

Mathematik in der Weiterbildung - Exploration eines neuen Forschungsfeldes

Abstract

Im Zentrum mathematikdidaktischer Bemühungen stand und steht die Schule, d.h. insbesondere Lehr-Lernprozesse bei Kindern und Jugendlichen. Mathematische Weiterbildung für Erwachsene wird zwar in unserer westlichen Industriegesellschaft im Zuge des technischen Wandels immer wichtiger, rückt aber erst in jüngster Zeit ins Blickfeld der Mathematikdidaktik¹. Im folgenden Beitrag berichten wir über erste Ergebnisse eines vom österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) unterstützten Projektes zur Erforschung von "Mathematik in der Weiterbildung". Einleitend wird der Stand der Vorüberlegungen und Ausgangspunkte skizziert. Danach wird über Untersuchungen zu Mathematikkenntnissen von Erwachsenen berichtet, die darauf verweisen, daß Erwachsene alles in allem über ein zu geringes mathematisches Wissen verfügen. Kurz umrissen wird dann die Analyse curriculärer und struktureller Rahmenbedingungen mathematikdidaktischer Bemühungen in diesem Feld in Österreich. Ausführlicher berichten wir schließlich von den Ergebnissen einer schriftlichen Befragung von TeilnehmerInnen und Lehrkräften, u.a. zu Motiven für den Kursbesuch, zu ihren Ansichten über Mathematik, zu ihrer Einschätzung der Weiterbildungsveranstaltungen und zu ihrem zum Praxisbezug.

Einleitung

Mathematische Bildung wird in unserer Gesellschaft aus zwei Gründen immer wichtiger: Erstens ist Mathematik eine Basis aller Neuen Technologien, insbesondere der Hard- und Software von Computern. Mathematik wird in einem gewissen Sinn sogar selbst Technologie (vgl. Maaß/Schlöglmann 1989a). Zweitens werden immer mehr Bereiche der Gesellschaft, der Lebens- und Arbeits-

¹ In der deutschsprachigen Mathematikdidaktik liegen - außer unseren Beiträgen - im wesentlichen drei Dissertationen zu diesem Themenbereich vor:

R. Möller: Mathematik in der Weiterbildung. Eine Fallstudie zu einem Algebrakurs der University of Maryland, Bad Salzdetfurth 1989

M. Schulz-Reese: Schulz-Reese, M.: Mathematische Weiterbildung. Handlungsstrategien und Konzepte für eine neue Aufgabe der Mathematik. Berlin/Bielefeld/München 1991

M. Wildt: Kognitive Aktivität aus der Nähe betrachtet - Erwachsene lösen mathematische Sachaufgaben, Hildesheim 1993

welt formalisiert - und d.h. in unserem Mathematikverständnis²: mathematisiert. Dieser zunehmenden Bedeutung stehen vielfach ein zu geringes Wissen über Mathematik und eine sehr ambivalente Haltung zur Mathematik gegenüber, wie sowohl internationale Studien als auch unsere bisherigen eigenen Untersuchungen zeigen.

In dieser Situation ist mathematische Weiterbildung nicht nur als Teil der beruflichen Bildung und zum Zwecke der Erhöhung der internationalen Konkurrenzfähigkeit wichtig, sondern auch als Orientierungswissen für jeden einzelnen Menschen, da sie zu einem besseren Verständnis der formalen, mathematisch-logischen Grundstrukturen unserer Gesellschaft wesentliches beiträgt.

Ist die derzeitige Erwachsenenbildungslandschaft in Österreich hinreichend geeignet, zukunftsorientierte mathematische Weiterbildung zu leisten? Unser Forschungsprojekt zielt darauf, ausgehend von einer Analyse des Ist-Zustandes auf der Basis unserer und anderer Forschungen, Grundlagen für verbesserte Angebote im Bereich der mathematischen Weiterbildung zu schaffen. Zu diesem Zweck wird im Projekt ein Bogen von gesellschaftstheoretischen und makrosoziologischen Theorien und Analysen zu mikrosoziologischen Ansätzen und lerntheoretisch-didaktischen Studien über Mathematiklernprozesse bei Erwachsenen gespannt.

1. Mathematikkenntnisse von Erwachsenen

1.1. Vorbemerkungen

Die Lernprozesse von Erwachsenen waren lange Zeit kein Forschungsthema. Lernen, als staatlich organisierte zielgerichtete Tätigkeit wurde dem Kindheits- und Jugendalter zugeordnet. Nur für eine kleine Minderheit - für StudentInnen - reicht diese Phase noch ins frühe Erwachsenenalter hinein. Dementsprechend beschäftigte sich die Wissenschaft fast ausschließlich mit dem Kindheits- und Jugendalter und betrachtete das Erwachsenenalter als eine Zeit der "Entfaltung" sowie "Ausdifferenzierung" von in den Entwicklungsphasen erworbenen Wissen und Fähigkeiten.

Die gesellschaftlichen Veränderungen der letzten Jahrzehnte erzwangen bei vielen Menschen eine grundlegende Änderung in der Lebensphasengestaltung. Durch die Verwissenschaftlichung vieler Bereiche, insbesondere der Wirtschaft, und den massiven Forschungszuwachs tritt für viele Qualifikationsbe-

² Wir verstehen Mathematik dabei weiter als im allgemeinen üblich; nämlich so, daß die Mathematik erstens ein Mittel bildet, mit dessen Hilfe komplexe Situationen der natürlichen oder der künstlichen Umwelt beschrieben, erklärt und beherrscht werden können. Zweitens ist aber Mathematik auch eine in unserer Gesellschaft als selbstverständlich erscheinende Denkweise: "Mathematik ist ein in uns selbst, in unserem Denken, verankertes System von Begriffen, Verfahren und Regeln, dem wir uns unterzuordnen haben, mehr noch: das einen Teil unserer Identität bestimmt ... das untrennbar mit uns, unserem Denken und Wahrnehmen und vor allem mit unserer gesellschaftlichen Organisation verbunden ist" (Fischer 1987, S. 4; Hervorhebung im Original).

reiche eine immer raschere Entwertung vorhandener Fähigkeiten und Fertigkeiten ein. Es kann im heutigen Arbeitsleben nicht mehr davon ausgegangen werden, daß die in der Jugendzeit erworbenen Qualifikationen für das gesamte Berufsleben ausreichen werden. Es ist aus derzeitiger Sicht eher anzunehmen, daß mehrmals im Verlaufe eines Berufslebens Umqualifikationen notwendig sein werden, wobei in den hochindustrialisierten Ländern vor allem Höherqualifikationen erforderlich sein werden. Durch das Eindringen der neuen Technologien in viele Bereiche unserer Gesellschaft hat die Mathematisierung zahlreicher Lebensbereiche stark zugenommen, wofür "Automatisierung" als ein Schlagwort dienen kann. Diese explosionsartige Ausweitung der Verwendung von Mathematik erzeugt einen steigenden Bedarf nach mathematischer und mathematikhaltiger Weiterbildung.

Bei jeder Art von Weiterbildung stellt sich das Problem der Eingangskennntnisse der Teilnehmenden. Diese Frage ist nicht so einfach zu beantworten, da der Zeitraum, der seit dem letzten schulischen oder universitären Unterricht vergangen ist, sehr unterschiedlich sein kann und auch die beruflichen Anforderungen im Bereich mathematischer Methoden sehr differieren können. Das Institut für Mathematik an der Universität Linz bietet seit vielen Jahren mathematische Weiterbildung auf verschiedenen Niveaus an (Studienberechtigungslehrgang, Hochschullehrgang "Mathematische Methoden für Anwender, Spezialistenkurse, etc.) und mußte sich daher schon früh mit Fragen der Eingangskennntnisse und des Erwachsenenlernens im Bereich Mathematik auseinandersetzen (Maaß/Schlöglmann 1989b, Schlöglmann 1990).

1.2. Untersuchungen zu den Mathematikkenntnissen von Erwachsenen

Die ersten an der Universität Linz durchgeführten Untersuchungen fanden im Rahmen des Hochschullehrganges "Mathematische Methoden für Anwender" statt und erhoben den Kenntnisstand von Ingenieuren (überwiegend HTL-Absolventen, aber auch Diplomingenieuren der Technischen Universitäten) (Maaß/Schlöglmann 1987). Nur in den Bereichen sind - um die Ergebnisse sehr kurz zusammenzufassen - die Kenntnisse hinreichend, die in beruflichen Situationen benötigt werden. Wer z.B. in der Qualitätssicherung arbeitet, versteht mehr von Statistik. Nicht verwendetes Schulwissen ist kaum mehr präsent.

Um mehr Wissen über den Kenntnisstand der Bevölkerung insgesamt zu erhalten, wäre eine repräsentative Querschnitterhebung bei Erwachsenen notwendig, die aber in unserem Projekt nicht durchführbar ist. Es wurde daher ein anderer Weg beschritten. Vor gewissen Umschulungsmaßnahmen wird von den betreffenden Bildungsinstitutionen bzw. den Arbeitsämtern der Kenntnisstand der Teilnehmenden in den Bereichen Deutsch (Sprach-, Rechtschreib- und Lesefähigkeit), Mathematik, sowie Physik und Geometrisches Zeichnen für die technischen Berufe und kaufmännische Fächer für die kaufmännischen Berufe

erhoben. Auf diese Daten der entsprechenden Tests konnte zurückgegriffen werden. In diesem Zusammenhang standen uns je nach Aufgabentyp die Ergebnisse von 2700-3700 Personen zur Verfügung. Die Stichprobe umfaßt zwar Absolventen und Absolventinnen aller Ausbildungsstufen vom Volksschulbesuch bis zur Universität, jedoch sind die unteren Ausbildungsstufen in bezug auf ihr Verhältnis in der Gesamtbevölkerung überrepräsentiert. Dies gilt ebenso für die jüngeren Jahrgänge, und auch Männer sind stärker vertreten als Frauen (ca. 1/3 Frauen und 2/3 Männer). Unter entsprechender Berücksichtigung der eben genannten Einschränkungen lassen sich doch Aussagen zum Kenntnisstand der Bevölkerung ableiten.

1.3. Einzelergebnisse

Die Aufgaben einer Aufgabengruppe werden zuerst einzeln mit dem Prozentsatz der falschen bzw. richtigen Lösungen angegeben. Den Abschluß jeder Aufgabengruppe bildet die Aufgliederung wieviel Prozent der Testpersonen keine, eine, zwei, drei usw. Aufgaben der entsprechenden Beispielserie richtig gelöst haben.

Aufgabe (Grundrechenarten)	falsch	richtig
$6247 + 578 + 3632 + 96 + 422 =$	12,1%	87,9%
$122638 - 65119 - 16098 - 8546 =$	14,0%	86,0%
$776 * 983 =$	24,1%	75,9%
$36400 : 182 =$	9,6%	90,4%
$15 + 324 : 9 - 25 * 3 =$	65,0%	35,0%

Anzahl der Aufgaben richtig (Prozent)	0	1	2	3	4	5
	1,4%	2,8%	7,9%	20,2%	42,2%	25,1%

Betrachtet man die Ergebnisse dieser Aufgabengruppe, so läßt sich erkennen, daß die Erwachsenen mit den Rechenoperationen für natürliche Zahlen vertraut sind, denn nur 12,1% haben weniger als 3 Beispiele richtig gerechnet und 1,4% keines. Die Fehlerquote bei den einzelnen Beispielen deutet jedoch Probleme bei der Rechensicherheit an. Das besonders schlechte Ergebnis in der letzten Aufgabe ist dadurch erklärbar, daß einerseits die Reihenfolge der Rechenoperationen zu beachten und andererseits das Ergebnis eine negative Zahl ist.

Aufgabe (Dezimalzahlen)	falsch	richtig
$1827,68 - 201,074 - 22,109 - 690,08 =$	17,0%	83,0%
$0,00238 * 0,0314 =$	40,1%	59,9%
$0,135 : 0,003 =$	52,7%	47,3%

Anzahl der Aufgaben richtig (Prozent)	0	1	2	3
	7,2%	26,2%	36,0%	30,7%

Für das Rechnen mit Dezimalzahlen lassen sich gegenüber dem Rechnen mit

natürlichen Zahlen Schwierigkeiten vor allem bei der Multiplikation und Division erkennen. Es läßt sich vermuten, daß die auftretenden Fehler vor allem dem Problem der Kommasetzung zuzuordnen sind, da die die übrigen Verfahrensteile sich nicht vom Rechnen mit natürlichen Zahlen unterscheiden und in diesen Beispielen zu viel weniger Fehler führten. Es sei noch angemerkt, daß die Werte in etwa denen aus entsprechenden Schüleruntersuchungen gleichen (Padberg 1989).

Aufgabe (Brüche)	falsch	richtig
$4 \frac{1}{4} + 2 \frac{2}{3} - 3 \frac{5}{6} =$	42,6%	57,4%
$\frac{4}{3} * \frac{6}{2} =$	43,9%	56,1%
$\frac{5}{3} : \frac{10}{2} =$	61,2%	38,8%
Wieviel 0,7l Flaschen Saft können aus 217l Saft abgefüllt werden?	22,2%	77,8%

Anzahl der Aufgaben richtig (Prozent)	0	1	2	3	4
	8,5%	21,9%	23,1%	24,0%	22,5%

Die Ergebnisse zur Aufgabengruppe Bruchrechnen sind insofern als besonders interessant anzusehen, da sich hier größere Unterschiede zu den Schüleruntersuchungen (Padberg 1989) ergeben. So sind die Erwachsenen bei der Addition eher besser als Schüler, während sie bei der Multiplikations- und vor allem bei der Divisionsaufgabe deutlich schlechter abschneiden. Hierfür dürfte besonders bei der Division ein Vergessen des Algorithmus verantwortlich sein.

Aufgabe (Brüche - Dezimalzahlen)	falsch	richtig
Verwandeln Sie in einen Bruch: 12,115	48,4%	51,6%
Verwandeln Sie folgenden Bruch in eine Dezimalzahl: $7 \frac{11}{20}$	43,9%	56,1%

Anzahl der Aufgaben richtig (Prozent)	0	1	2
	31,9%	28,4%	39,6%

Zu den Aufgaben zur Verwandlung einer Dezimalzahl in einen Bruch bzw. eines Bruches in eine Dezimalzahl ist anzumerken, daß auch ein beträchtlicher Teil der Erwachsenen dabei Schwierigkeiten hat. Das etwas schlechtere Ergebnis beim ersten Beispiel kann auch auf Schwierigkeiten beim Kürzen zurückzuführen sein.

Aufgabe (Einheiten umrechnen)	falsch	richtig
545000 mm in m	19,3%	80,7%
8500 dm ² in m ²	38,2%	61,8%
5 km ² in m ²	71,6%	28,4%
84 cm ³ in dm ³	62,8%	37,2%
3,2 m ³ in dm ³	51,5%	48,5%

2,35 hl	in	l	38,3%	61,7%
35 cm ³	in	l	64,8%	35,2%
2 t 8 kg 5 dag	in	kg	30,5%	69,5%
3 kg 15 dag 2g	in	kg	35,2%	64,8%
39274 sec	in	h,min,sec	55,4%	44,6%

Anzahl der Aufgaben richtig (Prozent)

0	1,7%	6	11,0%
1	4,2%	7	10,6%
2	8,2%	8	9,0%
3	12,6%	9	8,7%
4	15,1%	10	5,7%
5	13,4%		

Bei den Umwandlungsaufgaben von einer Maßeinheit in eine andere ist festzustellen, daß die Fehlerhäufigkeit bei den Längenmaßen am geringsten ist. Die Vertrautheit mit den Flächenmaßen ist schon viel geringer, und beim Übergang zu den Raummaßen ist nochmals ein Abfall festzustellen. Eine Ausnahme bei den Raummaßen bildet das Beispiel, bei dem Hektoliter in Liter verwandelt werden sollten. Dies könnte auf die kleinere Verwandlungszahl und die genau passende Stellenzahl zurückzuführen sein. Die Umrechnungen von Gewichtseinheiten dürfte aufgrund der häufigeren Verwendung im Alltag eher vertraut sein. Dementsprechend wurden die Aufgaben auch von ca. zwei Drittel der Teilnehmer richtig gelöst. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß Erwachsene mit dem Bereich der Umrechnungsaufgaben von Größeneinheiten eher Schwierigkeiten haben, da nur 45% von ihnen mehr als die Hälfte der Aufgaben richtig gelöst haben.

Aufgabe (Schlußrechnungen)	falsch	richtig
5 Planiertrauen benötigen zum Einebnen des Geländes 20 h. Wieviele Stunden benötigen 4 Planiertrauen für dieselbe Arbeit?	57,9%	42,1%
Ein Rad macht in 45 min 1260 Umdrehungen. Wieviele Umdrehungen macht es bei gleicher Geschwindigkeit in 36 min?	28,2%	71,8%
Eine Pumpe mit 730 kW fördert in 21h 8400m ³ Wasser. Berechnen Sie wieviel kW erforderlich sind, um in 16h 7200 m ³ Wasser zu fördern! (Die gleiche Förderhöhe wird vorausgesetzt)	80,6%	19,4%
In einem Ferienlager kommen 25 Kinder mit 70 kg Brot 14 Tage aus. Wie lange	66,1%	33,9%

werden voraussichtlich 36 Kinder mit 86 kg auskommen?

Für einen 12 km langen, 10 m breiten und 4 m tiefen Kanal brauchen 39 Arbeiter 24 Arbeitswochen. Wieviel Arbeiter stellen in 13 Wochen einen 10 km langen, 14 m breiten und 3 m tiefen Kanal fertig?

75,8% 24,2%

Anzahl der Aufgaben richtig (Prozent)	0	1	2	3	4	5
	12,8%	32,2%	25,8%	14,6%	9,1%	5,5%

Die Ergebnisse zur Aufgabengruppe "Schlußrechnungen" zeigen, daß Erwachsene mit diesen Beispielen generell Schwierigkeiten haben. Erwartungsgemäß ist die Fehlerquote bei Aufgaben mit direkter Proportionalität deutlich geringer wie bei Aufgaben mit indirekter Proportionalität. Für Aufgaben zur zusammengesetzten Schlußrechnung ist noch darauf hinzuweisen, daß Beispiele dieses Typs nicht mehr zum Kernstoff der entsprechenden Klassen der Schulstufen 5 bis 9 (Sekundarstufe I) zählen und daher das notwendige Training fehlt. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang aber, daß Aufgaben dieser Art in vielen Situationen des täglichen Lebens sowie auch des Berufsalltags Verwendung finden. Daher bedeuten Schwächen in diesem Bereich echte Behinderungen in vielen Lebenssituationen.

Zusammenfassend läßt sich als Ergebnis dieser Untersuchung anmerken, daß Erwachsene Schwierigkeiten mit den Grundrechnungsarten insbesondere bei Brüchen und Dezimalzahlen haben, und auch Problemstellungen zu Größenverwandlungen und Schlußrechnungen für viele ein größeres Hindernis darstellen. Aus anderen Untersuchungen wissen wir, daß Erwachsene bei Aufgaben aus der Schulmathematik zu einer starken Schemaorientierung neigen und ein notwendiger Schemawechsel, etwa bei Änderung des Zahlenbereichs, die Fehleranfälligkeit drastisch erhöht.

2. Rekonstruktion der Entstehungs- und Konzeptionsgeschichte ausgewählter Weiterbildungsveranstaltungen

Erstes Resultat unserer Arbeit zur Analyse der derzeitigen Strukturen im Bereich der Weiterbildung war die Erkenntnis, daß es sinnvoll ist, zwischen mathematischer und mathematikhaltiger Weiterbildung zu unterscheiden: Mit mathematischer Weiterbildung ist expliziter Mathematikunterricht gemeint, wie er fester Bestandteil vieler Bildungsgänge des Zweiten Bildungsweges ist. Hier sind insbesondere Kurse mit einem staatlich anerkannten Abschluß (z.B. "Mei-

ster" oder Studienberechtigung ohne Matura) zu erwähnen. Unter mathematikhaltiger Weiterbildung verstehen wir Weiterbildung, in der, meist im Zusammenhang mit dem Kennenlernen von Softwarepaketen, auf typisch mathematische begriffliche Konzepte und Verfahren Bezug genommen wird (für weitere Ausführungen dazu siehe Maaß 1993).

Für exemplarische Veranstaltungstypen - Volkshochschulkurse, Werkmeisterkurse und Studienberechtigungslehrgänge - wurden aus der Rekonstruktion der Entstehungs- und Konzeptionsgeschichte die curricularen Rahmenbedingungen mathematikdidaktischer Arbeit erschlossen. Zu diesem Zweck wurden Interviews mit MitarbeiterInnen der Volkshochschule Linz, des Wirtschaftsförderungsinstituts Oberösterreich, der Technisch-Gewerblichen Abendschule Wien, des Bundesministeriums für Unterricht und Kunst, der Technischen Universität Wien, des Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung Wien und des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung durchgeführt. Zudem wurden schriftliche Materialien zu den Kursen ausgewertet. Das wichtigste Resultat dieser Arbeit³ ist eine Einsicht in die Vielfältigkeit der vorhandenen Rahmenbedingungen für mathematische und mathematikhaltige Weiterbildung. Generell läßt sich ein Trend konstatieren, nach dem der Grad der Formalisierung und Standardisierung von Form und Inhalt der Kurse zunimmt, je bedeutsamer das Abschlußzeugnis ist bzw. sein soll. Um zwei Extreme herauszunehmen: In einem Hobbymathematikurs an der Volkshochschule soll Mathematik bzw. das Knobeln an mathematikhaltigen Problemen (Logeleien) einfach Spaß machen. Keine formalen Gründe sprechen dagegen, daß an jedem einzelnen Kursabend spontan entschieden werden kann, welches Problem oder Thema behandelt werden soll. Ganz anders ist die Situation im Studienberechtigungslehrgang. Wenn er seinen Sinn - inhaltlich auf ein spezifisches Studium vorzubereiten - erfüllen soll, müssen im Kursjahr eine Fülle von Inhalten unter relativ hohem Zeitdruck behandelt werden. Ein wesentliches Abweichen vom - per Verordnung vom Ministerium vorgeschriebenen - Stoffplan gefährdet nicht nur den Erfolg in der Abschlußprüfung, sondern mindert auch die Chance auf ein erfolgreiches Studium. Zum Ausgleich für diesen Druck hat das Abschlußzertifikat aber auch einen materiellen Wert, eben die Studienberechtigung.

Die bunte Vielfalt der mathematischen und mathematikhaltigen Kurse hat eine wichtige Konsequenz für die mathematikdidaktische Arbeit in der Erwachsenenbildung. Hier sind mathematikdidaktische Überlegungen nur dann sinnvoll, wenn sie sich der Komplexität der curricularen Situation bewußt sind und diese Komplexität nicht vorschnell zu reduzieren versuchen.

Insgesamt läßt sich die Situation in der Weiterbildung am ehesten mit einem Markt vergleichen, auf dem das Angebot von Kursen auf eine Nachfrage an Weiterbildung trifft. Ein Aspekt des Angebotes ist die Qualität des Kurses und

³ Eine ausführlichere Darstellung der Resultate erscheint voraussichtlich 1995 in der Zeitschrift "mathematica didactica".

insbesondere der Lehrenden. Wird sie für zu gering erachtet (wohlgemerkt: von Seiten der Nachfragenden, also der Lernenden, und nicht aufgrund einer "objektiven" Prüfung), sinkt die Nachfrage schnell unter jenes Level, das notwendig ist, um das Angebot aufrecht zu erhalten. Die Leitung der jeweiligen Bildungseinrichtung kann versuchen, vermittelnd einzugreifen, ist aber letztendlich die Instanz, die die Marktentscheidung vollzieht, d.h. den Kursleiter einstellen oder entlassen bzw. den Kurs ausschreiben oder absagen muß.

3. Zusammenfassung der Ergebnisse der Fragebogenerhebung bei TeilnehmerInnen und Lehrkräften in Veranstaltungen zur mathematischen bzw. mathematikhaltigen Weiterbildung

Die Fragebogenuntersuchung diente erstens der Bestandsaufnahme im Bereich der mathematischen bzw. mathematikhaltigen Weiterbildung. Unser Ziel war es, Sozialdaten von TeilnehmerInnen und Lehrkräften zu erheben, Motivationen für den Besuch der Weiterbildung herauszuarbeiten sowie inhaltliche Schwerpunktsetzungen und Lehr-Lern-Probleme aufzuzeigen. Den Gegenstand der Untersuchung bildeten Veranstaltungen im Raum Linz im Herbst 1992. Zweitens leistete die Fragebogenuntersuchung einen Beitrag zur Erfassung subjektiver Theorien über Mathematik bei Erwachsenen: TeilnehmerInnen wie Lehrkräfte wurden zu ihrer Sicht von Mathematik befragt.

Zu den weiterbildungsbezogenen Fragen ist insgesamt festzuhalten, daß eine große Heterogenität der Antworten je nach Art der Veranstaltung gegeben ist. Sie zeigt sich bei der Motivation ebenso wie bei den Zielsetzungen oder der Umsetzbarkeit des Gelernten in die Praxis. Einzig der Mathematikunterricht dürfte in den verschiedenen Zusammenhängen eher ähnlich gestaltet sein.

3.0 Erfasste Veranstaltungstypen

Die Erhebung wurde durchgeführt im Linzer Beruflichen Bildungs- und Rehabilitationszentrum, im Berufsförderungsinstitut, im Landwirtschaftlichen Fortbildungsinstitut, im Bereich des Landesschulrates für Oberösterreich, in der Universität Linz, in der Volkshochschule Linz und im Wirtschaftsförderungsinstitut.

Die Veranstaltungen können in vier Typen zusammengefaßt werden:

- Basisprogramme: Sie setzen sich zusammen aus Maßnahmen zum Nachholen des Hauptschulabschlusses sowie aus Vorförderungsprogrammen des Beruflichen Bildungs- und Rehabilitationszentrums. Ziel ist hier der Erwerb von Grundqualifikationen als Voraussetzung für weitere Maßnahmen.
- Höhere Schulen: Darunter fallen die verschiedenen Arten von Schulen für Berufstätige; Ziel ist die Erreichung der Matura.

- Studienberechtigungslehrgänge: Mit ihrer Absolvierung ist der Erwerb der Zulassung zur Aufnahme eines Studiums aus einer bestimmten Gruppe von Studienrichtungen gegeben.
- Berufsbegleitende Weiterbildung: Darunter fallen Werkmeisterlehrgänge, Fachakademien und die unterschiedlichsten mathematikhaltigen Kurse. Aufgrund ihrer Konstruktion ist diese Kategorie sehr heterogen. Gemeinsam ist das Ziel ist des Erwerbs von Einzelabschlüssen bzw. Zertifikaten, die der beruflichen Weiterqualifizierung dienen, aber keine spezifischen Berechtigungen im Rahmen des Bildungssystems beinhalten.

Bei der zweiten und der dritten Kategorie handelt es sich, da diese Veranstaltungen zusätzliche Möglichkeiten zur Erlangung der Hochschulberechtigung darstellen, um Maßnahmen des Zweiten Bildungswegs.

Befragt wurden insgesamt 416 Personen.

Mathematikunterricht besuchen etwas weniger als zwei Drittel der Befragten, mathematikhaltige Kurse etwas mehr als ein Drittel.

Basisprogramme besuchen 10,3%, höhere Schulen 21,4%, Studienberechtigungslehrgänge 14,9% und eine berufsbegleitende Weiterbildung 53,1%. Wird die letzte Kategorie unterteilt in Veranstaltungen für den gewerblich-technischen Bereich einerseits und für den kaufmännischen andererseits, so entfallen rund 70% der BesucherInnen berufsbegleitender Weiterbildung auf den ersten Bereich.

3.1 Demographische und andere Merkmale der TeilnehmerInnen und Lehrkräfte

Geschlecht der TeilnehmerInnen

335 der Befragten - rund vier Fünftel - sind Männer, 81 sind Frauen.

Alter der TeilnehmerInnen

Die Altersverteilung zeigt, daß rund 90% der Befragten zwischen 20 und 40 Jahre alt sind, wobei knapp 70% in die Altersgruppe der 20-30jährigen fallen.

Berufliche Herkunft der TeilnehmerInnen

Etwas über ein Drittel stammt aus dem Bereich Technik/Produktion, rund 17% aus Büro/Verwaltung und 10% aus dem Dienstleistungsbereich; rund ein Fünftel ist in anderen Bereichen tätig, rund 15% sind arbeitslos.

Die Differenzierung nach beruflicher Schichtzugehörigkeit ergibt, daß rund 40% der Befragten FacharbeiterInnen sind, etwas über ein Viertel einfache Angestellte oder Beamte, jeweils circa 6 - 7% leitende Angestellte bzw. Beamte oder Selbständige/ FreiberuflerInnen, rund 3% sind angeleitete ArbeiterInnen.

Schulbildung der TeilnehmerInnen

Knapp 45% haben Berufsschulabschluß, ein gutes Fünftel hat eine höhere

Schule begonnen, aber nicht abgeschlossen, rund 12% haben eine berufsbildende mittlere Schule besucht und jeweils rund 6% haben höchstens Pflichtschulabschluß oder zumindest Matura.

Die untersuchte mathematische bzw. mathematikhaltige Weiterbildung wird also vor allem von

- Männern
- 20-30jährigen
- BerufsschulabsolventInnen
- FacharbeiterInnen oder einfachen Angestellten/Beamten, die vorwiegend in Technik/ Produktion tätig sind besucht.

Dies hat damit zu tun, daß sich mathematische bzw. mathematikhaltige Weiterbildung generell in erster Linie an Personen aus dem gewerblich-technischen Bereich richtet, was auch in der Auswahl der Veranstaltungen für die vorliegende Untersuchung ihren Niederschlag fand. Eine statistische Repräsentativität der untersuchten Weiterbildung für die mathematische bzw. mathematikhaltige Weiterbildung in Österreich insgesamt ist aber dennoch nicht gegeben.

Mit ihrer Zusammensetzung repräsentiert die untersuchte Gruppe nicht die berufstätige Bevölkerung in Österreich, nicht die Klientel der Erwachsenenbildung insgesamt und auch nicht die TeilnehmerInnen an beruflicher Weiterbildung insgesamt. Bezogen auf letztere - die nächstliegende Vergleichsgruppe - sind

- zu wenige Frauen
- zu wenig ältere Personen
- zu wenig Angehörige höherer sozialer Schichten und
- zu wenig Personen mit höheren Schulabschlüssen vertreten.

Bei den **Lehrkräften** handelt es sich größtenteils um die Lehrkräfte der befragten TeilnehmerInnen, einige wenige sind auch KollegInnen in der jeweiligen Institution. Insgesamt wurden 38 Lehrkräfte befragt.

Rund 60% der Lehrkräfte unterrichten Mathematik, rund 40% geben mathematikhaltige Kurse. 6 Lehrkräfte (15,8%) sind in den Basisprogrammen tätig, 9 (23,7%) in den höheren Schulen, 4 - das sind 10,5% - in den Studienberechtigungslehrgängen und 18 (47,4%) in der berufsbegleitenden Weiterbildung, eine Person war nicht zuordnenbar.

Geschlecht der Lehrkräfte

Von den Lehrkräften sind 9, also ein knappes Viertel, weiblich und 29 männlich.

Alter der Lehrkräfte

Mehr als die Hälfte ist zwischen 30 und 40 Jahre alt.

Schulbildung der Lehrkräfte

Etwas mehr als die Hälfte (55%) hat Universitätsabschluß. Dies entspricht ungefähr (deutschen) Ergebnissen über die berufsbezogene Weiterbildung insgesamt: Danach haben rund zwei Drittel der Lehrkräfte Hochschul- oder Fachhochschulabschluß.

Art der Ausübung der Lehrtätigkeit

Gut die Hälfte der Lehrkräfte ist **hauptberuflich** in der Weiterbildung tätig. Im Vergleich zu allgemeinen Schätzungen für die berufliche Weiterbildung insgesamt bzw. zu den Verhältnissen in der Erwachsenenbildung generell, die maximal 5% hauptberuflich tätige Lehrkräfte ausweisen, ist dies ein exorbitant hoher Anteil. Er ist zum Teil auf die ausgewählten Veranstaltungen zurückzuführen: So sind etwa die Lehrkräfte an den höheren Schulen zu 100% hauptberuflich tätig. Allerdings geben auch in der Kategorie "berufsbegleitende Weiterbildung" rund 44% an, hauptberuflich Kurse bzw. Unterricht zu geben.

Die **nebenberuflich** tätigen Lehrkräfte kommen aus sehr verschiedenen beruflichen Bereichen. Der relativ größte Teil (knapp 30%) kommt aus der universitären Forschung, an zweiter Stelle steht der Schulbereich (rund 17%) und an dritter die Bereiche Technik/Produktion und Dienstleistung; ebenso viele üben auch keine weitere berufliche Tätigkeit aus (je knapp ein Achtel).

Dauer der Lehrtätigkeit in der Weiterbildung

Mehr als die Hälfte der Lehrkräfte ist schon länger als fünf Jahre in der Weiterbildung tätig.

Erlangung der didaktischen Qualifikation

Die didaktische Qualifikation wurde vor allem durch das Studium (knapp 70%) bzw. die berufliche Tätigkeit auf dem unterrichteten Gebiet (60%) erworben, nur etwas mehr ein Drittel gibt an, zu dem Zweck Kurse von Erwachsenenbildungsinstitutionen besucht zu haben (Mehrfachangaben waren möglich).

Dies bedeutet, daß die Lehrkräfte - ausgenommen die mit Lehramtsstudium; die Art des Studiums wurde aber nicht erhoben - mehrheitlich keine explizite didaktische Schulung absolviert haben. Daß Fachstudium oder Berufspraxis diese ersetzen können, ist zu bezweifeln; eher dürfte ein "learning by doing", das heißt, eine Weiterentwicklung der didaktischen Qualifikation durch den Prozeß des Unterrichtens selbst gegeben sein. Auch in dieser Frage der Qualifizierung paßt also die befragte Gruppe in das allgemeine Bild, die deutsche Untersuchungen zeichnen, wonach nur rund ein Fünftel der Lehrkräfte in der beruflichen Weiterbildung über eine explizite (erwachsenen)pädagogische Qualifikation verfügt.

3.2 Verhältnis der TeilnehmerInnen zur Mathematik in der Schule
Jeweils 50-60% der Befragten hatten ihren Angaben zufolge in der Schule Interesse an Mathematik, keine Probleme, dem Unterricht zu folgen und ein gutes Verhältnis zu ihren LehrerInnen in diesem Fach. Männer geben etwas häufiger an als Frauen, in der Schule an Mathematik sowohl interessiert als auch dafür befähigt gewesen zu sein. Aufgegliedert nach Berufssparten sind in Technik/Produktion Interesse für Mathematik und Befähigung dafür bei der Hälfte der Befragten anzutreffen, in Büro und Verwaltung nur bei einem Drittel. In Büro und Verwaltung sehen sich auch die Männer deutlich seltener als interessiert und begabt. Personen mit höherem Schulabschluß schätzen sich eher als interessiert und befähigt ein als solche mit niedrigerem Abschluß; diesem Trend nicht entsprechend ist aber das Antwortverhalten der AHS/BHS-AbbrecherInnen: Es könnte also sein, daß es gerade die Mathematik war, die sie scheitern ließ.

Verwendung von Mathematik im Beruf

Nur etwas weniger als ein Achtel gibt an, im beruflichen Alltag keine Mathematik zu benötigen; rund 60% verwenden sie.

Auffallend ist bei dieser Frage der hohe Anteil (über 25%) an ungültigen Antworten. Dies könnte auf die Fragestellung zurückzuführen sein: Die Frage war verneint formuliert, mußte also verneint werden, wenn die Verwendung von Mathematik ausgedrückt werden sollte. Allerdings liegen auch bei den übrigen, nicht verneint formulierten Fragen zum Mathematikeinsatz die Anteile an Enthaltungen in dieser Größenordnung. Dies könnte auf eine ganz und gar routinemäßig Verwendung von Mathematik hindeuten.

Nahezu drei Viertel führen einfache Berechnungen durch, rund ein Viertel macht Eingaben in den Computer, der die mathematische Bearbeitung erledigt, knapp 20% setzen sich mit den mathematischen Verfahren auseinander, mit denen der Computer arbeitet und etwas über 40% befassen sich mit den mathematischen Verfahren, mit denen sie händisch arbeiten (Mehrfachantworten möglich).

Daß mehr Personen angeben, einfache Berechnungen durchzuführen als überhaupt Mathematik verwenden, mag auf die oben genannten Probleme mit der Frage nach letzterem zurückzuführen sein; es kann aber auch sein, daß einfache Berechnungen durchzuführen von einem Teil der Befragten nicht als Mathematik Betreiben gesehen wird.

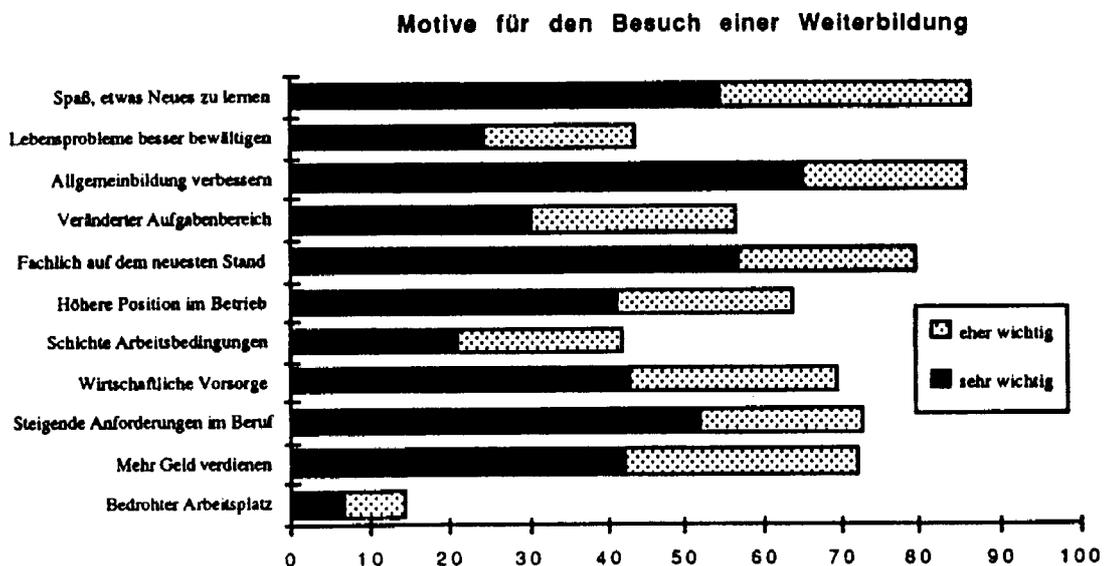
Nutzung des Computers im beruflichen Alltag

43% der befragten Personen geben an, daß sie in ihrem Beruf einen Computer einsetzen, an die 40% verneinen dies, der Rest antwortet ungültig. Im Bürobereich ist die Verwendung des Computers mit etwas über 80% rund doppelt so häufig wie in Technik und Produktion.

In Büro und Verwaltung umfaßt die Computernutzung vor allem den Einsatz von Textverarbeitung, Datenbanksystemen, Buchhaltungsprogrammen und von nicht in die vorgegebenen Kategorien fallender Spezialsoftware. Die ComputerverwenderInnen aus Technik und Produktion setzen - entgegen den Erwartungen - ebenfalls besonders häufig Textverarbeitungsprogramme ein. An zweiter Stelle steht der Einsatz von Spezialsoftware sowie von CAD/CAM-Programmen, gefolgt von Datenbanksystemen, wissenschaftlich-technischen Programmen und Programmieren.

3.3 Motivation der TeilnehmerInnen zum Besuch der Weiterbildung

Die Teilnahme an Weiterbildungsveranstaltungen setzt aus lernpsychologischer Sicht eine Motivation voraus. Verschiedene AutorInnen unterscheiden dabei zwischen "habituelle Motivation" und "Aktualmotivation" (zit. nach Lenz 1979). Unter habitueller Motivation wird die überdauernde Motivationslage verstanden, die eine Person in ihrer Auseinandersetzung mit der Umwelt ausbildet. Von Bedeutung sind dafür nach Gottwald/Brinkmann (1973, zit. nach Lenz 1979) die Merkmale Geschlecht, Alter, Bildungsniveau und soziale Schichtzugehörigkeit. Die Aktualmotivation umfaßt diejenigen Motive, die in einem spezifischen Kontext oder in einer spezifischen Situation der Beweggrund für die Inangriffnahme des jeweiligen Vorhabens sind. Beide Motivationsstypen sind als miteinander verschränkt zu betrachten.



Auffallend ist, daß die mathematische bzw. mathematikhaltige Weiterbildung kaum (rund 7% Zustimmung, rund 8% teilweise Zustimmung) aus Gründen der Abwendung eines möglichen Arbeitsplatzverlustes besucht wird. Ansonsten sind - von zwei Ausnahmen abgesehen - bei allen Statements relativ hohe Zustimmungsraten erkennbar (von etwas über 40% beim Wunsch nach finanziellem Aufstieg bis zu rund zwei Drittel bei dem Wunsch nach mehr Allge-

meinbildung). Die Ausnahmen sind bei der Frage nach der Unzufriedenheit mit den Arbeitsbedingungen (21% Zustimmung, 30% Ablehnung) sowie nach der Möglichkeit der Bewältigung von Lebensproblemen (24% Zustimmung, 27% Ablehnung) zu verzeichnen; dort sind Zustimmung und Ablehnung in ähnlichem Umfang vorhanden.

Mittels Faktorenanalyse lassen sich vier motivationale Faktoren rekonstruieren. Der erste Faktor stellt ein Bündel an Statusmotiven dar, das mit "Aufstieg und Absicherung" beschrieben werden kann. Der zweite Faktor beschreibt im Gegensatz zu allen übrigen Faktoren persönlichkeitsbezogene Beweggründe. In erster Linie sind es ausdrückliche Bildungsmotive. Der dritte Faktor beschreibt die Motivation durch eine "generelle, berufsbezogene Leistungsorientierung". Es werden vollzogene bzw. sich abzeichnende Veränderungen im Aufgabenbereich zum Anlaß für entsprechende Weiterbildungsaktivitäten genommen, ebenso wie versucht wird, über die neuesten Entwicklungen auf dem Arbeitsgebiet Bescheid zu wissen. Der vierte Faktor kann mit "sich abzeichnender Arbeitsplatzwechsel" beschrieben werden. Dieser Wechsel kann von der jeweiligen Person selbst angestrebt werden, er kann aber auch durch äußere Ereignisse wie Umstrukturierungsmaßnahmen im Betrieb bedingt sein.

Unterschiede nach Weiterbildungstyp:

Es lassen sich ausgeprägte Unterschiede im ersten, zweiten und vierten Faktor aufweisen.

Die Basisprogramme werden am wenigsten wegen eines anstehenden Arbeitsplatzwechsels besucht - dies ist klar, da sich die Personen dort bereits größtenteils in der Umschulung befinden.

In den höheren Schulen hingegen ist dieses Motivbündel besonders stark vorhanden; ausschlaggebend ist die Unzufriedenheit mit den Arbeitsbedingungen, die dort im Vergleich zu den Basisprogrammen und der berufsbegleitenden Weiterbildung mit 31,5% Zustimmung sogar rund doppelt so hoch ist. Aus dieser Konstellation läßt sich schließen, daß sich diese Personen ohne Matura in ihrer Karriere blockiert sehen und nun die nötige Karrierevoraussetzung schaffen wollen. Eher stark ausgeprägt sind dort auch der Faktor "Aufstieg und Absicherung" sowie die persönlichkeitsbezogene Motivation: Vor allem die BesucherInnen der allgemeinbildenden höheren Schulen zeichnen sich durch einen im Vergleich extremen Bildungshunger aus. Studienberechtigungslehrgänge werden vor allem aus persönlichkeitsbezogenen Motiven - Stichwort: Wissensdurst - besucht. Stärker ausgeprägt ist dort auch die allgemeine Leistungsorientierung.

Der Besuch der berufsbegleitenden Weiterbildung hingegen geschieht in erster Linie aus Aufstiegs- und Absicherungsmotiven sowie aus der allgemeinen, berufsbezogenen Leistungsorientierung. Die im Vergleich geringste Bedeutung haben dort persönlichkeitsbezogene Motive.

3.4 Die Weiterbildungsveranstaltungen aus der Sicht der TeilnehmerInnen und der Lehrkräfte

Besonders hoch liegt mit rund 61% der TeilnehmerInnen die Zustimmungsrate beim Ziel "Erreichung eines (Zeugnis)abschlusses". Etwas mehr als die Hälfte der TeilnehmerInnen sieht das Ziel in der Vermittlung von Wissen oder Fertigkeiten für die berufliche Praxis, etwas weniger als die Hälfte in der Entwicklung allgemeiner Fähigkeiten wie etwa der Fähigkeit, logisch zu denken. Nur sehr wenige der Befragten (7,7 %) sehen das Ziel in einer Hilfe zur Lebensbewältigung.

Unterschiede nach Weiterbildungstyp:

In der berufsbegleitenden Weiterbildung wird besonders häufig die Vermittlung praxisrelevanter Kenntnisse wahrgenommen, ebenso in den Basisprogrammen.

Im selben Maß wird aber auch in den höheren technischen Schulen und den Studienberechtigungslehrgängen für den mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich von diesem Ziel gesprochen. Hier läßt sich die Vermutung aufstellen, daß Personen, die in den beiden Formen des Zweiten Bildungswegs die technische Richtung einschlagen, eher zu einem funktionalen Herangehen an die Dinge tendieren, das sie den Verwertbarkeitsaspekt eben auch bei den Zielen als besonders wichtig erscheinen läßt. Die Entwicklung allgemeiner Fähigkeiten als Ziel wird in der berufsbegleitenden Weiterbildung deutlich weniger angegeben als in den drei anderen Typen. Die formale Berechtigung findet besonders ausgeprägte Zustimmung bei den BesucherInnen der Studienberechtigungslehrgänge (bei mehr als vier Fünftel) und der Basisprogramme (bei rund drei Viertel). Hoch ist die Zustimmung dazu auch in den berufsbegleitenden Veranstaltungen (knapp unter 60%): Angesichts der angespannten Arbeitsmarktsituation ist es auch nicht überraschend, daß Nachweise für Qualifikationen besonderes Gewicht bekommen.

Deutliche Unterschiede in den wahrgenommenen Zielsetzungen zeigen sich auch, wenn Mathematikunterricht und mathemathikhaltige Kurse getrennt analysiert werden. Die BesucherInnen der mathemathikhaltigen Kurse sprechen mit einer Zustimmungsrate von rund drei Viertel fast doppelt so häufig von Hilfe zur Bewältigung der beruflichen Praxis als die TeilnehmerInnen am Mathematikunterricht. Umgekehrt dient der Mathematikunterricht mehr als doppelt so häufig (rund 60% Zustimmung) der Entwicklung allgemeiner Fähigkeiten als die mathemathikhaltigen Kurse.

Als vorrangig wird von den Lehrkräften die Entwicklung allgemeiner Fähigkeiten (etwas unter 70% Zustimmung) gesehen ganz knapp vor der Ermöglichung eines formalen Abschlusses. An dritter Stelle liegt die Vermittlung praxisrelevanter Kenntnisse bzw. Fertigkeiten (etwas über 50% Zustimmung), und mit großem Abstand rangiert die Zielsetzung "Hilfe zur Lebensbewälti-

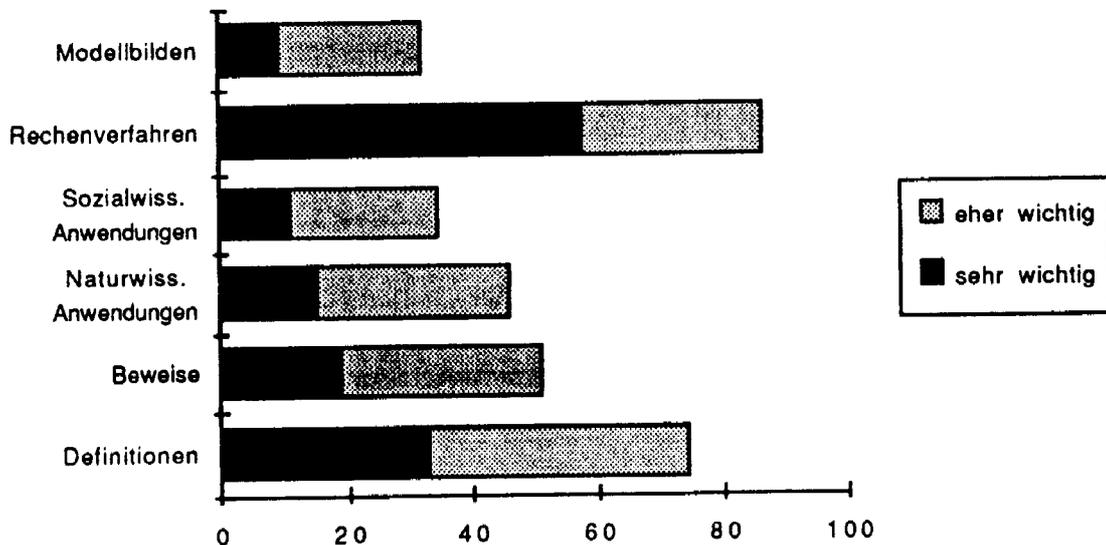
gung" am letzten Platz (13% Zustimmung, etwas mehr als ein Viertel teilweise Zustimmung).

Auch bei den Lehrkräften läßt sich ein deutlicher Unterschied in den Zielsetzungen erkennen, wenn Mathematikunterricht und mathematikhaltige Kurse getrennt betrachtet werden. Während die Lehrkräfte in den Kursen zu nahezu 100% die Vermittlung eines Wissens für die berufliche Praxis als Ziel betrachten, findet bei denen, die Mathematikunterricht geben, diese Ziel nur bei rund einem Viertel gänzliche und bei rund 40% teilweise Zustimmung. Bezüglich der Fähigkeitsentwicklung zeigt sich hingegen praktisch kein Unterschied. Die Analyse nach Weiterbildungstyp ist aufgrund der geringen Besetzungszahlen nicht sehr aussagekräftig.

Der summative Vergleich der Antworten - der allerdings problematisch ist, weil quer über die Veranstaltungen verglichen wird - zeigt, daß TeilnehmerInnen und Lehrkräfte sich am meisten hinsichtlich der Intention der Fähigkeitsentwicklung unterscheiden - die TeilnehmerInnen reihen sie weiter hinten.

3.5 Inhaltliche Schwerpunkte des Mathematikunterrichts

Schwerpunkte im Mathematikunterricht

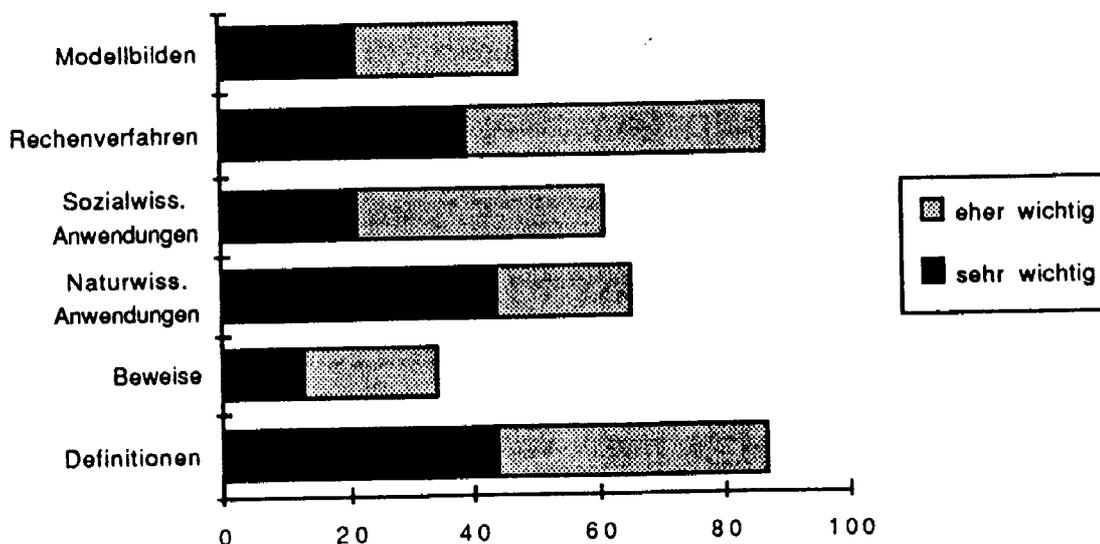


Das wichtigste (mit knapp 60% Einschätzungen als "sehr wichtig") ist aus Sicht der TeilnehmerInnen die Behandlung von Rechenverfahren. Am zweitwichtigsten erscheint den TeilnehmerInnen das Einführen von Begriffen bzw. das Herstellen von Zusammenhängen zwischen Begriffen (rund ein Drittel betrachten es als "sehr wichtig"). Deutlich gespalten sind die Antworten in der Frage, ob das Führen von Beweisen im Mathematikunterricht eine besondere

Rolle spielt (etwas unter einem Fünftel sagt "sehr wichtig", rund ein Drittel hält sie für zumindest eher unwichtig). Den Anwendungen kommt aus Sicht der TeilnehmerInnen ein angesichts des besonderen Rufs nach Praxisnähe in der beruflichen Weiterbildung ein überraschend geringer Stellenwert zu. Nicht einmal die Hälfte (naturwissenschaftlich-technische Anwendungen) bzw. nur rund ein Drittel (sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Anwendungen sowie Modellbildung) sehen darin zumindest eher wichtige Gesichtspunkte.

Besonders deutliche Unterschiede nach Weiterbildungstypen lassen sich nicht rekonstruieren. Rechenverfahren gelten überall als das wichtigste, Definitionen als das zweitwichtigste. In den höheren Schulen liegen das Beweisen und das Modellbilden in der Bedeutung etwas über dem allgemeinen Durchschnitt, ebenso wie in den Basisprogrammen. In der berufsbegleitenden Weiterbildung - Mathematikunterricht wurde hier in Werkmeisterlehrgängen und der Fachakademie Informatik erfaßt - haben Anwendungen, auch naturwissenschaftlich-technische und erst recht das Modellbilden, ebenfalls einen geringen Stellenwert.

Schwerpunkte im Mathematikunterricht



Aus Sicht der Lehrkräfte sind Begriffsklärungen bzw. das Herstellen von Beziehungen zwischen Begriffen das wichtigste (knapp über 40% Einstufungen als "sehr wichtig"). An zweiter Stelle folgen - noch vor der Behandlung von Rechenverfahren - naturwissenschaftlich-technische Anwendungen. Werden die Antwortkategorien "sehr wichtig" und "eher wichtig" zusammengefaßt, liegen die Aspekte "Definitionen" und "Rechenverfahren" voran. Nur mehr für rund ein Fünftel sehr wichtig sind Anwendungen im sozialen bzw. wirtschaftlichen Bereich sowie Modellierungen, die allerdings unter Einbeziehung der "eher wichtig" Antworten weniger häufig genannt werden; und am un-

wichtigsten sind aus Sicht der Lehrkräfte Beweise (für 13% sehr wichtig, für rund ein Drittel eher unwichtig, für rund ein Fünftel unwichtig).

Insgesamt betrachtet wird also im hier untersuchten Mathematikunterricht ein nicht völlig ausgewogenes Bild von Mathematik vermittelt. Anwenden schließt nur eher selten den Aspekt des Modellbildens mit ein, und die für die Mathematik zentrale Bedeutung des Beweisans wird nicht entsprechend herausgearbeitet.

Der summative Vergleich bei den inhaltlichen Schwerpunktsetzungen im Mathematikunterricht zeigt, daß der Anwendungsaspekt insgesamt von den TeilnehmerInnen nicht in dem Maß als wichtig wahrgenommen wie er von den Lehrkräften eingestuft wird. Umgekehrt haben Rechenverfahren bei den TeilnehmerInnen eine viel größere Bedeutung als bei den Lehrkräften. Dies läßt vermuten, daß die TeilnehmerInnen dazu neigen, in Inhalten und Problemstellungen verfahrensmäßige Aspekte zu suchen ("algorithmisch-mechanische Rahmung"), wie dies für Kinder und Jugendliche aufgewiesen werden konnte.

3.5 Inhaltliche Schwerpunkte der mathemathikhaltigen Kurse

Die überwältigende Mehrheit der **Teilnehmenden** (an die 90%) gibt an, sich im Kurs in irgendeiner Form mit Mathematik zu befassen. Dies zeigt, daß ein Bewußtsein über die Mathematikhaltigkeit der Kurse vorhanden ist. Sehr häufig ist auch mit rund 75% Zustimmung die erste Stufe der Begegnung mit Mathematik, dem Umgang mit mathematisch gewonnenen Daten. Von der Durchführung einfacher Berechnungen im Kurs sprechen etwas unter 50%. Höher als erwartet ist mit etwas über 60% bzw. rund 40% der Anteil derer, die eine Auseinandersetzung mit der verwendeten Mathematik sehen bzw. die Herausarbeitung des mathematischen Gehalt des jeweiligen Unterrichtsgegenstandes als Mittel zur Gewinnung von Einsicht in diesen Gegenstand.

In rund drei Viertel aller mathematikhaltigen Kurse geht es aus Sicht der **Lehrkräfte** um Mathematik. Am häufigsten (bei rund zwei Drittel) ist Mathematik in Form von Zahlenangaben und Daten präsent. Fast gleich häufig wird auch gerechnet, und in mehr als der Hälfte der Kurse erfolgt auch eine Auseinandersetzung mit den eingesetzten mathematischen Mitteln bzw. mit dem mathematischen Gehalt des Sachthemas. Der Einsatz einfacher mathematischer Mittel ist aber eher nicht begleitet vom Reflektieren dieser Mittel - es gibt eine Gruppe, die einfache Berechnungen durchführt und eine andere, die sich mit Konzepten und Verfahren auseinandersetzt. Eine allgemeine Reflexion über die Bedeutung der Mathematik findet nicht statt.

Im Rahmen des summativen Vergleichs ist erwähnenswert, daß Mathematik aus der Sicht der Lehrkräfte weniger vorkommt als aus der Sicht der TeilnehmerInnen.

3.6 Transfer in die berufliche Praxis

Bei TeilnehmerInnen dominiert die Vorstellung vom Lernen auf Vorrat (rund 60% Zustimmung). Eine unmittelbare Anwendbarkeit ist eher nur teilweise gegeben (etwas über ein Fünftel Zustimmung, mehr als ein Drittel teilweise Zustimmung). Mit diesem Ergebnis entpuppt sich der Wunsch nach Unterstützung der Bewältigung der beruflichen Praxis, der in der Motivation und den wahrgenommenen Zielsetzungen zum Ausdruck kommt, in der Meinung der Befragten als nur langfristig realisierbares Unterfangen.

Deutliche Unterschiede in der Einschätzung der unmittelbaren Anwendbarkeit ergeben sich zwischen den verschiedenen Weiterbildungstypen sowie zwischen Mathematikunterricht und mathemathikhaltigen Kursen: In den höheren Schulen, vor allem in den allgemeinbildenden, und den Studienberechtigungslehrgängen bzw. überhaupt im Mathematikunterricht wird sie kaum gesehen, in der berufsbegleitenden Weiterbildung bzw. den Kursen hingegen ist sie überdurchschnittlich häufig.

Am häufigsten (zu rund 45%) meinen die **Lehrkräfte**, daß das von ihnen vermittelte Wissen von den TeilnehmerInnen erst für die jeweilige Praxissituation adaptiert werden muß. Dazu paßt auch, daß eine unmittelbare Anwendbarkeit nur zum Teil angenommen wird (rund zwei Drittel teilweise Zustimmung, aber nur 2,6% - von einer Person - klare Zustimmung). Faßt man die beiden Kategorien "Zustimmung" und "teilweise Zustimmung" zusammen wird am häufigsten von einem Erwerb eines Vorrats an Wissen ausgegangen.

Der summative Vergleich zeigt, daß die Lehrkräfte hinsichtlich eines unmittelbaren Transfers skeptischer sind als die TeilnehmerInnen.

3.7 Lern- und Lehrprobleme

Lernprobleme der TeilnehmerInnen

Mehr als vier Fünftel aller TeilnehmerInnen sind mit Lernproblemen konfrontiert. Deswegen von einer generellen Überforderung der TeilnehmerInnen zu sprechen, ist jedoch nicht angemessen, da die Einschätzung "ab und zu", zu der sich knapp 70% zählen, einen großen Bedeutungsspielraum hat.

Die hauptsächlichen Gründe für Lernschwierigkeiten liegen zum einen im Umfang des Lernstoffs (rund 40% Zustimmung) und seiner Elaboriertheit (etwas über ein Viertel Zustimmung) sowie einer mangelnden Vertrautheit mit dem Lernen (rund 30% Zustimmung). Zum anderen sind sie durch die Belastungen, die der Berufsalltag mit sich bringt, verursacht (etwas über ein Drittel Zustimmung). Fehlende mathematische Voraussetzungen sind nur für einen eher geringen Teil (rund 15% Zustimmung, wenn auch rund ein Drittel teilweise Zustimmung) eindeutig ein Grund für Probleme. Die Faktorenanalyse erbrachte vier Problem-Faktoren.

Der erste Faktor kann mit "Gestaltung des Unterrichts" bezeichnet werden. Der zweite Faktor beschreibt die "intellektuellen Anforderungen", vor die sich die TeilnehmerInnen gestellt sehen. In erster Linie spielen dafür die Voraussetzungen, die die TeilnehmerInnen in mathematischer bzw. in sonstiger fachlicher Hinsicht mitbringen, eine Rolle. Der dritte Faktor kann mit "Lerntechnik/Lernorganisation" übertitelt werden. Schwierigkeiten durch den dritten Faktor sind Schwierigkeiten mit der Planung der Lernprozesse und ihrer effektiven Durchführung. Der vierte Faktor umfaßt die Lernprobleme, die durch Umstände außerhalb der Weiterbildung und ihrer Gestaltung bedingt sind.

Mit der Gestaltung des Unterrichts haben häufiger die Personen Probleme, denen Mathematik in der Schule schwer fiel oder die sich nicht für Mathematik interessierten. Die intellektuellen Anforderungen stellen eher für die befragten Frauen, für die Personen mit niedriger Schulbildung, ohne Interesse an Mathematik in der Schule sowie ohne berufliche Verwendung von Mathematik ein Problem dar. Probleme wegen mangelnder Lerntechnik/Lernorganisation sind bei den älteren Personen sowie bei denen mit niedriger Schulbildung stärker ausgeprägt.

Unterschiede nach Weiterbildungstyp:

In den Basisprogrammen sind Probleme aufgrund mangelnder Lerntechnik und Lernorganisation mehr gegeben als in allen anderen Weiterbildungstypen. In Hinblick auf die anderen Faktoren ist erwähnenswert, daß die Gestaltung des Unterrichts in den höheren Schulen und auch in den Studienberechtigungslehrgängen eher als Grund für Lernschwierigkeiten genannt wird, ebenso wie die Belastung durch den Beruf.

Im Zusammenhang mit den Gründen für Lernprobleme wurde auch nach Maßnahmen zur Verbesserung der Veranstaltungen gefragt. Relativ am häufigsten wird der Wunsch nach einem stärkeren Bezug der Inhalte zur beruflichen Praxis geäußert (für etwas über 30% sehr wichtig). An zweiter Stelle steht der Wunsch nach mehr Anleitungen durch die Lehrkraft (für gut ein Fünftel sehr wichtig). Dann folgen die stärkere Orientierung auf die einzelnen Teilnehmenden, der Wunsch nach mehr Selbsttätigkeit der TeilnehmerInnen sowie nach stärkerem Alltagsbezug.

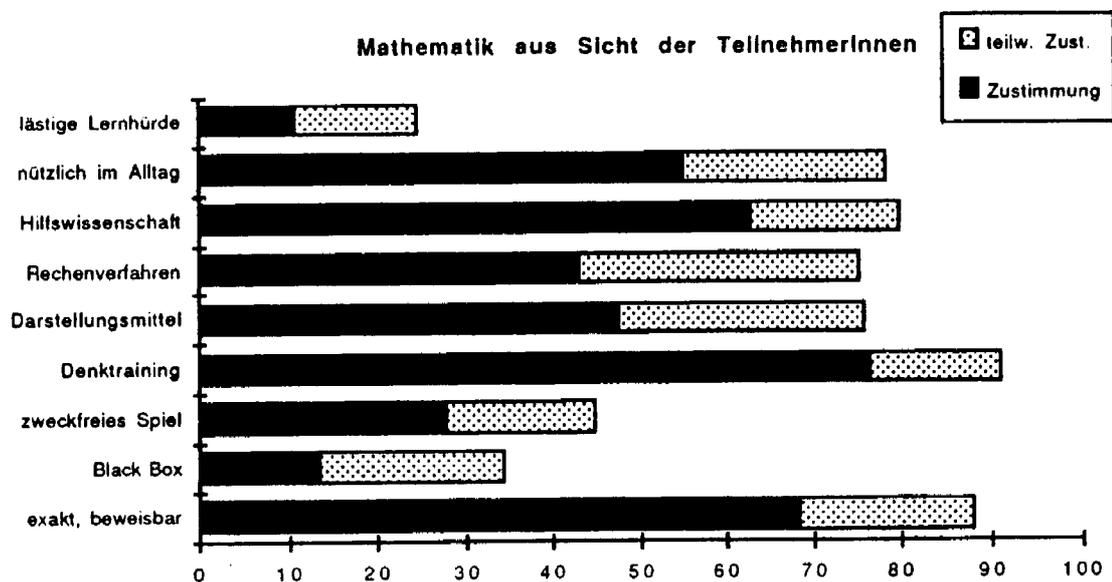
Am häufigsten ist also der Wunsch nach mehr Berufspraxisbezug. Da auch rund zwei Drittel derjenigen dies wünschen, für die ohnedies schon eine unmittelbare Anwendbarkeit des Gelernten gegeben ist, ist hier weniger ein Reagieren auf Defizite der Weiterbildung als eine allgemeine Grundhaltung zu vermuten. Der - zweithäufigste - TeilnehmerInnenwunsch nach mehr Anleitungen läßt sich so interpretieren, daß sie nicht wie in der Pädagogik üblich von der Leitvorstellung "Lernen als aktiver Konstruktionsprozeß" ausgehen, sondern Lernen in erster Linie als Abbildungsprozeß sehen, in dem sie die vorgestellten Inhalte übernehmen (sollen).

Zum Zusammenhang zwischen Lernproblemen und Wichtigkeit von Änderungsvorschlägen ist festzuhalten, daß Personen mit häufigen Lernproblemen in stärkerem Maß für die verschiedenen Vorschläge plädieren als diejenigen, die sich nie oder nur ab und zu solchen gegenüber sehen.

Lehrprobleme der Lehrkräfte

Mehr als 90% der Lehrkräfte sind "ab und zu" mit ihrem Unterricht unzufrieden. Als Quintessenz der Ergebnisse zu den Gründen dafür kann gelten, daß die Heterogenität der TeilnehmerInnen in den untersuchten Weiterbildungsveranstaltungen ein durchgängiges Problem für die Lehrkräfte ist (mehr als ein Viertel starke Zustimmung und 60% teilweise), daß ansonsten aber Lehrprobleme bzw. die Unzufriedenheit mit dem Unterrichtsverlauf von Fall zu Fall sehr unterschiedliche Gründe haben: Das "falsche" Lernen seitens der TeilnehmerInnen wird in erster Linie von den Lehrkräften aus den höheren Schulen angeführt; mangelnde mathematische Voraussetzungen seitens der TeilnehmerInnen sind in der berufsbegleitenden Weiterbildung deutlich weniger ein Problem als in den anderen Kategorien; ein zu großer Stoffumfang ist praktisch nur ein Problem der Studienberechtigungslehrgänge; und auch die Reglementierung des Unterrichts durch Prüfungsanforderungen o. ä. wird nur dort besonders häufig genannt.

3.8 Subjektive Theorien über Mathematik



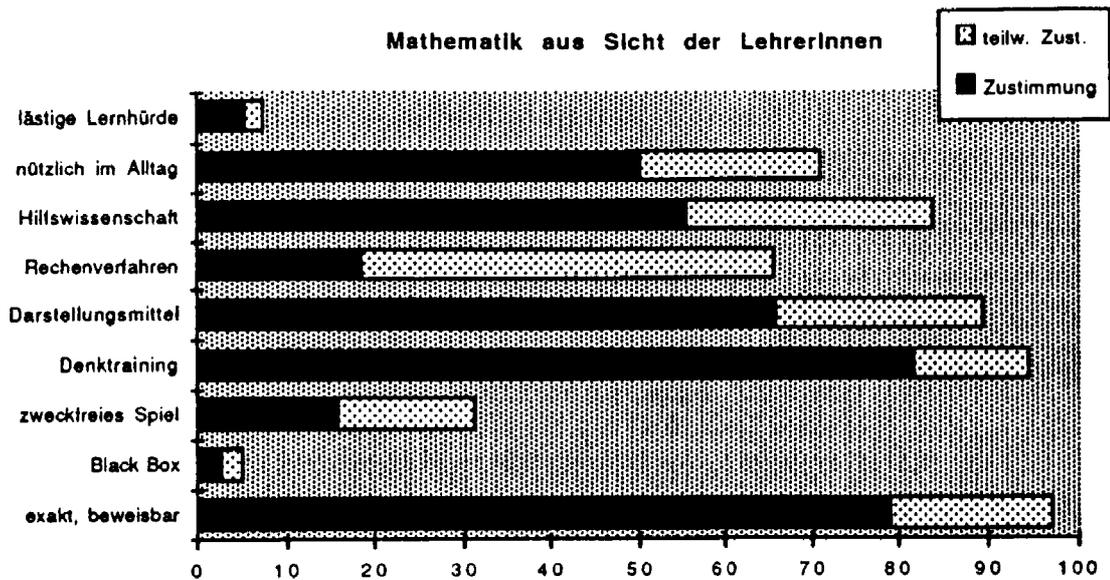
Starke Zustimmung der TeilnehmerInnen bekommen all jene Statements, die den Mittelcharakter bzw. die Leistung der Mathematik ansprechen - Mathematik gilt in verschiedener Hinsicht als nützlich. Besonders häufig ist die Meinung, daß das Betreiben von Mathematik Rückwirkungen auf das Denken habe (etwas mehr als drei Viertel stimmen zu). Auch die Strenge wird von einer deutlichen Mehrheit wahrgenommen (rund 68% Zustimmung). Eher gespalten

sind die Meinungen in der Frage, ob Mathematik ein zweckfreies Spiel, eine *l'art pour l'art*, sei (etwas über ein Viertel Zustimmung, etwas unter ein Viertel Ablehnung) sowie bei der Ansicht, daß Mathematik einen prinzipiellen Black-Box-Charakter hat. Abgelehnt wird die Möglichkeit, Mathematik in der Schule weitgehend aus dem Kanon der Pflichtfächer zu entfernen.

Auch mit diesen Ergebnissen wurde eine Faktorenanalyse durchgeführt. Die subjektive Theorie über Mathematik, die im ersten Faktor zum Ausdruck kommt, kann mit "Mathematik - ein Mittel mit Gebrauchswert für den Einzelnen/die Einzelne" bezeichnet werden. Der zweite Faktor kann übertitelt werden mit "Mathematik - eine esoterische Lehre". Mathematik hat hier einen prinzipiellen Black-Box-Charakter - irgendetwas geschieht, was eigentlich, bleibt aber im Dunklen und wozu ebenfalls. Der dritte Faktor beschreibt Mathematik als "Rechenkasten im Dienste der Allgemeinheit". Hier wird ihr Nutzen für Aufgaben außerhalb des unmittelbaren Erfahrungsbereichs der NormalbürgerInnen betont; außerdem steht der algorithmische Aspekt im Vordergrund. Im vierten Faktor ist Mathematik ein "logisch einwandfreies Denkgebäude".

Bei den befragten Frauen ist die Sicht der Mathematik als esoterische Lehre stärker ausgeprägt als bei den Männern. Auch die Personen mit geringerer Schulbildung sehen Mathematik mehr als esoterische Lehre als die mit höherer. Ansonsten ändern sich nicht die subjektiven Theorien über Mathematik mit der Höhe der Schulbildung, sondern mit der Art der gelernten Mathematik. In der Schule an Mathematik Interessierte und Uninteressierte unterscheiden sich klar in allen vier Faktoren. Erstere betrachten Mathematik mehr als ein Mittel mit Gebrauchswert für den/die Einzelnen und auch mehr als logisch einwandfreies Denkgebäude, aber etwas weniger als Rechenwerk im Dienste der Allgemeinheit, und auch deutlich weniger als esoterische Lehre. Der Einsatz von Mathematik im Beruf geht mit einer ausgeprägteren Zustimmung zum "Mathematik - ein Mittel mit Gebrauchswert für den/die Einzelnen"-Faktor einher. Hingegen sind es die Nicht-AnwenderInnen, die Mathematik eher als esoterische Lehre sehen.

Besonders ausgeprägt ist die Zustimmung der **Lehrkräfte** zu den Statements, die die Denktrainingsfunktion und die Theoretizität der Mathematik ansprechen - keine Person antwortet hier ablehnend. Klar bejaht werden auch der Aspekt des Darstellungsmittels sowie die Nützlichkeit im Alltag und für den wissenschaftlichen Bereich (die Hälfte bis zwei Drittel Zustimmung). Eine Tendenz zur Zustimmung, allerdings zur abgeschwächten (etwas unter 50% teilweise Zustimmung), zeigt sich auch beim algorithmischen Aspekt, das heißt, er wird zwar gesehen, Mathematik wird aber nicht auf ihn reduziert. Eher gespalten sind die Meinungen, was den *l'art pour l'art*-Charakter der Mathematik anbelangt. Von fast allen abgelehnt wird, daß Mathematik eine prinzipielle Black Box sei sowie daß der Mathematikunterricht aufgrund seiner Selektionsfunktion in der Schule abgeschafft gehörte.



Auffallend am Ergebnis ist, daß die Lehrkräfte in so großem Maß der Mathematik eine positive Funktion für die Entwicklung von Denkfähigkeiten zuschreiben: Unter Zugrundelegung der Vorstellung, daß die menschliche Erfahrung in "Subjektive Erfahrungsbereiche" gegliedert ist, kann von einer Entwicklung bestimmter, dann in den verschiedensten Kontexten zur Verfügung stehender Denkfähigkeiten durch das Lernen von Mathematik nicht ausgegangen werden. Auffallend ist auch, daß der Aspekt des Spielerischen der Mathematik weit stärker abgelehnt wird als der der Anwendbarkeit in verschiedenen Zusammenhängen. Möglicherweise kommt darin ein generelles, teleologisches Denken zum Ausdruck, wonach jegliches Tun vorgeordneten Zielen und Zwecken dienen muß.

Die Lehrkräfte, die Mathematik unterrichten, zeigen eine andere Sicht von Mathematik - stärkere Betonung des Theorieaspekts, geringerer Stellenwert des Algorithmischen - als diejenigen, die einen mathemathikhaltigen Kurs geben.

Insgesamt betrachtet unterscheiden sich die Mathematiklehrenden in ihrem Mathematikbild mehr von den TeilnehmerInnen als die KursleiterInnen, die mathemathikhaltige Kurse geben. Dies ist auch erwartbar angesichts der quantitativ und qualitativ anderen Beschäftigung mit Mathematik, die dem Unterrichten von Mathematik zugrundeliegt bzw. die mit ihm in der laufenden didaktischen Arbeit einhergeht. Die KursleiterInnen sind diesbezüglich näher am Alltagsverständnis - wenn von "dem" Alltagsverständnis angesichts der innerhalb der TeilnehmerInnen aufweisbaren Unterschiede überhaupt gesprochen werden kann. Es dürfte aber schon bestimmte Tendenzen geben, die Mathematik zu sehen, die mehr bei nicht so mathematisch sozialisierten Personen auftreten wie die Betonung des rechnerischen Aspekt und das Herausstreichen der

konkreten Nützlichkeit. Die vorliegende Untersuchung⁴ kann allerdings nicht aufdecken, welche Haltung hinter der Zustimmung zu den vorgegebenen Aspekten bzw. hinter deren Ablehnung steckt. Dazu bedarf es weiterer Untersuchungen.

Literatur

- K. Gottwald, C. Brinkmann: Determinanten der Weiterbildungsmotivation. In: Deutscher Bildungsrat: Bildungsurlaub als Teil der Weiterbildung. Materialien. Stuttgart 1973
- H. Jungwirth: Zwischen Ehrfurcht und Verdammung - Wie Nicht-MathematikerInnen die Mathematik sehen, in: Beiträge zum Mathematikunterricht 1993, Hildesheim 1993
- H. Jungwirth: Erwachsene und Mathematik - eine reife Beziehung?, in: mathematica didactica 1/1994
- W. Lenz: Grundlagen der Erwachsenenbildung. Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz: Kohlhammer 1979
- J. Maaß: Mathematische und mathematikhaltige Weiterbildung, in: Beiträge zum Mathematikunterricht 1993, Hildesheim 1993
- J. Maaß, W. Schlöglmann: Begleituntersuchung zum Hochschullehrgang "Mathematische Methoden für Anwender", Institut für Mathematik an der Universität Linz, Linz 1986
- J. Maaß, W. Schlöglmann: Vorstudien zur Erarbeitung von Lehrmaterialien für einen Vorkurs zum Erwerb von mathematischen Basiskenntnissen, Institut für Mathematik an der Universität Linz, Linz 1987
- J. Maaß, W. Schlöglmann (Hrsg.): Mathematik als Technologie, Deutscher Studien Verlag Weinheim 1989a
- J. Maaß, W. Schlöglmann: Mathematische Weiterbildung für Ingenieure - methodische und didaktische Probleme, in: ZDM 1/1989, S. 27 - 32
- R. Möller: Mathematik in der Weiterbildung. Eine Fallstudie zu einem Algebrakurs der University of Maryland, Bad Salzdetfurth 1989
- F. Padberg: Didaktik der Bruchrechnung, B.I. Wissenschaftsverlag Mannheim/Wien /Zürich 1989
- W. Schlöglmann: Didaktische Forschungsaufgaben im Weiterbildungsbereich, in: Beiträge zum Mathematikunterricht 1990, Hildesheim 1990
- M. Schulz-Reese: Schulz-Reese, M.: Mathematische Weiterbildung. Handlungsstrategien und Konzepte für eine neue Aufgabe der Mathematik. Berlin/Bielefeld/München 1991
- M. Wildt: Kognitive Aktivität aus der Nähe betrachtet - Erwachsene lösen mathematische Sachaufgaben, Hildesheim 1993

⁴ Die Auswertung im Detail ist im Zwischen- und im Abschlußbericht zum Projekt dokumentiert (Jungwirth, Maaß, Schlöglmann 1993 bzw. 1994), Vgl. auch Jungwirth 1993, 1994