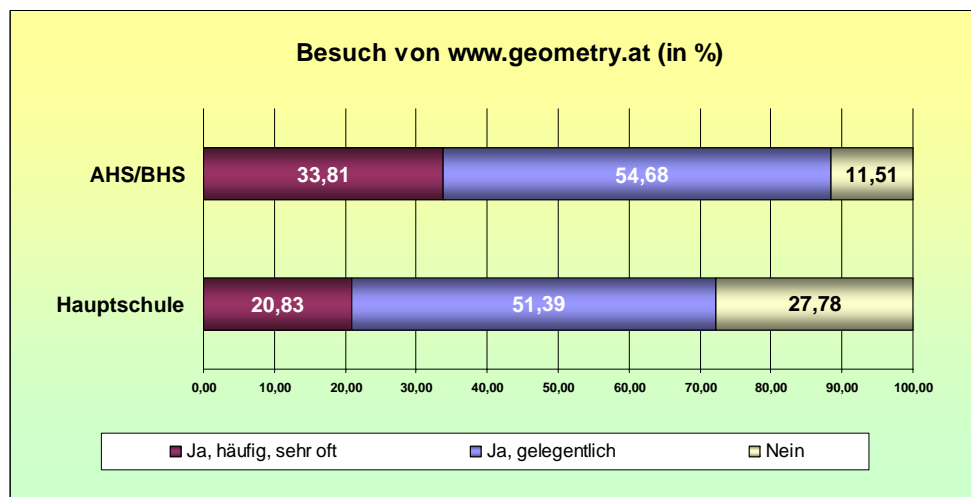
Wie der Chi-Quadrat-Test (vgl. Tabelle 8-23) zeigt, gibt es bei den Besucherzahlen der Seite www.geometry.at signifikante Unterschiede ($p = 0,015$) zwischen den Lehrendengruppen der beiden untersuchten Schultypen. AHS/BHS-Lehrende besuchen häufiger als HS-Lehrende diese Seiten (vgl. Abbildung 8-50). Mehr als dreimal so viele LehrerInnen aus dem HS-Bereich besuchen diese Seiten im Vergleich zu den AHS/BHS-LehrerInnen nicht, währenddessen dies bei den Besucherzahlen von geometrie.schule.at keineswegs zutrifft. Besonders fällt dies in den Kategorien „Nichtbesuch“ und „häufiger Besuch“ auf!

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson ^a	10,488	3	,015
Likelihood-Quotient	10,253	3	,017
Zusammenhang linear-mit-linear	6,983	1	,008
Anzahl der gültigen Fälle	211		

a. 1 Zellen (12,5%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist 4,44.

Tabelle 8-23

Abbildung 8-50: Besucher/www.geometry.at – Schultypunterschiede

Ein direkter Vergleich mit den Besucherauswertungen von www.geometry.at und geometrie.schule.at erscheint dem Verfasser hier sehr reizvoll. Deshalb sei auch die Grafik für die Besucherhäufigkeit von geometrie.schule.at angeführt (vgl. Ab-

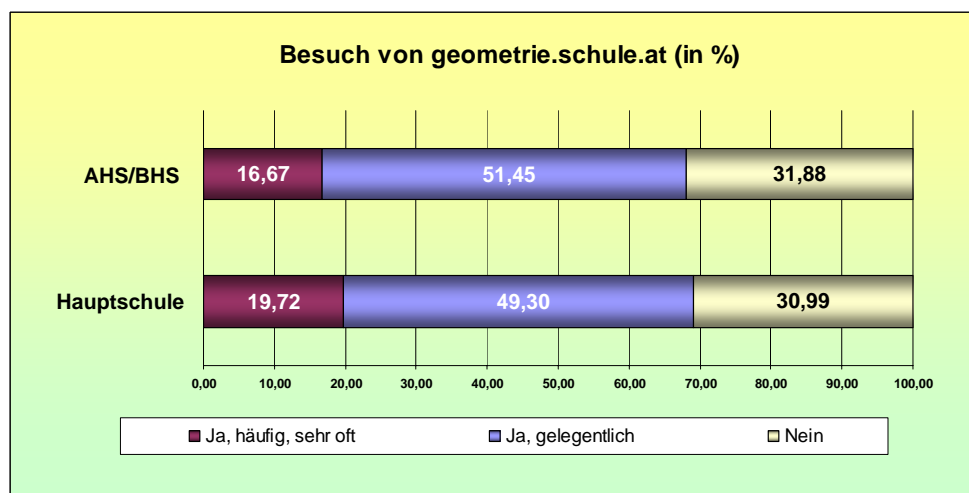
bildung 8-51), obwohl der Test hier keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,807$, vgl. Tabelle 8-24) zwischen den beiden Schultypen bringt. Eine Ursache für den signifikanten Unterschied bei www.geometry.at könnte sein, dass die meisten AHS/BHS-Lehrenden mehr Bezug zum Betreuungsteam dieser Seite haben. Ein anderer Grund könnte sein, dass diese Seite auf einem Server an der TU-Wien liegt, an der viele Geometrielehrende aus dem AHS/BHS-Bereich studiert haben. Unabhängig davon, ob einer dieser Gründe wirklich die Ursache ist, auf jeden Fall ist die Tatsache interessant, dass solche Unterschiede existieren.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,975 ^a	3	,807
Likelihood-Quotient	,926	3	,819
Zusammenhang linear-mit-linear	,349	1	,555
Anzahl der gültigen Fälle	209		

a. 1 Zellen (12,5%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,72.

Tabelle 8-24

Abbildung 8-51: Besucher/www.schule.at – keine Schultypunterschiede

8.5.1.2 Schulgröße und Schullage

Betreffend Schulgröße und Schullage wurden keine signifikanten Unterschiede betreffend Informationsmedien festgestellt.

8.5.2 Lehrendenabhängige Unterschiede

In diesem Zusammenhang wurden Unterschiede in den Häufigkeiten nach dem Dienstalter, dem Faktor „Eigenes Interesse an neuen Medien“ und dem Geschlecht untersucht.

8.5.2.1 Dienstalter

Ein signifikanter Unterschied im Bereich des Dienstalters trat bei „Anwendungen/Recherche direkt aus dem Internet“⁴⁴⁵ auf. Mit $p = 0,021$ (vgl. Tabelle 8-25) ergibt sich ein indifferentes Bild: Dabei zeigt sich, dass die zweitjüngste Altersklasse (11 – 20 Dienstjahre, vgl. Abbildung 8-52) am wenigsten Anwendungen und Recherchen direkt aus dem Internet im Geometrieunterricht verwendet!

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	9,750 ^a	3	,021
Likelihood-Quotient	10,364	3	,016
Zusammenhang linear-mit-linear	,012	1	,913
Anzahl der gültigen Fälle	203		

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 9,31.

Tabelle 8-25

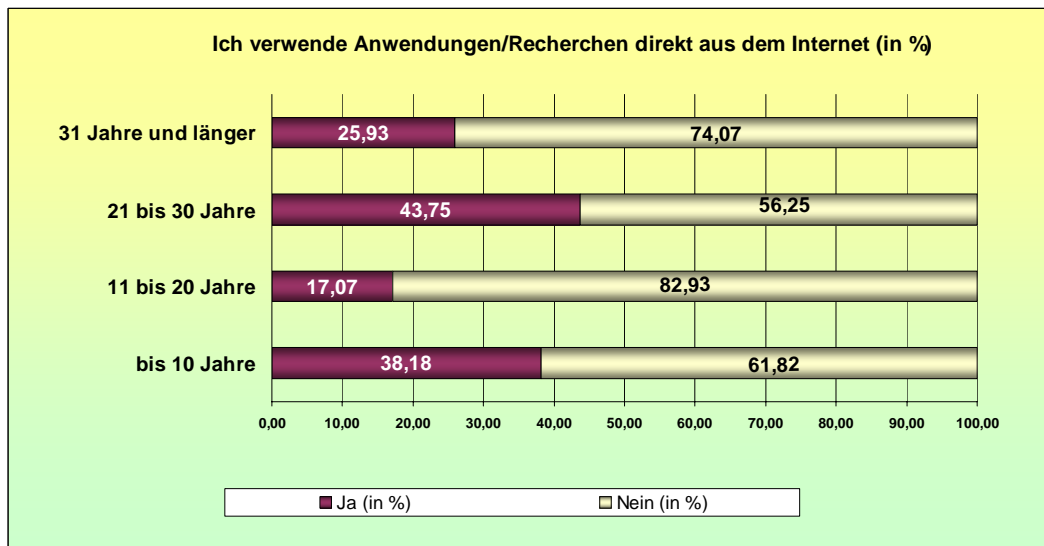


Abbildung 8-52: Internetverwendung – Dienstaltersunterschiede

⁴⁴⁵ Item 32, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

8.5.2.2 Geschlecht

Ein signifikanter Unterschied tritt lediglich bei der Auswertung der Frage⁴⁴⁶ nach der Verwendung des Internets im Geometrieunterricht auf: Wie aus Abbildung 8-53 hervorgeht, verwenden mehr als doppelt so häufig Männer das Internet im Geometrieunterricht.

Statistik für Test^a

	Internet verwende ich
Mann-Whitney-U	3153,000
Wilcoxon-W	5431,000
Z	-2,493
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,013

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Tabelle 8-26

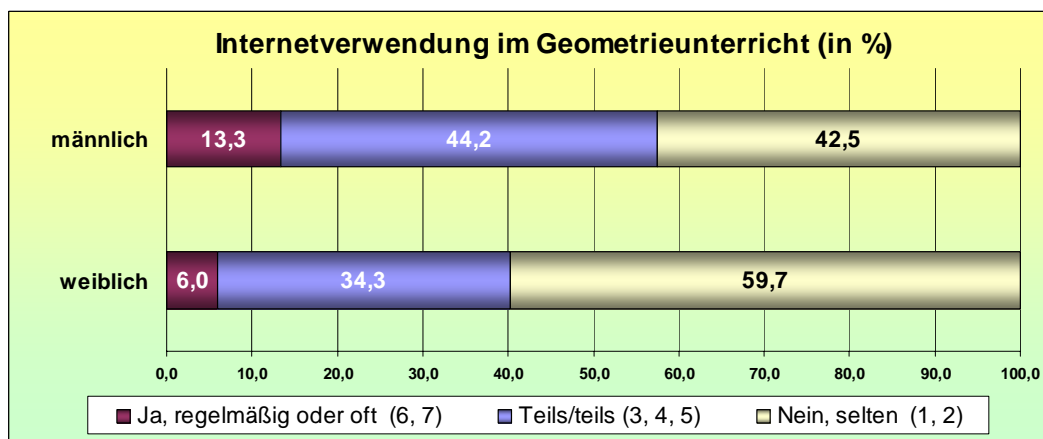


Abbildung 8-53: Internetverwendung – Geschlechtsunterschied

⁴⁴⁶ Item 101, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

8.6 IBDG-Analyse

Die Zeitschrift IBDG „Informationsblätter der Geometrie“ stellt ein wichtiges Informationsmedium in Bezug auf die Informationsweitergabe in Sachen Entwicklung in den neuen Medien für einen großen Teil der Geometriehrenden in Österreich dar (vgl. auch den fachhistorischen Abriss in Abschnitt 6). Da dieser Zeitschrift auch eine große fachpolitische Bedeutung zukommt, sei der Analyse der erhobenen Daten hier besonders Augenmerk geschenkt, quasi als Vergleich zwischen neuen Medien und dem traditionellen Medium „Fachzeitschrift“. Das rein deskriptive Ergebnis kann Abbildung 8-54 entnommen werden und zeigt eine Leserschaft von mehr als zwei Drittel der Befragten (gegenüber 29,47 % NichtleserInnen).

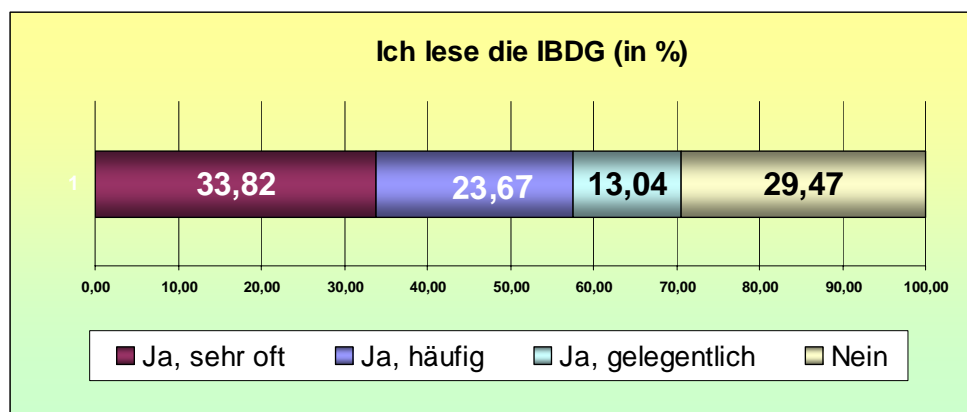


Abbildung 8-54: IBDG – LeserInnen und NichtleserInnen.

8.6.1 Schulabhängige Unterschiede

8.6.1.1 Schultypunterschied

Der Signifikanztest zeigt einen Unterschied ($p < 0,001$, vgl. Tabelle 8-27) zwischen den Schultypen: Demnach (vgl. Abbildung 8-55) lesen die AHS/BHS-LehrerInnen diese Zeitschrift weit häufiger. Dies dürfte auch mit den fachlichen Inhalten zusammenhängen. Es gab und gibt verhältnismäßig wenige Beiträge aus dem Bereich der HS-LehrerInnen. Erfreulich erscheint, dass bloß etwa 10% der AHS/BHS-LehrerInnen die Zeitschrift nicht lasen, bedenklich allerdings, dass dies für zwei Drittel der HS-LehrerInnen zutrifft.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	85,252 ^a	3	,000
Likelihood-Quotient	90,632	3	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	79,706	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	207		

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 9,26.

Tabelle 8-27

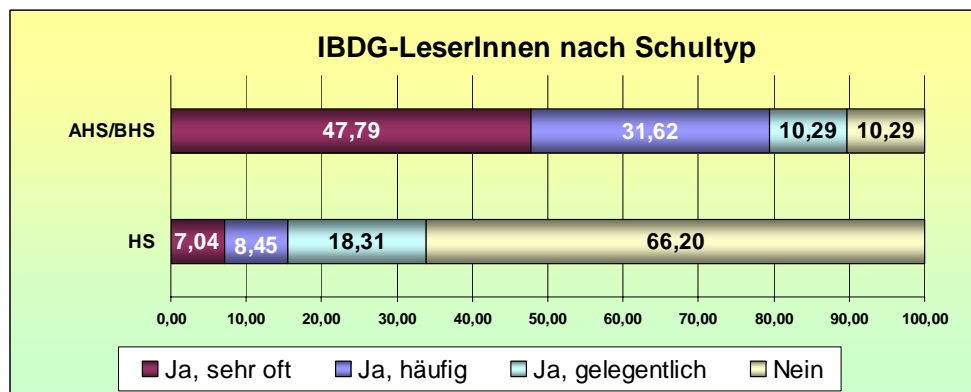


Abbildung 8-55: IBDG/LeserInnen – Schultypunterschiede.

8.6.1.2 Schulgrößenunterschied

Deutlich schlägt sich der signifikante Unterschied ($p < 0,001$, vgl. Tabelle 8-28) in der Lesehäufigkeit bei Lehrenden aus verschiedenen großen Schulen nieder (siehe Abbildung 8-56).

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	56,816 ^a	9	,000
Likelihood-Quotient	63,225	9	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	42,239	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	199		

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 5,53.

Tabelle 8-28

Die Ursache dafür, dass die IBDG an großen Schulen fast viermal so häufig gelesen werden wie an den kleinsten Schulen ist ein interessantes Ergebnis, welches gemeinsam mit der Redaktion weiter erforscht werden könnte.

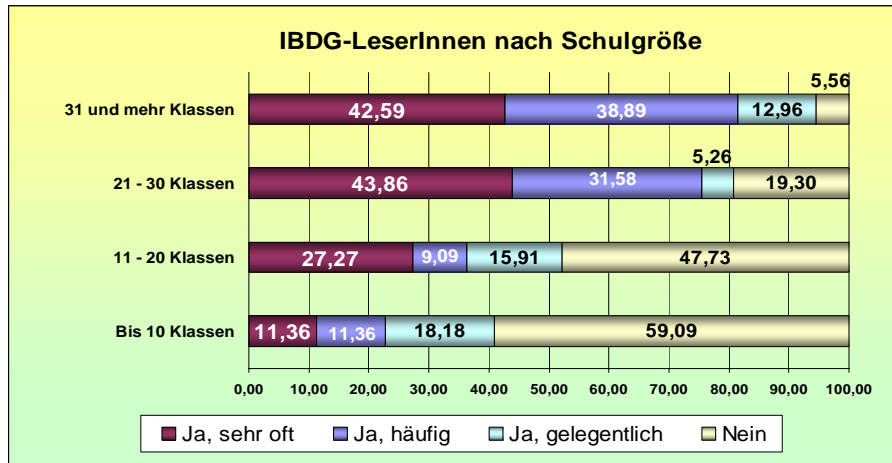


Abbildung 8-56: IBDG/LeserInnen – Schulgrößenunterschiede

8.6.2 Surfverhalten und IBDG-Leseverhalten

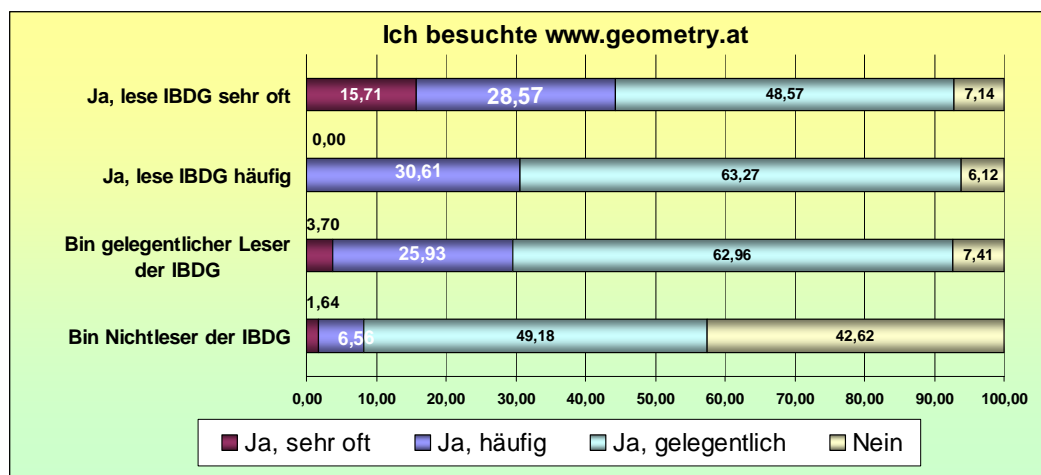
Exemplarisch für so manchen nicht explizit untersuchten Unterschied sei etwa jener zwischen dem Surfverhalten und IBDG-Lesen dargestellt: Ausgehend von der Nullhypothese, dass es keinen Unterschied zwischen der Häufigkeit beim Lesen der IBDG und der Häufigkeit des Besuchs des Portals www.geometry.at gebe, wurde eine entsprechende Kreuztabelle angelegt. Überraschenderweise ergeben Tests signifikante Unterschiede mit $p < 0,0001$ (vgl. Tabelle 8-29). Zusammengefasst kann gesagt werden (vgl. Abbildung 8-57): Je häufiger die IBDG gelesen werden, desto häufiger wird auch das Portal www.geometry.at besucht. (Ähnliche signifikante Unterschiede gibt es auch bei geometrie.schule.at.)

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	58,603 ^a	9	,000
Likelihood-Quotient	58,313	9	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	36,379	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	207		

a. 5 Zellen (31,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,70.

Tabelle 8-29

Abbildung 8-57: IBDG/LeserInnen – www.geometry.at

8.6.2.1 Personenabhängige Unterschiede

Aus den Umfragedaten lassen sich keine signifikanten Dienstaltersunterschiede und keine Geschlechtunterschiede in der Lesehäufigkeit der IBDG feststellen.

8.7 Algebrataugliche Taschenrechner

Der Vollständigkeit halber sei auch auf die algebratauglichen Taschenrechner eingegangen, die allerdings nur in einem Randbereich den Geometrieunterricht⁴⁴⁷ tatsächlich berühren. Trotzdem geben über 25 % der Antwortenden an, solche Rechner im Geometrieunterricht zu verwenden (vgl. Abbildung 8-58).

Im Vergleich zur Verwendung konkreter Geometrieprogramme ergibt die Verwendung algebratauglicher Taschenrechner (noch?) eine sehr geringe Verbreitung. Das Problem eines ausreichend großen Displays mit hoher Auflösung lässt viele LehrerInnen davor zurückschrecken, „echte“ graphisch ausgereifte Geometrie-Anwendungen auf einem algebratauglichen Taschenrechner (etwa TI92, Voyage u.a.) zu versuchen.

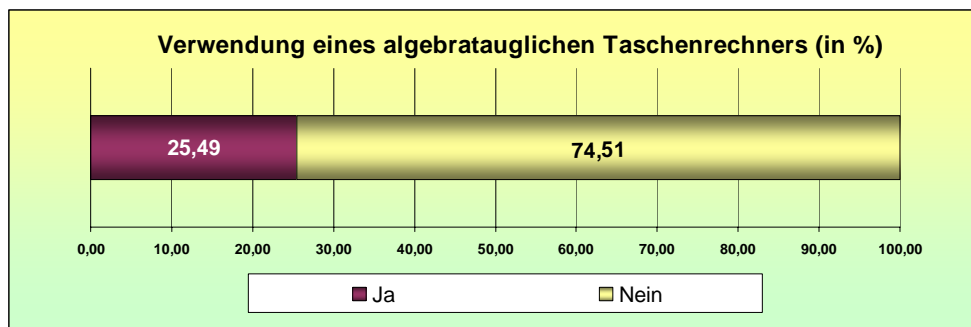


Abbildung 8-58: Algebratauglicher Rechner

Da diese Form der neuen Medien den Geometrieunterricht – wie bereits erwähnt – nur am Rande streift, sei nur eine Untersuchung zu den signifikanten Unterschieden angeführt, jene nach dem Dienstalter: Es tritt ein signifikanter Unterschied ($p = 0,023$, vgl. Tabelle 8-30) in der Verwendung auf. So setzt die älteste Dienstaltersklasse (vgl. Abbildung 8-59) den algebratauglichen Rechner im Geometrieunterricht fast dreimal so häufig ein wie die jüngste. Eine Begründung könnte etwa sein, dass früher der Rechner oft die einzige Möglichkeit war, Software im Unterricht direkt zu verwenden, etwa im Falle nicht vorhandener Software im Unterricht oder dass der EDV-Raum nicht benutzbar bzw. besetzt war.

⁴⁴⁷ Über die Möglichkeiten des Einsatzes des TI92 im Geometrieunterricht vergleiche etwa www.geometry.at/strobl/strobl2000/vortrag00/mueller_robert/geometrie_mit_dem_TI_92.pdf aus dem Jahr 2000 den Bericht von Robert Müller [20. 3. 2006].

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	9,506 ^a	3	,023
Likelihood-Quotient	9,366	3	,025
Zusammenhang linear-mit-linear	5,363	1	,021
Anzahl der gültigen Fälle	203		

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 6,92.

Tabelle 8-30

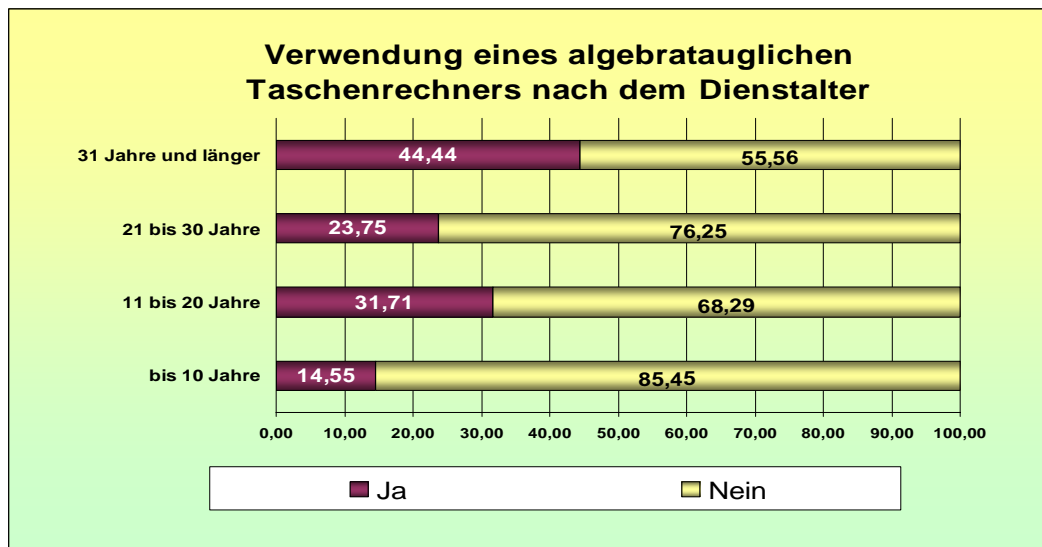


Abbildung 8-59: Algebratauglicher Rechner – Dienstaltersunterschiede

8.8 Kleine Bundesländerübersicht

Exemplarisch sei der rein deskriptiv ermittelte Unterschied in den Häufigkeiten der Softwareverwendung im Bereich 3D-CAD dargestellt. Der Ermittlung wurde die Postleitzahleneinteilung Österreichs zu Grunde gelegt, wie sie in der Tabelle 8-17 nachgelesen werden kann. Vorarlberg und Tirol sind zu einem Bereich zusammengefasst, Niederösterreich in zwei Bereiche aufgeteilt, NÖ1 entspricht dabei dem Postleitzahlenbereich „2000“ und NÖ2 dem Bereich „3000“. Betont soll werden, dass lediglich die Antworten aus dem Sommersemester 2005 erhoben wurden!

8.8.1 Didaktische 3D-CAD-Software

Ersichtlich ist (vgl. Abbildung 8-60), dass unter den Befragten in Kärnten CAD-3D nicht verwendet wird, dafür in Wien und in Niederösterreich am häufigsten. GAM wird in Salzburg und in der Steiermark am häufigsten verwendet. Dies deckt sich mit den vorhandenen punktuellen Ergebnissen (Abschnitt 8.3.6).

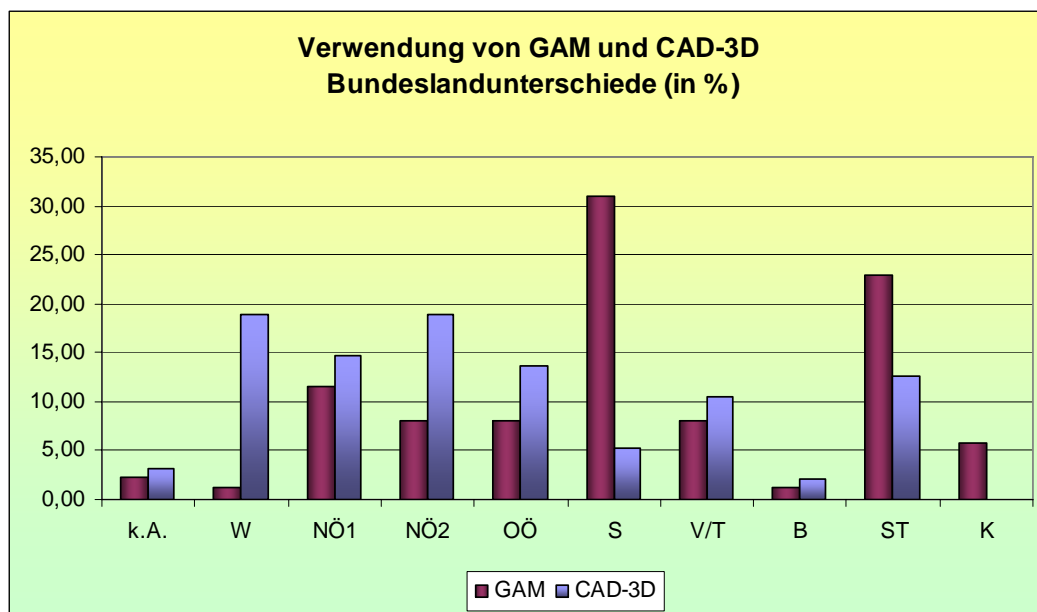


Abbildung 8-60: 3D-DID-CAD – Bundeslandunterschiede

8.8.2 Professionelle 3D-CAD-Software

In Abbildung 8-61 sind die Häufigkeiten der Verwendung professioneller Software dargestellt: In Wien, Niederösterreich und Oberösterreich wird Microstation, in Salzburg, Vorarlberg/Tirol und Steiermark Autocad am häufigsten verwendet.

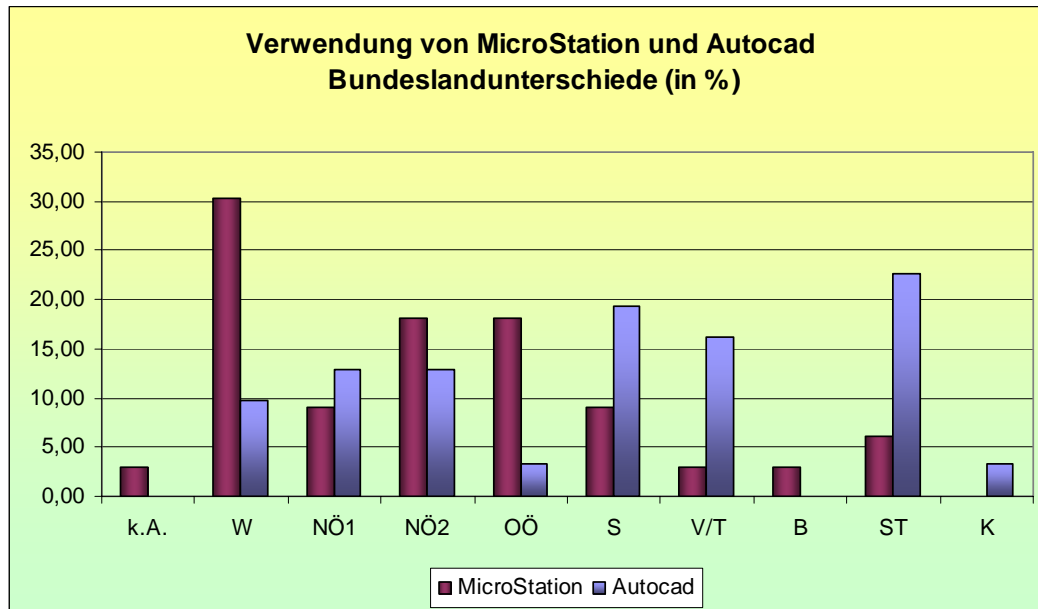


Abbildung 8-61: 3D-PROF-CAD – Bundeslandunterschiede

8.9 Rückblick und Schlussfolgerungen

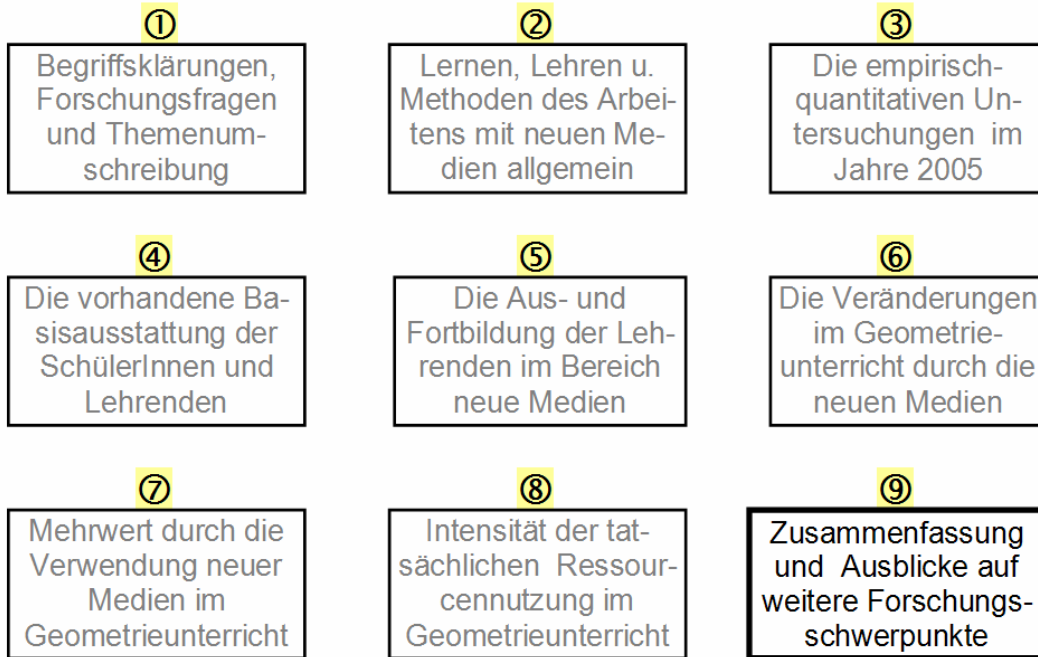
Die im vorliegenden Abschnitt behandelte Thematik zeigt nach einer eingehenden inferenzstatistischen Untersuchung ein bis in Details gehendes Bild der im Schulalltag der befragten Lehrenden verwendeten Softwareprodukte und anderer neuer Medien. Dies geschah stets unter Beachtung der Kategorisierung nach Konstruktions- und Informationswerkzeugen: Mehr als die Hälfte aller Lehrenden gibt an, Software regelmäßig oder sehr häufig zu verwenden. Ein knappes Fünftel verwendet allerdings Software im Geometrieunterricht nicht oder probiert sie nur aus. Dabei treten keine geschlechtsspezifischen Unterschiede auf! Bezugnehmend auf die Schultypen ist zu bemerken, dass in den BHS und AHS die Verwendung – vor allem von 3D-Software – mit über 60 % und an den Hauptschulen nur zu knapp über 40 % regelmäßig erfolgt.

Dynamische Programme und 2D-CAD-Software werden am wenigsten verwendet, signifikant am häufigsten werden im AHS und HS-Bereich didaktische 3D-Programme verwendet, im BHS-Bereich professionelle CAD-Software. In größeren Schulen wird Software signifikant häufiger verwendet als in kleineren! Vom Dienstalter her gesehen verwenden die zwischen 11 und 30 Jahre im Dienst stehenden LehrerInnen am häufigsten Software. Ebenso die LehrerInnen, denen ein sehr hohes eigenes Interesse an neuen Medien zugeschrieben wird: LehrerInnen mit höchstem Interesse an neuen Medien verwenden mehr als doppelt so häufig regelmäßig Software wie solche mit geringstem Interesse daran!

Regionale Unterschiede können festgestellt werden, wenn Software gleichzeitig mit einer Schulung angeboten wird (vgl. Oberösterreich und Salzburg betreffend GAM-Verwendung). Dies könnte als Ausgangspunkt für eine Strategieüberlegung bei der Einführung neuer Softwareprodukte dienen.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Übersicht und Leitfaden durch die Arbeit



Nun soll aufbauend auf die erhaltenen Ergebnisse beschrieben werden, welche der Überlegungen zu konkreten Ergebnissen geführt haben und welche Fragen offen geblieben sind, beziehungsweise sich durch geänderte Sichtweisen erst ergeben haben und vor einer Klärung weiterer Untersuchungen bedürfen. Diese Auflistung aufgetauchter neuer und noch offener Fragen soll Anregungen für weitere Untersuchungen bieten.

Welche Auswirkungen und Folgerungen die erlangten Erkenntnisse für die Schulpraxis und die Implementierung von Geometriesoftware haben können, das wird in einer abschließenden Rückschau zusammengefasst.

9.1 Offene Fragen zu Lehrenden und Ressourcen

Bei der österreichweiten Umfrage⁴⁴⁸ über den Einsatz neuer Medien im Geometrieunterricht im Jahr 2005 wurden von rund 250 LehrerInnen der Fächer Geometrisches Zeichnen, Darstellende Geometrie und Mathematik mehr als 25000 Einzeldaten gewonnen. Durch eine empirisch-quantitative Analyse wurden daraus deskriptive und inferenzstatistische Ergebnisse gewonnen, die in der vorliegenden Arbeit aufbereitet, zum Großteil graphisch dargestellt und diskutiert wurden.

Generell kann gesagt werden: Nicht „*was verändert sich*“, sondern „*wie kann ich / kann man auf die Veränderung reagieren*“ scheint die Geometriehrenden in Zusammenhang mit neuen Medien und Unterricht zu interessieren. Dies ist das Ergebnis der quantitativen Auswertung der freien Ergänzungen⁴⁴⁹, die bei jedem der untersuchten Teilbereiche möglich waren.

Rund 90 % der GeometrielehrerInnen, die sich an der Umfrage beteiligt haben, gaben an, privat einen Computer mit Internetzugang zu besitzen. Durch eine Clusteranalyse konnten die Lehrenden nach ihrem Interesse an neuen Medien in drei Klassen mit *geringem*, *durchschnittlichem* und *höchstem* Interesse an neuen Medien eingeteilt werden. Lehrende in unterschiedlichen Interessensklassen unterscheiden sich zum Beispiel signifikant darin, wie sie zu ihrem Wissen über neue Medien, zu Anregungen und Ideen für ihren Unterricht kommen, wie sie sich den Anforderungen, die der Einsatz neuer Medien stellt, gewachsen fühlen, wie brauchbar sie das Internet für den Unterricht finden, in welcher Intensität sie Software im Unterricht einsetzen und vieles mehr.

Interessant wäre die Beantwortung der Frage, ob der Anteil an eigenen Computern bei GeometrielehrerInnen, die nach den vorliegenden Ergebnissen zu über 90 % Computer und Internetanbindung besitzen, höher ist als der von LehrerInnen anderer Fächern. Falls ja, dann würde dies die These, dass Computer zum Arbeitsmittel im Geometrieunterricht mehr als in anderen Gegenständen geworden sind, erhärten.

⁴⁴⁸ Nach den vorliegenden Zahlen dürften zwischen 12 % und 15 % der Geometriehrenden an der Umfrage teilgenommen haben (vgl. Abschnitt 3.3.2), vgl. Anhang „Fragebogen ‚Neue Medien‘“.

⁴⁴⁹ Vgl. Anhang „Ergänzungen“.

Mehr als die Hälfte der Befragten gab an, den Anforderungen, die die neuen Medien bezüglich Didaktik, Theoriewissens und praktischen Eigenkönnens verlangen, sehr gut gewachsen zu sein, nur rund 8 % fühlten sich den Anforderungen nicht gewachsen (Abschnitt 5).

Die hohe Bedeutung der Fortbildungsveranstaltungen und des Selbststudiums für den Wissenserwerb in neuen Medien kam klar zum Ausdruck.

Drei Viertel der LehrerInnen (darunter befanden sich signifikant mehr Frauen) gaben an, dass die SchülerInnen auf jeden Fall mehr Motivation zeigen (Abschnitt 5). Ein Viertel (signifikant mehr HS- als AHS/BHS-LehrerInnen) behauptete, dass sich das Fachwissen beim Einsatz neuer Medien sehr erhöhe.

Insgesamt gaben 63,5 % der Befragten an, das Lehrplanziel „Schulung der Raumvorstellung“ durch Einsatz neuer Medien besser erreichen zu können. Dieser Anteil war mit 75,4 % bei Frauen signifikant höher als bei Männern (Abschnitt 5).

Ende der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde die *Wirksamkeit des Unterrichtes in Darstellender Geometrie* von Gittler und Hanisch in Bezug auf die Raumvorstellung untersucht (Abschnitt 7). Das Ergebnis zeigte in Bezug auf Verbesserung der Raumvorstellung einen bemerkenswerten Effekt des Unterrichtes im Vergleich zu Kontrollgruppen *ohne* Darstellender Geometrie auf. Reizvoll wäre es, diesen Test zu wiederholen, um zu sehen, wie effektiv ein DG-Unterricht *mit neuen Medien* im Vergleich zur Situation damals ist. Die beschriebenen Untersuchungen von Maresch und Kaufmann bzw. Dünser lassen auf ein noch besseres Ergebnis hoffen als damals. Eine Verifikation steht aus.

Eine offene Frage ergab sich aus den Ergebnissen der Untersuchung⁴⁵⁰ von Dünser und Kaufmann betreffend den Einsatz von Construct3D und CAD-3D (Abschnitt 7): Das Training mit Construct3D lieferte wider Erwarten nicht so gute Fortschritte betreffend Raumvorstellungsverbesserung wie der Umgang mit dem Programm CAD-3D. Untersuchenswert wäre, ob dieses überraschende Ergebnis durch das Supplantationskonzept⁴⁵¹ von Salomon erklärt werden könnte. Dazu müssten Tests entwickelt werden, die Raumsituationen „tatsächlich räumlich“

⁴⁵⁰ Vgl. [DÜN2005].

⁴⁵¹ Vgl. [BLÖ2003B], S. 62f.

simulieren (wie dies in virtueller Weise das Programm Construct3D macht) und solche, die Raumsituationen nur in zweidimensionalen Darstellungen (etwa auf einem Computerbildschirm) andeuten und dadurch das Arbeitsgedächtnis des Lernenden vermutlich mehr belasten als die wirklichkeitsnäheren „tatsächlich räumlichen“ Simulationen. Durch Raumvorstellungstests könnte dann festgestellt werden, ob eine höhere Belastung des Arbeitsgedächtnisses zur Verbesserung der Testergebnisse führt.

Bei vielen Untersuchungen über den Effekt des Geometrieunterrichts wurde lediglich die Komponente „*Raumvorstellung*“ bearbeitet. Geometrieunterricht fördert aber den Erwerb vieler weiterer Kompetenzen (Abschnitt 2) wie das Argumentieren und Begründen, Verwendung analytischer Verfahren usw. Untersuchungen zur Effektivität des Unterrichts und zu seiner Wirksamkeit auf die Vielfalt der vermittelten Kompetenzen stehen aus.

Die Frage, ob zuviel *fragend-entwickelnder Frontalunterricht* im Geometriebereich eingesetzt würde, tauchte auf. Dieses Problem dürfte in Österreich für den Großteil des Mathematik- bzw. des Geometrieunterrichtes aus der Erfahrung und dem persönlichen Feedback von KursteilnehmerInnen vorherrschen. Eine eigene Untersuchung über den tatsächlichen Anteil der verschiedenen Unterrichtsmethoden im Geometrieunterricht steht aus.

Im Zuge der freien Antworten wurde vorgeschlagen, im Sinne einer Professionalisierung des Lehrberufes die Planung und die Gestaltung individueller mehrjähriger berufsbegleitender Fortbildungspläne zu ermöglichen.

Ausgangspunkt des Abschnittes 5 war die Frage, wie weit die bisher gesetzten Maßnahmen zur Erhöhung der Medienkompetenz im Rahmen der Ausbildung und der Fort- und Weiterbildung durch die Lehrenden genutzt wurden und ob sie Auswirkungen auf den praktischen Unterricht gehabt haben. Dies wurde im Rahmen dieser Untersuchung aus Sicht und Einschätzung der Lehrenden selbst beantwortet. Eine Untersuchung aus Sicht der Schulaufsicht oder aus Sicht der Schülerin-

nen und Schüler ist dem Autor nicht bekannt. Nach den ermittelten Ergebnissen gilt: Je jünger die LehrerInnen, desto häufiger geben sie an, ihr Wissen über neue Medien in der Grundausbildung bezogen zu haben. Dasselbe gilt für den Wissenserwerb bei Kursen und Seminaren. Ungeklärt blieb die Frage, warum ältere KollegInnen weniger Kurse über neue Medien besuchen als jüngere? Wissen sie schon alles? Liegt es am geringeren Interesse? Dem steht das Ergebnis aus der Dienstaltersuntersuchung betreffend „Wissenserwerb auf eigene Kosten“ gegenüber: Die LehrerInnen der höchsten Dienstaltersklasse gaben 3- bis 5-mal so häufig an, Wissen auf eigene Kosten zu erwerben. Bei fehlendem Interesse würden vermutlich keine eigenen finanziellen Ausgaben erfolgen. Was müsste geändert werden, damit Kurse speziell von älteren LehrerInnen angenommen werden? Eine Erhebung über die individuellen Gründe und die Motivation der Lehrenden, Fortbildungsveranstaltungen zu besuchen, könnte Licht in diese Sache bringen. Hier würde sich eher eine qualitative als eine quantitative Untersuchung anbieten.

Ein offenes Problem ist vor allem im Geometrieunterricht der Sekundarstufe 1 (Geometrisches Zeichnen) die Frage der ungeprüft unterrichtenden LehrerInnen. Es gibt sowohl an den Hauptschulen als auch an den AHS LehrerInnen, die Geometrisches Zeichnen ungeprüft unterrichten (müssen). Welches sind die Unterschiede im Unterricht zwischen Geprüften und Ungeprüften? Wie hoch ist der Anteil an ungeprüft Unterrichtenden? Gibt es Bundesländerunterschiede? Eine Beantwortung dieser Fragen muss einer zusätzlichen Untersuchung überlassen werden.

Ob die Altersstruktur der APS-Lehrerinnen einen Zusammenhang mit der Minderverwendung von Software zu tun hat, konnte nicht geklärt werden. Darauf könnte folgende Aussage eines Kollegen in der Lehreraus- und -fortbildung im HS-Bereich hindeuten: *„Bei der ersten Welle der Computerausstattung zu DOS-Zeiten haben alle mitgemacht. Dies ist immer ‚schlechter‘ geworden: Bei den Neuausstattungen machen immer weniger mit. Viele haben sich nicht weiterentwickelt.“*

Diese Aussage erinnert an das bereits mehrfach erwähnte Zitat von Blömeke⁴⁵² über die Schwierigkeit der Veränderung von Handlungsmustern bei LehrerInnen. In diesem Zusammenhang sei an die verschiedenen Modelle der Entwicklung von Lehrenden⁴⁵³ erinnert, etwa an jenes nach Hubermann. Dieser unterscheidet die Phasen 1. – 3. Berufsjahr, 4. bis 6. Berufsjahr, 7. – 18. Berufsjahr, 19. bis 30. Berufsjahr und 31. – 40. Berufsjahr. Interessant wären zusätzliche Untersuchungen zum Thema „Dienstaltersstufen“ für die Hubermann-Einteilung.

Das Kapitel über die tatsächliche Ressourcennutzung (Abschnitt 8) im praktischen Geometrieunterricht lieferte Ergebnisse, die positiv scheinen, aber auch sehr negativ gesehen werden können: So gaben etwa mehr als 75 % aller Befragten an, Software im Geometrieunterricht oft und regelmäßig zu verwenden, mehr als 18 % gaben allerdings an, keine Software zu verwenden – und dies trotz eindeutiger Lehrplanhinweise. Dies bestätigten auch die punktuellen Untersuchungen (Abschnitt 8). Der Anteil an Nichtverwendung beträgt im Hauptschulbereich fast 30%. Dies muss deshalb nachdenklich stimmen, da davon ausgegangen wird, dass sich hauptsächlich engagierte LehrerInnen an der Umfrage beteiligt haben. Deshalb wird vermutet, dass dieser Prozentsatz in der Realität tatsächlich höher ist.

Wenn man hypothetisch die hohe Zahl der Schulklassen herausrechnet, die noch nie Software verwendet hat oder in denen der Einsatz nur ausprobiert wurde, dann kommt man bei Hochrechnung des Anteils von 18,3 % auf umgerechnet mehr als 4500 Schulklassen oder mehr als 100000 SchülerInnen (bei rund 250000 Klassen der betrachteten Schulen). So ergibt sich die Frage: Welche Ursachen verhindern die Softwareverwendung im Geometrieunterricht? Zu Klärung ist eine eigene (qualitative) Untersuchung wichtig für die Weiterentwicklung der Geometriefächer. Eine solche Untersuchung könnte klären, welche der Ursachen (z.B. aus den bei den freien Ergänzungen (vgl. Anhang) genannten Gründen) am ehesten zuträfen und wie sich die Ursachen beseitigen ließen. Wie würde sich eine angestrebte Fachumbenennung auf „Raumgeometrie und CAD“ auswirken? Würden sich da-

⁴⁵² Vgl. [BLÖ2003B], S. 77.

⁴⁵³ Vgl. [MES2000].

durch eher als in einem Fach mit Namen „Geometrisches Zeichnen“ die LehrerInnen zum Unterricht *mit* dem Computer bewegen lassen, die dies jetzt nicht tun?

Häufig wurde als Ursache die hohe Klassenschülerzahl für die Nichtverwendung von Software genannt. So könnte eine weitere Untersuchung zweckmäßig sein, durch welche die Auswirkungen einer Teilungszahl auf den Effekt des Unterrichtes bzw. auf die Motivation der Lehrenden, neue Medien häufiger einzusetzen, erforscht werden könnten.

Auf denselben Prozentanteil Computer-NichtanwenderInnen wie heute verwies die im Abschnitt 8 zitierte Umfrage aus dem Jahre 1992: Die Frage, ob dies bedeutet, dass in der seit 1992 vergangenen Zeit – immerhin fast 15 Jahre – keine Steigerung im Anteil der ComputeranwenderInnen im GZ-Bereich stattfand, konnte nicht beantwortet werden.

Ein aktueller – auf Lernparadigmen und Unterrichtsmodellen aufgebaut – Kriterienkatalog für die Güte eines Produktes (Software, Inhalte auf CD oder im WEB) ist dem Autor nicht bekannt. Ein solches Verzeichnis wird sicherlich individuell von den Bedürfnissen und Erwartungen von Lehrenden differenziert nach Alter, Schultype, Anforderungsniveau usf. abhängen. Eine Erhebung könnte Grundlagen für einen solchen Katalog bilden.

9.2 Offene Fragen zu schulbezogenen Unterschieden

9.2.1 Schultypunterschiede

Es konnte festgestellt werden, dass Software unter den Befragten an Hauptschulen signifikant weniger als an AHS/BHS verwendet wurde. Ein aktueller direkter Vergleich der Anteile der Softwareverwendung zwischen *AHS-Unterstufe* mit *Hauptschule* steht aus und kann aus der vorliegenden Untersuchung nicht abgelesen werden. Der hohe Anteil von 45 % an Nicht- oder Wenig-Softwareverwendung an Hauptschulen ist sehr bedenklich. Eine Analyse der Ursachen dafür geht zuerst in Richtung Schulausstattung in Zusammenhang mit Schulgröße. Eine tiefgehende Analyse steht allerdings aus.

Unter den befragten LehrerInnen geschah *privates Lernen auf eigene Kosten* signifikant häufiger im Bereich der HauptschullehrerInnen als im Bereich der AHS/BHS-LehrerInnen. Erklärungen für diesen Unterschied sind offen.

HS-LehrerInnen gaben signifikant häufiger an, Wissen über neue Medien auch an ihren Ausbildungsstätten, den Pädagogischen Akademien, gelernt zu haben. Dies scheint der Vorteil der kürzeren Ausbildungszeit an den Pädaks zu sein, die so schneller auf aktuelle Entwicklungen zu reagieren scheinen.

Der hohe Grad der Verwendung von 3D-didaktischer Software ist erfreulich (Abschnitt 8). Bei der Beachtung des signifikanten Unterschiedes zwischen HS und AHS/BHS ist die mehr als doppelt so hohe Nicht- oder Wenigverwendung (10,7 % gegen 28,3 %) bedenklich. Die Ursachen sind zum Teil in der fachhistorischen Entwicklung zu finden (Abschnitt 6): Gerade zu Beginn der 1990er Jahre wurden intensive Bemühungen für eine zeitgemäße Ausbildung der LehrerInnen getätigt. Eine Beschreibung der Situation in Österreich im Jahre 1991 findet man etwa in der Broschüre⁴⁵⁴ des BMUK „Neue Techniken im geometrischen Zeichnen III CAD“. Die beschriebene Ausbildungswelle geschah vor der Implementierung didaktischer 3D-Software und erfolgte in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich. So manche heute bestehenden Unterschiede in der Softwareausstattung zwischen den Bundesländern lassen sich aus der dort dokumentierten Ge-

⁴⁵⁴ Vgl. [BAC1991].

schichte erklären und verstehen. Warum es im AHS-Bereich mehr als im HS-Bereich gelungen ist, den Einsatz der 3D-Software zu fördern, bedürfte näherer Untersuchungen. Diese würden wertvolle Aufschlüsse über organisatorische Steuermaßnahmen von Lehrerfort- und Weiterbildungsmaßnahmen bringen.

Erhoben wurde, dass in den Schultypen ein signifikanter Unterschied in der SBX-Nutzung besteht. Da die Verwendungshäufigkeit aber trotzdem äußerst gering ist, wurde auf den Unterschied nicht eingegangen. Eine Untersuchung bedürfte eines größeren Datenmaterials. Dann könnte auch erhoben werden, warum dieses Angebot trotz großer Werbemaßnahmen (noch) nicht in breiter Linie angenommen worden ist.

Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen den Schultypen der BesucherInnen der Geometrieportale www.geometry.at und geometrie.schule.at. Interessant ist alleine schon die Tatsache, dass solche signifikanten Unterschiede existieren können. Die Erhebung der tatsächlichen Ursachen bedürfte weiterer Untersuchungen.

9.2.2 Schulgrößenunterschiede

Bei der Untersuchung, woher die Lehrenden das Wissen über neue Medien beziehen, gab es auffällige signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen großen Schulen (Abschnitt 5). Die Ursachen dafür sind unbekannt.

Für den *Wissenserwerb in der Erstausbildung* wurde festgestellt: Je größer die Schule, desto geringer war der Anteil jener LehrerInnen, die angaben, das Wissen in der Grundausbildung erhalten zu haben bzw. zu erhalten und desto höher war der Anteil jener, die sagten, das Wissen eher nicht in der Grundausbildung erhalten zu haben.

Analoges gilt für den *Wissenserwerb auf eigene Kosten*: Bei kleineren Schulen gaben LehrerInnen eher als in großen an, Wissen auf eigene Kosten zu erwerben. Vermutet kann hier werden, dass es in größeren Schulen eher schulinterne Bildungsmöglichkeiten gibt als in kleineren. Dem kann entgegen gehalten werden, dass dieser signifikante Unterschied nicht beim Wissenserwerb durch Kurse und Seminare besteht (wie dies etwa bei den verschiedenen Dienstaltersklassen der Fall ist).

Aus der Auswertung⁴⁵⁵ geht hervor, dass es in kleineren Schulen weniger Software gibt. Werden in kleineren Schulen verhältnismäßig weniger Mittel bereitgestellt?

Ebenso wurden Fragen wie „*Haben kleinere Schulen unverhältnismäßig weniger EDV-Räume als größere Schulen?*“ oder „*Gibt es ein optimales Zahlenverhältnis aus EDV-Raum, Beameranzahl und Klassen, die den Einsatz von neuen Medien besonders fördert?*“ bisher nicht beantwortet. Als Ergebnis liegt vor, dass es an den großen Schulen signifikant mehr EDV-Räume als in den Schulen mit weniger Klassen gibt (Abschnitt 8). Ob es ein die Verwendung von Software besonders begünstigendes, sozusagen optimales Verhältnis von EDV-Räumen zur Schulklassenanzahl gibt, wurde nicht erhoben.

9.2.3 Einflüsse der Schullage und der Region

Wie bereits beschrieben erfolgte die Ausstattung der Bundesländer mit Software in unterschiedlicher Weise und unterschiedlicher Intensität. Dies ist dem Abschnitt „Zur Situation der Lehrerausbildung in Österreich“ der Broschüre⁴⁵⁶ des seinerzeitigen BMUK zu entnehmen. Hier gibt es detaillierte Informationen über die Ausstattung mit Hardware, über verwendete Software und den Stand der Fortbildung im Bereich CAD. Beispielsweise wurden die HS-LehrerInnen in Niederösterreich hauptsächlich mit dem Programm „AUTOSKTECH“ ausgebildet, die Tiroler LehrerInnen mit „SCHUL-CAD II“, die Wiener mit „CAD-2D“. Interessant wäre nun jeweils die „Bundeslandgeschichte“ der CAD-Entwicklung an einzelnen ausgewählten Schulen zu untersuchen und zu vergleichen. Die Fortbildungsmaßnahmen der HS-Lehrerinnen oblagen bisher den APS-Abteilungen der Pädagogischen Institute. Durch welche Maßnahmen gab es effiziente Auswirkungen für die SchülerInnen? Welche seinerzeitigen Maßnahmen waren derartig nachhaltig, dass sie bis heute wirken?

⁴⁵⁵ Item 100, vgl. Anhang „Fragebogen ‘Neue Medien’“.

⁴⁵⁶ Vgl. [BAC1991], S. 2-12, vgl. auch Anhang „Materialien zur Geschichte“.

9.3 Abschluss und Resümee

Diese Arbeit befasste sich mit dem Einfluss neuer Medien auf den Geometrieunterricht in Österreich. Die Überlegungen bauten einerseits auf den deskriptiven und inferenzstatistischen Ergebnissen einer empirisch-quantitativen Untersuchung im Jahre 2005 auf, andererseits auf den durch den Einfluss neuer Medien gewandelten Lernparadigmen. Für das Lernen und Lehren mit neuen Medien wurden in den letzten Jahren Lern- und Lehrmodelle entwickelt, die auch im Geometrieunterricht angewendet werden können. Diese Modelle reichen von jenen der direkten Instruktion über jene nach dem Kontextdesign bis hin zu Formen kooperativen Lernens mit Hilfe des Computers. Konkret wurden die Thesen von Leuders auf ihre Anwendbarkeit und Konsequenzen für den Geometrieunterricht beleuchtet und durch Thesen zum geometrischen Freihandskizzieren und zur Fehlerkultur ergänzt.

Von den Lehrenden wird klar erkannt, dass viele traditionelle Inhalte des Geometrieunterrichtes obsolet geworden sind, verschwinden werden oder durch neue Inhalte ersetzt werden. Vom Gesetzgeber her ist dem bereits Rechnung getragen worden, dies zeigen die durchgeführten Lehrplananalysen.

Von der Technik, vom Werkzeug her, zeigt sich, dass der Weg vom ausschließlichen Lineal- und Bleistift-Unterricht hin zur CAD-Verwendung und geometrischen Freihandskizzieren – so wie von den Lehrplänen vorgegeben – schon weit fortgeschritten ist.

Aus den empirischen Ergebnissen ist eindeutig der Trend weg von 2D-CAD-Programmen hin zu 3D-CAD-Programmen didaktischer Ausprägung in der Sekundarstufe 1 oder professioneller Ausrichtung in den BHS und AHS-Oberstufen ablesbar. Die vielen innewohnenden Möglichkeiten dynamischer Geometrieprogramme scheinen von einer Vielzahl von KollegInnen – vor allem im Hauptschulbereich – noch nicht erkannt worden zu sein, die Verwendung dynamischer 3D-Programme steht erst am Anfang.

Bei den Untersuchungen zur Effektivität des Geometrieunterrichtes mit neuen Medien in Bezug auf die Verbesserung der Raumvorstellung sehen die Lehrenden

die Verwendung neuer Medien positiv. Diese Ansicht wird durch mehrere Testserien in den letzten Jahren bestätigt.

Die Lehrenden haben erkannt, dass die Softwaretechnik nun so gut und brauchbar geworden ist, dass die Vorteile für das Unterrichtsgeschehen überwiegen. Dies ist etwa aus der Analyse der Inhalte der IBDG erkennbar. Die Artikel mit rein geometrischen Inhalten unter selbstverständlicher Verwendung neuer Medien überwiegen, die Programme sind zu einem echten und brauchbaren Werkzeug geworden. Die Zeiten, in denen man ein/e Computerspezialist/in werden musste, um Geometrie am PC betreiben zu können, sind vorbei.

In einem fachhistorischen Exkurs wurde dargelegt, wie sich die Situation des Geometrieunterrichtes unter dem Einsatz neuer Medien in Österreich entwickelt hat. Aus dieser geschichtlichen Entwicklung lassen sich Unterschiede im Bereich der Softwareausstattung und die daraus resultierenden unterschiedlichen Fortbildungsbedürfnisse in den verschiedenen Bundesländern erklären. Aus dieser historischen Entwicklung und den gefundenen Ergebnissen kann erkannt werden, wie sich mögliche Steuerungsmaßnahmen – etwa unterstützende Fortbildung zeitgleich mit der Einführung von Softwareprodukten, geeignete Lizenzierungspolitik – auf die Verbreitung (und auf die Akzeptanz im praktischen Unterrichtsgeschehen) auswirken.

Die an den Pädagogischen Akademien ausgebildeten Lehrenden geben signifikant häufiger an, Wissen über neue Medien in ihrer Grundausbildung erhalten zu haben. Wie zu erwarten war, treten dabei auch dienstaltersbedingte signifikante Unterschiede in den Antworten auf. Grundsätzliche Fragen der LehrerInnenausbildung müssen nun überlegt werden: Müssen in Zukunft alle Geometrielehrende ein professionelles Programmpaket beherrschen, um ihren Unterricht – auch oder besonders in der Anfangsphase – zielgerichtet durchführen zu können? Welche Bereiche sollte eine LehrerInnenausbildung unbedingt abdecken? Blömeke⁴⁵⁷ schreibt dazu „Ein angemessener Erwerb medienpädagogischer Kompetenz ist also nur möglich, wenn medienpädagogische Inhalte Bestandteil sowohl des Lehramtsstudiums als auch des Referendariats sind.“ Daneben wird von Blömeke

⁴⁵⁷ Vgl. [BLÖ2003A], S. 10.

die Forderung nach einer Haltung⁴⁵⁸ des forschenden Lernens erhoben Didaktisch-methodische Verstärkung in Ausbildung! In einer der freien Ergänzungsmöglichkeiten⁴⁵⁹ wurde auf die Notwendigkeit von Blömekes Forderung Bezug genommen: *„Die Einführung neuer Medien ohne didaktische und methodische Überlegungen ist manchmal ein Problem.“*

Zu den vordringlichen Zusatzqualifikationen, die Lehrerinnen und Lehrer des Fachbereiches Geometrie in Zusammenhang mit den neuen Medien⁴⁶⁰ benötigen ist die Kenntnis der veränderten Lernparadigmen! Was müssen sie in ihrer Ausbildung, in den Fortbildungsveranstaltungen lernen, damit sie die Vorteile der neuen Medien nützen und im Unterricht anwenden können? Ihnen muss das sich daraus ergebende neue Anforderungsprofil bewusst gemacht werden: Früher war eine Lehrperson ein Spezialist/eine Spezialistin, eine Fachkraft in seinen/ihren Unterrichtsfächern, die sein/ihr Wissen methodisch klug aufgebaut vermittelte. Nun wird sie Manager und Coach bei der Lernbegleitung junger Menschen beim Hineingleiten in das lebenslange Lernen.

Junge Menschen, die ein Lehramt im Bereich der Geometrie anstreben, sollten ein gewisses Interesse an neuen Medien und technologischer Entwicklung mitbringen: Mehrfach wurde nachgewiesen, dass bei den Lehrendengruppen mit wenig Interesse an neuen Medien die neuen Werkzeuge nicht in dem für notwendig erachteten Ausmaß eingesetzt werden. Ist die Annahme berechtigt, dass, wenn kein hohes Interesse an neuen Medien vorhanden ist, alte Handlungsmuster nicht durchbrochen werden können?

⁴⁵⁸ Vgl. [BLÖ2003A], S 21.

⁴⁵⁹ Antwort Nr. 12 im Anhang „Freie Ergänzungen“ (Gruppe „Ausbildung- und Fortbildung“).

⁴⁶⁰ Vergleiche dazu die Ausführungen von Doppler und Lauterburg in ihrem Buch über Change-management, in dem Sie bei der Neudefinition von Führungsqualifikationen zu den gleichen Ergebnissen kommen ([DOP2005], S. 69f.).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Computerbesitz und Internetzugang von SchülerInnen	14
Abbildung 1-2: Leitfaden durch die vorliegende Arbeit	20
Abbildung 1-3: Didaktisches Haus nach Eichelberger u. Wilhelm	22
Abbildung 1-4: Grundformen des Lehrens – Lernens nach Aebli.....	25
Abbildung 1-5: Einbahn vom Sender zum Empfänger – statisches Medium.....	26
Abbildung 1-6: Empfänger wird selbst Sender – exploratives Medium	28
Abbildung 1-7: Empfänger korrespondiert mit Sender – aktives Medium	28
Abbildung 1-8: Alte Mechanismen in neuen Technologien.....	29
Abbildung 1-9: Typisierung von Medien nach Wagner	34
Abbildung 1-10: Open Geometry GL Gallery – Ausschnitt.....	38
Abbildung 2-1: Wissen und Information	42
Abbildung 2-2: Modellierung – von der Aufnahme zum digitalen Modell.....	43
Abbildung 2-3: Modellierung – praktische Durchführung	44
Abbildung 2-4: Modellierung – ein Analogbeispiel	45
Abbildung 2-5: Ziele, Inhalte und Strategien	59
Abbildung 2-6: ADG-Mailverzeichnis	103
Abbildung 2-7: geometrie.schule.at.....	103
Abbildung 2-8: Professionelle mediale Gestaltung	104
Abbildung 2-9: Virtuelle Modellsammlungen.....	105
Abbildung 2-10: Traditionelle Modellsammlungen im Web	105
Abbildung 2-11: Selbstständig lernen.....	106
Abbildung 2-12: Kalkülentlastung.....	107
Abbildung 2-13: Schieberegler	108
Abbildung 2-14: Mathematikhaltige Probleme	110
Abbildung 2-16: Modellierung	111
Abbildung 2-17: Balance zwischen Alt und Neu	112
Abbildung 2-18: Geschwindigkeitsabhängige Fehler.....	113
Abbildung 2-19: Ausnahmefehler bei Cabri.....	113
Abbildung 2-20: Fehlerhafte Darstellungen	114
Abbildung 3-1: Bundesländerweise Verteilung der ProbandInnen	130

Abbildung 3-2: Freie Ergänzungen – quantitative Übersicht	132
Abbildung 3-3: Dienstaltersverteilung der Befragten.....	133
Abbildung 3-4: Dienstaltersunterschiede zwischen den Geschlechtern	134
Abbildung 3-5: Herkunftsschularten der Befragten.....	135
Abbildung 3-6: Informatiklehramtsprüfung abgelegt.....	136
Abbildung 3-7: Geometrieunterricht der ProbandInnen	137
Abbildung 3-8: Größe der Herkunftsschulen.....	137
Abbildung 3-9: Schultype und Schulgröße.....	138
Abbildung 3-10: Interesse an neuen Medien	141
Abbildung 3-11: Score P3 – deskriptive Auswertung	145
Abbildung 3-12: Score P6 – deskriptive Auswertung	147
Abbildung 3-13: Score P7 – deskriptive Auswertung	148
Abbildung 3-14: Score P8 – deskriptive Auswertung	149
Abbildung 3-15: Score P9 – deskriptive Auswertung	151
Abbildung 4-1: Computer im Haushalt – lokal und österreichweit.....	155
Abbildung 4-2: Computerbesitz im Haushalt, JIM2005.....	157
Abbildung 4-3: Computerbesitz und Internet, lokal	157
Abbildung 4-4: Computerbesitz und Internet, JIM2005.....	158
Abbildung 4-5: Computerverwendung für die Schule.....	159
Abbildung 4-6: Computerbesitz und Internetzugang.....	160
Abbildung 4-7: Private Internetnutzung	160
Abbildung 4-8: Computerbesitz – keine Genderunterschiede	162
Abbildung 4-9: Internetnutzung – keine Genderunterschiede.....	162
Abbildung 4-10: Computerbesitz – Dienstaltersunterschiede	163
Abbildung 4-11: Internetnutzung – keine Dienstaltersunterschiede.....	163
Abbildung 4-12: Computerbesitz – Interessensunterschiede.....	164
Abbildung 4-13: Internetnutzung – Interessensunterschiede.....	165
Abbildung 4-14: Computerbesitz – Schultypunterschiede	166
Abbildung 5-1: Freie Ergänzungen – Ausbildung.....	171
Abbildung 5-2: Ausbildung / Wissen / Knowhow.....	173
Abbildung 5-3: Ausbildung – woher das Wissen kommt.....	174
Abbildung 5-4: Ideen und Anregungen	175

Abbildung 5-5: Ausbildungsunterschiede – nach Softwarebereichen	176
Abbildung 5-6: Selbststudium – Unterschiede HS und AHS/BHS	177
Abbildung 5-7: Grundausbildung – Unterschiede nach Schultypen	178
Abbildung 5-8: Wissen auf eigene Kosten – Schultypunterschiede	179
Abbildung 5-9: Ideen/Anregungen – Schultypunterschiede	179
Abbildung 5-10: Grundausbildung – Schulgrößenunterschiede	180
Abbildung 5-11: Wissen auf eigene Kosten – Schulgrößenunterschiede	181
Abbildung 5-12: Grundausbildung – Dienstaltersunterschiede	182
Abbildung 5-13: Kurse/Seminare – Dienstaltersunterschiede	182
Abbildung 5-14: Wissen auf eigene Kosten – Dienstaltersunterschiede	183
Abbildung 5-15: Internetrecherche – Dienstaltersunterschiede	184
Abbildung 5-16: Selbststudium – Genderunterschied	185
Abbildung 5-17: Selbststudium – Genderunterschied, Boxplot	185
Abbildung 5-18: Kurse/Seminare – Genderunterschied	186
Abbildung 5-19: Kurse/Seminare – Genderunterschied, Boxplot	186
Abbildung 5-20: Privates Lernen – Genderunterschied, Boxplot	186
Abbildung 5-21: Lernen auf eigene Kosten – Genderunterschied	186
Abbildung 5-22: Ideen aus Fortbildungen – Genderunterschied	187
Abbildung 5-23: Ideen durch Fachgespräche – Genderunterschied	188
Abbildung 5-24: Ideen durch Literatur – Genderunterschied	188
Abbildung 5-25: Selbststudium – Interessensunterschiede	189
Abbildung 5-26: Grundausbildung – Interessensunterschiede	189
Abbildung 5-27: Wissen auf eigene Kosten – Interessensunterschiede	190
Abbildung 5-28: Ideen durch Fachgespräche – Interessensunterschiede	190
Abbildung 5-29: Ideen durch Mailkontakte – Interessensunterschiede	191
Abbildung 5-30: Ideen durch Internetrecherche – Interessensunterschiede	191
Abbildung 5-31: Raumvorstellung schulen	194
Abbildung 5-32: Anforderungen durch Einsatz neuer Medien	194
Abbildung 5-33: Motivation und Fachwissen	195
Abbildung 5-34: Anlass für Fortbildung	195
Abbildung 5-35: Fortbildungswünsche – Übersicht	196
Abbildung 5-36: Erhöhtes Fachwissen – Schultypunterschied	197

Abbildung 5-37: Erhöhtes Fachwissen – Schulgrößenunterschiede.....	198
Abbildung 5-38: Fortbildungsanlass – Dienstaltersunterschiede	199
Abbildung 5-39: Raumvorstellung schulen – Geschlechtsunterschied	200
Abbildung 5-40: Motivation erhöht – Geschlechtsunterschied	200
Abbildung 5-41: Fortbildungsanlass – Geschlechtsunterschied.....	201
Abbildung 5-42: Raumvorstellung schulen – Interessensunterschied	202
Abbildung 5-43: Didaktikanforderungen – Interessensunterschiede.....	202
Abbildung 5-44: Theoriewissen – Interessensunterschiede.....	203
Abbildung 5-45: Eigenkönnen – Interessensunterschiede.....	203
Abbildung 6-1: DG und CAD 1988 – Basic-Routine.....	212
Abbildung 6-2: IBDG – relativer Anteil Neuer-Medien-Bezüge	213
Abbildung 6-3: ZSE – Softwareauslieferung 1993 – 2005.....	218
Abbildung 6-4: Christensens Diagramm und Geometrie	221
Abbildung 6-5: Konstruktionswerkzeuge	224
Abbildung 6-6: Konstruieren mit Software – Schultypunterschiede.....	225
Abbildung 6-7: Konstruieren mit Software – Schulgrößenunterschiede.....	226
Abbildung 6-8: Konstruieren mit Software – Interessensunterschiede	227
Abbildung 6-9: Händisches exaktes Zeichnen – Interessensunterschiede.....	227
Abbildung 6-10: Freihandzeichnen – Interessensunterschiede	228
Abbildung 6-11: Bedeutungsverlust	229
Abbildung 6-12: Bedeutungsverlust traditioneller Inhalte	229
Abbildung 6-13: Bedeutungsverlust des Konstruierens – Schultypunterschiede	230
Abbildung 6-14: Bedeutungsverlust von Inhalten – Schultypunterschiede.....	231
Abbildung 6-15: Bedeutungsverlust von Inhalten – Schulgrößenunterschiede...	231
Abbildung 6-16: Bedeutungsverlust Freihand – Dienstaltersunterschiede.....	232
Abbildung 6-17: Brauchbarkeit neuer Medien	233
Abbildung 6-18: Brauchbarkeit/WEB – Schultypunterschied.....	234
Abbildung 6-19: Brauchbarkeit/3D-PROF-CAD – Schultypunterschied	234
Abbildung 6-20: Brauchbarkeit/DGS – Schultypunterschied	235
Abbildung 6-21: Brauchbarkeit/WEB – Schulgrößenunterschiede.....	236
Abbildung 6-22: Brauchbarkeit/2D-CAD – Schulgrößenunterschiede	236
Abbildung 6-23: Brauchbarkeit/3D-PROF-CAD – Schulgrößenunterschiede....	236

Abbildung 6-24: Brauchbarkeit/DGS – Schulgrößenunterschiede.....	237
Abbildung 6-25: Brauchbarkeit/3D-DID-CAD – Dienstaltersunterschiede.....	238
Abbildung 6-26: Brauchbarkeit/3D-PROF-CAD – Dienstaltersunterschiede.....	238
Abbildung 6-27: Brauchbarkeit/3D-PROF-CAD – Geschlechtsunterschiede.....	239
Abbildung 6-28: Brauchbarkeit/Internet (allg.) – Interessensunterschiede	239
Abbildung 7-1: Raumvorstellung mit und ohne DG-Unterricht.....	248
Abbildung 7-2: Testergebnis mit und ohne Förderprogramm	250
Abbildung 7-3: ELCAD – Pre- und Posttestergebnis	252
Abbildung 7-4: Augmented Reality mit Construct3D	254
Abbildung 7-5: Construct3D – Leistungsänderung nach Geschlecht.....	255
Abbildung 7-6: Bearbeitungszeitunterschiede – Pre- und Posttest.....	255
Abbildung 7-7: Screenshot einer Aufgabe des EST	256
Abbildung 7-8: Mediane der Scores beim Endlosschleifentest, Teil 1.....	258
Abbildung 7-9: Mediane der Scores beim Endlosschleifentest, Teil 2.....	258
Abbildung 7-10: Erleichterungen – Interessensunterschiede	261
Abbildung 7-11: Verbesserung graphischer Ergebnisse.....	262
Abbildung 7-12: Mehr Handskizzen – Schultypunterschiede	263
Abbildung 7-13: Entwicklung graphischer Fähigkeiten.....	263
Abbildung 7-14: Lesen zeichnerischer Darstellungen.....	264
Abbildung 8-1: IST-Stand/Medienverwendung – Freie Ergänzungen	269
Abbildung 8-2: Unterrichtsorganisation – freie Ergänzungen.....	272
Abbildung 8-3: Softwareverwendung – Gesamtübersicht.....	273
Abbildung 8-4: Computerwendung – Hausübungen	275
Abbildung 8-5: Software/Rangreihung – Schultypen.....	276
Abbildung 8-6: Software – Schultypunterschiede	276
Abbildung 8-7: Softwareverwendung – HS, AHS und BHS.....	277
Abbildung 8-8: Softwareverwendung – COMPED 1992	278
Abbildung 8-9: Softwareverwendung – Dienstaltersunterschiede	279
Abbildung 8-10: EDV-Räume – Gesamtverteilung.....	280
Abbildung 8-11: Beameranzahl – Gesamtverteilung.....	280
Abbildung 8-12: EDV-Räume – Schulgrößenunterschiede.....	281
Abbildung 8-13: Beameranzahl – Schulgrößenunterschiede.....	281

Abbildung 8-14: GZ im EDV-Raum – Schultypunterschiede.....	282
Abbildung 8-15: GZ im EDV-Raum – Schulgrößenunterschiede.....	283
Abbildung 8-16: Softwareverwendung – kein Genderunterschied.....	284
Abbildung 8-17: Software/Rangreihung – Dienstalter	285
Abbildung 8-18: Softwareverwendung – nach Dienstalter.....	286
Abbildung 8-19: Software/Rangreihung – Interessensunterschiede.....	286
Abbildung 8-20: Software – Interessensunterschiede	287
Abbildung 8-21: Software (ja/nein) – Typen.....	288
Abbildung 8-22: Software – Typen	289
Abbildung 8-23: Software – Schultypunterschiede.....	290
Abbildung 8-24: Software – Unterschied AHS und BHS	291
Abbildung 8-25: Software/3D-DID-CAD – Schultypunterschied.....	291
Abbildung 8-26: Software/3D-DID-CAD – Unterschied AHS und BHS	292
Abbildung 8-27: Software/3D-PROF-CAD – Schultypunterschied.....	293
Abbildung 8-28: Software/3D-PROF-CAD – Unterschied AHS und BHS	293
Abbildung 8-29: Software/DGS – Schultypunterschied.....	294
Abbildung 8-30: Software/DGS – Unterschied AHS und BHS	294
Abbildung 8-31: Software/2D-CAD – Schulgrößenunterschiede	295
Abbildung 8-32: Software/3D-PROF-CAD – Schulgrößenunterschiede.....	296
Abbildung 8-33: Software/DGS – Schulgrößenunterschiede.....	296
Abbildung 8-34: Software/3D-CAD – Programme	297
Abbildung 8-35: Regionalunterschiede/HS – GAM/CAD-3D.....	300
Abbildung 8-36: Regionalunterschiede/AHS/BHS – GAM/CAD-3D	300
Abbildung 8-37: Software/2D-CAD – Programme	301
Abbildung 8-38: Software/DGS – Programme.....	303
Abbildung 8-39: Software – Officesoftware	306
Abbildung 8-40: MS-Office-Paket – Geometriebeispiele	307
Abbildung 8-41: Software – Präsentationssoftware	307
Abbildung 8-42: CD-ROMs im Geometrieunterricht.....	308
Abbildung 8-43: Internet an den Schulen.....	309
Abbildung 8-44: WEB-Seiten – tatsächliche Verwendung	309
Abbildung 8-45: SBX – Verwendung	310

Abbildung 8-46: Informationsmedien – Web-Angebote und Fachzeitschrift	311
Abbildung 8-47: Netzwerkverwendung im Unterricht	312
Abbildung 8-48: E-Learning-Plattformen	312
Abbildung 8-49: Textverarbeitung und Geometrie – Schultypunterschied	313
Abbildung 8-50: Besucher/www.geometry.at – Schultypunterschiede	314
Abbildung 8-51: Besucher/www.schule.at – keine Schultypunterschiede	315
Abbildung 8-52: Internetverwendung – Dienstaltersunterschiede	316
Abbildung 8-53: Internetverwendung – Geschlechtsunterschied	317
Abbildung 8-54: IBDG – LeserInnen und NichtleserInnen	318
Abbildung 8-55: IBDG/LeserInnen – Schultypunterschiede	319
Abbildung 8-56: IBDG/LeserInnen – Schulgrößenunterschiede	320
Abbildung 8-57: IBDG/LeserInnen – www.geometry.at	321
Abbildung 8-58: Algebratauglicher Rechner	322
Abbildung 8-59: Algebratauglicher Rechner – Dienstaltersunterschiede	323
Abbildung 8-60: 3D-DID-CAD – Bundeslandunterschiede	324
Abbildung 8-61: 3D-PROF-CAD – Bundeslandunterschiede	325

Literaturverzeichnis

ADI2000

ADI, Arbeitsgemeinschaft Didaktische Innovation: CD für GZ/DG, Beispiele und Anregungen für Schule und Studium, CD-ROM, BMBWK, Wien, 2000.

AEB2003

Aebli, Hans: Zwölf Grundformen des Lehrens, Klett-Cotta, 12. Aufl., 2003.

AMT1999

Amthauer, R.: Intelligenz-Struktur-Test 2000, Hogrefe, Göttingen, 1999.

AND1988

Anderson, John R.: Kognitive Psychologie: eine Einführung. Spektrum-der-Wissenschaft-Verlagsgesellschaft, Heidelberg, 1988.

ANG2001

Angerer, Peter/Ochnitzberger, Helma: Workshop: "Arbeiten mit Cabri", in Schwetz, Herbert/Zeyringer, Manuela/Reiter, Anton (Hrsg.): Konstruktives Lernen mit neuen Medien, Innsbruck/Wien/..., 2001, S. 204 – 213.

APF2000

Apflauer Rudolf/Reiter Anton (Hrsg.): Schule Online, das Handbuch zum Bildungsmedium Internet, Public Voice Report Verlag, Wien, 2000.

ASP2005

Asperl, Andreas: GZ-Handbuch, Einführung in Geometrisches Zeichnen, mit Übungen, R. Oldenbourg Verlag, Wien, 2005.

BAC1989

Bachinger, Alois/Tittler Lydia/GZÖ: Neue Techniken im Geometrischen Zeichnen, Broschürenreihe „Informationstechnologische Grundbildung in der allgemeinbildenden Pflichtschule“ des BMUKS, Abt. I/5, Wien, 1989.

BAC1990

Bachinger, Alois/GZÖ: Neue Techniken im Geometrischen Zeichnen II, CAD, Broschürenreihe „Informationstechnologische Grundbildung in der allgemeinbildenden Pflichtschule“ des BMUKS, Abt. I/5, Wien, 1990.

BAC1991

Bachinger, Alois/GZÖ: Neue Techniken im Geometrischen Zeichnen III, CAD, Broschürenreihe „Informationstechnologische Grundbildung in der allgemeinbildenden Pflichtschule“ des BMUK, Abt. I/5, Wien, 1991.

BAC2002

Bachmair, Ben/ Diepold, Peter/ De Witt, Claudia (Hrsg.): Jahrbuch Medienpädagogik 3. Opladen: Leske + Budrich, 2002.

BAR2003

Barzel, Bärbel/Von Saint-George, Guido: Organisationsformen des Lernens mit neuen Medien, in: Leuders, Timo (Hrsg.): Mathematik Didaktik / Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II, Berlin, 2003, S. 234 – 245.

BAU1999

Baumgartner, Peter/Payr, Sabine: Lernen mit Software, 2. Aufl., Studienverlag Innsbruck, 1999.

BES2005

Bescherer, Christine (Hrsg.): Einfluss der neuen Medien auf die Fachdidaktiken, Baltmannsweiler, 2005.

BES1996

Beste, Dieter/Kälke, Marion (Hrsg.): Bildung im Netz, Auf dem Weg zum virtuellen Lernen, Düsseldorf, 1996.

BLÖ2002

Blömeke, Sigrid: Erwerb medienpädagogischer Kompetenz in der Lehrerbildung, aus: Bachmair, Ben/ Diepold, Peter/ De Witt, Claudia (Hrsg.): Jahrbuch Medienpädagogik 3. Opladen: Leske + Budrich, S. 231-244, 2002.

BLÖ2003A

Blömeke, Sigrid: Neue Medien in der Lehrerbildung. (<http://www.medienpaed.com/02-02/bloemeke2.pdf>), in Online-Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung (<http://www.medienpaed.com/> [25. 10. 2005]), Zürich 2003..

BLÖ2003B

Blömeke, Sigrid: Lehren und Lernen mit neuen Medien. Forschungsstand und Forschungsperspektive, Unterrichtswissenschaft, 31, S.57-82, 2003.

BLU1998

Blumenstengel, Astrid: Entwicklung hypermedialer Lernsysteme, Universität Paderborn, Diss., 1998.

BMB2004

BMBWK, Bildungsstandards für Mathematik am Ende der 8. Schulstufe, Version 3.0, Hrsg.: BMBWK, Sektion I, Wien, 2004.

BOE1994

Boehm, Wolfgang/Prautzsch, Hartmut: Geometric Concepts for Geometric Design. Wellesley, Massachusetts, 1994.

BOF2004

Bofinger, Jürgen: Neue Medien im Fachunterricht, eine empirische Studie über den Einsatz neuer Medien im Fachunterricht an verschiedenen Schularten in Bayern, Auer Verlag, Donauwörth, 2004.

BOR1999

Bortz, Jürgen: Statistik für Sozialwissenschaftler, Springer-Verlag, Berlin, 1999.

BOR2003

Bortz, Jürgen/Döring Nicola: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, 3. Aufl. Springer, Berlin, 2003.

BRA1981

Brauner, Heinrich: Gedanken zum Unterricht in Darstellender Geometrie, ÖMG Didaktik-Reihe 6, 1981.

BRA1987A

Brauner, Heinrich: Darstellende Geometrie an der AHS – Ein Gegenstand im Wandel, IBDG, (Informationsblätter für Darstellende Geometrie), Jg. 6, Ausgabe 1/1987, Innsbruck, S. 3 - 10.

BRA1987B

Brauner, Heinrich: Zur Methodik der Darstellenden Geometrie VI – Der Gegenstand Darstellende Geometrie im Zeitalter des Computers, IBDG, (Informationsblätter für Darstellende Geometrie), Jg. 6, Ausgabe 2/1987, Innsbruck, S. 11 - 18.

BRA1989

Brauner, Heinrich: Zur Methodik der Darstellenden Geometrie IX – Abbildungen im Unterricht der Darstellenden Geometrie, Teil 3, IBDG, (Informationsblätter für Darstellende Geometrie), Jg. 8, Ausgabe 1/1989, Innsbruck, S. 5 - 14.

BRE2004

Breinbauer, Ines-Maria: Einführung in die Medienpädagogik, Vorlesungsskriptum, Univ. Wien, WS 2004/05.

BRI1997

Brickenkamp, Rolf (Hrsg.): Handbuch psychologischer und pädagogischer Tests, 2. Aufl. Hogrefe, Göttingen 1997.

BRO1997

Bromme, Rainer: Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers, in: <http://www.leu.bw.schule.de/berat/beruflehrer/pdf/bromme.pdf>, 1997, [8. 8. 2005].

BÜH2005

Bühl, Achim/Zöfel, Peter: SPSS 12, Eine Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, 9. Aufl., München, 2005.

BRÜ2001A

Brünen, R./Steinbacher, S./Schnotz W./Leutner, D.: Mentale Modelle und Effekte der Präsentations- und Abrufkodalität beim Lernen mit Multimedia, in: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 15, 16 – 27, 2001.

BRÜ2001B

Brünen, Roland: Experimentelle Lehr-Lernforschung zu neuen Medien, Vorlesungsserie „Open Source eLearning“ der Universität Erfurt im WS 2001/02, in: http://www.uni-weimar.de/~m2/opensource/bruenken_opensource.pdf [1. 8. 2005].

CHR1997

Christensen, Clayton M.: The Innovator's Dilemma, When New Technologies Cause Great Firms to Fail, Boston, Massachusetts, 1997.

DEU2003

Deubel, Volker/Kiefer Klaus: Medienbildung im Umbruch – Lehren und Lernen im Kontext mit Neuen Medien, Bielefeld, 2003.

DOE2000

Döring, Nicola: Computergestützter Unterricht, ein pädagogisch-organisatorischer Praxisleitfaden, in: Apflauer Rudolf/Reiter Anton (Hrsg.): Schule Online, das Handbuch zum Bildungsmedium Internet, Public Voice Report Verlag, Wien, 2000, S. 116 – 131.

DOE2002

Dörr, Günter/Strittmatter, Peter: Multimedia aus pädagogischer Sicht, in: Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. 3. überarbeitete Auflage. Weinheim, 2002, S. 29 – 42.

DOP2005

Doppler, Klaus/Lauterburg, Christoph: Change Management. Den Unternehmenswandel gestalten. Campus Verlag, Frankfurt, 11. Auflage, 2005.

DRE1987

Dreyfus, Hubert L./Dreyfus, Stuart E.: Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmachine und dem Wert der Intuition. Reinbek Hamburg, 1987.

DRO1993

Dror, Itiel E. / Kosslyn, Stephen M. / Waag, Wayne L.: Visual-Spatial Abilities of Pilots. *Journal of Applied Psychology*, 78 (5), 763 – 773, 1993.

DUD1996

Duden, Rechtschreibung der deutschen Sprache, 21. Aufl., Dudenverlag, Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich, 1996.

DÜN2005

Dünser, Andreas: Trainierbarkeit der Raumvorstellung mit Augmented Reality. Wien, Universität, Diss., 2005.

EIC2003

Eichelberger, Harald, Wilhelm, Marianne: *Entwicklungsdidaktik – Alle Kinder gehen ihren Weg*. öbv&hpt, Wien, 2003.

ELK1935

El Koussy A. A. H.: An investigation into the factors in tests involving the visual perception of space. In: *British journal of Psychology, mon. suppl.*, 20, 1935, S. 1 – 89.

ELS2003

Elschenbroich, Hans Jürgen: Unterrichtsgestaltung mit Computerunterstützung, in: Leuders, Timo (Hrsg.): *Mathematik Didaktik / Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*, Berlin, 2003, S. 212 – 233.

ERT2004

Ertl, Bernhard/Mandl, Heinz: Kooperationsskripts als Lernstrategie, Forschungsbericht Nr. 172, (<http://epub.ub.uni-muenchen.de/archive/00000447/> [14. 9. 2006]), Ludwig-Maximilians-Universität München, 2004.

FEL1990

Felzmann Reinhold/Weidinger, Walter/Blümel, Manfred/Tittler, Lydia: *Geometrische Bilder - Skizzieren, Konstruieren, Programmieren, Arbeitsbuch für die 3. Klasse*, Verlag Hölder-Pchler-Tempsky, Wien, 1990.

FEL2004

Felzmann Reinhold/Weidinger, Walter/Blümel, Manfred/Tittler, Lydia: *Geometrische Bilder - Wahrnehmen, Skizzieren, Konstruieren, Arbeitsbuch für die 3. und 4. Klasse*, ÖBV&HPT Verlagsgesellschaft, Wien, 2004.

FRI2002

Fricke, Rainer: Evaluation von Multimedia. In: Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*. 3. überarbeitete Auflage. Weinheim, 2002, S. 445 – 462.

ISS2002

Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*. 3. überarbeitete Auflage. Weinheim, 2002.

FUE1969

Fürntratt, E.: Zur Bestimmung der Anzahl interpretierbarer gemeinsamer Faktoren in Faktorenanalysen psychologischer Daten. In: *Diagnostica*, 15; S. 62 – 75.

GAM1987

Gams, Ernst: Computer im DG-Unterricht – nein? Ja? Wie?, IBDG, (Informationsblätter für Darstellende Geometrie), Jg. 6, Ausgabe 1/1987, Innsbruck, S. 43.

GIE2004

Giessen Hans: Überraschende Lerner-Reaktionen beim Umgang mit Neuen Medien, 11/2004, http://www.diezeitschrift.de/12005/giessen4_01.htm [15. 10. 2005].

GIT1990

Gittler, Georg: Dreidimensionaler Würfeltest, 3DW–Theoretische Grundlagen und Manual, Beltz Test GmbH, Weinheim, 1990.

GIT1994a

Gittler, Georg: Intelligenzförderung durch Schulunterricht: Darstellende Geometrie und räumliches Vorstellungsvermögen, in: Gittler, G. Jirasko, M., Kastner-Koller, U., Korunka, C., Al-Roubaie, A. (Hrsg.): *Die Seele ist ein weites Land, Aktuelle Forschung am Wiener Institut für Psychologie*, Wien, 1994, S. 105 – 122.

GIT1994b

Gittler, G. Jirasko, M., Kastner-Koller, U., Korunka, C., Al-Roubaie, A. (Hrsg.): *Die Seele ist ein weites Land, Aktuelle Forschung am Wiener Institut für Psychologie*, Wien, 1994.

GIT1998

Gittler, Georg/Glück Judith: Differential Transfer of Learning: Effects of Indroduction in Descriptive Geometry on Spatial Test Performance, *Journal for Geometry and Graphics*, Volume 2 (1998), No. 1, 71 -84.

GIT2003

Gittler, Georg / Arendasy, M.: Endlosschleifen: Psychometrische Grundlagen des Aufgabentyps E-P *Diagnostica* 49, 2003, pp. 164-175.

GLÜ2005

Glück, Judith/Kaufmann Hannes/u. a.: Geometrie und Raumvorstellung, IBDG Informationsblätter der Geometrie (Fachverband für Geometrie) Jahrgang 24, Heft 1/2005, S. 4 – 10.

GON2000

Gonschorek, Gernot / Schneider, Susanne: Einführung in die Schulpädagogik und die Unterrichtsplanung, Auer Verlag, Donauwörth, 2000.

GRÜ2002

Grüßing, Meike: Wieviel Raumvorstellung braucht man für Raumvorstellungsaufgaben? Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 34 (2), 2002.

GUI1964

Guilford, J. P.: Persönlichkeit – Logik, Methodik und Ergebnisse ihrer quantitativen Erforschung; Übers.: H. Kottenhoff & U. Agrell, Weinheim, Einheitsacht: Personalitiy, 1964.

HAI1994

Haider, Günter: Schule und Computer: Informationstechnologische Grundbildung in Österreich. Ergebnisse der IEA-Studie Computers in Education, Teil 1.: Hauptschulen und AHS-Unterstufen, Innsbruck: Österreichischer Studienverlag, 1994.

HAM2006

Hamann, Marco: Ornamente und Pflasterungen, IBDG, (Informationsblätter für Darstellende Geometrie), Jg. 25, Ausgabe 1/2006, Innsbruck, S. 26 – 31.

HAU2004

Haugan, Jens/Hopmann, Stefan: Die allgemeine Didaktik im Zeitalter von Online-Lernen: Digitale Zukunft ... analoge Vergangenheit, in: Rinn, Ulrike / Meister, Dorothee: Didaktik und Neue Medien, Konzepte und Anwendungen in der Hochschule, Münster, 2004, S. 72 – 83.

HEI2003

Heintz, Gaby: Selbstständiges Lernen in einer medialen Lernumgebung, in: Leuders, Timo (Hrsg.): Mathematik Didaktik / Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II, Berlin, 2003, S. 246 – 262.

HER1999

Herzig, Bardo: Neue Lehr- und Lernformen - Lernen zwischen Instruktion und Konstruktion, <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/selma/medio/present/veranstaltungsarchiv/auftakttagung/vortraege/vortrag1.pdf> [30.5.2006], 1999.

HEL2002

Hellmich, Frank, Hartmann, Jens: Aspekte einer Förderung räumlicher Kompetenzen im Geometrieunterricht. ZDM, 34 (2), S. 56 - 61, 2002.

HIL1999

Hillenbrand, Clemens: Didaktik bei Unterrichts- und Verhaltensstörungen. Uni-Taschenbücher. Reichardt. München, 1999.

HOL2001A

Hollstein, André: Computerunterstütztes Lernen auf der Basis konstruktivistischer Lerntheorien am Beispiel der Einführung in das Kugelteilchenmodell, Essen, Univ, Diss., 2001.

HOL2001B

Holzinger, Andreas: Basiswissen Multimedia, Bd.2, Lernen: kognitive Grundlagen multimedialer Informationssysteme, Würzburg, 2001.

JIM2005

→ MED2005

ISS2002

Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. 3. überarbeitete Auflage. Weinheim, 2002.

JAN2003

Jank, Werner / Meyer, Hilbert: Didaktische Modelle, Cornelson, 6. Aufl., Berlin, 2003.

JAE1967

Jäger, A. O.: Dimensionen der Intelligenz. Göttingen, 1967.

JUN1998

Jungwirth, Helga: TIMSS und COMPED. Studien zur mathematisch-naturwissenschaftlichen und computerbezogenen Bildung., Konsequenzen in geschlechtsspezifischer Hinsicht, Broschüre des BMUK, Wien, 1998.

Auch unter <http://lise.univie.ac.at/artikel/jungwirtmanus.htm> erhältlich [15. 4. 2006].

KAU2004

Kaufmann, Hannes: Geometry Education with Augmented Reality, Wien, TU, Diss., 2004.

KEM1996

Kempter, Guido: Lernen und Lehren im Computernetzwerk, in: Beste, Dieter/Kälke, Marion (Hrsg.): Bildung im Netz, Auf dem Weg zum virtuellen Lernen, Düsseldorf, 1996, S. 29 – 42.

KLA1996

Klafki, Wolfgang: Studien zur Bildungstheorie und Didaktik, Beltz, Weinheim, 1963.

KLA2005

Klaudt, Dieter, Wursthorn, Birgit: Mathematik und neue Medien – neue Möglichkeiten und neue Probleme, in: Einfluss der neuen Medien auf die Fachdidaktiken – Erfahrungen aus dem Projekt VIB, Bescherer, Christine (Hrsg.), Baltmannsweiler, 2005, S. 173 – 192.

KLI2001

Klimsa, Paul: Kognitive Grundlagen des Lernens mit Medien, Vorlesungsserie „Open Source eLearning“ der Universität Erfurt im WS 2001/02, in: http://www.uni-weimar.de/~m2/opensource/klimsa_opensource.pdf [13. 12. 2005].

KNA2002

Knauder, Hannelore: Bildungsmanagement im Klassenzimmer – Wie Neue Medien den LehrerInnenberuf verändern, Innsbruck, 2002.

KOC2001

Koch, Hartmut/Neckel, Hartmut: Unterrichten mit Internet & Co. Methodenhandbuch für die Sekundarstufe I und II, Cornelsen, 2001.

KOR1999

Kortenkamp, Ulrich: Foundations of Dynamic Geometry. Zürich, ETH, Diss., 1999.

KRI2005

Kritzenberger, Huberta: Mediale und interaktive Lernräume, Oldenbourg Verlag, München, 2005.

KRO1993

Kron, Friedrich: Grundwissen Didaktik, München, Basel 1993.

KRO2004

Kron, Friedrich: Grundwissen Didaktik, 4. Aufl., München 2004.

LAN2005

Lange, Bernhard: Hypermedien und Lehrerbildung: Visuelle Studienelemente für das Didaktikstudium, in: Bescherer, Christine (Hrsg.): Einfluss der neuen Medien auf die Fachdidaktiken, Baltmannsweiler, 2005, S. 23 – 37.

LEU2003a

Leuders, Timo (Hrsg.): Mathematik Didaktik / Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II, Berlin, 2003.

LEU2003b

Leuders, Timo: Prozessorientierter Mathematikunterricht in: Leuders, Timo (Hrsg.): Mathematik Didaktik / Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II, Berlin, 2003, S. 265 – 276.

LIN1986

Linn, M. C. / Petersen, A. C.: A Meta – analysis of Gender Differences in Spatial Ability: Implications for Mathematics and Science Achievement; In: S. Hyde & M. C. Linn /Eds.): The psychology of gender – Advances through a meta – analysis; Baltimore, 1986, S. 67 – 101.

MAC2002

Machat, Renate: Training räumlicher Vorstellungsabläufe: Effekte aus Leistung und Strategien. Wien, Universität, Diss. 2002.

MAI1994

Maier, Peter Herbert: Räumliches Vorstellungsvermögen. Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main, 1994.

MAI1998

Maier, Peter Herbert: Räumliches Vorstellungsvermögen – Unterschiede zwischen Mann und Frau? IBDG (Informationsblätter für Darstellende Geometrie). Ausgabe 1/1998, Innsbruck, S. 23 – 31.

MAN2003

Mandl, Heinz/Winkler, Katrin: Auf dem Weg zu einer neuen Lehr-Lern-Kultur – der Beitrag der neuen Medien, in: Deubel, Volker/Kiefer Klaus: Medienbildung im Umbruch – Lehren und Lernen im Kontext mit Neuen Medien, Bielefeld, 2003, S. 75 – 94.

MAR2005A

Maresch, Günter: e-Learning und Computer Aided Design. Salzburg, Universität, Diss., 2005.

MAR2005B

Maresch, Günter: Das Forschungsprojekt ELCAD Ergebnisse des Schuljahres 04/05, IBDG Informationsblätter der Geometrie Jahrgang 24, Heft 2/2005, S. 18 - 21.

MAR2006

Maresch, Günter: Didaktische Überlegungen zum Geometrieunterricht, Teil1 Ein didaktischer Konzeptentwurf für die Qualitätssteigerung im modernen Geometrieunterricht, IBDG Informationsblätter der Geometrie Jahrgang 25, Heft 1/2006, S. 35 - 41.

MAY1983

Mayrhofer, Peter: Wissenswertes über die computerunterstützte Darstellung gewisser Flächen im R^3 , IBDG Informationsblätter der Geometrie Jahrgang 2, Heft 1/1983, S. 17 - 21.

MAY1987

Mayrhofer, Peter: Darstellende Geometrie und Computer – Eine Bilanz der EDV-Redaktion, IBDG, (Informationsblätter für Darstellende Geometrie), Jg. 6, Ausgabe 1/1987, Innsbruck, S. 41.

MED2005

Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hrsg.): JIM2005, Jugend, Information, (Multi-)Media, Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland, Stuttgart, 2005.

MEE2005

Meeh Holger: WebQuests in der politikwissenschaftlichen Hochschullehre – Methodik und didaktischer Mehrwert internetbasierter Lehr-Lern-Arrangements, in: Bescherer, Christine (Hrsg.): Einfluss der neuen Medien auf die Fachdidaktiken, Baltmannsweiler, 2005, S. 213 – 230.

MES2000

Messner, Helmut/Reusser, Kurt: Die berufliche Entwicklung von Lehrpersonen als lebenslanger Prozess, in: Beiträge zur Lehrerbildung, 18(2), 2000, online: www.didac.unizh.ch/public/Publikationen/2000/BerufEntwLehrpersonen.pdf [13. 5. 2006]

MUE1997

Müller, Thomas: <http://www.geometrie.tuwien.ac.at/adg/> Ein Bericht über die neu installierte Homepage für Darstellende Geometrie und Geometrisches Zeichnen. Innsbruck, IBDG (Informationsblätter für Darstellende Geometrie) Ausgabe 1/1997, Innsbruck, S. 29 – 33.

MUE2002

Müller, Thomas: Word für Geometer, IBDG, (Informationsblätter für Darstellende Geometrie), Jg. 21, Ausgabe 2/2002, Innsbruck, S. 26 – 34.

NCT2000

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM): Principles and standards for school mathematics, Reston, 2000.

NCT2005

National Council of Teachers of Mathematics, Masalski, William J./Elliot, Portia C. (Hrsg.): Technology-supported Mathematics Learning Environment, 76th Yearbook, 2005.

NIE2001

Niegemann, Helmut M.: eLearning: Interaktivitäts-Design, Vorlesungsserie „Open Source eLearning“ der Universität Erfurt im WS 2001/02, in: http://www.uni-weimar.de/~m2/opensource/niegemann_opensource.pdf, [13.12.2005].

NOH2001

Nohr, Holger: Einführung in das Wissensmanagement. Vorlesung an der Fachhochschule Stuttgart. Studiengang Informationswirtschaft, in: <http://www.iuk.hdm-stuttgart.de/nohr/KM/KmAP/FHHH.pdf>, [10. 8. 2005].

OEH2004

Öhlinger, Otmar: Bytes go 3D. Krems, DU, Masterthesis, 2004.

PEY2004

Peyton, Christine/Möller, Andre: PHP 5 & MySQL 4. Markt und Technik, München, 2004.

PET1995

Petit, Jean-Pierre : Das Geometrikon, die Abenteuer des Anselm Wüßtegern. Friedr. Vieweg& Sohn, Braunschweig, 1995.

PIL2006

Pillwein, Gerhard/Asperl, Andreas/Müllener, Robert/Wischounig, Michael: Raumgeometrie – Konstruieren und Visualisieren, ÖBV&HPT, Wien, 2006.

PRI1982

Primetzhofner, Felix: G e Z – der minderwertigste Gegenstand an der AHS, IBDG Informationsblätter der Geometrie Jahrgang 1, Heft 1/1982, S. 7 – 8.

POT2005

Pottmann, H./Hofer M./Asperl A.: Das Geometriestudium – Wien ist anders, IBDG Informationsblätter der Geometrie (Fachverband für Geometrie) Jahrgang 23, Heft 2/2004, S. 14 – 20.

REI1996

Reinmann-Rothmeier, Gabi/Mandl Heinz: Lernumgebungen mit Neuen Medien gestalten, in: Beste, Dieter/Kälke, Marion (Hrsg.): Bildung im Netz, Auf dem Weg zum virtuellen Lernen, Düsseldorf, 1996, S. 65 - 74.

REI2005

Reinmann Gabi: Blended Learning in der Lehrerbildung, Grundlagen für die Konzeption innovativer Lernumgebungen, Pabst Science Publishers, Lengerich, 2005.

RIN2004

Rinn, Ulrike / Meister, Dorothee: Didaktik und Neue Medien, Konzepte und Anwendungen in der Hochschule, Münster, 2004.

SAC2003

Sacher, Werner u. a. : Medienerziehung konkret, Bad Heilbronn, 2003.

SCHM2001

Schmied, Johann: Sinnvolle Integration des Computers im Fach „Geometrisches Zeichnen“, in: Schwetz, Herbert/Zeyringer, Manuela/Reiter, Anton (Hrsg.): Konstruktives Lernen mit neuen Medien, Innsbruck / Wien / München / Bozen, 2001, S. 214 – 216.

SCHN2004

Schnotz, Wolfgang/Molz, Markus/Rinn, Ulrike: Didaktik, Instruktionsdesign und Konstruktivismus, in: Rinn, Ulrike / Meister, Dorothee: Didaktik und Neue Medien, Konzepte und Anwendungen in der Hochschule, Münster, 2004, S. 123 – 146.

SCHÜ2000

Schüller, Peter (Hrsg.): Von der Darstellenden Geometrie zur Angewandte Geometrie, ein Leitfaden zum Unterrichtsfach „Darstellende Geometrie“, DIFAG/Didaktisches Forum für Angewandte Geometrie, BMBWK, Wien, 2000.

SCHU1999

Schulmeister, Rolf: Virtuelles Lernen aus didaktischer Sicht, in: Zeitschrift für Hochschuldidaktik ZSfHD 3/99, 1-27.
<http://www.izhd.uni-hamburg.de/pdfs/VirtLern.PDF> [30. 8. 2006]

SCHU2002A

Schulmeister, Rolf: Taxonomie der Interaktivität von Multimedia - Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion, in: it+ti, Ausgabe 4 (2002), Seite 193-199. <http://www.izhd.uni-hamburg.de/pdfs/interaktivitaet.pdf> [30. 8. 2006].

SCHU2002B

Schulmeister, Rolf: Grundlagen hypermedialer Lernsysteme: Theorie - Didaktik – Design, 3. Aufl., München/Wien, Oldenbourg, 2002.

SCHU2005

Schulmeister, Rolf: Welche Qualifikationen brauchen Lehrende für die „Neue Lehre“? Versuch einer Eingrenzung von eCompetence und Lehrqualifikation, in: R. Keil-Slawik/M. Kerres (Hrsg.): Hochschulen im digitalen Zeitalter. Innovationspotenziale und Strukturwandel. (= education quality forum 2004) Waxmann: Münster 2005, S. 215-234.
http://www.izhd.uni-hamburg.de/pdfs/E-Competence_und_Lehrqualif.pdf [30. 8. 2006]

SCHW2001

Schwetz, Herbert/Zeyringer, Manuela/Reiter, Anton (Hrsg.): Konstruktives Lernen mit neuen Medien, Innsbruck/Wien/München/Bozen, 2001.

SHE1970

Shepard, Roger N. /Metzler, Jacqueline: Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. Science, 171, (701 – 703), 1970.

SOU1999

Souvignier, Elmar: Die Verbesserung räumlicher Fähigkeiten durch computerunterstützte Fördermaßnahmen: Zwei Evaluationsstudien. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 13, 4 – 16, 1999.

SPE1944

Spearman, Charles: „General Intelligence“– Objectively Determined and Measured; in American Journal of Psychology, 15, S. 201 - 293, 1944.

STA2004

Statistik Austria: IKT-Einsatz in Haushalten – Ergebnisse der Europäischen Erhebung über den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in Haushalten 2004, herausgegeben von STATISTIK AUSTRIA, Wien, 2004.

STA2005

Statistik Austria: IKT-Einsatz in Haushalten – Ergebnisse der Europäischen Erhebung über den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in Haushalten 2005, herausgegeben von STATISTIK AUSTRIA, Wien, 2005.

STO1994

Stowasser, Joseph M.: Lateinisch-deutsches Schulwörterbuch, Wien, Ausgabe 1994.

STR1994

Strothotte, Thomas/ Preim, Bernhard/ Raab, Andreas/ Schumann, Jutta/ Forsy, D. R.: How to Render Frames and Influence People, in: Computer Graphics Forum (13) 3, Proceedings of euroGraphics 1994, pp. 455-466, 1994.

THA1995

Thaler, Georg/GZÖ: GZ-Glossar, herausgegeben vom Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten, Abt. I/5, Klagenfurt, 1995.

TSC1982

Tschupik, Josef P.: Die Rolle der DG im Zeitalter der CAD-Systeme IBDG, (Informationsblätter für Darstellende Geometrie), Jg. 1, Ausgabe 2/1982, Innsbruck, S. 36.

THI1997

Thissen, Frank: Das Lernen neu erfinden – konstruktivistische Grundlagen einer Multimediadidaktik, in Uwe Beck / Winfried Sommer (Hrsg.), LEARNTEC97, Europäischer Kongress für Bildungstechnologie und betriebliche Bildung, Tagungsband, Karlsruhe 1997, S. 69 – 79 oder in: <http://www.learnline.de/angebote/lernen/medio/htgrdmat02.pdf> [22. 1. 2006].

THI2003A

Thissen, Frank (Hrsg.): Multimediadidaktik in Wirtschaft, Schule und Hochschule, Berlin/Heidelberg, 2003.

THI2003B

Thissen, Frank: Fraktaler Wissenserwerb, in: Thissen, Frank (Hrsg.): Multimediadidaktik in Wirtschaft, Schule und Hochschule, Berlin/Heidelberg, 2003, S. 265 – 275.

THU1938

Thurstone, Louis: Primary Mental Abilities; New Impression Chicago University of Chicago Press, 1938.

TUL2004A

Tulodziecki, Gerhard/Herzig, Bardo: Allgemeine Didaktik und computerbasierte Medien, in: Rinn, Ulrike / Meister, Doro.: Didaktik und Neue Medien, Konzepte und Anwendungen in der Hochschule, Münster, 2004, S. 50 – 71.

TUL2004B

Tulodziecki, Gerhard/Herzig, Bardo/Blömeke, Sigrid: Gestaltung von Unterricht – Eine Einführung in die Didaktik, Bad Heilbrunn, 2004.

VIE1970

Viet, Ursula/Ragnitz, Heinz: Eingreifprogramm Mathematik: Drehen und Klappen, Stuttgart, Ernst Klett Verlag, 1970.

VOG2005

Vogel, Rose/Wippermann Sven: Transferstrategien im Projekt VIB – Didaktische Design Pattern zur Dokumentation der Projektergebnisse, in: Bescherer, Christine (Hrsg.): Einfluss der neuen Medien auf die Fachdidaktiken, Baltmannsweiler, 2005, S. 39 – 60.

WAG2006

Wagner, Michael G.: Computer Games and the Three Dimensions of Reading Literacy, 2006.

WEI1998

Weidenmann/Paechter/Harmannsgruber: Strukturierung und Sequenzierung von komplexen Text-Bild-Kombination, in: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 12, 1998, Seite 112 – 124.

WEI2002A

Weidenmann, Bernd: Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess, in: Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. 3. überarbeitete Auflage. Weinheim, 2002, S. 45 - 62.

WEI2002B

Weidenmann, Bernd: Abbilder in Multimediaanwendungen, in: Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. 3. überarbeitete Auflage. Weinheim, 2002, S. 83 - 96.

WEI2002C

Weinberger, Armin/Fischer, Frank/Mandl, Heinz: Gemeinsame Wissenskonstruktion in computervermittelter Kommunikation: Welche Kooperationskripts fördern Partizipation und anwendungsorientiertes Wissen? (<http://epub.ub.uni-muenchen.de/archive/00000264/> [14. 9. 2006]), Forschungsbericht Nr. 153, Ludwig-Maximilians-Univ. München, 2002.

ZEP2004

Zeppenfeld, Klaus: Lehrbuch der Grafikprogrammierung/Grundlagen Programmierung Anwendung. Heidelberg, 2004.

ZIM2004

Arnold, Patricia/Kilian, Lars/Thillosen, Anne/Zimmer, Gerhard (Hrsg.): E-Learning Handbuch für Hochschulen und Bildungszentren/Didaktik, Organisation, Qualität. Nürnberg, 2004.

Fragenbogen für Klassenbefragung

Ich bitte um Mithilfe bei einer kleinen Umfrage, deren Ergebnis anderen KollegInnen bei der Unterrichtsplanung v.a bei Aufträgen an SchülerInnen (z.B. Recherche im Internet, Hausübung mit Computer, Multimedia-CD-Verwendung...) unterstützen kann.

Gesamtsschülerzahl der Klasse:

davon Mädchen:

Fragen an die Schülerinnen und Schüler:

In unserem **Haushalt/Familie** gibt es (mindestens) einen **Computer**, den ich benutzen darf:

JA

davon Mädchen

Der (die) Computer haben einen **Internetanschluss**:

JA

davon Mädchen

Ich habe sogar einen **eigenen Computer**

JA

davon Mädchen

Mein eigener Computer hat einen **Internetanschluss**

JA

davon Mädchen

Ich verwende den Computer (auch) für die **Erledigung schulischer Arbeiten** (Hausübungen, Referate schreiben,)

JA

davon Mädchen

Fragebogen „Neue Medien“

Untersuchung zum Thema „**Neue Medien im Geometrieunterricht aus Sicht von Lehrenden**“

Inwieweit haben die neuen Medien im Geometrieunterricht Eingang gefunden? Geometrieunterricht ist einerseits der Teilbereich **Geometrie im Mathematikunterricht**, andererseits sind das die Fächer **Geometrisches Zeichnen**, **Darstellende Geometrie** und die entsprechenden Fächer in den berufsbildenden höheren Schulen. Welche Software wird in welchen Unterrichtsabschnitten verwendet? Wie sind die Lehrenden damit zufrieden? Wie ist die Einstellung und Meinung der Lehrenden zu den neuen Medien? Wie verändern sich das Unterrichtsgeschehen, die Arbeitsweise und das Berufsbild von Geometrielehrern? Wie wirkt sich die Verwendung neuer Medien auf das Lernen und Wissen der SchülerInnen aus? Was wissen / können die SchülerInnen jetzt besser, was nach Eindruck der Lehrenden jetzt weniger gut?

Die Untersuchung erfolgt vollkommen anonym und unter Beachtung des Datenschutzes. Die erhobenen Daten werden nur in ihrer Gesamtheit ausgewertet. Rückschlüsse auf einzelne Personen oder Schulen erfolgen nicht!

Was sind neue Medien? Diese Definition ist in der Literatur (noch?) nicht einheitlich, landläufig meint „man“ / meine ich die Verwendung von Software allgemeiner Form (Präsentation, Textverarbeitung, Visualisierung, E-Learning-Plattformen, ...) und spezieller Form (CAD-Software, Raumvorstellungsübungen, Raumspele unter Computerverwendung), die Anwendung der Vorteile von Netzwerken und IT-Basisstruktur ([Breitband]-Internet, Beamer, Verwendung fertigen Materials auf Speichermedien und Papier) und die Anpassung der Didaktik und Methodik an die neuen Gegebenheiten. **Mir fehlt in dieser Beschreibung / Ich würde „neue Medien“ so umschreiben bzw. ergänzen:**

Bitte jeweils das entsprechende Feld ankreuzen oder die Information einfügen!

Angaben zur Lehrperson

01 Geschlecht: ☐ w ☐ m 02 Ich unterrichte jetzt seit Jahren.

03 Ich bin unter anderen in folgenden Fächern geprüft ☐ Mathematik ☐ Darst. Geom. (AHS / BHS) ☐ Geom. Zeichn. (nur für HS/PTS) ☐ Informatik
(Mehrfachnennungen möglich)

04 Postleitzahl des Schulstandortes:

05 Ich unterrichte in folgenden Schultypen: (Mehrfachnennungen möglich)
☐ Hauptschule ☐ AHS-Unterstufe ☐ AHS-Oberstufe ☐ BHS anderer:

06 Ich unterrichte Geometrie ... (Mehrfachnennungen möglich)
☐ Im Rahmen des Mathematikunterrichtes ☐ GZ als eigenes Fach ☐ GZ in Math. integriert ☐ Darstell. Geom. anderes:

07 Meine Schule hat Klassen. Wir haben EDV-Räume, Notebookklassen.
Wir haben Beamer (inkl. in EDV oder Sonderunterrichtsräumen).

08 Ich besitze privat zu Hause einen Computer ☐ nein ☐ Ja, ohne Internet ☐ Ja, mit Internet

09a Mich interessieren Innovationen in der Technik ☐ nein ☐ Ja, gelegentlich ☐ Ja, häufig ☐ Ja, immer

09b Ich verwende das Internet privat ☐ nein ☐ Ja, gelegentlich ☐ Ja, häufig ☐ Ja, sehr oft

Meine persönlichen Bemerkungen dazu!

Vielen Dank nochmals für das Ausfüllen! Die Auswertung erfolgt anonym und rein statistisch! An eine Veröffentlichung im Rahmen der IBDG (Fachzeitschrift) ist gedacht.
Thomas Müller

Meine Ausbildung in „neuen Medien“?

10 ... Was ich dazu schon immer bemerken, loswerden, ... wollte:

Meine Ausbildung / Wissen / Knowhow dazu erhalte ich / habe ich erhalten ...

11 ... durch Selbststudium
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

12 ... in Studium / Grundausbildung
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

13 ... durch Referate bei Lehrerarbeitsgemeinschaftstagen (AG, LAG, BLAG, ...)
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

14 ... bei mehrtägigen Veranstaltungen (Kursen, Seminaren, ...)
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

Ich bilde mich privat außerhalb der Schule im Umgang mit „neuen Medien“ auf eigene Kosten weiter

17 ... stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

Wie kommen Lehrende, die neue Medien einsetzen wollen, zum Fachwissen, zur Methodik und Didaktik?

Kurse am WIF, Volkshochschulen, Privatuniversitäten

Ideen und Anregungen zum Einsatz „neuer Medien“ im Unterricht

erhalte ich / habe ich erhalten hauptsächlich durch

Wie kommt man zu den Anregungen, zu den Tipps, was wirklich gut im Unterricht eingesetzt werden

- 21 ... Fortbildungsveranstaltungen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 22 ... Gespräche mit FachkollegInnen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 23 ... Literaturstudium (Fachbücher, Fachzeitschriften)
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 25 ... Internetkontakte (Mailaustausch)
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 26 ... Internetrecherche (Fachportale, z.B. geometrie.schule.at, ONLINE-Kurse, E-LEARNING ...)
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

Wie ist der IST-Stand in der Verwendung „neuer Medien“ im Unterricht?

Wie häufig und welche Art von Software wird tatsächlich im Geometrie-

30 ... Was ich dazu schon immer bemerken, loswerden, ... wollte:

31 ... Ich verwende Software in meinem Geometrieunterricht

bisher noch nie ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ (fast) immer
ja, ausprobiert ja, selten ja, regelmäßig

32 ... Folgende Features verwende ich zurzeit (dieses Schuljahr): (Mehrfachnennungen sind möglich)

- ☐ Anwendungen/Recherchen direkt aus dem Internet
☐ Algebratauglicher Taschenrechner

3D-Software: (32a)

- ☐ CAD-3D
☐ GAM
☐ Microstation
☐ Autocad
☐ andere:

2-D-Software: (32b)

- ☐ CAD-2D
☐ Autosketch
☐ andere:

Dynamische Geometriesoftware: (32c)

- ☐ EUKLID
☐ CABRI 2D
☐ ZUL
☐ Geogebra
☐ CABRI 3D
☐ andere:

33 ... Ich stelle Übungsbeispiele im Internet/Intranet für meine SchülerInnen bereit:

nie ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ extrem häufig

34 ... Ich gebe Tipps, wo man sich im Netzwerk / Internet Ergänzungen / Übungen holen kann

nie ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ extrem häufig

35 ... Ich verwende CDs mit geometrischen Inhalten, z.B. ADI-CD

nie ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ extrem häufig

36 ... Ich greife im Unterricht direkt auf Inhalte im Internet zu:

nie ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ extrem häufig

Unterrichtsorganisation unter (teilweiser) Verwendung „neuer Medien“:

40 ... Was ich dazu schon immer bemerken/loswerden, ... wollte

Wie groß ist der Zeitanteil, der in den EDV-Räumen verbracht wird? Wie häufig wird ein Lehrbuch verwendet? Lösen die neuen Medien das traditionelle Buch ab?

41 ... Der Anteil der Geometrie-Unterrichtsstunden, die ich in diesem Schuljahr im EDV-Raum verbringe, ist (bezogen auf alle Geometriestunden im Gegenstand)

in Mathematik rund

0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

in Geometrischem. Zeichnen rund

0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

in Darstellender Geometrie rund

0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

43 ... Ich verwende in meiner Unterrichtsarbeit **in der Schule** ein Lehrbuch (Aufgabenbearbeitung)

in Mathematik rund

0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

in Geometrischem. Zeichnen rund

0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

in Darstellender Geometrie rund

0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

44 ... Ich verwende in meiner Unterrichtsarbeit **für Hausübungen** ein Lehrbuch (für Angaben, ...)

in Mathematik

nein	Ja, gelegentlich	Ja, häufig	Ja, sehr oft
------	------------------	------------	--------------

in Geometrischem. Zeichnen

nein	Ja, gelegentlich	Ja, häufig	Ja, sehr oft
------	------------------	------------	--------------

in Darstellender Geometrie

nein	Ja, gelegentlich	Ja, häufig	Ja, sehr oft
------	------------------	------------	--------------

45 ... SchülerInnen bereiten Inhalte etwa bei Referaten durch Präsentationssoftware unterstützt auf z.B. Powerpoint auf:

nie ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ extrem oft

46 ... SchülerInnen dürfen Übungen zu Hause wahlweise auch mit dem Computer erledigen:

nein ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ extrem oft

48 ... Ich nütze in diesem Schuljahr die Angebote aus SBX (Schulbuch EXTRA, Interneterweiterung)

nein ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ extrem oft

Unterrichtsinhalte - Konstruktionswerkzeuge

50 ... Was ich dazu schon immer bemerken, loswerden, ... wollte:

Wie ist das Verhältnis zwischen exaktem Konstruieren mit Computer und ohne?

51 ... Der Anteil am Freihandzeichnen ist jetzt in meinem Geometrieunterricht

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
sehr klein sehr groß

52 ... Der Anteil am exakten Konstruieren mit Zirkel und Lineal ist jetzt in meinem Geometrieunterricht

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
sehr klein sehr groß

53 ... Der Anteil am Konstruieren mit Software ist jetzt in meinem Geometrieunterricht

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
sehr klein sehr groß

Welche Auswirkung hat die Verwendung „neuer Medien“ auf die Erfüllung der Bildungs- und Lehraufgabe von GZ, DG, ... ?

Bitte nur beantworten, wenn Sie die Fächer Geometr. Zeichnen und Darstell. Geometr. unterrichten!

60 ... Was ich dazu schon immer bemerken, loswerden, ... wollte:

Wie wirken sich Einsatz und Verwendung neuer Medien auf den Unterricht im Hinblick auf Lehrplanforderungen aus? Diese Fragen sind vor allem für die Fächer DG und GZ gedacht!

Mein persönlicher Eindruck ist, dass nach dem Einsatz neuer Medien - insbesondere nach zeitweiser Verwendung von Software - folgende Aussagen zutreffen:

61 ... Die Ermittlung von Lösungswegen von räumlichen Konstruktionsaufgaben fällt den meisten SchülerInnen unter Computeranwendung leichter

stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

62 ... Das Erfassen, Analysieren und sprachlich angemessene Beschreiben geometrischer Formen und Strukturen fallen den meisten SchülerInnen leichter

stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

63 ... Die SchülerInnen fertigen nun zur Lösung von räumlichen Problemstellungen mehr Handskizzen an

stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

64 ... Die SchülerInnen erkennen besser, welche Abmessungen ein Objekt bestimmen

stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

Bitte nur dann bearbeiten, wenn Software eingesetzt worden ist.

Mein persönlicher Eindruck ist, dass nach dem Einsatz neuer Medien - insbesondere nach zeitweiser Verwendung von Software - folgende Aussagen zutreffen:

- 65 ... Die SchülerInnen stellen nun mehr Entwürfe vor der eigentlichen Lösungszeichnung her
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 66a ... Die SchülerInnen entwickeln nun ihre (händischen) graphischen Fähigkeiten besser
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 66b ... Die graphischen Endergebnisse werden besser (Computerzeichnungen)
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 67 ... Die SchülerInnen können nun besser zeichnerische Darstellungen räumlicher Gebilde lesen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 68 ... Die SchülerInnen verwenden eine Konstruktionszeichnung nun mehr als ein der Sprache überlegenes Kommunikationsmittel
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 69a ... Die SchülerInnen erkennen jetzt Querverbindungen zu Technik/Mathematik/Naturwissenschaften besser
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

Welche Auswirkung hat die Verwendung „neuer Medien“ auf konkrete Unterrichtsinhalte in Geometrischem Zeichnen und Darstellender Geometrie?

Bitte nur beantworten, wenn Sie die Fächer Geometr. Zeichnen und Darstell. Geometr. unterrichten!

70 ... Was ich dazu schon immer bemerken, loswerden, ... wollte:

Folgende konkrete Inhalte werden **meiner Meinung nach an Bedeutung verlieren**

- 71a ... Objekte händisch exakt konstruktiv in Parallelrissen/Normalrissen/Perspektive, darstellen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 72a ... Objekte in Freihandskizzen in Parallelrissen/Normalrissen/Perspektiven darstellen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 73 ... Lösung stereometrischer Aufgaben in zugeordneten Normalrissen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 74 ... Konstruieren von Seitenrissen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 75a ... Punkt- und tangentialweises Ermitteln ebener Schnitte von Zylinder- und Kegelflächen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 75b ... Scheitel- und Umrisspunkte ebener Schnitte von Zylinder- und Kegelflächen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

ACHTUNG:
Jetzt geht es um
Freihandskizzen!

Hier wurde willkürlich ein Beispiel aus dem Stoffkanon der DG herausgegriffen!

Wie geht es der Lehrperson mit „neuen Medien“ im Geometrieunterricht?

(Bitte nur beantworten, wenn Sie „neue Medien“ verwenden!)

- 80 ... Was ich dazu schon immer bemerken, loswerden, ... wollte:
- 81 ... Ich habe das Gefühl, dass ich die Ziele des Lehrplans im Bereich „Schulung der Raumvorstellung“ mit Hilfe neuer Medien besser erfüllen kann als ohne
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 82 ... Ich fühle mich auf den Anforderungen, die der Einsatz neuer Medien an mich stellt, gewachsen
- 82a ... bezüglich Didaktik
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 82b ... bezüglich theoretischen Wissens
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz
- 82c ... bezüglich praktischen Eigenkönnens
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

Hier geht es auch um die Befindlichkeit, um die Zufriedenheit mit dem eigenen Unterricht. Wie geht es mir persönlich mit den neuen Medien ...

83... Mein persönlicher Eindruck ist, dass ein Großteil der SchülerInnen durch Einsatz neuer Medien im Unterricht mehr Motivation zeigen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

83a... Mein persönlicher Eindruck ist, dass ein Großteil der SchülerInnen durch Einsatz neuer Medien im Unterricht ein erhöhtes Fachwissen erhält
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

84... Neue Medien sind Anlass für mich, eine entsprechende Fort- / Weiterbildung zu besuchen
stimmt gar nicht ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ voll und ganz

Welche Frage hätte ich noch beantworten wollen?

85

86... Aus dem allgemeinen Bereich „neue Medien“ wünsche mir eine Fortbildungsveranstaltung aus dem Bereich / der Art / mit dem Thema ...

Vielen Dank für deine / Ihre Mithilfe! Die statistische Auswertung soll auch in unserer Fachzeitschrift (IBDG) und im Internet veröffentlicht werden. Falls du / Sie von dieser Veröffentlichung persönlich informiert werden willst / wollen, dann bitte ich um eine Mail an muel@aon.at. Informationen dazu kann man auch unter www.geometry.at/neue-medien-umfrage finden.

Hinweis: Diese Umfrage unter Lehrenden soll in der nächsten Zeit durch eine (weit kürzere) Umfrage (max. 2 Seiten) unter SchülerInnen ergänzt werden. Wenn Sie mit Ihren SchülerInnen dankenswerterweise teilnehmen wollen, dann bitte ich ebenfalls um eine Mail an muel@aon.at.

Was ich noch fragen wollte ☺

91... Ich besuche die Webseite www.geometry.at

92... Ich besuche die Geometrieseiten geometrie.schule.at auf www.schule.at

92a... Ich besuche die Geometrieseiten www.e-teaching-austria.at/geometrie auf der E-Teaching-Plattform

93... Ich lese die IBDG („Informationsblätter der Geometrie“)

94... Ich habe in den letzten Jahren (in den großen Ferien) an der E-Lisa-Sommerakademie teilgenommen (ONLINE-Kurse)

95... Ich habe im praktischen Geometrie-Unterricht eine E-Learning-Plattform verwendet

welche?

96... Ich habe in anderen Fächern eine E-Learning-Plattform verwendet

welche?

Softwarebewertung im Zusammenhang mit der „Neuen-Medien-Untersuchung“**INTERNET allgemein**

Im Zusammenhang mit Geometrieunterricht

gibt es in meiner Schule ☐ ja ☐ Weiß nicht ☐ nein ☐ Anschaffungswunsch

bin ich ausgebildet *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

ist brauchbar im Geom.Unterr. *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

verwende ich im Geom.Unterr. *ja, sehr oft* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *nein, nie*

WEB-Seite mit eigenen Geometrieinhalten

(z.B. Schularbeitsübungsbeispiele, Linksammlung, Schaukasten, ...)

gibt es in meiner Schule ☐ ja ☐ Weiß nicht ☐ nein ☐ Anschaffungswunsch

bin ich ausgebildet *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

ist brauchbar im Geom.Unterr. *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

verwende ich im Geom.Unterr. *ja, sehr oft* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *nein, nie*

Ebene CAD-Software (103)

(bitte nur eine auswählen)

- ☐ CAD-2D
☐ Autosketch
☐ WINKON
☐ WINDOSCAD(DOSCAD)

gibt es in meiner Schule ☐ ja ☐ Weiß nicht ☐ nein ☐ Anschaffungswunsch

bin ich ausgebildet *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

ist brauchbar im Geom.Unterr. *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

verwende ich im Geom.Unterr. *ja, sehr oft* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *nein, nie*

3D didakt. CAD-Software

(bitte nur eine auswählen)

- ☐ CAD-3D
☐ GAM
 andere:

gibt es in meiner Schule ☐ ja ☐ Weiß nicht ☐ nein ☐ Anschaffungswunsch

bin ich ausgebildet *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

ist brauchbar im Geom.Unterr. *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

verwende ich im Geom.Unterr. *ja, sehr oft* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *nein, nie*

Profess. CAD-Software

(bitte nur eine auswählen)

- ☐ MICROSTATION
☐ AUTOCAD
 andere:

gibt es in meiner Schule ☐ ja ☐ Weiß nicht ☐ nein ☐ Anschaffungswunsch

bin ich ausgebildet *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

ist brauchbar im Geom.Unterr. *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

verwende ich im Geom.Unterr. *ja, sehr oft* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *nein, nie*

Dynam. Geom. Software

(bitte nur eine auswählen)

- ☐ EUKILD
☐ CABRI 2D
☐ ZUL
☐ GEOGEBRA
 andere:

gibt es in meiner Schule ☐ ja ☐ Weiß nicht ☐ nein ☐ Anschaffungswunsch

bin ich ausgebildet *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

ist brauchbar im Geom.Unterr. *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

verwende ich im Geom.Unterr. *ja, sehr oft* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *nein, nie*

Zeichnungen mit Office-Software**WORD oder andere Textverarbeitung**

gibt es in meiner Schule ☐ ja ☐ Weiß nicht ☐ nein ☐ Anschaffungswunsch

bin ich ausgebildet *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

ist brauchbar im Geom.Unterr. *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

verwende ich im Geom.Unterr. *ja, sehr oft* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *nein, nie*

Zeichnungen mit Office-Software**Powerpoint oder andere Präsentationssoftware**

gibt es in meiner Schule ☐ ja ☐ Weiß nicht ☐ nein ☐ Anschaffungswunsch

bin ich ausgebildet *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

ist brauchbar im Geom.Unterr. *sehr gut* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *ungenügend/nicht*

verwende ich im Geom.Unterr. *ja, sehr oft* ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ *nein, nie*

Freie Ergänzungen: „Ausbildung und Fortbildung“

Ausbildung

Auf 48 Fragebögen waren Ergänzungen zur Frage “Was ich dazu schon immer bemerken, loswerden, ... wollte?” angebracht. Das sind mehr als ein Fünftel aller Fragebögen. Betrachtungen zu den Antworten sind im Abschnitt 4 zu finden.

Die Analyse der Antworten auf die Frage der Ausbildung im Bereich neuer Medien (Item 10) ließ eine Kategorisierung der Antworten in Bereiche zu, die in der nachfolgenden Tabelle links zu finden sind, rechts dazu die Antwortnummern:

Didakt.-method. Aspekte:	12,13,42
Zeitaufwand, ständig notwendig:	02,21,23,36, 48
Positive Aspekte:	06,10,41
Autodidaktisch:	04,05,16,17, 19 ,22,24,32,34, 39
Kollegenhilfe, schulinterne Ausb.:	16,20,22,24, 37
Skeptisch, negative Aspekte:	07,14,15,22, 25 ,27,28,30,35, 38 ,43,47
Zu wenig / zu kurz:	03,08,09,11, 29 ,40,42,44,45, 46 ,47

Tabelle Ergänzungen - 1

Die gegebenen Antworten sind:

1. Alles, was neu ist, stellt sich erst nach einer (oft längeren) "Bewährungszeit" als sinnvoll, brauchbar oder bedingt tauglich heraus mit der Notwendigkeit zu weiteren (hard-, software-seitigen) Entwicklungen.
2. Arbeiten mit dem Internet erfordert viel Zeitaufwand.
3. Ausbaufähig.
4. „Ausbildung“ gibt es wohl nur in Selbstarbeit. Ich glaube aber nicht, dass ich mehr als das haben will(!). Jedenfalls keine "Fortbildungsverpflichtung"!
5. Autodidakt.
6. Bin Referent innerhalb eines Medienschwerpunktes.
7. Bin skeptisch - viel Müll!
8. Die .Ausbildungen alleine waren zu kurz. Man versuchte immer noch mehr unterzubringen, obwohl die Zeit davonlief.
9. Das Angebot ist nicht wirklich erbaulich
10. Der MicroStation-Kurs auf der TU war exzellent! (Asperl, Rath, ...)
11. Die Ausbildung war sehr lückenhaft und mühsam.
12. Die Einführung neuer Medien ohne didaktische und methodische Überlegungen ist manchmal ein Problem.
13. Die Probleme im Unterricht konnte man herrlich am eigenen Leib bei der Ausbildung erfahren: die Ausgangsbasis ist so grundverschieden, dass ein Anfängerkurs schwer zu erstellen ist! Wo hole ich Anfänger ab?
14. E-Learning als Modeerscheinung und um jeden Preis scheint mir oft übertrieben zu werden (auf Kosten grundlegender Kenntnisse und Verstehens).
15. ECDL = starr.
16. Einstieg durch Kollegen; selber weiterlernen; ev. Seminar (nur oberflächlich).
17. Es fehlen oft die "Patentrezepte" - muss man selber finden.
18. Erst kurze Zeit im Schulbetrieb, kommt noch.
19. Fast alles im Selbststudium erarbeitet.
20. Grundausbildungskurse in der eigenen Schule (INTELLEHREN) und spez. fachdidaktische Kurse - dann mit Schülern ausprobieren.

21. GZ, M, Info, laufende Updates.
22. Ich hatte nie eine Ausbildung, die meinem Wissensstand angepasst war: 1985 Graz (Informatik) hat mich überfordert, danach in Wien CAD u. Excel unterfordert - Selbststudium mit Kollegen!
23. Ich muss mich ständig weiterbilden.
24. Informatik-Ausbildung am PI (8semestriger Lehrgang), diverse Kurse (PI, UNI,...) Eigenfortbildung in den Ferien. Bilde tw. Kollegen weiter (Schilf und PI-Kurse).
25. Keine.
26. Kommt immer drauf an, wie es eingesetzt wird.
27. Könnte besser sein.
28. Kurzseminare, habe mich für das Seminar MicroStation angemeldet und bin nicht genommen worden. Auch für die WH gibt es wesentlich mehr Bewerber als Plätze!! ...
29. Lehrerausbildung viel zu wenig.
30. Medien = Werkzeug, nicht Selbstzweck.
31. Mehr AUTOCAD im Studium.
32. Nahezu alles erfolgt im Selbststudium; mitunter etwas mühsam, dafür haltbar, vor allem sehr interessant.
33. Nicht zu verhindern.
34. Nur Selbststudium, Autodidakt und ev. Lehrerfortbildung.
35. Obwohl ich erst 2000 mein Studium abgeschlossen habe, habe ich auf der UNI so gut wie nichts zu diesem Thema gelernt. Trotzdem erwarten alle den Einsatz von neuen Medien!
36. Sehr großer zeitlicher Aufwand, um "sattelfest" zu werden.
37. Teilnahme an IMST-Projekt, Einführung in die AHS-Mathematik mit neuen Medien, E-Learning in Geometrie.
38. Unbrauchbare, sinnlose Informatiklehrerausbildung.
39. Viel Selbst-Studium.
40. Viel zu wenig Fortbildungsmöglichkeiten
41. Viele Seminare/Fortbildungen.
42. War zu wenig, ist schwierig im Unterricht umzusetzen.
43. Was ich möchte, wird meistens nicht angeboten.
44. Wenige Fortbildungsmöglichkeiten.
45. Zeit und kostenintensiv (Programme und Hardware).
46. Zu selten, zu wenig intensiv.
47. Zu wenig Angebot; Anmeldungen häufig abgelehnt.
48. Zu wenig Zeit, um grundlegende, umfassende Kenntnisse der neuen Medien erarbeiten zu können!

Fortbildung

Bei Item 86 (vgl. Anhang „Fragebogen Neue Medien“) bestand die Möglichkeit, sich eine Fortbildungsveranstaltung aus dem Bereich „neue Medien“ zu wünschen. 39mal (also auf knapp einem Fünftel der Fragebögen) wurde von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht. Eine Diskussion der Antworten ist im Abschnitt 4 zu finden.

„Aus dem allgemeinen Bereich ‚neuer Medien‘ wünsche ich mir eine Fortbildungsveranstaltung aus dem Bereich / der Art / mit dem Thema ...“

Damit war eine Kategorisierung der Aussagen auf folgende Bereiche möglich:

Didaktik:-Methodik	02,09,10,11, 12 ,16,18,22,30, 32 ,33,35,36
Leistungsbeurteilung	12,23,34
3D-didakt.CAD	01,05,09,11, 17 ,19,20,21,28
3D-profess. CAD	05,06,09,17, 20 ,21,24,25,26, 27 ,28
DGS	13,14,18
WEB, VRML, E-Learning	03,20,31
Basiswissen	07,08
Anwendung	04,32,39
Spezialthemen	19,28,31,37

Tabelle Ergänzungen - 2

Die gegebenen Antworten sind:

1. "CAD 3D" vertiefend.
2. "Didaktik" f. neue Medien
3. "E-Learning-Plattform" verwenden
4. 1.) Praktische Anwendungen der neuen Medien. 2.) Vergleich der neuen Medien untereinander. 3.) Vergleich der neuen Medien mit herkömmlichen Methoden.
5. 3D-Software, Microstation.
6. AUTOCAD.
7. Basiswissen M
8. Basiswissen M, GZ.
9. Cad-3d, Microstation, Methodik und Didaktik, Unterlagen (vgl. Lehrbuch).
10. Didaktik.
11. Didaktische Konzepte im Umgang mit GAM oder CAD-3D.
12. Didaktischer Aufbau des Unterrichts mit neuen Medien, eigene Weiterbildung, Leistungsbeurteilung.
13. Dynamische Geometriesoftware.
14. Dynamische Geometrie.
15. Egal, bin für alles Interessante offen.
16. Fachdidaktik im Umgang mit neuen Medien im Darstellenden-Geometrie-Unterricht.
17. GAM/Solid Edge
18. Geogebra im Unterricht
19. GZ-Freihandzeichnung; CAD-3D.
20. Internetrecherche; Konstruktionssoftware.
21. Konstruieren mit "Solid Edge"
22. Kostengünstige Möglichkeiten bzw. Programme, einfache Handhabung.
23. Matura.
24. MicroStation/ Praktische Bsp.- Austausch (Workshop?)
25. Microstation.
26. MICROSTATION.
27. Microstation, Intranet ???
28. Modellieren mit FreeForm, Formgestaltung mit Geomagic, Stücklistenaufarbeitung mit Compass, normgerechte Bemassung der Objekte.

29. Natürlich versch. 3D bzw. auch 2D Software- kein Programm ist perfekt!
30. Neue Medien und ihre praktische Anwendung im Unterricht (in Stundenbildern etc.) Softwarevorstellungen etc.
31. Powerpoint mit Grafikeinbindung; VRML; Erstellen von Web-Seiten.
32. Praktische Anwendungsbsp./ Software
33. Präsentation neuer Inhalte in detaillierter Form mit konkreten Beispielen, ähnlich wie sie für die traditionellen Inhalte in den DG-Büchern zu finden sind.
34. Schularbeits-/Maturagestaltung.
35. Sinnvolle Arbeitsblätter für GZ und GD/ACG selbst erstellen und dann in der Gruppe austauschen.
36. Welche Lehrinhalte sind aufzugeben (N. Axon) und durch welche zu ersetzen? Warum?
37. Word für GZ

Freie Ergänzungen: „Unterrichtsgeschehen, Umfeld“

Ressourcennutzung

Bei Item 30 (vgl. Anhang „Fragebogen“) wurde auf den IST-Zustand in der Verwendung neuer Medien Bezug genommen: 34 Antworten wurden gegeben, also auf etwa 15% der Fragebögen wurden zu diesem Bereich Ergänzungen angebracht. Eine Diskussion der Antworten ist im Abschnitt 8 zu finden. Hinweis: Die Zuordnung in einzelne Kategorien ist nicht immer eindeutig, ja manchmal scheint sie sogar widersprüchlich: Beispielsweise wurde Antwort 11 sowohl zu den positiven („Grundaussage: „gut“) als auch zu den negativen Aspekten („Schüler verlernen“) gezählt.

Eine Kategorisierung der Aussagen erfolgte nach:

Stundenzahl	04,12,25,28
Klassengröße/Schülerzahl	03,12,15,21, 23 ,24,26,28,29
Software	01,12,14,17, 19
Schulausstattung/Hardware	10,12,13,15, 21 ,22,24,29,30
Technische Aspekte	03,07,21,22
Positive Aspekte	05,08,11,16, 17 ,18,23,27
Negative Aspekte	01,02,03,04, 06 ,09,10,11,13, 14 ,15,16,19,20, 21
Finanzielle Aspekte	22,23,24,25, 26 ,28,29,30
	06,07

Tabelle Ergänzungen - 3

30 der 34 Ergänzungen, die vorgenommen wurden:

1. 2D-Software: WINDOSCAD gut, aber keine Weiterentwicklung!
2. Auf Grund der unterschiedlichen Bedingungen nicht zufrieden stellend.
3. Bei 29-35 Schüler in der Unterstufe sind kaum Klassenteilungen möglich (... oft funktionieren nur 10-12 Geräte; Stundenkollisionen wegen großer Zahl der [in den EDV-Räumen, d. Verf.] gehaltenen Klassenstunden und dichten Stundenplans (wegen 5-Tage Woche).
4. Bei nur einer (!) Wochenstunde im ersten Jahrgang HTL/Elektrotechnik (uns sonst nichts!) verzichte ich auf klassische Inhalte (nolens volens) fast zur Gänze und unterrichte DG nur noch mit CAD-3D! Ein höchst unbefriedigender Zustand!!
5. Bin zufrieden, läuft gut.
6. Die Schulen (unsere Schule) sind (ist) dazu finanziell nicht in der Lage.
7. Durch den verstärkten Einsatz entstehen wesentlich höhere Anforderungen an die Technik, die meines Erachtens nicht finanziert werden! (Netzwerküberlastung, größeres Netzwerk bei gleicher Bezahlung des Kustos, ...)
8. Eigentlich sehr gut.
9. Fehlt die Unterstützung von Kollegen. Macht das nur einer, so Spaßfaktor für Schüler, aber wird zu wenig ernst genommen!
10. Großes Hindernis: "Ausrüstungsstand" der Schule bzw. der Schüler
11. Gut, aber die Schüler verlernen dabei anderes!
12. Hardware defekt, Software fehlerhaft installiert, keine Teilungen in GZ und DG, daher kein sinnvoller Unterricht möglich, unter fairen Bedingungen würde ich sofort auf Verwendung neuer Medien umsteigen.

13. Im GZ-Unterricht ist der Informatikraum nicht benutzbar, weil anderwertig belegt!
14. Im klassischen 2D-Bereich eher dürftig (WINDOS-CAD ist eher überholt!).
15. Im Normalfall zu viele Schüler/Klasse für zu wenige PCs im EDV-Saal.
16. In GZ seit 12 Jahren permanenter Einsatz, in DG gar nicht.
17. In GZ zu 95% Einsatz von didaktischer Software.
18. Könnte sicherlich noch intensiver sein im Mathematikunterricht der 3. und 4. Klasse und im DG-Unterricht der 2. Klasse bin ich aber ganz zufrieden [aus einer HTL, d. Verf.].
19. Leider arbeiten die KU-Lehrer fast durchwegs in 2-D, obwohl sie auf Seminaren sehen, wie scharf die Firmen auf 3-D Software aus sind.
20. Nicht zufrieden stellend.
21. Problem: Klassengröße: mit 34 GZ-Schülern im Computerraum? Problem EDV: nicht immer läuft alles so, wie es sein sollte.
22. Schulausstattungen sind sehr schlecht (PC, Internetverbindung), in der Schule sind wir immer hinten nach!
23. Schulversuch ACG begeistert, Schülerzahl für GZ durch Nichtteilung aus Budgetgründen katastrophal, ...
24. Schwierig, da 1. EDV-Säle dann besetzt, wenn ich sie bräuchte (z.B. Geometrie im M-Unterricht); 2. im Saal stehen 17 Rechner für Klassen mit über 30 Schülern zur Verfügung!
25. Sollte noch mehr zur Selbstverständlichkeit werden, aber durch Stundenkürzung kaum Zeit!
26. Wenn man Klassen mit 28 Schülern unterrichten muss, kann man keine Medien einsetzen!
27. Wichtig ist, dass man selbst Ideen hat. Vor allem können auch alte Ideen mit neuen Medien zeitgemäß aufbereitet werden.
28. Zeitaufwändig
29. Zu wenig Computerzugang für alle Schüler
30. Zu wenig; keine Computermöglichkeiten/EDV-Raum besetzt!

Organisation: Schulbuch, EDV-Raum, Hausübungen

Bei Item 40 (vgl. Anhang „Fragebogen“) wurden zu dem Fragenbereich „Unterrichtsorganisation unter (teilweiser) Verwendung neuer Medien“ 28 Antworten gegeben, auf etwa 13 % der Fragebögen wurden zu diesem Bereich Ergänzungen angebracht. Eine Diskussion der Antworten ist im Abschnitt 8 zu finden.

Eine Kategorisierung der Aussagen erfolgte nach:

Klassengröße, Schülerzahl	06,08,09,10, 11 ,19,21,23,24, 25
Lehrbuch, Arbeitsblatt	01,02,04,12, 13 ,15,18,
Schulausstattung	05,06,08,09, 10 ,13,19,21,22, 23 ,24,25
Didaktik	14,16,19
Positive Aspekte	02,07,09,13, 15 ,22
Negative Aspekte	04,05,06,08, 09 ,10,18,19,20, 21 ,23,24,25
Andere Probleme	03,14,16,20
Finanz. Aspekte, Sparmaßnahmen	01,18

Tabelle Ergänzungen - 4

25 der 28 Ergänzungen seien angeführt:

1. Kein Buch (Sparmaßnahme), tw. Arbeitsblätter IBDG & Asperl & Paukowitsch; eine Ablöse könnte ich mir vorstellen
2. Andreas Asperl und Michael Wischounig stellen extrem viele, gute Arbeitsblätter zur Verfügung - vielen Dank
3. Bezüglich des Aufwandes nicht wesentlich verschieden als ohne (Computer).
4. Brauchbare Lehrbücher gibt es zurzeit zu wenige.
5. Der EDV-Raum steht viel zu selten zur Verfügung.
6. GZ: 30 Schüler - keine Teilung; EDV- Raum: 16 Rechner: regelmäßiger Einsatz nicht gut möglich!
7. Hat sich qualitativ gebessert!
8. Ich fühle mich nicht in der Lage mit Klassen von über 30 Schülern (also min. 2 Schüler pro Rechner) in den Informatiksaal zu gehen.
9. Ich verwende nur im DG-Unterricht neue Medien, da die Schülerzahl in GZ viel zu hoch ist und teilweise bis zu drei Schüler an einem PC sitzen würden
10. Ich würde gerne öfter mit Computern arbeiten, aber 2 Schüler/Gerät sind wenig effektiv und auch sehr anstrengend. Besser wäre eine Klassenteilung (Informatik)!
11. In DG maximal 18 Schüler im CAD-Raum, durchwegs Handskizzen und bemaßte Angaben für die Übungen
12. Lehrbuch wird regelmäßig verwendet (in M), trotz algebratauglicher Rechner und Geogebra!
13. Man ist sehr oft in EDV-Räumen - ist ok! Es gibt in DG noch kein Lehrbuch, GZ ok
14. Meine Probleme: Org. v. Prüfungen und Hausübungen
15. Nächstes Schuljahr habe ich in GZ das neue Buch für alle Schüler bestellt und werde es auch häufig verwenden!
16. Noch etwas planlos bei der Auswahl: was weglassen, wie lange, wofür? Wird aber schon besser.
17. Referate der Schüler.
18. Schulbuch (u.a. Unterr.materialien) aus Kostengründen nicht genehmigt
19. Schüleranzahl ist ohne verpflichtende Teilung meist zu hoch, SchülerInnen sitzen zu zweit am PC, Leistungskontrolle ist schwierig.
20. Schwieriger EDV-Kustos, Verwendung der Räume nur bedingt möglich. Um Schwierigkeiten zu vermeiden, nützen auch viele andere KollegInnen (anderer Fächer) d. EDV-Räume nicht. Selbst für EDV gibt es kaum KollegInnen, die es unterrichten wollen

21. Unterrichtsorganisation unmöglich, solange 2-3 SchülerInnen an einem Gerät arbeiten müssen und Ausdrucken und Speichern nicht möglich ist
22. Völlig anders als bisher. Ich unterrichte, indem ich meine Klassen (bis zu 30 Schüler) jede Stunde auf die 2 Informatikräume aufteile, damit jeder Schüler einen eigenen PC zur Verfügung hat, und zwischen diesen Räumen pendle.
23. Zu große Schülergruppen, zeitaufwändig
24. Zu große Klasse (32 Schüler)!
25. Zu wenig Ausrüstung! Zu wenige Möglichkeiten!

Bildungs- und Lehraufgabe

Bei Item 60 (vgl. Anhang „Fragebogen Neue Medien“) wurde zu dem Fragenbereich „Welche Auswirkungen hat die Verwendung neuer Medien auf die Erfüllung der Bildungs- und Lehraufgabe von GZ, DG, ...?“ 24 freie Ergänzungen angebracht, also auf fast 11% der Fragebögen. Eine Diskussion der Antworten ist im Abschnitt 6 zu finden.

Eine Kategorisierung der Aussagen erfolgte nach:

Didaktische Aspekte	10,15,21
Schulung der RV (pos./neg.):	07,20
Motivation, Interesse	02,05,07,14, 17 ,19,21
Positive Aspekte:	02,05,06,07, 12 ,14,16,17
Neutrale Aussage:	01,08,17,18, 20
Negative Aspekte:	04,09,11,13,
Schulausstattung/Stundenzahl	04,11,13
Andere Probleme	13,15, 18

Tabelle Ergänzungen - 5

Folgende Ergänzungen wurden vorgenommen:

1. Auswirkung finde ich nicht schlimm, eigentlich kaum welche.
2. Bessere Motivation.
3. Bitte schön, diese Frage lehne ich als tendenziös ab!! Die Bildungs- und Lehraufgabe eines Fachs darf nicht mit den verwendeten didaktischen Mitteln verwechselt werden. ...
4. Der Einsatz neuer Medien im GZ-Unterricht ist derzeit wegen zu großer Gruppen kaum möglich. ...
5. Die Schüler haben mehr Spaß.
6. Es gibt kaum ein Fach, in dem der Einsatz neuerer Medien wichtiger und sinnvoller ist als Geometrie.
7. Es lässt die Fächer überleben und macht sie für Schüler/innen und Eltern attraktiver. Die Raumvorstellung wird durch Einsatz von CAD-Paketen besser geschult.
8. Für viele Schüler eine Chance, für manche ein Hindernis.
9. Fällt bei den Eltern nicht immer auf das erhoffte Verständnis.
10. Gewisse Grundkonstruktionen muss der Schüler einfach wissen, bevor am PC gearbeitet werden kann.
11. In vielen Klassen nie die Möglichkeit, in den Computerraum zu gehen!!!!
12. Mir gefällt's!
13. Möglichkeiten f. d. Einsatz sind beschränkt durch Stundenkürzungen: man "muss den Stoff durchbringen"!
14. Neue Begeisterung der Schüler für diese Fächer. Die oft nervenden „Patzer“ gegen Ende der Zeichnungen gibt es nicht mehr. Schüler erlernen Genauigkeit.
15. Ohne neue Ziele kann d. Lehrplan nicht erfüllt werden. DG/GZ mit Computer muss als neues Fach konzipiert werden.
16. Problemlos.
17. Revolutionär, sehr interessant.
18. Speziell in der Unterstufe habe ich den Eindruck, dass die Schüler lieber auf Papier produzieren und die "CAD-Std." eine nette Auflockerung sind.
19. Verbesserte Motivation; umfangreichere und neue Problemstellungen möglich; LP wird erfüllt.
20. Verlernen räumliches Denken.
21. Viele angewandte Beispiele, komplexere Aufgaben, interessiertere Schüler.

Gefühlsebene

Bei Item 80 (vgl. Anhang „Fragebogen Neue Medien“) wurden zu dem Fragenbereich „Wie geht es der Lehrperson mit neuen Medien im Geometrieunterricht?“ 19 Antworten gegeben, auf nur etwa 8 % der Fragebögen wurden zu diesem Bereich Ergänzungen angebracht. Die Diskussion der Antworten ist im Abschnitt 5. Eine Kategorisierung der Aussagen erfolgte nach:

Positiv	01,14,16
Neue Erfahrung	05
Gemischte Gefühle	07
Technik ausgeliefert	02,11,15,18
SchülerInnenzahl	04,10,12,13
Disziplin	04
Mehr Stress	04,15
Zeitaufwand bei Vorbereitung u. Unterricht	01,06
Aus-,Weiterbildungsaspekte	02,17
Man muss mitmachen	19

Tabelle Ergänzungen - 3

Folgende Ergänzungen wurden vorgenommen:

1. Das Anwenden neuer Medien an sich ist kein besonderes Problem, das Erarbeiten neuer Inhalte mangels vorhandener Unterlagen aufwändig.
2. Detailinfos über Möglichkeiten fehlen!
3. Einziges Problem: Technik kann auch ausfallen.
4. Es ist mehr Stress (v.a. wenn man älter wird), da man sich auf ca. 15 Geräte konz. & mehr als 30 Schüler in GZ disziplinieren muss.
5. Es sollte jeder Lehrer nach längerer Dienstzeit wieder einmal die Erfahrung des Neuanfangs machen, da das eine Chance ist, dass man sensibler ...
6. Für uns Ältere verhältnismäßig großer Vorbereitungsbedarf. Zu komplexe Progr. verleiten z. Experimentieren - hält im Unterricht (zu) oft auf.
7. Gemischte Gefühle.
8. Ich kann dies nur hier schreiben: Die Fragen 71a-75b sind mehr als problematisch!!! Was heißt an Bedeutung verlieren"? Bedeutet das, man soll es nicht ...
9. Ich machte auch heuer zu Beginn des DG-Unterrichts und am Ende einen Raumvorstellungstest. Heuer hatten die Schüler/innen ACG. Die Verbesserungen ...
10. Ich würde gerne neue Medien verwenden. Mit 29 SchülerInnen in GZ bzw. 17 in DG bei 14 Computerarbeitsplätzen kann ich alles vergessen. Da müssten rasch ...
11. Manchmal techn. Probleme mit Soft-& Hardware.
12. Mit 13 Geräten und 27 Schülern schlecht!
13. Mit 30-32 Schülern ist es eine Zumutung im EDV-Raum zu unterrichten!
14. Sehr gut.
15. Stessig! Da die EDV-Säle nicht den notwendigen Voraussetzungen entsprechen (nicht sehr stabile Netzwerke)
16. Super!!!
17. Weiterbildung ist nötig.
18. Wir brauchen gut ausgebildete Systemadministratoren an jeder Schule!!!!
19. Wir haben gar keine andere Chance, der wir uns verschließen können. Das ist eine natürliche Entwicklung.

Freie Ergänzungen: „Inhaltliche Veränderungen“

Verwendete Konstruktionswerkzeuge

Bei Item 50 (vgl. Anhang „Fragebogen“) wurden zu dem Fragenbereich „Unterrichtsinhalte - Konstruktionswerkzeuge“ 12 Antworten gegeben, d. h. auf nur etwa 5% der Fragebögen wurden zu diesem Bereich Ergänzungen angebracht. Eine Diskussion der Antworten ist im Abschnitt 6 zu finden.

Eine Kategorisierung der Aussagen erfolgte nach:

Stundenzahl	01,09
Raumvorstellung	07
Wandlung	02
Didaktische Aspekte	04,06,09,10,
Händisches Zeichnen	03,07,12
Positive Aspekte	04,11
Negative Aspekte	03,04, 09, 10
Andere Probleme	06, 10

Tabelle Ergänzungen - 6

Die Ergänzungen waren:

1. 1Std GZ/Woche....minimale Möglichkeiten
2. Beide wandeln sich derzeit sehr.
3. Boolesche Operationen bei CAD 3D zum Teil sehr instabil!
4. Computer exakter, aber teilweise schade, das händische Konstruieren so zu vernachlässigen.
5. Differenzierung: Geom. in Mathe; GZ 3.Kl. (1Std.), GZ 4.Kl. (2Std.)
6. Grundideen mit der Hand (einfachere Bsp.); komplexe Sachen mit PC
7. Ich verwende in GZ und DG am meisten AutoCAD, daneben als Ergänzung etwas GAM. Freihandzeichnungen dienen u.a. zum Festigen der Raumvorstellung,
8. Man sollte alles schulen und lehren!
9. Nach den Stundenkürzungen in GZ verlor d. Gegenstand an Glaubwürdigkeit und es entstehen oft mühsame Diskussionen "warum man einen Bleistift kaufen soll".
10. Schüler schaffen es nicht mehr, das Arbeitsmaterial vollständig dabei zu haben.
11. Sinnvoller Computereinsatz um klass. Konstr. zu unterstützen!
12. Zirkel und Lineal sind immer noch wertvoll!!! Die Tendenzen, dies ganz abzuschaffen, sind mehr als problematisch!!!!!!!!!!

Auswirkungen auf konkrete Unterrichtsinhalte

Bei Item 70 (vgl. Anhang „Fragebogen“) wurden zu dem Fragenbereich „Auswirkungen auf konkrete Unterrichtsinhalte“ ebenfalls nur 12 Antworten gegeben, d. h. auf nur etwa 5% der Fragebögen wurden Ergänzungen angebracht. Eine Diskussion der Antworten ist im Abschnitt 6 zu finden.

Eine Kategorisierung der Aussagen erfolgte nach:

Wandlung	02,03,04,08,10,11
Negative Aspekte	12
Händisches Zeichnen	01,05
Positive Aspekte	06,07
Unsicherheit	02,11
Mehr Motivation	06,09

Tabelle Ergänzungen - 7

Hier die 12 Ergänzungen:

1. Einige Schüler, die nur mit Computer arbeiten, meinen dass sie i.d. Schule lieber "händisch" zeichnen würden.
2. Entwicklung noch nicht absehbar.
3. Es gibt gew. Verschiebungen und Veränderungen.
4. Es sind mehr Arbeitsplätze und kleinere Gruppe notwendig, um dies umzusetzen.
5. Grundlagen müssen bleiben, Übung wird verloren gehen.
6. Macht Schülern mehr Spaß, einfacher zu verstehen, anschaulicher.
7. Man kann früher und daher besser auf geometrische Inhalte und Querverbindungen eingehen. Das Zeichnen- und Schreibenüben entfällt, ...
8. Manche traditionelle Inhalte verlieren völlig an Bedeutung, dafür kommen mindestens genauso interessante neue Inhalte dazu.
9. Motivationssteigerung!
10. Tuschezeichnungen und Genauigkeit werden für Schüler nicht mehr notwendig.
11. Wer wird in Zukunft noch wissen, was i. d. Geometrie "Sache" ist?
12. Zeitverlust durch Erklärungsbedarf von Software und Hardware, sowie durch technische Probleme; organisatorische Probleme durch Notwendigkeit des Computereinsatzes.

Anhang „Lehrpläne“

Auszüge aus den zurzeit geltenden Lehrplänen

Geometrisches Zeichnen

(gleich für HS und Realgymnasium)

GZ 3. und 4. Klasse - Lehrplan (gemäß BGBl. II Nr. 134/2000)⁴⁶¹

GEOMETRISCHES ZEICHNEN

Bildungs- und Lehraufgabe:

- Richtige Handhabung und Wartung fachspezifischer Werkzeuge, jeweils in Abstimmung mit der Aufgabenstellung;
- Informationsgewinn durch geeignete Ausfertigung graphischer Arbeiten;
- Erkennen von Strukturen und Eigenschaften geometrischer Objekte;
- Erkennen geometrischer Grundfiguren in größeren Zusammenhängen;
- Entwickeln von Objekten durch Transformieren und Modellieren;
- Anwenden geometrischer Grundkenntnisse auf naturwissenschaftliche und technische Problemstellungen;
- Erkennen und Verwenden der Geometrie als Sprache; Einsetzen von Handskizzen als Hilfsmittel bei der Entwurfsarbeit, aber auch als selbstständige Darstellungsform;
- Anwendung geeigneter Abbildungsverfahren;
- Interpretation und Weiterentwicklung geometrischer Darstellungen;
- Anwendung geeigneter Unterrichtssoftware (*2D-Systeme*, *3D-Systeme*).

Beitrag zu den Aufgabenbereichen der Schule:

Der Unterricht in Geometrischem Zeichnen verknüpft die Vorstellung von den Erscheinungen der Welt in uns und das Verständnis für Raum und Figur. Diese Grunderfahrungen tragen zur Erkenntnis bei, dass Phänomene existieren, die unabhängig von der augenblicklichen Befindlichkeit des Menschen sind. Die oder der Einzelne gewinnt Gestaltungsfreiheit und kann sein technisches Grundwissen in den Dienst der Gemeinschaft stellen.

Beiträge zu den Bildungsbereichen:

Sprache und Kommunikation:

Sprache als Kommunikationsmittel für das Beschreiben und Erklären geometrischer Objekte und Vorgänge, die Zeichnung als Sprache der Technik, Präzision im sprachlichen Ausdruck; Zeichnungen als Mittel der interkulturellen Verständigung.

Mensch und Gesellschaft:

⁴⁶¹ Quelle: <http://www.bmbwk.gv.at/medienpool/785/ahs10.pdf> [Referenz: 28. 2. 2006].

Vorbereitung auf die Berufswelt (zB zweckentsprechender Einsatz von Werkzeugen), die Vorteile von Gründlichkeit und Ordnung erkennen.

Natur und Technik:

Erfassen, Strukturieren, Modellieren geometrischer Objekte, Erfassen und Diskutieren von

Bewegungsvorgängen und Transformationen im Raum, Raumvorstellungs- und Intelligenztraining.

Kreativität und Gestaltung:

Individuelles Gestalten von geometrischen Objekten und Modellen, kreatives Lösen von geometrischen Problemstellungen, einen angemessenen Anspruch an Sauberkeit und Genauigkeit graphischer Ausfertigung entwickeln; Endausfertigung von Zeichnungen nach ästhetischen Gesichtspunkten.

Gesundheit und Bewegung:

Entwicklung der Feinmotorik.

Didaktische Grundsätze:

Der Unterricht soll auf die Selbsttätigkeit der Schülerinnen und Schüler ausgerichtet sein; d. h. der rezeptive Anteil ist auf die Vermittlung grundsätzlicher Überlegungen und einführende Unterrichtssequenzen zu beschränken.

Abgesehen von ausdrücklich streng gefassten Arbeitsaufträgen soll solchen Aufgaben, die die Kreativität und selbstständige Gestaltungskraft der Schülerinnen und Schüler anregen, der Vorzug gegeben werden.

Die Freihandskizze ist als ein unverzichtbares Hilfsmittel bei der Entwurfsarbeit, aber auch als selbstständige Darstellungsform einzusetzen.

Beim Einsatz von CAD-Systemen ist auf die Verfügbarkeit geeigneter Arbeitsmittel zur Einzel- oder Partnerarbeit hinzuwirken. Dabei ist auf die sachgerechte und intelligente Nutzung zu achten.

Die Konstruktion auf dem Zeichenblatt soll durch Modelle und andere Hilfsmittel, die der Entwicklung der Raumanschauung dienen bzw. die geometrischen Hintergründe deutlich machen, begleitet werden.

Bei der Behandlung von Raumobjekten sollen Aussagen über geometrische Inhalte und Beziehungen vorwiegend aus der jeweiligen Raumsituation entwickelt werden.

Bei der Abbildung von Raumobjekten soll stets exakt zwischen einer Betrachtung der Raumsituation und einer Beschreibung des Bildes unterschieden werden.

Es ist größter Wert auf Genauigkeit und Sauberkeit zu legen. Der graphischen Gestaltung der Arbeiten kommt - abgestimmt auf die jeweils verwendete Ausfertigungstechnik - besondere Bedeutung zu.

Auf Anwendung der Fachsprache ist zu achten.

Die Schülerinnen und Schüler sind zu einer geeigneten Form der Dokumentation der Unterrichtsarbeit anzuhalten.

Lehrstoff:

Kernbereich:**3. Klasse:****Ebene Geometrie:**

Kennenlernen und Anwenden von geometrischen Grundelementen und Grundstrukturen.
Eigenständiges Gestalten von Ornamenten und Mustern. Spielerisches Experimentieren.
Anwendung von 2D-Systemen.

Axonometrische Darstellungen ebenflächig begrenzter geometrischer Körper:

Kartesisches Koordinatensystem.
Spezielle axonometrische Darstellungen; Sichtbarkeitsüberlegungen.
Ebene Schnitte, einfache Verschneidungen.
Einführung in ein geeignetes 3D-System.
Modellierungsvorgänge; Beispiele aus Alltag, Architektur, Technik.
Erkennen räumlicher Zusammenhänge.

Haupttrisse:

Grund-, Auf- und Kreuzriss: Herstellen und rekonstruierendes Lesen solcher Risse.

4. Klasse:**Mehrbilderverfahren:**

Seitenrisse als Darstellungsmittel und Konstruktionshilfe: wahre Länge; wahre Gestalt.
Werkzeichnungen; Bemaßung; Maßstab.

Perspektive:

Grundeigenschaften und ihre Anwendung auf einfache Darstellungen.

Ellipse:

Anschauliche Erzeugung; Eigenschaften; Anwendungen.

Krumme Flächen:

Beispiele, Darstellungsskizzen; Betrachtung und Darstellung: Drehzylinder, Drehkegel, Kugel.
Modellierungsvorgänge; Annäherung im Rahmen geeigneter 3D-Systeme.

Erweiterungsbereich:

Die Inhalte des Erweiterungsbereichs werden unter Berücksichtigung der Bildungs- und Lehraufgabe sowie der Didaktischen Grundsätze festgelegt (siehe den Abschnitt "Kern- und Erweiterungsbereich" im dritten Teil).

AHS "Alter Lehrplan" (von 1989/90⁴⁶², auslaufend ab 2004/05⁴⁶³)
(gültig in der 7. Klasse bis 2005/06, in der 8. Klasse bis 2006/07)

DARSTELLENDGEOMETRIE

Bildungs- und Lehraufgabe:

Der Unterricht in Darstellender Geometrie soll zum Erreichen der folgenden Ziele beitragen, die sowohl fachspezifische als auch fachübergreifende Aspekte enthalten.

Fachspezifische Ziele:

Die Schüler sollen befähigt werden zum

- Erfassen, Analysieren und sprachlich angemessenen Beschreiben geometrischer Formen und Strukturen, insbesondere der für technische Anwendungen wichtigen Kurven und Flächen;
- Lösen räumlicher Probleme unter Verwendung einer Konstruktionszeichnung;
- Erfassen der benützten geometrischen Begriffsbildungen;
- Anfertigen von Handskizzen räumlicher Objekte;
- Erkennen, welche Abmessungen ein Objekt bestimmen;
- Herstellen von Entwürfen;
- zeichnerischen Darstellen räumlicher Objekte durch geeignete Abbildungsverfahren;
- Lesen zeichnerischer Darstellungen räumlicher Gebilde;
- Beherrschen von Zeichentechniken.

Fachübergreifende Ziele:

Die Schüler sollen befähigt werden zum

- Denken in räumlicher Anordnung (Raumvorstellung);
- Verwenden der Konstruktionszeichnung als ein in technischen Belangen der Sprache überlegenes Kommunikationsmittel;
- gewissenhaften, genauen und sauberen Arbeiten, selbstkritischen logischen Denken und präzisen sprachlichen Formulieren;
- Erkennen von Querverbindungen zur Mathematik, zur Informatik, zu den Naturwissenschaften, zur Technik und zur Bildenden Kunst;
- Weiterentwickeln ihrer graphischen Fähigkeiten.

Lehrstoff:

Die bei den einzelnen Lernzielen und Lerninhalten angeführten Tätigkeiten beschreiben jene speziellen Lernziele und Lerninhalte, welche zum Erreichen der in der Bildungs- und Lehraufgabe formulierten allgemeineren Ziele erforderlich sind. Mit „allenfalls“ sind jene Stoffgebiete bezeichnet, die weggelassen werden können, ohne den weiteren Aufbau des Faches zu beeinträchtigen. Die Reihenfolge der angeführten Stoffgebiete ist eine Empfehlung und stellt keine Unterrichtsvorschrift dar. Allerdings ist auf den aufbauenden Charakter des Unterrichtsgegenstandes Darstellende Geometrie zu achten. Querverbindungen zu den Unterrichtsgegenständen Mathematik und Bildnerische Erziehung bieten sich bei fast allen Stoffgebieten an. Spezielle Querverbindungen zu anderen Unterrichtsgegenständen sind an der betreffenden Stelle angegeben.

⁴⁶² Vgl. http://www.bmbwk.gv.at/schulen/unterricht/lp/abs/ahs_lehrplaene_oberstufe.xml [Referenz: 11. 2. 2006].

⁴⁶³ Quelle: http://www.bmbwk.gv.at/medienpool/7018/darst_geometrie_ost.pdf [Referenz: 28. 2. 2006].

7. Klasse (2 Wochenstunden):**Lernziele und Lerninhalte:****Grundbegriffe:**

Anschauliches Vertrautmachen mit den Grundbegriffen der räumlichen Geometrie und der Projektion als *Abbildung*⁴⁶⁴. Kennenlernen und Beherrschen der Eigenschaften der *Parallelprojektion*. Erfassen räumlicher Objekte mit Hilfe eines *kartesischen Rechtssystems*.

Axonometrische Risse, Normalrisse in den Koordinatenebenen:

Herstellen axonometrischer Risse durch *koordinatenmäßiges Aufbauen* von ebenflächig begrenzten Körpern, insbesondere technischen Objekten in einfacher Lage zu den Koordinatenebenen. Diskutieren axonometrischer Angaben unter Hinweis auf den *Satz von Pohlke*. Konstruieren von frontallaxonometrischen Rissen (*Kavalierissen*) und horizontalaxonometrischen Rissen (*Militärissen*). Herleiten von Grund-, Auf- und Kreuzriß (*Haupttrisse*) als *Normalrisse*. Anordnen der *Haupttrisse* in

der Zeichenebene. Konstruieren axonometrischer Risse aus gegebenen Haupttrissen und umgekehrt. Herstellen von Querverbindungen zur Chemie und Physik (zB *Handskizzen* von Versuchsanordnungen) und zur Biologie und Umweltkunde (zB *Kristallformen*).

Allenfalls: Gewinnen der Abbildungsgleichungen zur Herstellung von axonometrischen Rissen und Parallelrissen.

Lösung stereometrischer Aufgaben in zugeordneten Normalrissen:

Angittern in einer Ebene und Lösen von *Schnittaufgaben* und *Maßaufgaben* unter Verwendung zugeordneter Normalrisse. Einsetzen von *Seitenrissen* vornehmlich als Konstruktionsprinzip. Herstellen zugeordneter Normalrisse von ebenflächig begrenzten *Körpern in allgemeiner Lage* zu den Bildebenen.

Allenfalls: Konstruieren der Netze von Objekten, die aus Prismen oder Pyramiden bestehen.

Allenfalls: Ermitteln von Parallelschatten an ebenflächig begrenzten Körpern.

Schnitte von Prismen- und Zylinderflächen:

Herstellen axonometrischer Risse und zugeordneter Normalrisse von *Prismenflächen mit ebenen Schnitten*. Punkt- und tangentialweises *Ermitteln ebener Schnitte von Zylinderflächen*. Erarbeiten der durch die parallelen Erzeugenden vermittelten *Zuordnung zweier Schnittebenen* (Parallelperspektivität) und der *perspektiven Affinität*. Anwenden auf *Schnittaufgaben*.

Allenfalls: Konstruieren der Verschneidung von Objekten, die aus Prismen oder Pyramiden bestehen.

Normalrisse von Kreisen und Kugelflächen:

Ermitteln des *Normalrisses* von Kreisen. Konstruieren einer *Ellipse aus den Hauptscheiteln und einem Punkt*. Herstellen des Zusammenhangs mit der *Brennpunktdefinition einer Ellipse*. Arbeiten mit der perspektiven Affinität einer Ellipse zu den *Scheitelkreisen*. Herstellen der Normalrisse von durch ihren *Leitkreis festgelegten Drehzylinderflächen*. Ermitteln des *Normalrisses von Kugelflä-*

⁴⁶⁴ Hinweis: *kursiv* sind alle Fachbegriffe gekennzeichnet, die konkrete Inhalte vorgeben (im Vergleich mit dem Lehrplan AHS ab 2004/05). Alleine in der 7. Klasse werden auf diese Art (außerhalb der “Allenfalls-Bereiche”) mehr als 30 konkrete geforderte Inhalte gezählt.

chen und ihrer *ebenen Schnitte*. Erarbeiten der Begriffe *Tangentialebene*, *Kontur* (wahrer Umriß) und *Umriß* (scheinbarer Umriß) krummer Flächen. Herstellen von Querverbindungen zur *Geographie* und *Wirtschaftskunde* (Erdkugel) und *Physik*.

Schriftliche Arbeiten:

Regelmäßig Hausübungen; ein Programm pro Semester (Ausführung als Bleistift- und Tuschearbeit). Drei zweistündige Schularbeiten, davon eine im ersten Semester (diese kann in Form von zwei einstündigen Schularbeiten abgehalten werden).

Didaktische Hinweise zur 7. Klasse:

Zu „Grundbegriffe“:

Geraden und Ebenen sind als Punktmengen unter Verzicht auf Axiomatik zu behandeln. Diskutieren von paralleler und normaler Lage. Gegenüberstellen der Begriffe Strecke und Gerade, Ebene Figur und Ebene, Körper und Fläche.

Anschauliches Entwickeln der grundlegenden Eigenschaften der Parallelprojektion: Parallelen-treue, Teilverhältnistreue, insbesondere Mittelpunktstreue. Projizierende Lage und Hauptlage von Geraden und Ebenen. Es genügt ein kurzer Hinweis auf die Zentralprojektion; die Begriffe Fernpunkt und Ferngerade bleiben zweckmäßigerweise der 8. Klasse vorbehalten.

Zu „**Axonometrische Risse, Normalrisse in den Koordinatenebenen**“: Axonometrische Risse und Hauptrisse sollen parallel zueinander unter konsequenter Verwendung eines räumlichen kartesischen Rechtssystems eingeführt werden. Entsprechend der Herleitung der Hauptrisse in Zusammenhang mit axonometrischen Rissen ist es zweckmäßig, auf die Verwendung von Rißachsen weitgehend zu

verzichten und nicht unbedingt die Zeichenebene mit einer Bildebene zu identifizieren. Es sind nicht nur Schrägrisse in Koordinatenebenen zu verwenden. Die normale Axonometrie bleibt der 8. Klasse vorbehalten. Im Hinblick auf Anwendungen in der Technik erscheint es zweckmäßig, auch mit gepaarten Normalrissen in nicht geordneter Lage zu arbeiten. Falls die Abbildungsgleichungen behandelt wurden und Programmierkenntnisse der Schüler dies ermöglichen, kann auf die Herstellung axonometrischer Risse ebenflächig begrenzter Körper mit Hilfe eines PC hingewiesen werden.

Zu „Lösung stereometrischer Aufgaben in zugeordneten Normalrissen“:

Es ist zweckmäßig, bei der konstruktiven Behandlung von Ebenen auf die Verwendung von Spuren zu verzichten. Das Messen von Abständen und Winkeln ist zuerst im Raum zu erklären und dann zu zeigen, daß die konstruktive Behandlung der Maßaufgaben auf die Ermittlung der Länge einer Strecke, auf die Ermittlung der Abmessungen einer ebenen Figur durch Drehen der Ebene in eine Hauptebene und

auf die aus dem Satz vom rechten Winkel folgende Bedingung für die orthogonale Lage einer Geraden und einer Ebene zurückgeführt werden kann. Zugeordnete Normalrisse von ebenflächig begrenzten Körpern in allgemeiner Lage sollen nur exemplarisch zur Einübung der Grundaufgaben und zur Schulung des räumlichen Denkens eingesetzt werden. Besonders an dieser Stelle sollen axonometrische

Handskizzen zur Erarbeitung des Konstruktionsganges benützt werden. Aufgaben sind zu vermeiden, die nur durch besondere geometrische „Tricks“ lösbar sind. Schatten sollen die räumliche

Gliederung von Objekten in der Zeichnung betonen, sodaß sich vor allem ihre Konstruktion in axonometrischen Rissen anbietet. Bei zugeordneten Normalrissen sollen gebrochene Schatten auf verschiedene Bildebenen vermieden werden.

Zu „**Schnitte von Prismen- und Zylinderflächen**“: Es ist zweckmäßig, Prismen- und Zylinderflächen durch Bewegung einer Geraden zu erzeugen. Die in diesem Stoffgebiet genannten Abbildungen können schon früher erarbeitet werden. Die perspektive Affinität ist auch anhand planimetrischer Aufgaben einzuüben; auf aus dem Mathematikunterricht bekannte Sonderfälle der perspektiven Affinität ist hinzuweisen.

Zu „**Normalrisse von Kreisen und Kugelflächen**“: Für Ellipsenkonstruktionen im Rahmen der Darstellenden Geometrie empfiehlt sich die Verwendung eines perspektiv affinen Kreises. Konjugierte Durchmesser der Ellipse sind der 8. Klasse vorbehalten. Die Begriffe Tangentialebene, Kontur und

Umriß sollen allgemein erläutert werden. Auf die Ermittlung der Konturpunkte von Flächenkurven ist Wert zu legen. Wie bei jeder Flächenklasse sollte auch bei Kugelflächen zuerst die bereits bei den Ebenen behandelte Vervollständigungsaufgabe gelöst werden. Praxisnahe Aufgaben über Kugelflächen sind vorzuziehen.

8. Klasse (2 Wochenstunden):

Lernziele und Lerninhalte:

Parallelrisse von Ellipsen, von Drehzylinder- und Drehkegelflächen:

Ermitteln des *Parallelrisses von Ellipsen*⁴⁶⁵, insbesondere von *Kreisen*. Arbeiten mit *konjugierten Durchmessern*, der *Rytzschen Achsenkonstruktion* und der *perspektiven Affinität einer Ellipse* zu einem Kreis. Herstellen axonometrischer Risse und zugeordneter Normalrisse von *Drehzylinder- und Drehkegelflächen* sowie von *Drehzylinderflächen mit ebenen Schnitten*.

Allenfalls: Konstruieren zugeordneter Normalrisse von Verschneidungen bisher behandelter Flächen vornehmlich mit Drehzylinderflächen, deren Erzeugenden in einem Riß projizierend sind.

Allenfalls: Herstellen von Parallelrissen von Kreiszyylinder- und Kreiskegelflächen.

Allenfalls: Konstruieren von Verebnungen drehzylindrischer und drehkegelförmiger Objekte.

Normale Axonometrie:

Herstellen normalaxonometrischer Risse von bisher behandelten Kurven und Flächen und deren ebenen Schnitten. Arbeiten mit dem *Einschneideverfahren*.

Allenfalls: Ermitteln normalaxonometrischer Risse von Verschneidungen bisher behandelter Flächen vornehmlich mit Drehzylinderflächen, deren Erzeugenden zu einer Koordinatenachse parallel sind.

Allenfalls: Ermitteln der numerischen Bedingungen für eine normalaxonometrische Angabe zur Vorbereitung der Konstruktion normalaxonometrischer Risse mit Hilfe eines PC.

Ebene Schnitte von Pyramiden- und Kegelflächen:

⁴⁶⁵ Hinweis: *kursiv* sind alle Fachbegriffe gekennzeichnet, die konkrete Inhalte vorgeben (im Vergleich mit dem Lehrplan AHS ab 2004/05). In der 8. Klasse werden auf diese Weise (außerhalb der “Allenfalls-Bereiche”) ebenfalls mehr als 30 explizit angeführte Fachbegriffe aufgelistet.

Herstellen axonometrischer Risse und zugeordneter Normalrisse von *Pyramidenflächen mit ebenen Schnitten*. Punkt- und tangentialweises Ermitteln ebener Schnitte von *Kegelflächen*. Einführen der *Fernpunkte* von Geraden und der *Ferngeraden* von *projektiv abgeschlossenen Ebenen*. Erarbeiten der durch die Erzeugenden vermittelten Zuordnung zweier projektiv abgeschlossener Schnittebenen (*Perspektivität*) und der *perspektiven Kollineation*. Anwenden auf Schnittaufgaben. Herstellen zugeordneter *Normalrisse von ebenen Schnitten einer Drehkegelfläche*, deren Achse zu einer Bildebene parallel ist. Ermitteln des einer *Parallelrisses einer Parabel und Hyperbel*. Herstellen von Querverbindungen zur Physik (zB *Bahnen der Himmelskörper*).

Allenfalls: Arbeiten mit der perspektiv kollinearen Abbildung einer Ellipse, insbesondere eines Kreises.

Allenfalls: Herstellen von Parallelrissen ebener Schnitte von Kreiskegelflächen.

Allenfalls: Konstruieren der Verebnung eines Drehkegelstumpfes.

Zentralprojektion:

Anschauliches Vertrautmachen mit der *Zentralprojektion* als Abbildung sowie mit den Begriffen *Verschwindungsebene*, *Fluchtpunkt* und *Fluchtgerade*. Herstellen von Zentralrissen ebenflächig begrenzter Körper bei *horizontaler Blickachse*. Diskutieren der Beziehungen zwischen der geometrischen Zentralprojektion und dem Sehvorgang bzw. der *Fotografie*.

Allenfalls: kritisches Auseinandersetzen mit der Perspektive in der Bildenden Kunst.

Allenfalls: Ermitteln des Zentralrisses von Kreisen.

Allenfalls: Behandeln der numerischen Perspektive als Grundlage zur Herstellung von Zentralrissen mit Hilfe eines PC.

Wiederholung und Ausblick:

Zusammenfassendes Überblicken, Wiederholen und Vertiefen der in der Darstellenden Geometrie gelernten Methoden zur Analyse geometrischer Formen. Anwenden dieser Methoden auf Vertreter mindestens einer der folgenden Flächenklassen: *Drehflächen* (insbesondere einschalige *Drehhyperboloide*, *Drehparaboloide* und *Torusflächen*), *Schiebflächen* und *Regelflächen* (insbesondere *Wendelflächen* und *HP-Flächen*).

Allenfalls: Herleiten von Parametrisierungen von Flächen der genannten Art als Grundlage zur Herstellung von axonometrischen Rissen mit Hilfe eines PC.

Schriftliche Arbeiten:

Regelmäßig Hausübungen; ein Programm pro Semester (Ausführung als Bleistift- oder Tuscharbeit). Drei Schularbeiten, zwei zweistündige im ersten Semester, eine dreistündige im zweiten Semester.

Didaktische Hinweise zur 8. Klasse:

Zu „**Parallelrissen von Ellipsen, von Drehzylinder- und Drehkegelflächen**“:

Wenn Sätze der Kegelschnittslehre beweislos angeboten werden, so ist auf diese Lücken hinzuweisen. Die Vervollständigungsaufgabe sowie Tangenten und Tangentialebenen der angeführten Flächen sind zu behandeln. Gegebenenfalls kann man sich auf die Ermittlung von Normalrissen von Drehzylinder- und

Drehkegelflächen beschränken. Schnitteleipsen sind nicht nur punkt- und tangentialweise zu ermitteln; die in der 7. Klasse behandelten Abbildungen sind zu verwenden. Auf die Ermittlung der Konturpunkte der Schnitteleipsen ist Wert zu legen.

Von Schnittkurven krummer Flächen sind auch Tangenten zu ermitteln. Bedingungen für das Zerfallen von Schnittkurven sind entweder elementar zu begründen (zB Schnittkurve zweier gleich großer Drehzylinderflächen mit schneidenden Achsen) oder als unbewiesene Sätze anzugeben. Auf den Einsatz algebraischer Methoden unter Verwendung des Ordnungsbegriffs für Raumkurven sollte man verzichten. Auf praxisnahe Beispiele aus dem Bauwesen und aus dem Maschinenbau ist Wert zu legen. Beim Konstruieren von Verebnungen können von den Leitkreisen verschiedene Flächenkurven punkt- und tangentialweise abgewickelt und aufgewickelt werden.

Zu „**Normale Axonometrie**“:

Die normale Axonometrie ist im Anschluß an das Stoffgebiet Axonometrie der 7. Klasse einzuführen; dabei sind die Verzerrungen einer normalaxonometrischen Angabe konstruktiv zu ermitteln. Auf Vorteile hinsichtlich der Kreisdarstellung und der Ermittlung des Kugelumrisses ist hinzuweisen. Bezüglich der Schnittkurven krummer Flächen wird auf die didaktischen Hinweise des vorhergehenden Stoffgebietes verwiesen.

Zu „**Ebene Schnitte von Pyramiden- und Kegelflächen**“:

Es ist zweckmäßig, Pyramiden- und Kegelflächen durch Bewegung einer Geraden zu erzeugen. Auf die Einordnung der perspektiven Affinitäten unter die perspektiven Kollineationen sowie auf weitere aus dem Mathematikunterricht bekannte Sonderfälle der perspektiven Kollineationen ist hinzuweisen. Ebene Schnitte von Drehkegelflächen sind nicht nur punkt- und tangentialweise zu ermitteln. Zum Nachweis von Parabel- und Hyperbeleigenschaften können Hilfsmittel der Analytischen Geometrie herangezogen werden. Wenn Sätze aus der Kegelschnittslehre beweislos angeboten werden, so ist auf diese Lücken

hinzuweisen. Gegebenenfalls genügt die Beschränkung auf in einem Riß projizierende Schnittebenen. Auf die Ermittlung der Konturpunkte bei ebenen Schnitten ist Wert zu legen. Beim Konstruieren von Verebnungen können vom Leitkreis verschiedene Flächenkurven punkt- und tangentialweise abgewickelt und aufgewickelt werden.

Zu „**Zentralprojektion**“:

Auf die Behandlung des Doppelverhältnisses kann verzichtet werden. Das Durchschnitsverfahren soll behandelt werden. Es ist zweckmäßig, die aus der 7. Klasse bekannte axonometrische Methode, die auf dem Einmessen von Koordinatenwegen in das Bild des Koordinatensystems beruht, unter Benützung der

Meßpunkte der Koordinatenachsen auch zur Konstruktion von Zentralrissen heranzuziehen. Gegebenenfalls kann das Verfahren durch Paralleldrehen von horizontalen oder von lotrechten Ebenen vereinfacht werden. Der Zentralriß eines Kreises kann nach dem Durchschnitsverfahren oder - falls diese Möglichkeit zur Verfügung steht - mit Hilfe der perspektiven Kollineation zum Zentralriß des parallelgedrehten Kreises konstruiert werden.

Gegebenenfalls kann man sich auf punkt- und tangentialweises Konstruieren des Zentralrisses eines Kreises beschränken. Bei der Auswahl der Beispiele ist auf Praxisnähe zu achten.

Zu „**Wiederholung und Ausblick**“:

Beim zusammenfassenden Überblick ist die anwendungsorientierte Seite der Darstellenden Geometrie zu betonen. Zu diesem Zweck können Objekte aus der Erfahrungswelt der Schüler behandelt werden; dabei ist auch auf die Ermittlung der zur Festlegung eines Objektes notwendigen Maße zu achten. Aussagen der

algebraischen Geometrie sollten im zusammenfassenden Überblick nicht enthalten sein.

Die ausgewählten Flächen sollen anhand exemplarischer Beispiele besprochen werden. Dabei bieten sich insbesondere die Vervollständigungsaufgabe, die Festlegung einer Tangentialebene, die Umrißermittlung sowie die punkt- und tangentialweise Konstruktion von Schnittkurven an. Bei der Wahl der Beispiele ist auf Praxisnähe zu achten.

Didaktische Grundsätze:

Die Grundbegriffe sollen möglichst von bekannten räumlichen Objekten ausgehend erarbeitet werden, damit der Schritt von unmittelbarer Objektbetrachtung zu selbständiger Raumvorstellung erleichtert wird. Das räumliche Vorstellungsvermögen wird vor allem geschult, wenn die Lösungsstrategien anhand der räumlichen Gegebenheiten - nach Möglichkeit am Originalobjekt oder an einem Modell- entwickelt und in der Konstruktionszeichnung nachvollzogen werden. Die zunehmende Bedeutung des computerunterstützten Konstruierens legt die konsequente Verwendung eines Koordinatensystems nahe. Das Herstellen von Bildschirm- und Plotterzeichnungen ist nicht Ziel des Unterrichtsgegenstandes Darstellende Geometrie; jedoch können interessierten und vorgebildeten Schülern Hilfestellungen zur Selbsttätigkeit auf diesem Gebiet geboten werden. Zur Stützung der Raumanschauung empfiehlt es sich, axonometrische Risse und Handskizzen durchgehend zu verwenden.

Nur im Prinzip richtige Zeichnungen entsprechen nicht dem Lernziel. Färbiges Hervorheben wichtiger Konstruktionsteile ist gegebenenfalls zweckmäßig. Eine saubere und gefällige Ausführung der Arbeiten ist anzustreben. Die Schüler sind zur Verwendung verschiedener Linienbreiten und Linienarten sowie zur sauberen und sinnvollen Beschriftung anzuhalten und sollen zur laufenden Kontrolle der

Zeichengenaugigkeit gebracht werden. Der Darstellung von Objekten ist der Vorzug gegenüber theoretischen Aufgaben zu geben, und der problemlösende Aspekt der Darstellenden Geometrie ist zu betonen. Bei technischen Objekten ist darauf zu achten, daß einerseits die auftretenden geometrischen Formen nicht zu kompliziert sind und andererseits zu häufige Wiederholungen gleichartiger Konstruktionen vermieden werden. Es sollen auch das ästhetische Empfinden geschult und die Freude an der Form gefördert werden.

Bei Programmmentwürfen ist auf die Kreativität besonderer Wert zu legen. Bei schriftlichen Arbeiten soll das Format A 3 nicht überschritten werden. Aus der Mathematik vertraute Begriffe sind auch im Unterricht der Darstellenden Geometrie zu verwenden (zB: Abbildungsbegriff, Symbole aus der Mengenlehre, Tangentenbegriff). Zwar ist bei Beweisführungen die konstruktive Denkweise zu bevorzugen, es können jedoch zur Zeitersparnis Kenntnisse aus der Analytischen Geometrie herangezogen werden. Spezielle didaktische Hinweise befinden sich im Anschluß an die Auflistung der Stoffgebiete der jeweiligen Klasse.

Lehrplan AHS ab 2004/05 (aufsteigend ab der 5. Klasse⁴⁶⁶, im Fach Darstellende Geometrie erstmals in der 7. Klasse im Schuljahr 2006/07 gültig)

DARSTELLENDGEOMETRIE

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Bedeutung der Darstellenden Geometrie in der allgemein bildenden höheren Schule beruht auf folgenden wesentlichen Aspekten:

- die Grundsätze der Geometrie sind die Basis für zeitlose, unveränderliche und in vielen Gebieten anwendbare Denkstrukturen und haben daher den Charakter einer Schlüsselqualifikation
- die Geometrie als Mittel zur eindeutigen Beschreibung von Raumsituationen ist das adäquate Instrument zur Analyse und Lösung räumlicher Probleme
- das händische Konstruieren einerseits und die Verwendung zeitgemäßer 3D-CAD-Software andererseits fördern das Erkennen bzw. die Kenntnis der geometrischen Zusammenhänge
- das Arbeiten mit virtuellen Objekten erfordert ein hohes Maß an räumlichem Vorstellungsvermögen

Die Schülerinnen und Schüler sollen durch den Einsatz klassischer konstruktiver Methoden und zeitgemäßer CAD-Technologien befähigt werden, folgende Ziele zu erreichen:

- Weiterentwicklung der Raumvorstellung und des konstruktiven Raumdenkens
- Erfassen, Analysieren und sprachlich angemessenes Beschreiben geometrischer Formen und Strukturen
- Erkennen der zur Festlegung eines Objekts notwendigen geometrischen Parameter
- Modellierung abstrakter und angewandter Objekte aus der Umwelt der Schülerinnen und Schüler
- Lösen räumlicher Aufgaben unter Verwendung adäquater geometrischer Methoden und geeignete Dokumentation der Ergebnisse
- Förderung der algorithmischen Denkfähigkeit durch die Beschäftigung mit raumgeometrischen Problemen
- Anfertigen von geometrisch richtigen Handskizzen räumlicher Objekte
- Lesen und Herstellen von Rissen räumlicher Gebilde
- Befähigung zum sinnvollen Einsatz geeigneter 3D-CAD-Software

Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein, Querverbindungen zur Mathematik, zur Informatik,

zu den Naturwissenschaften, zur Technik und zur bildenden Kunst zu erkennen und geometrische Grundkenntnisse auf naturwissenschaftliche und technische Problemstellungen anzuwenden.

Der Unterricht in Darstellender Geometrie bildet die Brücke zwischen den realen Objekten der Umwelt und den Modellen im virtuellen Raum. Der dazu notwendige Abstraktionsschritt fördert folgende

Handlungskompetenzen:

- Sachkompetenz (Verstehen räumlicher Zusammenhänge; Lösen räumlicher Problemstellungen; Verwenden geometrischer Erkenntnisse als sprachunabhängiges Kommunikationsmittel usw.)

⁴⁶⁶ Quelle: http://www.bmbwk.gv.at/medienpool/11863/lp_neu_ahs_11.pdf [Referenz: 28. 2. 2006].

- Methodenkompetenz (Fähigkeit der Anwendung analytischer und konstruktiver Verfahren; Einsatz adäquater Methoden wie Freihandskizzen, Konstruktionszeichnungen und 3D-CAD-Software; Präsentation der Ergebnisse unter Verwendung geeigneter Medien usw.)
- Sozialkompetenz (Team-, Gruppen- und Partnerarbeit; Argumentieren und Begründen eigener Erkenntnisse usw.)
- Selbstkompetenz (Fähigkeit zum strukturierten Denken; Kreativität; Reflexionskompetenz usw.)

Beitrag zu den Aufgabenbereichen der Schule:

Die bereits im Lehrplan der Unterstufe definierten Beiträge im Gegenstand Geometrisches Zeichnen sind

altersadäquat weiter zu entwickeln und zu vertiefen.

Beiträge zu den Bildungsbereichen:**Sprache und Kommunikation:**

Verbale Beschreibung geometrischer Objekte und Vorgänge; geometrische Erkenntnisse als Mittel der

interkulturellen Verständigung; Präzision der Sprachverwendung

Mensch und Gesellschaft:

Vorbereitung auf die Berufswelt und weiterführende Ausbildung (zB Zertifizierungen); adäquater Einsatz

zeitgemäßer Medien; Präsentation eigener Arbeiten (zB in virtuellen Galerien im Internet)

Natur und Technik:

Raumvorstellungs- und Intelligenztraining; Erfassen, Analysieren und Modellieren technischer Objekte;

Lösen raumgeometrischer Probleme aus dem naturwissenschaftlichen und technischen Bereich; Orientierung in virtuellen 3D-Welten

Kreativität und Gestaltung:

Kreatives und individuelles Entwerfen geometrischer Objekte und Modelle sowie deren Präsentation auch

mit modernen Medien

Gesundheit und Bewegung:

Förderung räumlicher Orientierungsfähigkeit; Übungen zur kinetischen Raumvorstellung

Didaktische Grundsätze:

Ausgehend von bekannten räumlichen Objekten aus der Vorstellungswelt der Schülerinnen und Schüler

sind geometrische Grundbegriffe zu erarbeiten. Damit wird der Schritt von der unmittelbaren Objektbetrachtung zur selbstständigen Raumvorstellung erleichtert.

Dreidimensionale Objekte sind hinsichtlich ihrer Formen, Strukturen und geometrischen Gesetzmäßigkeiten zu analysieren und durch die zur Festlegung notwendigen Parameter zu beschreiben. Dies bildet die Grundlage für die konstruktive Erfassung und die 3D-Modellierung von Raumobjekten.

Das räumliche Vorstellungsvermögen wird vor allem geschult, wenn die Lösungsstrategien anhand der

räumlichen Gegebenheiten - nach Möglichkeit am Originalobjekt oder an einem Modell - entwickelt werden.

Durch die Beschäftigung mit raumgeometrischen Aufgaben ist die algorithmische Denk- und Problemlösefähigkeit zu fördern. Zur Stützung der Raumanschauung sind axonometrische Risse und

Handskizzen zu verwenden.

Freihandzeichnungen haben den gesamten Unterricht zu begleiten. Dabei ist auf das Einhalten der Proportionen und der geometrischen Abbildungsregeln zu achten. Das computerunterstützte Modellieren von Raumobjekten ist durch die Anfertigung geometrisch richtiger Handskizzen vorzubereiten.

Bei Konstruktionen in den Hauptrissen ist ein dazu paralleles Arbeiten in einem axonometrischen Bild

anzustreben. Das Erarbeiten der Grundprinzipien räumlicher Konstruktionen ist in einfachster Aufstellung

durchzuführen - die Umsetzung in aufwändigen Projekten ist mit Unterstützung geeigneter 3D-CAD-Software durchzuführen.

Bei der Lösung der Aufgaben und Beispiele ist auf eine ausgewogene Aufteilung klassisch-konstruktiver

und computerunterstützter Methoden zu achten. Strukturiertes Dokumentieren der wesentlichen Arbeitsschritte unterstützt den Transfer von Informationen.

Durch die Verwendung von teilweise vorgefertigten Arbeitsblättern ist das Lösen umfangreicherer Aufgaben auf die wesentlichen konstruktiven Schritte zu fokussieren.

Aus den Naturwissenschaften und der Mathematik vertraute Begriffe sind auch im Unterricht der Darstellenden Geometrie zu verwenden. Mit Hilfe von Problemstellungen aus Technik, Architektur, Design und Kunst, die den Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler entsprechen, ist geometrisches Wissen und Können zu entwickeln und zu festigen.

Zur Sicherung des Unterrichtsertrages bieten sich Einzel-, Team- und Gruppenarbeiten, Projektarbeiten und regelmäßige Hausübungen an. Der Zeitrahmen für Schularbeiten ist dem Abschnitt „Leistungsfeststellung“ des dritten Teiles zu entnehmen.

Lehrstoff:

7. und 8. Klasse:

Die Schülerinnen und Schüler sollen Verständnis für Projektionen als Abbildungen entwickeln und Risse herstellen können

- Verstehen von *Koordinatensystemen*⁴⁶⁷ (zB kartesische Welt- und Benutzerkoordinatensysteme)
- Erkennen von *Projektionen* als Abbildungen
- Erarbeiten der Eigenschaften von *Parallel-* und *Zentralprojektion*
- Herstellen von *Hauptrissen* (Grund-, Auf-, Kreuzriss) und *axonometrischen Rissen* sowie von *Zentralrissen im Durchschnittsverfahren*

⁴⁶⁷ Hinweis: *kursiv* sind alle Fachbegriffe gekennzeichnet, die konkrete Inhalte vorgeben (im Vergleich mit dem Lehrplan AHS "Alter Lehrplan" (auslaufend ab 2004/05)), in beiden Klassen gemeinsam werden weniger als 45 konkrete Fachbegriffe gefunden (im Vergleich zu mehr als 60 konkreten Fachbegriffen in der 7. und 8. Klasse im Vorgängerlehrplan. Davon sind knapp 10 Begriffe (*unterstrichen kursiv*), die den Einsatz neuer Medien betreffen und im letzten Lehrplan noch nicht vorgekommen sind.

Die Schülerinnen und Schüler sollen das Arbeiten mit 3D-CAD-Software lernen

- Modellieren von Objekten aus Grundkörpern durch:
- Kongruenztransformationen
- Skalierung
- Boolesche Operationen (Vereinigung, Durchschnitt und Differenz)
- Erzeugen besonderer *Polyeder* (zB *Platonische* Polyeder)

Die Schülerinnen und Schüler sollen grundlegende Konstruktionsprinzipien verstehen und mit deren Hilfe anwendungsorientierte Probleme der Raumgeometrie lösen können

- Bearbeiten von *Lageaufgaben* in anschaulichen Parallelrissen und deren Anwendung (zB *Durchdringungen* ebenflächig begrenzter Objekte, Schatten bei *Parallelbeleuchtung*)
- Einsetzen von zugeordneten Normalrissen zum *Messen* von Strecken und Winkeln, sowie zum Lösen von *Schnittaufgaben*
- Herstellen von *Normalrissen von Kreisen*
- Konstruieren *ebener Kugelschnitte*
- Verwenden des *Seitenrisses* als Konstruktionshilfe

Die Schülerinnen und Schüler sollen grundlegende Eigenschaften von Kurven erfassen

- Arbeiten mit Parameterdarstellungen von Kurven (zB *Kreis*, *Ellipse*, *Schraublinie*)
- Erarbeiten des *Tangentenbegriffes*
- Erzeugen von *Freiformkurven* (zB *Bézierkurven*) und Kennenlernen von deren Eigenschaften

Die Schülerinnen und Schüler sollen das Bearbeiten von Flächen mit Hilfe geeigneter Methoden erlernen

- Unterscheiden von *Flächen- und Volumsmodellen* (*Solids*)
- Erfassen der Begriffe *Tangentialebene*, *Flächennormale* und *Umriss*
- *punkt- und tangentialweises Ermitteln der Schnittkurven* von Flächen

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit 3D-CAD-Software fortgeschritten modellieren und konstruieren können

- Generieren von *Flächen- und Volumsmodellen* durch *Rotation* und *Extrusion* (zB *Drehflächen*, *allgemeine Pyramiden*-, *Prismen*-, *Zylinder*- und *Kegelflächen* sowie die zugehörigen Solids)
- Analysieren und Erzeugen von *Schieb*- und *Regelflächen* anhand ausgewählter Beispiele
- Kennenlernen der Grundbegriffe und Eigenschaften von *Freiformflächen*
- Lösen raumgeometrischer Problemstellungen anhand von Beispielen aus Technik, Architektur, Design, Kunst usw.

Auszug aus dem

LEHRPLAN DER HÖHEREN LEHRANSTALT FÜR BAUTECHNIK⁴⁶⁸

11. DARSTELLENDGEOMETRIE

Bildungs- und Lehraufgabe:

Der Schüler soll

- aus Rissen eines Objektes dessen Aufbau ablesen und die in der Zeichnung enthaltenen Informationen deuten, konstruktiv verwerten und räumliche Gegebenheiten in Handskizzen darstellen können;
- geometrische Formen an technischen Objekten erkennen und mit Hilfe einer Konstruktionszeichnung erfassen, sowie eigenständiges technisch-konstruktives Denken unter Anwendung geeigneter Abbildungsmethoden zeichnerisch umsetzen können;
- durch Modellbildung konstruktive Sachverhalte in Teilprobleme zerlegen und Lösungsalgorithmen entwickeln können;
- mit der Erzeugung und den Gesetzmäßigkeiten der für die Fachrichtung bedeutsamen Kurven, Flächen und Körper vertraut sein;
- Objekte in 3D darstellen können.

Lehrstoff:

I. Jahrgang:

Räumliches Koordinatensystem.

Abbildungsmethoden (Projektionsarten).

Haupttrisse einfacher geometrischer und technischer Körper sowie Axonometrie zur Erfassung der Gestalt eines Objekts aus gegebenen Rissen.

Konstruieren in zugeordneten Normalrissen:

Strecke und Gerade, ebene Figur und Ebene in Haupt-, projizierender und allgemeiner Lage; Länge einer Strecke, Größe und Gestalt einer ebenen Figur; Projizierendmachen einer Geraden und einer Ebene; orthogonale Lage von Geraden und Ebenen; Schnitte ebenflächig begrenzter Objekte (Dachausmittlungen); Kreis in Haupt-, projizierender und allgemeiner Lage.

II. Jahrgang:

Normale Axonometrie ebenflächig begrenzter Objekte.

Drehflächen:

Grundbegriffe; ebene Schnitte (punkt- und tangentialweise).

Durchdringungen.

Regel-, Schieb- und Schraubflächen.

Normalaxonometrische Darstellung mittels CAD.

Perspektive:

Durchschnittsverfahren; freie Perspektive, Anwendung auf eben- und krummflächig begrenzte Objekte; anschauliche Zentralrisse von Objekten mittels CAD.

Kotierte Projektion:

Gelände- und Böschungsflächen; Damm- und Einschnittsflächen anhand praktischer Beispiele.

In jedem Jahrgang zwei Schularbeiten.

⁴⁶⁸ Quelle: <http://www.berufsbildendeschulen.at/all/download.asp?id=397> [Referenz: 28. 2. 2006].

Auszug aus dem

LEHRPLAN DER HÖHEREN LEHRANSTALT FÜR MASCHINENINGENIEURWESEN⁴⁶⁹

9. DARSTELLENDGEOMETRIE

Bildungs- und Lehraufgabe:

Der Schüler soll

- aus Rissen eines Objektes dessen Aufbau ablesen und die in der Zeichnung enthaltenen Informationen deuten, konstruktiv verwerten und räumliche Gegebenheiten in Handskizzen darstellen können;
- geometrische Formen an technischen Objekten gemäß den Erfordernissen der einzelnen Fachrichtungen erkennen und mit Hilfe einer Konstruktionszeichnung erfassen sowie eigenständiges technisch-konstruktives Denken unter Anwendung geeigneter Abbildungsmethoden zeichnerisch umsetzen können;
- durch Modellbildungen konstruktive Sachverhalte in Teilprobleme zerlegen und Lösungsalgorithmen entwickeln können;
- mit der Erzeugung und den Gesetzmäßigkeiten der für die Fachrichtung bedeutsamen Kurven, Flächen und Körper vertraut sein.

Lehrstoff:

I. Jahrgang:

Räumliches Koordinatensystem.

Abbildungsmethoden (Projektionsarten).

Hauptrisse einfacher geometrischer und technischer Körper sowie Axonometrie zur Übung im Erfassen der Gestalt eines Objekts aus gegebenen Rissen.

Konstruieren in zugeordneten Normalrissen:

Strecke und Gerade, ebene Figur und Ebene in Hauptlage, in projizierender und allgemeiner Lage; Länge einer Strecke, Größe und Gestalt einer projizierenden Figur, Projizierendmachen einer Geraden und einer Ebene; orthogonale Lage einer Geraden und einer Ebene; Schnitte ebenflächig begrenzter Objekte mit projizierenden Ebenen.

II. Jahrgang:

Konstruieren in zugeordneten Normalrissen:

Kreis in Hauptlage und in projizierender Lage.

Normale Axonometrie eben- und krummflächig begrenzter Objekte.

Drehflächen. Ebene Schnitte von Drehflächen.

Durchdringungen.

Schraubflächen.

3D-Konstruktionen und Demonstrationen.

⁴⁶⁹ Quelle: <http://www.berufsbildendeschulen.at/all/download.asp?id=420> [28. 2. 2006].

Materialien zur Geschichte

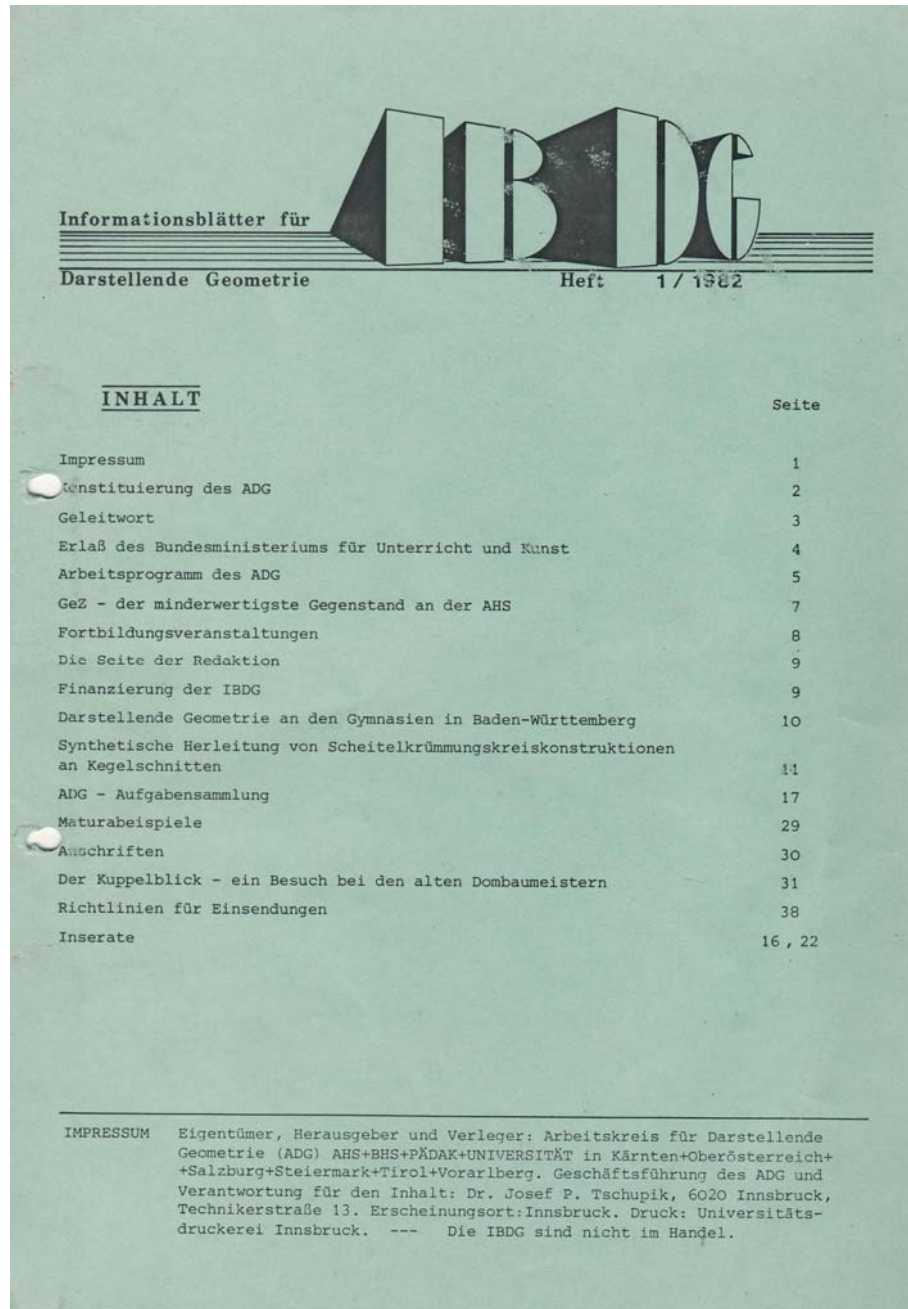


Abbildung H-1: IBDG – 1. Ausgabe 1982, Titelseite

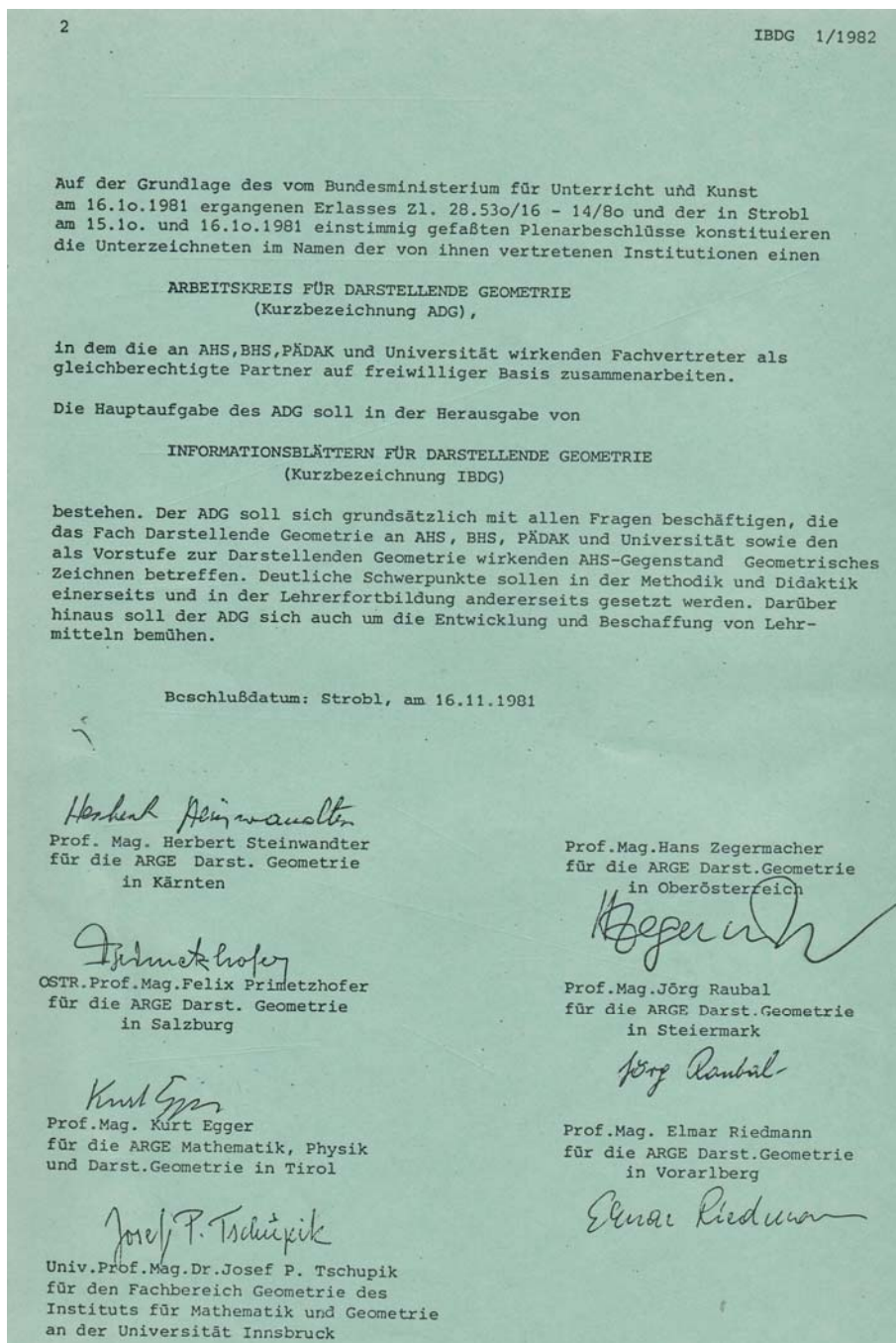


Abbildung H-2: IBDG – 1. Ausgabe 1982, Seite 2



Abbildung H-3: Broschüre des BMUKS „Neue Techniken“, 1989, Titelseite

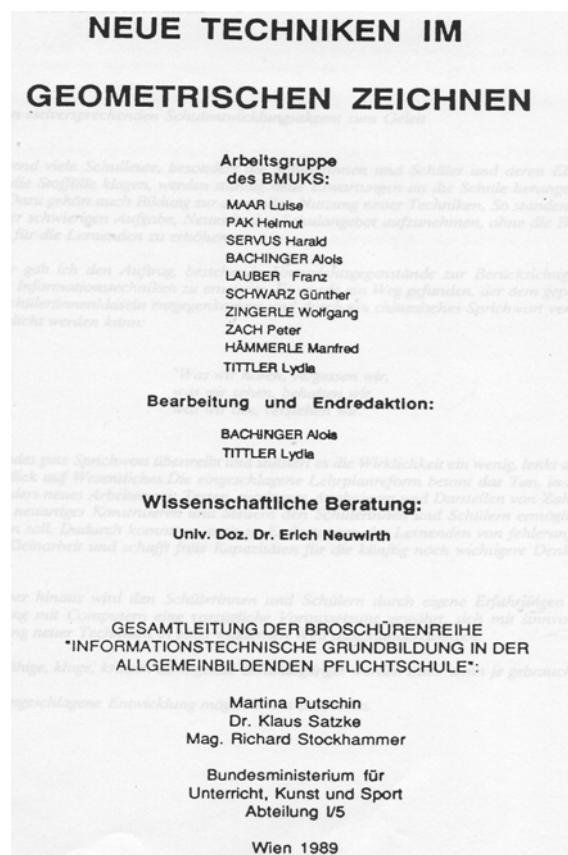


Abbildung H-4: Broschüre des BMUKS „Neue Techniken“, 1989, Seite 1

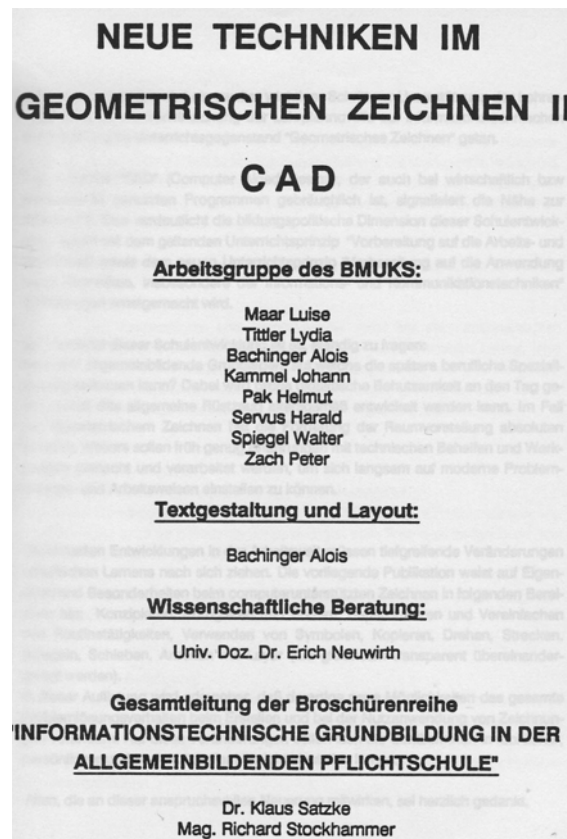


Abbildung H-5: Broschüre des BMUKS „Neue Techniken ... II“, 1990, Seite 1

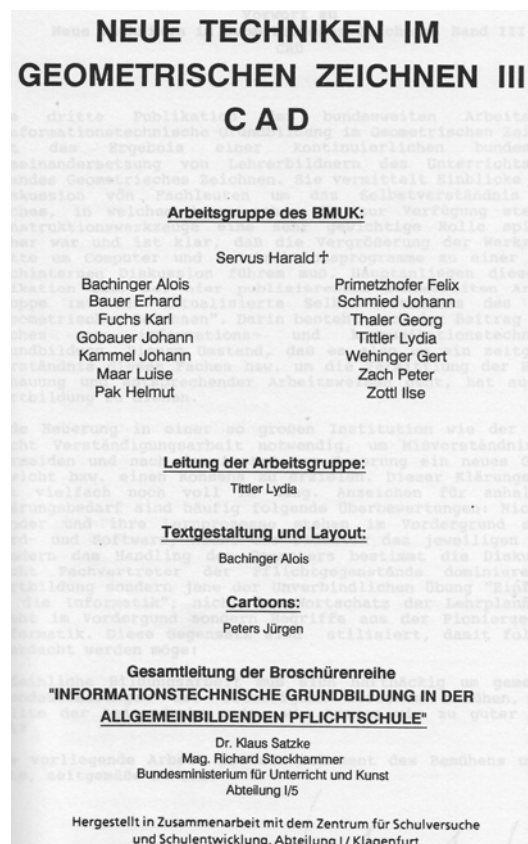


Abbildung H-6: Broschüre des BMUKS „Neue Techniken ... III“, 1991, Seite 1

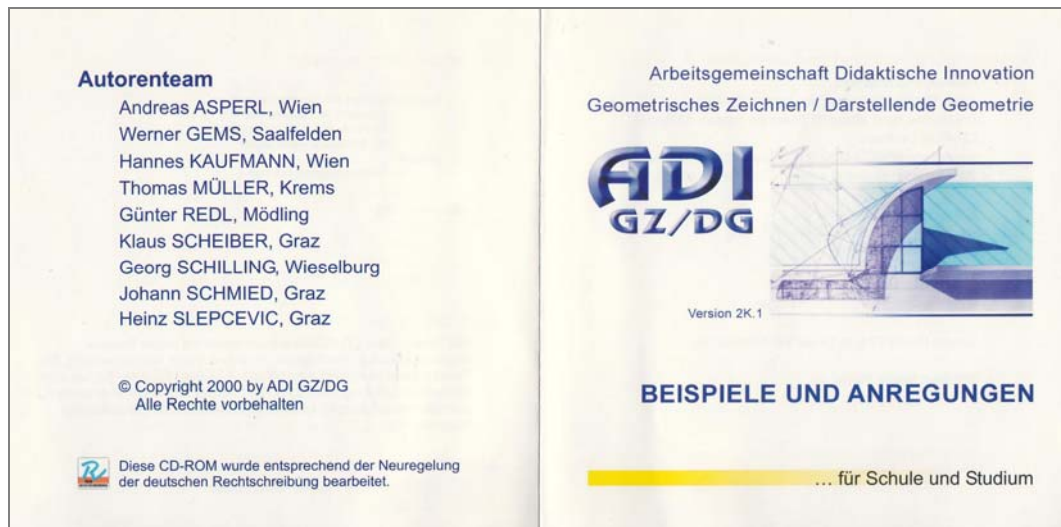


Abbildung H-7: ADI-CD Cover, 2000

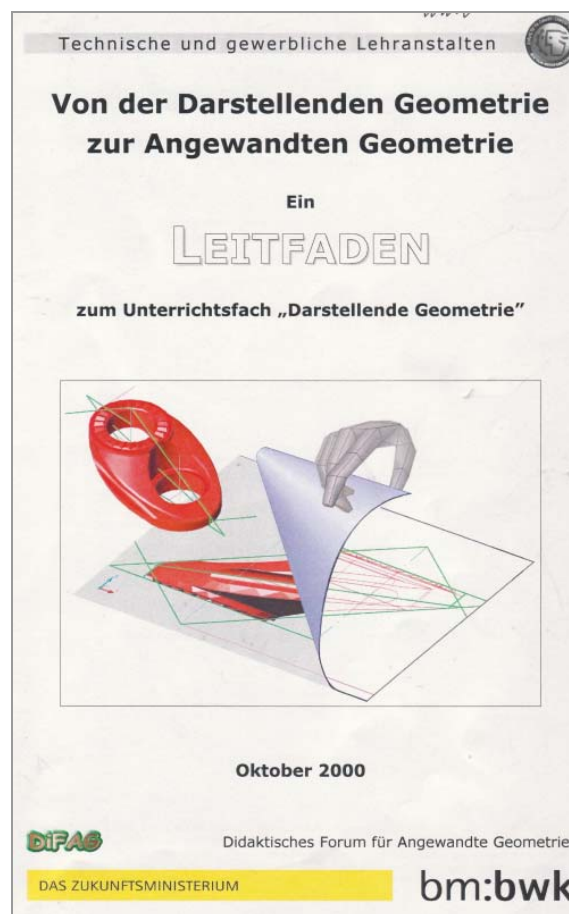


Abbildung H-8: Broschüre des BMUKS „Leitfaden“, 2000, Titelseite

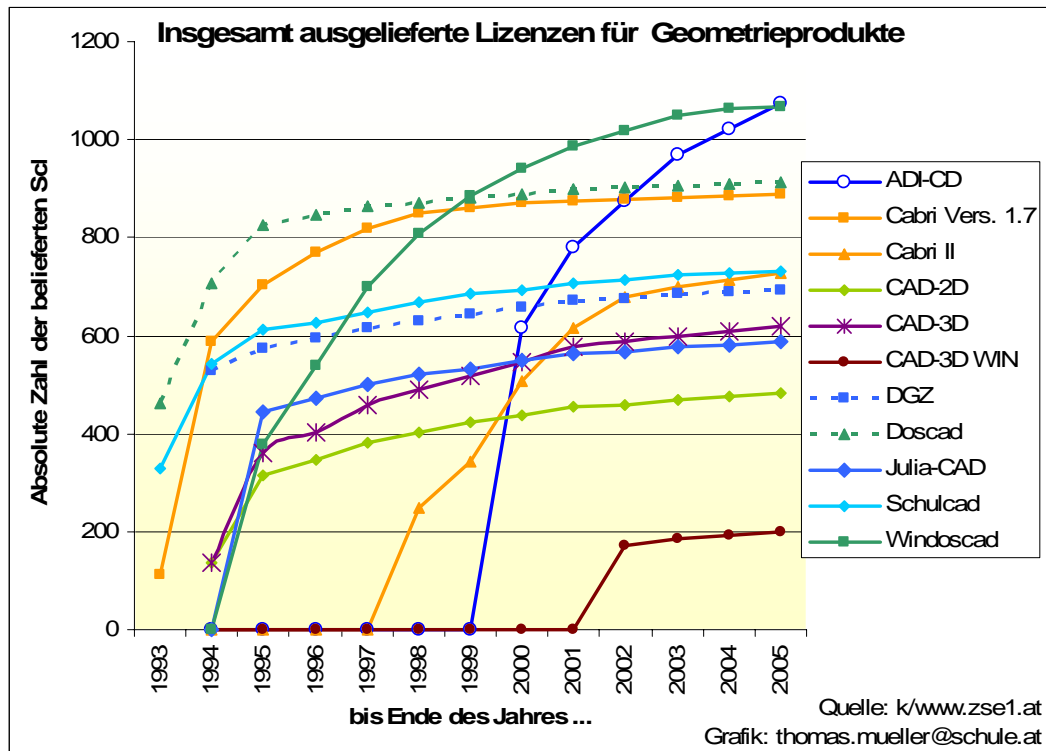


Abbildung H-9: ZSE– Softwareauslieferung 1993 – 2005, absolute Schulzahlen

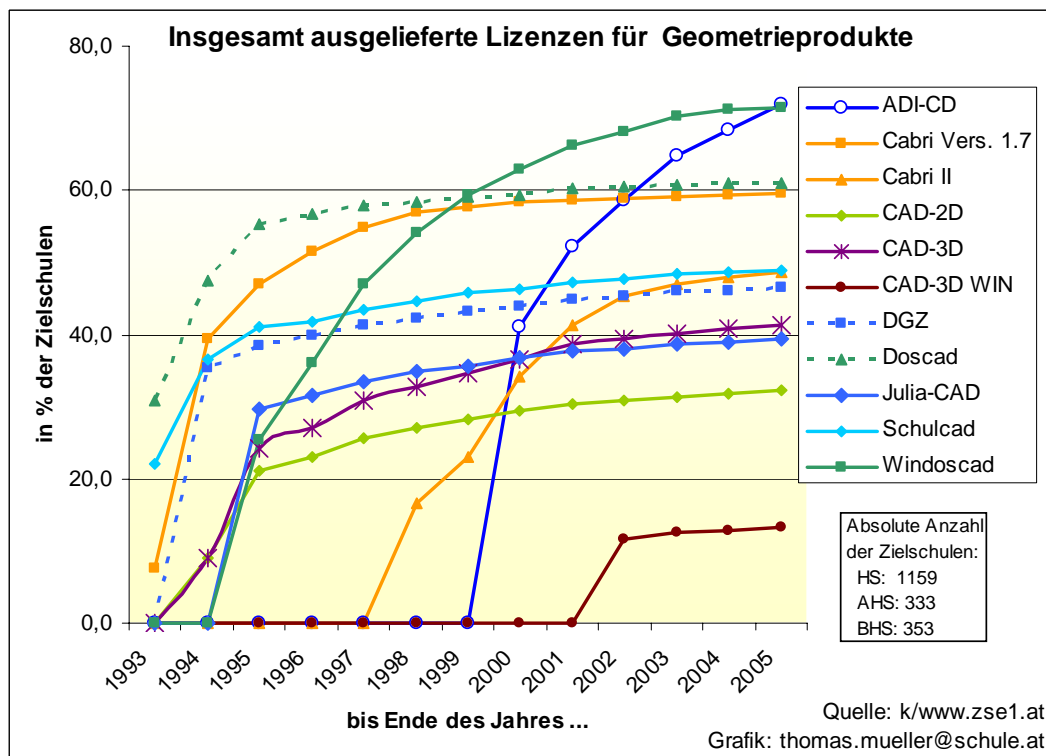


Abbildung H-10: ZSE– Softwareauslieferung 1993 – 2005, relative Schulzahlen

1993 - 2005**Aufstellung der Geometrie-Software**

(Versand der Lizenzen und Handbücher)

Erstellt vom FOI Elfriede Kovacs

Zentrum für Schulentwicklung

Abt. Evaluation und Schulforschung, Graz-Klagenfurt

Kaufmannsgasse 8

A-9020 Klagenfurt - Austria

<mailto:kovacs@zsel.at>**1993**

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
Cabri Vers. 1.7	238	112
Doscad	638	462
Schul-Cad	569	329
Summe 1993	1.445	903

1994

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
Cabri Vers. 1.7	677	475
CAD-2D	142	135
CAD-3D	158	135
DGZ	542	529
Doscad	289	245
Schul-Cad	226	215
Summe 1994	2.034	1.734

1995

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
Cabri Vers. 1.7	121	116

CAD-2D	183	179
CAD-3D	248	225
DGZ	45	46
Doscad	272	119
Julia-CAD	475	443
Schulcad	74	69
Windoscad	456	378
Summe 1995	1.874	1.575

1996

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
Cabri Vers. 1.7	89	66
CAD-2D	37	31
CAD-3D	49	43
DGZ	25	19
Doscad	35	21
Julia-CAD	33	29
Schulcad	29	12
Windoscad	227	162
Summe 1996	524	383

1997

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
Cabri Vers. 1.7	79	49
CAD-2D	37	37
CAD-3D	64	56
DGZ	23	23
Doscad	21	16
Julia-CAD	27	27
Schulcad	27	22
Windoscad	216	161

Summe 1997	494	391
------------	-----	-----

1998

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
Cabri Vers. 1.7	32	32
Cabri II	261	249
CAD-2D	22	22
CAD-3D	30	30
DGZ	14	14
Doscad	8	8
Julia-CAD	21	21
Schulcad	20	20
Windoscad	132	106
Summe 1998	540	502

1999

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
Cabri Vers. 1.7	17	12
Cabri II	111	94
CAD-2D	19	19
CAD-3D	29	29
DGZ	13	13
Doscad	10	10
Julia-CAD	11	11
Schulcad	17	18
Windoscad	102	79
Summe 1999	329	285

2000

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
ADI	0	1.161

Cabri Vers. 1.7	14	10
Cabri II	188	166
CAD-2D	20	16
CAD-3D	32	28
DGZ	16	12
Doscad	10	6
Julia-CAD	22	18
Schulcad	26	6
Windoscad	79	54
Summe 2000	407	1.477

2001

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
ADI	0	278
Cabri Vers. 1.7	4	4
Cabri II	131	106
CAD-2D	15	15
CAD-3D	33	33
DGZ	15	15
Doscad	13	13
Julia-CAD	13	13
Schulcad	15	15
Windoscad	95	48
Summe 2001	334	540

2002

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
ADI	0	166
Cabri Vers. 1.7	3	3
Cabri II	82	63
CAD-2D	6	6

CAD-3D	10	10
CAD-3D für Windows	191	173
DGZ	5	5
Doscad	2	2
Julia-CAD	6	6
Schulcad	6	6
Windoscad	46	29
Summe 2002	357	469

2003

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
ADI	0	157
Cabri Vers. 1.7	3	3
Cabri II	32	22
CAD-2D	9	9
CAD-3D	15	11
CAD-3D für Windows	14	14
DGZ	14	10
Doscad	5	5
Julia-CAD	10	10
Schulcad	12	12
Windoscad	40	31
Summe 2003	154	284

2004

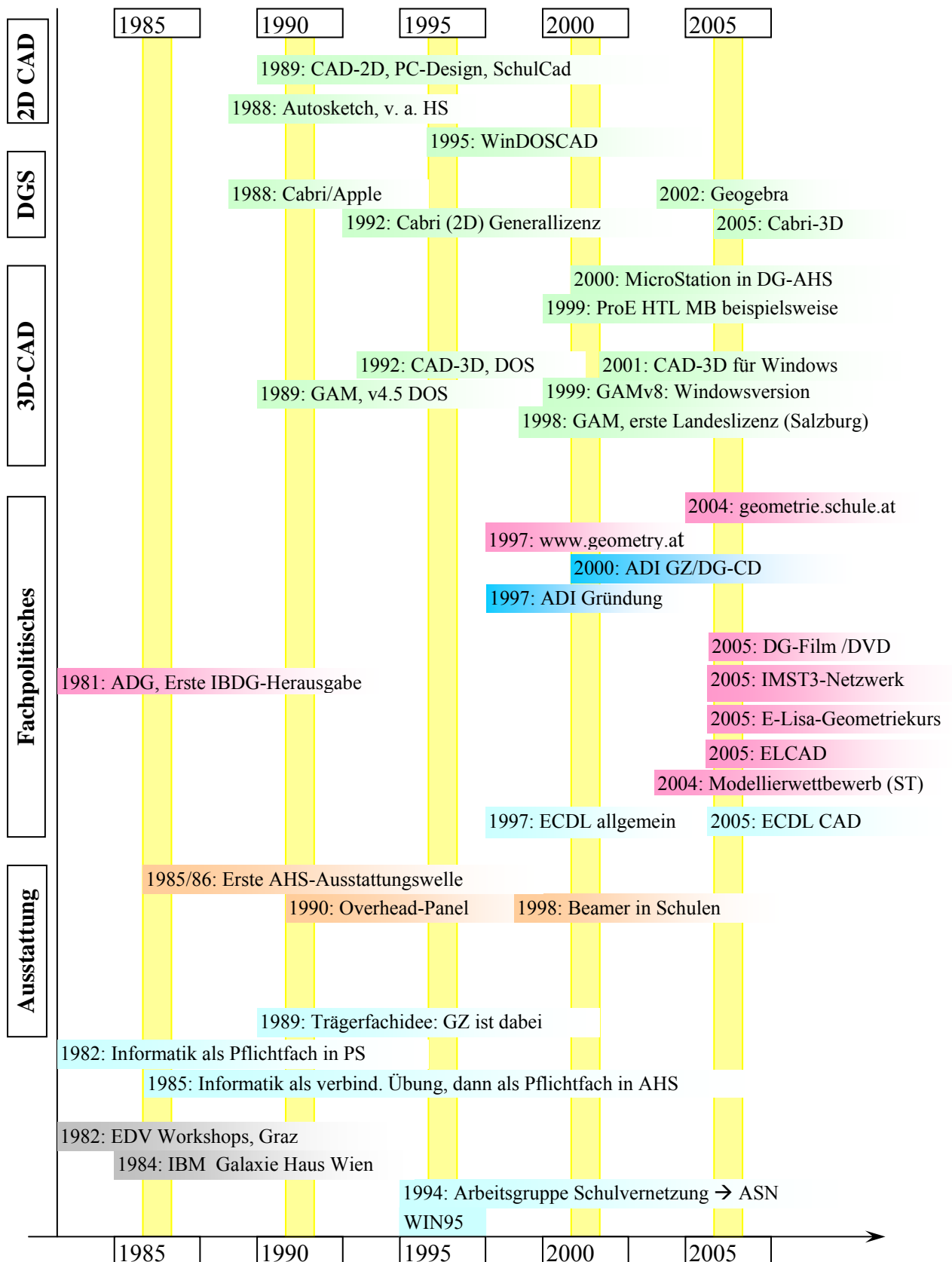
Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
ADI	0	81
Cabri Vers. 1.7	4	4
Cabri II	13	15
CAD-2D	7	7
CAD-3D	9	8

CAD-3D für Windows	5	5
DGZ	2	2
Doscad	2	2
Julia-CAD	4	4
Schulcad	2	2
Windoscad	15	14
Summe 2004	63	144

2005

Programmbezeichnung	Handbücher	Lizenzen
ADI	0	89
Cabri Vers. 1.7	4	4
Cabri II	12	12
CAD-2D	7	7
CAD-3D	10	10
CAD-3D für Windows	6	6
DGZ	5	5
Doscad	3	3
Julia-CAD	5	5
Schulcad	5	5
Windoscad	4	4
Summe 2005	61	150

Zeitliche Einordnung der Entwicklung und Implementierung von Unterrichtssoftware, von Unterrichtsmitteln, die auch den Bereich der Geometrie tangieren sowie (übergeordnete) bildungspolitische Entscheidungen:



Anhang „Statistische Eckdaten“

http://www.statistik.at/fachbereich_03/schulen1.pdf

Schulen, Klassen, Schüler und Lehrer im Schuljahr 2004/05 ¹⁾											
Schularten		Burgen- land	Kärnten	Nieder- öster- reich	Ober- öster- reich	Salz- burg	Steier- mark	Tirol	Vorarl- berg	Wien	Öster- reich
Volksschulen	Schulen	203	276	633	566	179	533	394	164	252	3.200
	Klassen	589	1.465	3.558	3.401	1.239	2.618	1.751	990	2.660	18.271
	Schüler	10.781	25.214	70.553	68.516	25.009	50.209	33.205	18.962	62.451	364.900
	Lehrer	1.005	2.325	5.928	6.135	2.078	4.184	3.001	1.802	5.268	31.726
Hauptschulen	Schulen	42	72	258	235	71	181	106	55	114	1.134
	Klassen	385	825	2.352	2.359	821	1.681	1.165	638	1.363	11.589
	Schüler	8.404	18.964	53.172	54.771	19.110	38.706	27.497	14.763	34.031	269.418
	Lehrer	1.042	2.208	6.247	7.149	2.256	4.781	3.252	1.701	3.628	32.264
Sonderschulen	Schulen	7	16	97	24	24	18	34	14	42	276
	Klassen	40	120	509	251	165	77	203	158	452	1.975
	Schüler	196	685	3.177	1.708	929	669	1.295	1.053	3.589	13.301
	Lehrer	80	336	1.049	758	502	356	492	383	2.176	6.132
Polytechnische Schulen	Schulen	8	7	37	28	19	31	33	6	7	176
	Klassen	25	43	185	198	60	136	102	54	133	936
	Schüler	533	904	4.225	4.588	1.507	3.018	2.389	1.203	3.402	21.769
	Lehrer	59	110	382	412	194	251	279	124	557	2.368
Allgemeinbildende Höhere Schulen	Schulen	11	25	54	49	26	51	26	14	90	346
	Klassen	264	547	1.304	1.157	532	1.128	572	309	2.281	8.094
	Schüler	5.822	13.766	31.605	28.549	12.929	27.883	13.913	7.417	55.534	197.418
	Lehrer	590	1.289	2.852	2.740	1.315	2.610	1.412	813	5.714	19.335
Sonst. allgemein- bildende Schulen	Schulen	2	1	22	4	3	27	7	-	26	92
	Klassen	8	13	60	23	19	133	32	-	114	402
	Schüler	57	174	638	406	355	2.988	363	-	1.482	6.463
	Lehrer	5	30	71	39	41	86	39	-	218	529
Berufsbildende Pflichtschulen	Schulen	4	12	22	27	13	22	28	8	27	163
	Klassen	112	448	847	1.113	416	905	562	332	785	5.520
	Schüler	2.429	8.491	18.988	26.346	9.695	20.596	13.843	6.869	17.726	124.983
	Lehrer	102	254	631	886	333	624	497	290	744	4.361
Berufsbildende mittlere Schulen ²⁾	Schulen	25	53	116	106	48	99	53	24	75	599
	Klassen	99	212	554	461	223	315	235	109	429	2.637
	Schüler	2.251	4.830	12.999	11.077	4.775	7.321	5.854	2.679	10.246	62.032
	Lehrer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Berufsbildende höhere Schulen	Schulen	17	32	68	68	28	51	35	14	51	364
	Klassen	251	444	980	1.023	389	721	393	216	949	5.366
	Schüler	6.061	11.155	24.341	24.990	9.496	17.558	9.803	5.456	23.200	132.060
	Lehrer	943	1.610	3.893	3.751	1.642	2.776	1.864	925	3.397	20.801
Akademien für Sozialarbeit	Schulen	-	-	-	2	-	-	1	1	1	5
	Klassen	-	-	-	2	-	-	1	1	1	5
	Schüler	-	-	-	48	-	-	33	28	38	147
	Lehrer	-	-	-	11	-	-	9	6	44	70
Mittlere Anstalten der Lehrer- und Erzieherbildung ³⁾	Schulen	-	-	-	1	-	1	1	-	1	4
	Klassen	-	-	-	5	-	32	31	-	75	143
	Schüler	-	-	-	124	-	1.100	1.091	-	1.797	4.112
	Lehrer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhere Anstalten der Lehrer- und Erzieherbildung	Schulen	2	2	9	8	2	8	6	2	9	48
	Klassen	15	16	68	60	19	58	26	12	73	347
	Schüler	357	462	1.619	1.546	525	1.405	644	338	1.993	8.889
	Lehrer	50	64	215	249	79	230	132	64	252	1.335
Akademien der Lehrer- und Erzieherbildung ⁴⁾	Schulen	1	3	2	5	3	5	5	1	10	35
	Klassen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Schüler	211	570	980	3.244	1.101	2.587	1.125	437	3.313	13.568
	Lehrer	71	173	242	558	163	510	350	90	579	2.736
ALLE SCHULEN ¹⁾	Schulen	322	499	1.318	1.123	416	1.027	729	303	705	6.442
	Klassen	1.788	4.133	10.417	10.053	3.883	7.804	5.073	2.819	9.315	55.285
	Schüler	37.102	85.215	222.297	225.913	85.431	174.040	111.055	59.205	218.802	1.219.060
	Lehrer	3.947	8.399	21.510	22.688	8.603	16.408	11.327	6.198	22.577	121.657

Quelle: Statistik Austria, Schulstatistik. - 1) Vorläufige Zahlen, ohne Ausbildungsstätten im Gesundheitswesen. - 2) Inkl. sonstige berufsbildende Schulen mit eigenem Organisationsstatut, ohne Schulen im Gesundheitswesen; die Lehrer sind bei den Berufsbildenden höheren Schulen ausgewiesen. - 3) Keine Lehrerdaten vorhanden. - 4) Keine Klassengliederung vorhanden.

Curriculum Vitae

Thomas Müller

2. 9. 1956 in Althofen/Kärnten als erster von drei Söhnen von Elisabeth und Thomas Müller geboren
- 1959 Umzug der Familie aus beruflichen Gründen nach Krems/Donau
- 1962 - 1966 Besuch der Volksschule Krems-Lerchenfeld
- 1966 – 1974 Bundesgymnasium Krems, Matura mit Auszeichnung
- 1974/1975 Präsenzdienst, Laufbahn als Reserveoffizier
- 1975 - 1980 Lehramtsstudium für Mathematik und Darstellende Geometrie an Universität Wien und Technischer Universität in Wien
- 1979/1980 Ablegung der Lehramtsprüfung bei Univ.Prof. Dr. Edmund Hlawka und bei Univ.Prof. Dr. Walter Wunderlich
- 1980 Hochzeit mit Brigitte, geb. Brandl; zwei Kinder: Benedikt (1981) und Michaela (1984)
- 1978 - 2003 AHS-Lehrer im Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Krems (Piaristengasse) für die Fächer Mathematik, Darstellende Geometrie, Geometrisches Zeichnen und Informatik. Mitglied der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft
- 2001 – 2003 Administrator der Schule
- Ab 1990 Referent in der Lehrerfort- und Weiterbildung für Pflichtschulen und Höhere Schulen. Mitarbeit in den Facharbeitsgemeinschaften für den Bereich des Geometrieunterrichtes
- Ab 1997 Aufbau der Website www.geometry.at und Mitarbeit im Homepageteam. Mitglied der Gruppe ADI (Arbeitsgemeinschaft für Didaktische Innovation im Geometrieunterricht)
- Ab 1999 Prüfer für den ECDL
- Ab 2000 Vorstandsmitglied des österreichischen Arbeitskreises für Darstellende Geometrie und Geometrisches Zeichnen.
- 2002 Gründungsmitglied und Vorstandsmitglied des österreichweiten Fachverbandes der Geometrie ADG.

Ab 2003	Abteilungsleiter für die Studiengänge der Pädagogischen Akademie der Diözese St.Pölten in Krems
Ab 2004	Mitbetreuer des Gegenstandsportales für Geometrie, GZ und DG geometrie.schule.at. Doktoratsstudium an der Technischen Universität Wien
2005/2006	Leiter des österreichweiten thematischen IMST3-Netzwerkes "Geometrie in der Sekundarstufe 1"
2006/07	Gründungsvizerektor der Kirchlichen Pädagogischen Hochschule in Wien
2006	Wahl zum Obmann des ADG, des Fachverbandes der Geometrie