

**Störungen der  
Mathematikdidaktik  
durch die Realität**

**von Lutz Führer**

**Antrittsvorlesung an der  
Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main  
am 27. April 1994**

### Kurze Zusammenfassung:

Seit etwa zwanzig Jahren bemüht sich die Mathematikdidaktik der Sekundarstufen, dem alten Theorie-Praxis-Gefälle durch zuverlässige Informationen über reale Lehr- und Lernprozesse beizukommen. Gemessen an vernünftigen pädagogischen Ansprüchen, ergaben sich für den alltäglichen Unterricht hauptsächlich pathologische Befunde ohne Therapiechance für die Schulpraxis. Erkenntnisse der Jugend- und Schulforschung lassen vermuten, daß einige Mängel natürliche Folgen didaktischer Anachronismen und Fehlgewichtungen in der Lehrerausbildung sind.

### Vorbemerkung

Seit der Hochblüte der Bildungsreformen in den frühen siebziger Jahren lebt die Mathematikdidaktik der Sekundarstufen, auf die ich mich hier konzentrieren möchte, in einem erheblichen Spannungsfeld zwischen ihrer ehrwürdigen und praxiswirksamen stoffdidaktischen Gymnasialorientierung und neuen psychologisch, soziologisch und allgemeinpädagogisch motivierten Ansprüchen. Die beschleunigte Bildungsexpansion, Enttäuschungen bei der raschen Umsetzung der Reformvorhaben und die Verschmelzung der Pädagogischen Hochschulen mit Universitäten haben die akademische Erweiterung der Sekundarstufendidaktik rasch etabliert. Dabei hat sich die Mathematikdidaktik in ihren Domänen „Stoffdidaktik“ und Lehr-Lernforschung zu sehr eingerichtet und das wachsende „Theorie-Praxis-Gefälle“ in Kauf genommen. Ich möchte zeigen, daß dieses gewachsene Mißverhältnis zur Praxis nicht mehr lange haltbar sein wird.

Wenn ich mich im folgenden mehr mit den Erscheinungsformen und den nicht intendierten Inhalten des Mathematikunterrichts befasse, so ist das keineswegs als Respektlosigkeit gegenüber der traditionsreichen, verdienstvollen und nach wie vor notwendigen Stoffdidaktik gemeint. Es entspricht lediglich meiner Überzeugung, daß im neueren pädagogischen Randbereich der Mathematikdidaktik Grundfragen faßbarer geworden sind, deren baldige Beantwortung für den Alltagsunterricht lebenswichtig ist, aber weder rein stoffdidaktisch noch durch die Beschreibung „empirischer Theorien“, Lehr-Lern-Prozesse“, „subjektiver Theorien und Kompetenzgebilde“ oder „Handlungsroutinen“ geleistet werden kann.

## 1. Zur Pathologie des Alltagsunterrichts

Als äußere Zeichen der pädagogisierten Sichtweise können etwa die Gründung des IDM 1973, die Einrichtung des Lehrstuhls für Mathematikdidaktik an der TH Darmstadt 1974 oder die Bestrebungen genommen werden, die 1975 zur Gründung der GDM in fragwürdiger Opposition zu DMV und MNU geführt haben. Inhaltlich traten neben das klassische Hauptthema des curricularen Arrangements, d.h. der fachmethodisch zu optimierenden Wissensverbreitung und -verbreiterung, zu denen ich auch die inzwischen kanonische „Problem- und Anwendungsorientierung“ samt modischen Tendenzen zum „fächerübergreifenden Unterricht“ rechne, aus offensichtlich guten Gründen Untersuchungen

- zu realen Lehr-Lernprozessen und Darstellungsmitteln im Mathematikunterricht samt ihrer psychologischen und erkenntnistheoretischen Interpretation,
- zur operationalen Beschreibung von Lehrzielen,
- zur fachspezifischen Unterrichtsmethodik,
- zu Möglichkeiten der inneren statt äußeren Differenzierung,
- zur Dynamisierung von Konzeptauffassungen,
- zur Fehleranalyse, -klassifikation und -therapie,
- zur Alltagspraxis und zu subjektiven Theorien des Lehrerhandelns,
- zur historischen, soziologischen und epistemologischen Genese des kanonischen Schulwissens in Mathematik,
- zur besonderen subjektiven und empiristischen Struktur des vermittelten oder zu vermittelnden mathematischen Wissens,

am Rande auch

- zum heimlichen Curriculum des traditionellen Mathematikunterrichts.

Es würde hier zu weit führen, darauf im einzelnen einzugehen (vgl. etwa Blum u.a. 1992). Ich möchte lediglich einige Resultate nennen, die sich unmittelbar auf den von Wittmann (1992) sogenannten „Kernbereich“ beziehen, d.h. auf die alltägliche Schulpraxis:

- Die Mehrzahl der heute aktiven Gymnasiallehrer hat ihre Mathematikdidaktik wahrscheinlich in der zweiten Ausbildungsphase aus Freudenthal (1973) und vor allem aus Wittmann (1974... 1981) nachgelernt. Dort wird folgende Kernthese begründet und erläutert:

„Der Mathematikunterricht soll nach der genetischen Methode organisiert werden.“  
(Wittmann 1978, S. 138)

Tatsächlich hat D. Hopf (1980) in einer breit angelegten empirischen Studie zeigen können, daß fast alle der befragten Gymnasiallehrer Anhänger irgendeiner Form des genetischen Prinzips waren (Schubring 1978; Wagenschein 1968; Wittmann, 1978). Zugleich ergab sich aber der Befund, daß das keinerlei erkennbare Auswirkungen auf ihren Unterricht in 7. Klassen hatte.

- „Lernen wird nicht mehr als passive Übernahme des Wissens vom Lehrer, sondern als aktive, sozial vermittelte Aufbauleistung gesehen.“ (Wittmann, 1992, S. 66; vgl. auch Bauersfeld 1988)

Obwohl kommunikative und schülerzentrierte Unterrichtsformen in der allgemeinpädagogischen Ausbildung der Lehrer seit Jahrzehnten aus psychologischen und soziologischen Gründen gefordert werden (vgl.z.B. Blankertz 1969...1974; Klafki 1964, 1975, 1993; Gage/Berliner 1986; Edelmann 1993; Gropengießer u.a. 1994), dominiert - übrigens international und nicht nur im Mathematikunterricht - nach wie vor der fragend-entwickelnd getarnte Lehrervortrag (z.B. Hopf, 1980; Gage/Berliner 1986; Lukesch/Kischkel, 1987; Glöckel 1990).

- Unterrichtsinhalte werden nicht planungskonform vermittelt, sondern im situativen Kontext zwischen Lehrern und Schülern ausgehandelt und erzeugen zunächst „subjektive Erfahrungsbereiche“ (Bauersfeld, 1983). Die „pädagogische Situation“ wird von akademischer Seite heute übereinstimmend - um es einmal lernpsychologisch auszudrücken - als Zusammenspiel spezifischer Kognitionen, Motive, Gefühle und Kompetenzen auf Lehrer- und Schülerseite gesehen, die einander in pädagogischer Interaktion und eingebettet in das jeweilige Arrangement der Lernumwelt beeinflussen:

„Im Alltagsverständnis reduziert sich diese komplexe Situation auf das Bild des vom Lehrer organisierten Unterrichts mit dem vorrangigen Ziel der Wissensvermittlung. Diese Auffassung von Lernen ist in ihrer drastischen Einschränkung falsch.“ (Edelmann 1993, S.423)

- Eine Wirkung in der Praxis: Lernschwierigkeiten und Leistungsversagen werden von Lehrern heute weniger anklagend auf Mängel an Fleiß, Konzentration oder Intelligenz zurückgeführt als beschützend auf Stofffülle, zu hohe Abstraktion, unzureichendes Grundwissentstraining aus Zeitmangel oder erworbene Mathematikphobien im früheren Unterricht (Tietze, 1991).

„Unterrichtsstörungen lassen sich als Konflikt zwischen den Zielen des Lehrers und den Zielen des Schülers begreifen. Der Schüler hat in diesem Fall ein alternatives Handlungskonzept realisiert.“ (Edelmann 1993, S. 327)

- Lernschwierigkeiten und Mißverständnisse sind oft Produkte gewohnheitsmäßiger, individueller oder gruppengebundener „Rahmungen“, die schwer zu erkennen und abzuändern sind (Krummheuer, 1983). Dazu gehört wohl auch der immer wieder beobachtete „Pygmalion-Effekt“, d.h. nachweisliche Steigerung der Schülerleistung aufgrund positiver Voreinstellung des Lehrers (Brophy/Good, 1976 und Nachfolgeuntersuchungen bei Ingenkamp u.a., 1992, S. 519).
- Der Unterrichtsalltag ist von teilweise unbewußten Ritualen, Handlungsroutinen und Zugzwängen durchzogen, insbesondere vom „Trichtermuster“ des fragend-entwickelnden Frontalunterrichts und vom entfremdenden „Inszenierungsmuster“ (Bauersfeld, 1978; Voigt, 1984; Maier/Voigt, 1991). Die erwähnten Muster üben Mathematik als rituelle Form der Wahrnehmungs-, Denk- und Anwendungsverengung ein.
- „Lerner“ entwickeln aufgrund solcher Routinen und Rituale merkwürdige gedankliche „Stoffoasen“, die schulisches Verhalten strategisch optimieren, das sachliche Verständnis aber eher behindern (Andelfinger 1984, 1987, 1991; Andelfinger/Jahnke 1985).

Trotz Lennés gründlicher und vermeintlich endgültiger Abrechnung mit der Aufgabendidaktik und trotz der allgemeinen Überzeugung „problemlösendes Denken entwickelt sich nicht als Zusatzeffekt beim Wissenserwerb“ (Edelmann 1993, S. 350) folgt die Unterrichtsplanung für Einzelstunden der Kleinschrittigkeit der Alltagspraxis, ist weitgehend reproduktiv und längs des eingeführten Lehrbuchs aufgabenorientiert (Niedersächsisches Kultusministerium 1987; Bromme, 1981, und in Ingenkamp u.a., 1992, Band II; Glöckel 1990; Tietze, 1991).

Rechnet man diesen Untersuchungen noch die zahlreichen Bemühungen um Fehleranalysen, -klassifikationen und -individualtherapien zu (vgl. etwa Führer 1984; Hasemann 1985; Lorenz 1987), dann ergibt sich insgesamt für den alltäglichen Mathematikunterricht neben der kaum angetasteten Stoffdidaktik das eher deprimierende Mosaik einer Pathologie mit nur marginalem therapeutischen Potential: Konsensfähige didaktische und methodische Prinzipien scheinen der Sekundarstufenpraxis nicht zu nützen. Es steht sogar zu befürchten, daß sie eher destruktiv gewirkt haben, indem sie Machbarkeitsillusionen der Schulaufsicht und der öffentlichen Meinung begünstigten (vgl. etwa Bernfeld 1925; Dollase 1984; Heitger und Oelkers in Nieders. Kultusministerium 1988).

## 2. Auf dem Wege zu einer schulischen „Instituetik“

Nun weisen zumindest empirisch orientierte Erziehungswissenschaftler regelmäßig jeden normativen Anspruch ihrer Forschungen von sich (vgl. z.B. Bauersfeld 1988), und selbst Mayers großes Taschenlexikon von 1983 definiert vorsichtig:

„Als Wissenschaft von der Erziehung hat die Pädagogik auf kritisch rationale Weise zu ermitteln, was Erziehung und Bildung besagen, um die Erziehungswirklichkeit möglichst umfassend darzustellen.“

Aber das ändert natürlich nichts daran, daß Theoriedesiderate über Bildungspolitik, Lehrerausbildung und Bildungsverwaltung auf die Praxis normativ wirken:

Aus einem Bericht der Frankfurter Rundschau vom 26.2.1994 über die neuste Entscheidung der KMK zur Schulzeitfrage:

„Bereits eine Woche zuvor hatten die Minister erstmals seit Jahrzehnten wieder versucht, sich darüber zu verständigen, was die Schüler im Gymnasium, in der gymnasialen Oberstufe eigentlich lernen sollen. Wie von Teilnehmern dieser Klausurtagung zu erfahren war, gab es unter den Kultusministern unabhängig von der parteipolitischen Zugehörigkeit harsche Kritik am Gymnasium und den Gymnasiallehrern. Vermißt werden soziale Einstellungen bei den Abiturienten. Beklagt wurde bei den Lehrern, Kinder nicht zu mögen und der Lebenswelt ihrer Schüler fremd gegenüberzustehen.“

Die Rückwirkung solcher Ansichten der obersten Vorgesetzten und eigentlich Verantwortlichen auf die angeklagten Lehrer kann man sich leicht ausmalen. Julius Seiders, seinerzeit MR im Niedersächsischen Kultusministerium, hat sie schon 1987 sehr einfühlsam beschrieben (in: Niedersächsisches Kultusministerium, 1988, S.12-45); ich brauche das hier nicht zu wiederholen.

Genau eine Woche vorher hatte dieselbe Zeitung unter dem Motto „Deutsch und ‚Mathe‘ gefragt“ von der KMK gemeldet, daß die Oberstufenschüler sich ihre Studierfähigkeit künftig mit mehr Grundlagenwissen in Deutsch, Mathematik und einer Fremdsprache aneignen müßten. Dieses „mehr“ brauche aber nicht mehr Unterricht, es könne auch fachübergreifend erreicht werden. Wertevermittlung und Betonung des Erziehungscharakters akzeptiere nun auch die SPD, dafür sei die Union jetzt offener für „moderne Lehrformen wie Projektunterricht und fachübergreifendes Lernen. Früher umstrittene Lernziele aus den Gesamtschuldebatten nach sozialer Kompetenz, Teamfähigkeit und Schlüsselqualifikationen halten beide Seiten heute für selbstverständlich.“ Das Abitur solle aber weiterhin zur Aufnahme jedes Studiums berechtigen. In der Ausbildung der Gymnasiallehrer müßten „pädagogisches Wissen und Unterrichtsvermögen ... bereits im Studium mehr im Vordergrund stehen.“

Natürlich haben solche Äußerungen nur indirekte Wirkungen auf die schulische Realität. Diese Wirkungen dürfen aber nicht unterschätzt werden: Jede Examenslehrprobe und jede Beförderung von A 13 in höhere Einfluß- oder Besoldungsgruppen verlangt vom Bewerber seit Jahren eine entsprechende Mimikry in Wort und Tat. Wenn der Schulrat kommt, werden rasch Unterrichtsmaterialien gebastelt, und alle Overhead-Projektoren werden entstaubt. Fachlich anspruchsvoller Unterricht ist nicht beförderungsrelevant. Wenn er von Vorgesetzten überhaupt zur Kenntnis genommen wird, so in der Regel als unerfreuliche Folge von Elterneinsprüchen.

T.W. Adorno hat es vor Jahren sublimierter ausgedrückt:

„In der imago des Lehrers wird aber die Déformation professionnelle geradezu die Definition des Berufes selbst.“ (Adorno, 1970, S. 79; wie „Erziehung zur Mündigkeit“ mit der erziehungswissenschaftlich und bürokratisch gestützten Entmündigung der Erzieher harmonisiert werden kann, hat Adorno leider nicht erklärt.)

Es ist nun leider nicht einfach so, daß die angerissenen Vorhaltungen ganz unberechtigt wären. Die erste Phase der Gymnasiallehrausbildung verläuft fachzentriert, und das hier erworbene Fachbewußtsein hilft bei der Umsetzung anerkannter Prinzipien wie „Prozeßorientierung“, „offener Unterricht“, „Anwendungs- und Lebensweltbezug“, „fächerübergreifender Unterricht“, „Problemorientierung“ oder „Erziehung zur Mündigkeit“ tatsächlich herzlich wenig. Die Schwierigkeiten liegen aber noch tiefer: in der (forschungspolitisch nicht unwillkommenen) Überinterpretation erziehungswissenschaftlicher Erkenntnisse und in der chronischen öffentlichen Überforderung des Schulwesens, die eine offene Gegenwehr der Praktiker von vornherein disqualifiziert (z. B. Bernfeld 1925; Dollase 1984; M. Heitger in Nieders. Kultusmin. 1988).

Während Bildungstheorien und Stoffdidaktik darauf ausgerichtet sind, Ziele und Sollzustände zu beschreiben, zielt die empirische Unterrichtsforschung naturgemäß nicht auf theoriebildende Handlungsleitung (vgl. etwa Ingenkamp u.a., 1992). Sollen die beklagten reformresistenten Diskrepanzen zwischen erziehungswissenschaftlicher Theorie, bildungspolitischen Zielen und Schulwirklichkeit, zwischen allgemeinen Prinzipien, Richtlinien und Alltagsrealität, verstanden und nicht nur bürokratisch bekämpft werden, so muß die theoretische Ebene der Bildungs-, Stoff- und Unterrichtsforschung mit der - eher zu erfahrenden als zu beobachtenden - nichtoffiziellen Ebene der Alltagspraxis verbunden werden. Dazu bedarf es einer Untersuchung der Randbedingungen und Parameter, die das Schul- und Unterrichtssystem selbst tradiert oder generiert. Siegfried Bernfeld hat darauf schon 1925 eindringlich hingewiesen und das zu entwickelnde Forschungsfeld „Instituetik“ genannt (Bernfeld, 6<sup>o</sup> 1990, S. 26f.), aber erst in neuerer Zeit zwingen uns empirische Befunde in diese Richtung:

- J.S. Kounins Untersuchung (1970/1976) von Disziplinproblemen lief - für ihn selbst überraschend - darauf hinaus, daß schul- und unterrichtsklimatische Bedingungen viel wirksamer sind als konkrete Reaktionen.

- Ebenfalls überraschend verlief eine - natürlich umstrittene - Untersuchung von Treiber/Weinert (1985) des Mathematikunterrichts der 113 fünften und sechsten Hauptschulklassen im Rhein-Neckar-Kreis: Die vermutete Wirkung individualisierender Unterrichtsformen auf den Chancenausgleich wurde wohl festgestellt, allerdings nur durch Absenkung der Leistungsspitze. Leistungsorientierter Unterricht differenzierte die Klassen erwartungsgemäß zunehmend aus, dabei verbesserten sich aber nicht nur die Leistungen schwächerer Schüler über das Vergleichsniveau, sondern auch das Sozialverhalten der Lerngruppen insgesamt (Treiber/Weinert, 1985). Die Deutung dieser trendwidrigen Befunde, die sich auch in ähnlichen Studien fanden (Ingenkamp u.a., 1992, S. 343ff.), wurde in Qualitätsunterschieden bei den beteiligten Lehrern und Schulen gesucht.
- Die Rutter-Studie (1979/80) und die widersprüchlichen Schulvergleichsstudien zum deutschen Gesamtschulproblem lösten eine Fülle von Untersuchungen zu Schulklima und „Schulethos“ aus, deren gemeinsames Ergebnis etwa lautet: Gute Schulen sind zugleich leistungsorientiert und schülerfreundlich. Sie leben in einem Konsens geteilter Wertvorstellungen und Leistungsanforderungen, haben eine effektive und solidarische Schulleitung, pflegen kollegiale Beziehungen und Zusammengehörigkeitsgefühl, halten Ordnung und Disziplin usw. (Rutter 1980; Gage/Berliner 1986; Rolff 1990; Ingenkamp u.a. 1992).
- Veränderungen der außerschulischen Lebensbedingungen belasten die Schulen zunehmend mit Betreuungsaufgaben, die neben organisatorischen Zusatzbedingungen auf ein Schulklima angewiesen sind, das verbreitete Sozialisationsdefizite auffangen kann (z.B. Rolff, 1982; Altermann-Köster, 1992).

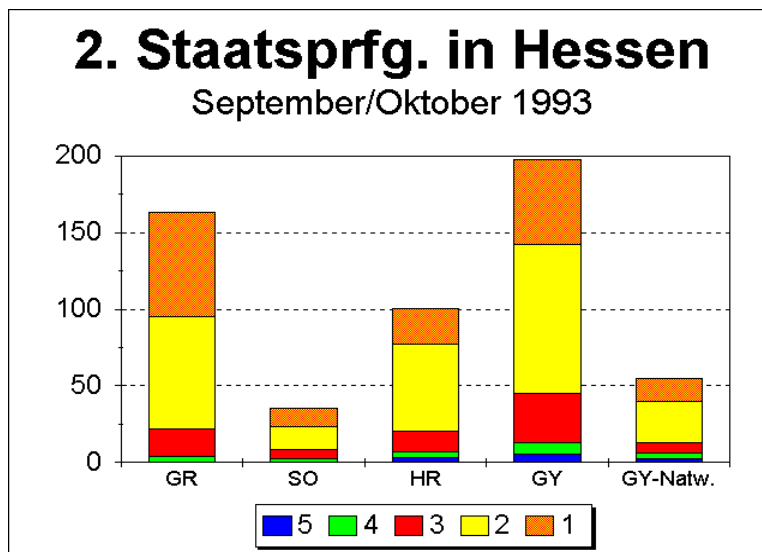


### 3. Institutionelle Probleme des Mathematikunterrichts

Jeder Unterricht, also auch der mathematische, hat neben Vermittlungsaufgaben erzieherische. Das wird dem praktizierenden Mathematiklehrer spätestens dann bewußt, wenn selbst bescheidene Lernerfolge ausbleiben oder ernste Disziplinprobleme auftreten. Neben der Stoffvermittlung geht es um Enkulturation, um Förderung der Lernmotivation, der kognitiven und muttersprachlichen Entwicklung, des Selbstvertrauens und der allgemeinen Lebendstüchtigkeit,... und auch um die Entfaltung von Individualitäten mit zivilisierten und demokratischen Umgangsformen, um die Entfaltung von zwischenmenschlichen Beziehungen usw. Können wir glauben, das sei dem fachlich qualifizierten Lehrer stoffimmanent gegeben oder in der kurzen zweiten Ausbildungsphase nachzuliefern?

Ich glaube es nicht, denn die zweite Ausbildungsphase erfordert und erzeugt - bei allem Respekt vor den Fachleiterkollegen - in erster Linie Anpassungsleistungen. Wer heute eine Chance zur Einstellung haben will, muß mit dem gänzlich unakademischen Schulsystem und mit der jeweiligen offiziellen pädagogischen Lehrmeinung zurechtkommen. Eine Prüfungsauslese findet nach den Anfangssemestern des Fachstudiums kaum noch statt.

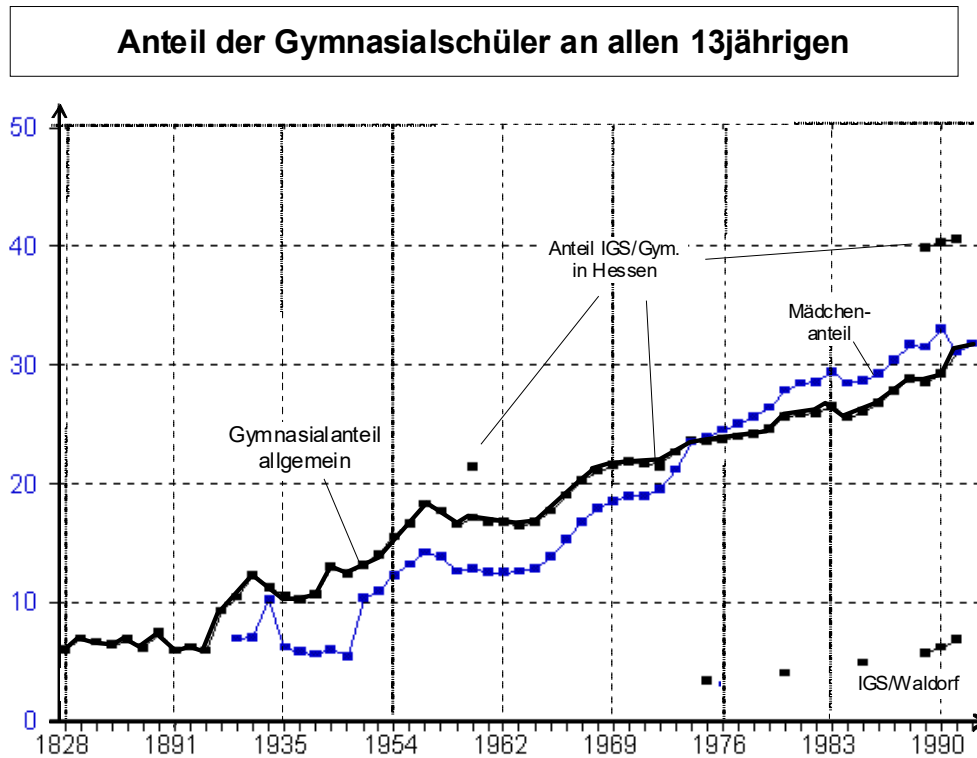
Die einstellungsrelevanten Noten werden im aktuellen Schulklima erworben – und sie sind (in ihrer normativen Wirkung:) „mittelmäßige“ Mittelwerte. Alle Referendare wissen das.



Es wird darauf ankommen, welche Anstrengungen die Mathematikdidaktik unternehmen kann, um den absehbaren Austausch der Mehrheit des Lehrpersonals durch praxisorientierte und kompensatorische Ausbildung vorzubereiten. Dazu muß sich die Fachdidaktik endlich einigen Tatsachen widmen, auf die sie bisher nur defensiv mit Ratschlägen aus der inhaltlich kaum verbesserten wilhelminischen Reformpädagogik reagiert hat (Oelkers, 1992), während sich die Schulwirklichkeit ständig und heimlich durch Anpassung reformiert.

Ich nenne hier nur einige Rahmenbedingungen des gymnasialen Mathematikunterrichts, die auch ohne Detailkenntnisse der Schulorganisation verständlich sind:

### 3.1 Die Bildungsexpansion



Die Gymnasialquote, bezogen auf alle 13jährigen bzw. Schüler der 7. bis 9. Klassen, ist von 11,7% 1952 über 23,7% 1975 auf 31,8% (davon 54% Mädchen), zuzüglich 6,8 % Gesamtschüler (54% Jungen), 1992/93 gestiegen. Im „intelligentesten“ Flächenbundesland Hessen betrug sie für 7. Klassen 1992/93 35,6%, zuzüglich 16,4% Gesamtschüler. Davon waren beidemal recht genau 52 % Mädchen, während ihr Bevölkerungsanteil in den Klassenstufen 5-10 nur 48,1% ausmachte. Der Hauptschulanteil sank bundesweit auf 23,8% mit 43,4% Mädchen, in Hessen auf 17,1% mit 41,5% Mädchen. (Köhler 1978, 1990; Bundesministerium für Bildung und Wiss. 1992/93; Stat. BA, vorl.Info. vom 8.3.94). Geht man davon aus, daß Gesamtschulen mit Oberstufe zur Bestandserhaltung ein Drittel ihrer Schüler zum Abitur führen müssen, dann befinden sich in Hessen zur Zeit über 40% der 13jährigen auf dem Weg zur Allgemeinen Hochschulreife. Man kann sich denken, was das für die Ballungszentren bedeutet.

Die Abiturquote (AHR), bezogen auf den Durchschnittsjahrgang der 18- bis unter 21jährigen, betrug 1991 bundesweit für allgemeinbildende Schulen 26,3% (KMK 1993). Ein Vergleich mit der Gymnasial- bzw. Gesamtschulquote von 27,3% bzw. 4,6% für 13jährige sechs Jahre zuvor (Köhler 1990) deutet schon an, was gründlichere Berechnungen zeigen: Die Abiturchance für 13jährige Gymnasiasten liegt heute bei knapp 80%, die für 11.-Klässler bei 95%.

Im Hinblick auf den Mathematikunterricht wirft das mindestens zwei grundlegende Probleme auf:

- Entweder haben die Lehrerinnen und -lehrer im Lande unglaubliche Lehrleistungen erbracht, oder akademisches Fachwissen ist hinter pädagogischer Betreuungskunst zum sekundären Problem geworden. Da letzteres eher anzunehmen ist, wenn man an die Einstellungspraxis in den siebziger Jahren denkt, oder an zahllose Erlasse zur Dämpfung der Leistungsanforderungen: Kann es weiter verantwortet werden, die Gymnasiallehrer in der ersten Ausbildungsphase mit einer fachzentrierten Berufsperspektiven zu versehen und sie nur fachorientiert auszulesen?
- Seit der Meraner Reform ist der Mathematikunterricht der Sekundarstufe I zum Analysisunterricht hin gedacht. Ein Vergleich des Richertschen Lehrplans für Real- und Reformrealgymnasien von 1925 mit den MNU-Vorschlägen von 1989 (Lietzmann 1926, Band I; Barth/Lochhaas 1989) verdeutlicht, daß sich das nicht wesentlich geändert hat.

Lassen sich die Argumente, die einst zu diesen Lehrplänen geführt haben, noch und in dieser Breite aufrechterhalten, oder gibt es neue? P. Bender (1982) hat das für die Abbildungsgeometrie verneinen können, ich selbst kam zum gleichen enttäuschenden Ergebnis für den Analysisunterricht (Führer 1981).

Nach wie vor nehmen etwa drei Viertel aller Abiturienten ein Studium auf, die mittleren Abstände zur Schulzeit werden aber immer größer (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft). Für die Mathematikdidaktik ergibt sich damit das folgende Problem:

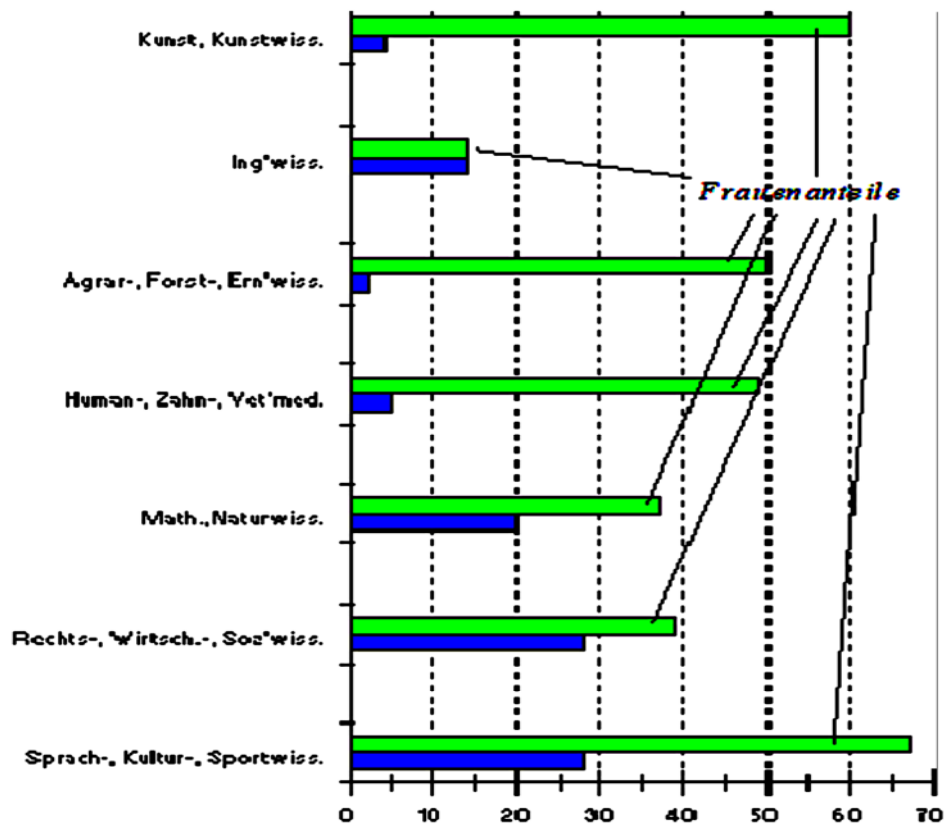
Während beim schriftlichen Abitur - und damit auch vorher - im wesentlichen technische Fertigkeiten gewürdigt werden (Bauer 1978; KMK 1991), ist über die Langzeitwirkungen des Mathematikunterrichts zu wenig bekannt. (Einige Ergebnisse von Hochschuleingangstests lassen Schlimmes befürchten.)

Als Fächergruppen werden zu je einem Viertel „Sprach-, Kultur- und Sportwissenschaften“ bzw. „Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften“ gewählt, zu 20% „Mathematik/Naturwissenschaften“ und zu 13% „Ingenieurwissenschaften“. Der Rest entfällt auf medizinische, forst- oder landwirtschaftliche Bereiche.

Etwa ein Drittel der Abiturienten ergreift statt des Studiums oder vor einem Studium einen Beruf. 40% davon beginnen eine Berufsausbildung im kaufmännischen Sektor, langfristig bleiben etwa 75% in diesem Bereich.

- Wie können das traditionelle Curriculum und die heutige Lehrerausbildung auf diese Strukturen des tertiären Abnehmerbereichs abgestimmt werden:

### Studienanfänger 1991



Studienanfänger nach Fachgruppen - jeweilige Frauenanteile dort

### 3.2 Die Schüler

1989 gingen die 13- und 14jährigen Kinder von selbständigen Akademikern zu 85% auf ein Gymnasium, die von Beamten bzw. Angestellten mit Abitur zu 77% bzw. 67%. Hatte kein Elternteil das Abitur, so lag die Quote unter 50%. In etwas anderer Sicht: 11% der Arbeiterkinder diesen Alters, 43% der Angestelltenkinder und 57% der Kinder von Beamten gingen auf diesen Schultyp (Daten nach Köhler 1992, S.40). Klientel des Gymnasiums ist also die Bildungs- und Mittelschicht geblieben, und der soziale Chancenausgleich hat - abgesehen vom Gewinn der Mädchen - im wesentlichen nur in dem Maße stattgefunden, in dem er dem Strukturwandel des Beschäftigungssystems zur Dienstleistungsgesellschaft folgen konnte.

Gymnasialschüler kommen wie ehemals in der Mehrzahl aus besser gestellten Familien. Sie sind unter erheblich anderen Bedingungen aufgewachsen als ihre alternden Lehrer (s.u.). Die heutigen Schülerinnen und Schüler sind es gewohnt,

- als kaufkräftige und konsumfreudige Bevölkerungsschicht umworben zu werden,
- mit Uhren, audiovisuellen Medien, Computern und Telefonen kostenfrei zu leben,
- über eigene Zimmer zu verfügen (88% in den alten Ländern lt. Shell-Jugendstudie 1992, Band I, S. 256, Band 4, S. 141f.),
- Spielkontakte terminiert und in Erwachsenenbegleitung aufzunehmen (Kindergartenpersonal, Elternfahrdienste),
- früh weit zu reisen,
- einen verinselten Lebensraum (Wohnungen von Freunden, Jugendzentren, Sportstätten, Videotheken, Discos, Kinos, Spielhallen, Kaufhäuser, Boutiquen, Buchläden, Büchereien,...; Shell-Jugendstudie '92, Band I, S. 302) möglichst verzögerungsfrei mit Telefonaten, Autos oder öffentlichen Verkehrsmitteln anzuschlagen,
- die Nahräume zwischen diesen Erlebnisinseln als anregungsarm, störend und teilweise gefährlich zu empfinden (sozial homogene Vororte, Reihen- und Hochhaussiedlungen, Massenverkehr).

Die sekundäre Sozialisation heutiger Jugendlicher, d.h. die individuelle Aneignung der materiellen und geistigen Kultur durch Wahrnehmen, Handeln, Reagieren und Reflektieren, vollzieht sich damit grundlegend anders als die ihrer Lehrer:

- Innenräume spielen eine größere Rolle,
- Raum- und Zeitwahrnehmung sind inselhafter, weitläufiger und flüchtiger,
- Freizeiten sind organisiert, betreut und terminiert,
- Mode-, Konsum- und Beschaffungsprobleme sind wesentlicher geworden,

und

- soziale, moralische, intellektuelle, politische und erotisch-sexuelle Selbstbestimmungsprobleme werden schon in der Schulzeit durchlebt (vgl. etwa Rolff 1982; Hurrelmann 1989; Shell-Jugendstudie '92).

Die Lebenswelt heutiger Kinder und Jugendlicher unterscheidet sich von der der Erwachsenen nur noch in drei wesentlichen Punkten: in größerer Gestaltungsfreiheit, in ökonomischer Geborgenheit bei den Eltern und im Gegebensein einer Realität, die von den Älteren als nervöse Collage des stetig Gewordenen empfunden wird.

Für den Mathematikunterricht ergeben sich herausfordernde Probleme:

- Ein erfolgreicher Schulabschluß ist zur notwendigen, aber für nichts hinreichenden Voraussetzung des weiteren Lebens geworden.(Hurrelmann 1989) Er rechtfertigt als Ziel keinen Bedürfnisverzicht, er symbolisiert vielmehr die Bedrohung des gewohnten materiellen Status' durch die Arbeitswelt. Welche Teile des traditionellen Mathematikunterrichts können wirklich für sich in Anspruch nehmen, zur künftigen Arbeitswelt zu qualifizieren?
- Können unsere altherwürdigen genetischen und systematischen Grundprinzipien überhaupt noch verstanden werden? Ist der Aufbau vom Einfachen zum Komplexen, von der Arithmetik über die Algebra zur Analysis, noch zeitgemäß? Wie paßt das funktionale Denken in ein- oder auch mehrdimensional stetig quantifizierten Abhängigkeiten zu verinselten Wahrnehmungsstrukturen?
- Ist das beklagte Abgleiten des Mathematikunterrichts in platte Handwerkslehre möglicherweise nur die unvermeidliche Folge einer anachronistischen Sicht von Mathematik als eines hohen Baumes auf schlanken Wurzeln, den man immer nur von unten erkunden darf? Müssen wir nicht endlich anfangen, modular mit komplexen Bausteinen und lokalen Deduktionen zu arbeiten, um an die heutige Mathematik in der heutigen Gesellschaft heranzuführen? (Die Grafik- und Algebrataschenrechner drängen schon in diese Richtung.)

### 3.3 Die Schule

Im Schuljahr 1992/93 gab es in Gesamtdeutschland 3126 Gymnasien und noch einmal 930 Gesamt- und Waldorfschulen. Erstere versorgten 1,631 Mio. Schüler, letztere 443 Tsd. (Grund- und Strukturdaten 1993/94). Demnach hatten die Gymnasien durchschnittlich 522 Schüler, Gesamt- und Waldorfschulen 476. 562 Tsd. Gymnasiasten der 11. bis 13. Jahrgangsstufe ergeben bei 3126 Gymnasien durchschnittlich 180 Schüler je Schule, die noch auf zwei bis drei Jahrgänge zu verteilen sind.

Denkt man sich die ortsabhängigen Schwankungen hinzu, so wird offensichtlich, daß die meisten Schulen nur mit großen Schwierigkeiten, Kunstgriffen und Kooperationsmaßnahmen ein

halbwegs attraktives Kursangebot aufrechterhalten und ihr Personal beschäftigen können. Spätestens wenn zusätzlich mehrere weiterführende Schulen in einer Region konkurrieren müssen, setzen Profilierungsbestrebungen ein, die für einen möglichst breiten Zugang aus der Bevölkerung werben sollen. Inzwischen liegt der Gymnasialanteil bei 14jährigen in Großstädten nicht selten über 50%, so daß zumindest dort vom Gymnasium als der eigentlichen „Hauptschule“ gesprochen wird.

Eine Folge dieses bundesweiten Kampfes um Kapazitätsauslastung ist ein allgemeiner Trend zur Dequalifizierung des Fachunterrichts, zumindest in Ballungszentren und in der kultusministerialen Tendenz. Aktivitäten zur Bereicherung des Schullebens und eine möglichst weite Öffnung der Schule zum kommunalen Kulturzentrum werden allgemein begrüßt, „überzogene Leistungsanforderungen“ durch Erlasse, Verordnungen und Kompetenzverlagerungen bekämpft - und die akademische Pädagogik lobt die Schule der Zukunft aus:

„Weil der Frontalunterricht zunehmend gar nicht mehr durchzuhalten sei, habe man mit gutem Erfolg 'Freie Arbeit' eingeführt. Weil die Lernvoraussetzungen und Lernfähigkeiten der Kinder sich sosehr unterscheiden, habe man mit einem klasseninternen Helfersystem experimentiert. Weil Kinder mit sieben verschiedenen Muttersprachen diese Schule besuchen, habe man sich mit Ansätzen zur multikulturellen Erziehung auseinandersetzen müssen. Und weil von der 7. Klasse an das Schuleschwänzen zunehmend zum Problem geworden sei, habe man sich bemüht, durch mehr Handlungsorientierung, durch Zusammenfügung von Fächern zu Lernbereichen, durch Projektwochen diese Schulmüdigkeit aufzufangen.“ (K.-J. Tillmann in Gropengießer u.a., 1994, S.4)

Schüleraustauschprogramme, weltweite Schulpartnerschaften, Zusammenarbeit mit Nachbarschulen, Klassen- und Kursfahrten, sportliche und kirchliche Veranstaltungen, Wandertage, Exkursionen, Schülerwettbewerbe, Projekttag und -wochen, fächerübergreifender Unterricht, Chor und Orchester, Buchaus- und -rückgaben, Berufsberatung, Betriebspraktika, Eltern- und Schülersprechtag, Stufen- und Jahrgangversammlungen, kurzfristige Notenbesprechungen, Klassenarbeits- und Klausurtermine müssen koordiniert werden. Und man braucht heute an jeder Schule Verkehrs-, Sucht-, Jugendkriminalitäts-, Extremismus-, Ausländer-, Umwelt-, Familien-, Frauen- und Computerbeauftragte.

Was sollte einen engagierten Fachlehrer bewegen, solche Aufgaben auszufüllen, wenn nicht die Aussicht auf Beförderung? Und tatsächlich sind derartige Funktionen Charakteristika aller höheren Besoldungsgruppen geworden und notwendige Voraussetzung entsprechender Beförderungsaufstiege. Wer in der Schule nach A 15 besoldet wird, heißt Studiendirektor und hat die Funktion eines Koordinators. Ein entsprechendes Beförderungsgutachten zum Koordinator oder Lehrerausbilder in NRW muß u.a. Aufschluß geben über „die Fähigkeit zur selbständigen Wahrnehmung besonderer schulischer Aufgaben“ und „außerunterrichtliche schulische Tätigkeiten“ (Gemeinsames Amtsblatt des KM NRW 44.6 (1992), S.119).

Wer aufsteigen und Einfluß gewinnen will, muß sich also durch außerunterrichtliche Aktivitäten qualifizieren. Zugleich darf er sich nicht durch unterrichtliche Aktivitäten disqualifizieren:

- „Was im Unterricht nicht intensiv vorbereitet und einsichtig begründet wird, kann in Klausurarbeit und schriftlicher Abiturprüfung nicht Gegenstand von Leistungsbeurteilung sein.“ (Senator für Schulwesen Berlin, 1979)
- „Die Anforderungen in den Arbeiten sind so zu bemessen, daß sie der durchschnittlichen Leistungsfähigkeit der Klassen oder Lerngruppen entsprechen. Erreicht bei einer Arbeit ein Drittel der Schüler kein ausreichendes Ergebnis, so entscheidet der Schulleiter nach Anhörung des Fachlehrers, ob die Arbeit gewertet wird oder ob eine neue Arbeit zu schreiben ist.“ (KM NRW: BASS 1992, S. 436; gilt auch für Klausuren im Kurssystem)
- In Niedersachsen gilt entsprechendes bei „über 30%“ auf der Sekundarstufe I, bei „über 50%“ auf der Sekundarstufe II; in Hessen gibt es eine 25%-Klausel (Genehmigung durch die Fachkonferenz möglich) und eine 50%-Klausel (Wiederholung der Arbeit).

Es gibt im wesentlichen zwei Verfahren, diesbezügliche Konfrontationen mit Schülern, Eltern oder Schulleitern beförderungsunschädlich zu vermeiden: Man stellt Trivialitäten in den Vordergrund und verlangt verständiges Denken nur marginal, oder man schönt den üblichen Punktschlüssel. Beides ist durchaus üblich. Wie sonst ließe sich der gewaltig gestiegene Schulerfolg in den letzten 20 Jahren bei kaum geänderten Curricula und Anforderungen erklären?

Auf den normativen Druck, der über die sehr restriktiven „Einheitlichen Abiturprüfungsvorschriften“ der KMK zur Orientierung der Oberstufenarbeit an süddeutschen Reproduktionsaufgabensequenzen zwingt, kann ich hier nicht näher eingehen. Ich verweise nur auf L. Bauers nach wie vor gültige Analyse der unheilvollen Wirkungen auf den Mathematikunterricht (Bauer 1978).

### *3.4 Die Lehrer*

An den Schluß seiner Methodik des Mathematikunterrichts hat J. van Dormolen (1978, S.194f.) einen zehn Jahre älteren Text von D.A. Johnson und G.R. Rising gestellt, in dem der ideale Mathematiklehrer für höhere Schulen detailliert beschrieben wird: Ein solcher Lehrer wäre dynamisch, freundlich, aufrichtig, begeisterungsfähig, bescheiden und ehrlich. Er nähme an Fortbildungsveranstaltungen teil, wäre Mitglied einiger Fachverbände, läse Fachbücher und -zeitschriften. Er hätte inspirierende, abwechslungsreiche, motivierende, zielgerichtete Unterrichtstechniken und regte permanent zur Mitarbeit an. Er bereitete seine Stunden sorgfältig vor und vergeudete die Zeit nicht mit Zweiergesprächen, mit der Korrektur aller Hausaufgaben oder mit ausgedehnten Routinearbeiten. Und er nähme Anteil an den Zielstellungen, Problemen und Entscheidungen seiner Schüler...



Aber der heutige Vollzeitlehrer hat - je nach Fächerkombination - zweihundert bis dreihundert Schüler im zweijährigen Wechsel zu betreuen, zahllose Vorschriften zu beachten und transparente, justiziable Noten termingerecht zu erzeugen. Und sein Wohlverhalten als Beamter kontrastiert ständig mit seiner Pflicht, mündige Bürger erziehen zu wollen. Öffentlichkeit und „moderne“ Pädagogik erzwingen die tägliche Mimikry:

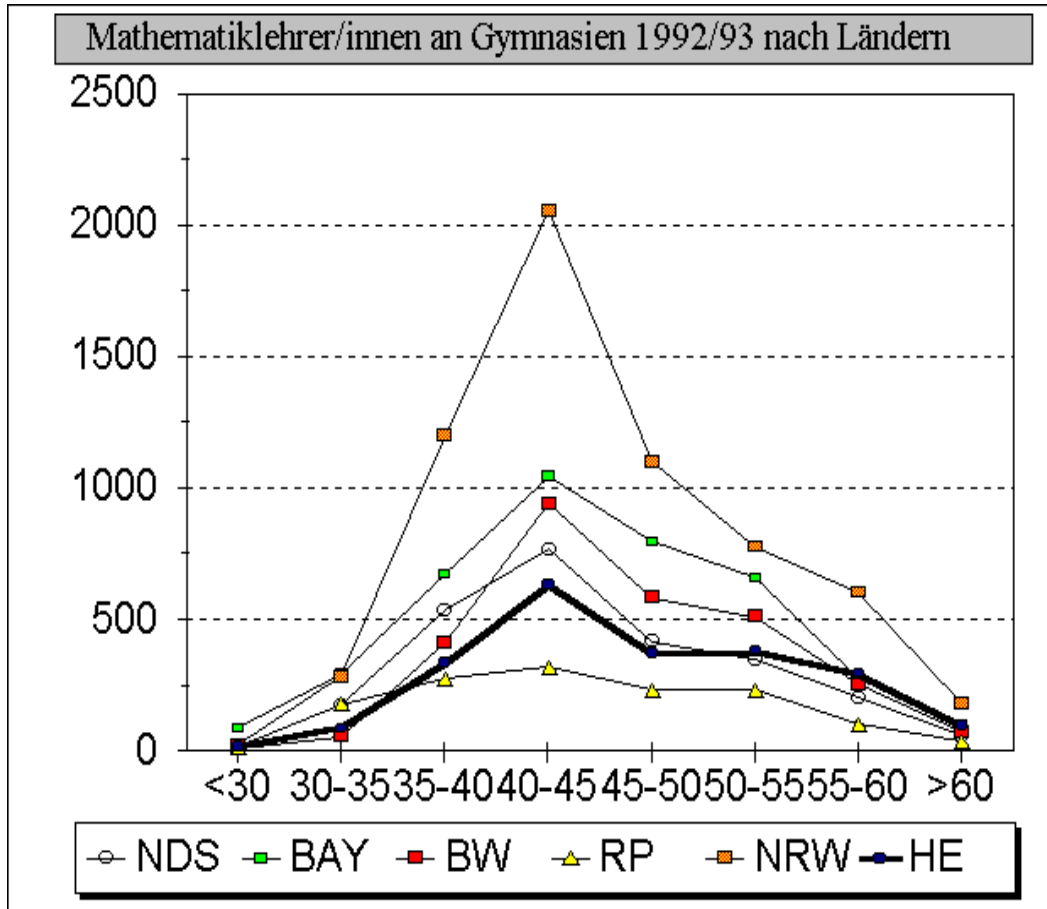
„Der Lehrer will eigentlich nicht Lehrer sein; auf jeden Fall will er nicht lehrerhaft wirken. Es fällt dem Lehrer schwer, sich mit seinem Beruf und den darin enthaltenen Forderungen an sein Tun zu identifizieren.“ (Heitger 1988, S.46f.)

„Viele Kollegien sind gemeinsam alt geworden - und das Gefühl, inzwischen eine 'ganz ordentliche' Schule zu betreiben, ist weit verbreitet. Nicht wenige aus dieser Generation hegen nun die (heimliche) Hoffnung, die mittlerweile erworbenen Kompetenzen, Konzepte, Sicherheiten nicht erneut infrage stellen zu müssen, sondern damit die 'restlichen' Dienstjahre zu bewältigen...“ (K.-J. Tillmann, loc.cit., S.5)

Tatsächlich sind die Gymnasiallehrer überwiegend, wie Tillmann schreibt, zwischen 40 und 50 Jahren alt, haben 20 Dienstjahre hinter sich und 15 noch vor sich. Vor 13 Jahren, berichtete DIE ZEIT am 14.1.94 unter Berufung auf den Bayerischen Philologenverband, sei noch gut ein Drittel der bayerischen Gymnasiallehrer jünger als 35 Jahre gewesen, heute seien es noch 14%, und die Zahl der über Fünfzigjährigen habe sich dort auf 48% verdoppelt. In Hamburg seien 10% aller Gymnasiallehrer jünger als 40 Jahre, in Baden-Württemberg knapp 16%. Durchschnittsalter und Median der Mathematiklehrer an nordrhein-westfälischen Gymnasien betragen heute knapp 45 Jahre, mehr als drei Viertel sind mindestens 40 Jahre alt, ein Viertel mindestens 50. Der dortige Philologenverband warnte soeben, daß in den nächsten zehn Jahren allein in NRW 56 Tsd. Lehrer ausgetauscht und - wegen steigender Schülerzahlen - 22 Tsd. zusätzlich gefunden werden müßten. Bundesweit muß aus Altersgründen in den nächsten 20 Jahre mehr als die Hälfte der Mathematiklehrer an Gymnasien ersetzt werden.

Ich denke, daß diese Daten zugleich eine große Verpflichtung und und eine einmalige Chance für die künftige Mathematikdidaktik zeigen:

4.



## Offene Fragen an die Mathematikdidaktik

Gutgemeinte Entwürfe für originelle Unterrichtsreihen, die den Löwenanteil der Stoffdidaktik ausmachen, erreichen nur einen kleinen Teil der ca. 25 Tsd. Gymnasiallehrer für Mathematik. Lehrerfortbildung findet nur marginal statt und wird oft in der Schule mit Mißtrauen bedacht. Die Literaturretats der Schulen sind sehr schmal geworden. Viele Schulen halten nur eine mathematische Fachzeitschrift, manche gar keine, und Freixemplare neuerer Schulbücher gibt es kaum noch. Fachlich engagierte Lehrer müssen alles selbst kaufen, wenn sie nicht gerade im Einzugsbereich einer wissenschaftlichen Bibliothek wohnen.

Dies und der oben geschilderte Anpassungsdruck zur Betreuungs- und Unterhaltungsschule lassen befürchten, daß utopische Entwürfe der Stoffdidaktik und pathologische Befunde der Lehr-Lernforschung nicht nur die Abschottung der Praxis gegen die Theorie fördern, sondern auch demotivierende Machbarkeitsillusionen der Schulaufsicht und Bildungsöffentlichkeit. Ein sorgfältigeres Studium der schulischen Rahmenbedingungen kann vielleicht helfen, die Theorie-Praxis-Lücke wieder etwas zu verengen. Schon die recht groben Untersuchungen, über die ich oben berichtete, deuten an, welchen vernachlässigten Problemen sich die Mathematikdidaktik dringend widmen müßte, bevor der große Generationenwechsel einsetzt.

Es ist schwierig, genauere Angaben über die Abbrecherquote im Lehramtsstudiengang Mathematik zu erhalten. Man darf aber annehmen, daß 20 bis 40% der Anfänger in den ersten drei Semestern abbrechen oder wechseln. Danach findet praktisch keine Auslese mehr statt, denn die Durchfallquoten im Ersten und im Zweiten Staatsexamen dürften unter 5% liegen (vgl. Anlage 4). Die angehenden Gymnasiallehrer werden so mit einem fachzentrierten Selbstverständnis versehen, das mit den praktischen Anforderungen im Beruf nur gewaltsam zu harmonisieren ist. Die Zweite Ausbildungsphase kann das nicht reparieren, sie fördert vielmehr die Anpassung ans bestehende System.

Mathematiklehrer sollen heute „prozeß- und problemorientiert“ unterrichten. Sie sollen „Anwendungs- und Lebensbezüge“ betonen und die geschichtliche Entwicklung genetisch deuten können. „Erziehung zur Mündigkeit“ ist tendenzieller Konsens. Wo lernt der Lehrer das?

Wie vertragen sich genetische und funktionale Denkweisen mit der verinselten Raum- und Zeitwahrnehmung heutiger Schüler? Ist der Mathematikaufbau von der Arithmetik über die Algebra zur Analysis hin, wie er seit der Meraner Reform vor 90 Jahren kanonisch ist, der Mehrheit der Jugendlichen überhaupt noch verständlich zu machen?

Welche Argumente, die das tradierte Curriculum einst definierten, sind heute noch tragfähig? Woher bezieht der Mathematikunterricht Motive, wenn er sich mit der Buchstabenrechnung ab Klasse 8 vom „Hier und Jetzt“ der unmittelbar einsichtigen Schülerbedürfnisse absetzt?

Was lehrt der Mathematikunterricht die Mehrheit der Schüler auf lange Sicht, wenn die Details, Techniken und Rituale vergessen sind?

Welche der tradierten Inhalte qualifizieren noch für die heutige Arbeitswelt - oder gar die morgige?

Wie läßt sich vernünftig verantworten, was wirklich alle, auch die späteren Nichtstudenten und die späteren Kulturwissenschaftler, aus der Mathematik lernen müssen?

Läßt sich eine zeitgemäße mathematische Allgemeinbildung noch „von unten“ aufbauen?

Müssen wir nicht endlich darauf verzichten, nur noch solche Gedichte zu behandeln, die die Schüler selbst erdichten können? Sollten wir nicht vielmehr - wie alle anderen Fächer und der professionelle Mathematiker auch - modular, mit komplexen Bausteinen und lokalen Deduktionen arbeiten?

Wie können wir das emanzipatorische Potential, das die Mathematik einst an die Spitze der Wissenschaftsentwicklung trug, in der Schulmathematik deutlich und fruchtbar werden lassen?

Was können wir beitragen, um die jungen Menschen „aus ihrer selbstverschuldeten Unmündigkeit zu befreien“, statt weiter mit technokratischem Besserwissen einzuschüchtern?

Der Mathematikunterricht sollte zwischen den beiden Kulturen vermitteln. Er tut es nicht, solange er technologisch ausgerichtet ist und das Abarbeiten von Aufgabentypen aus Eulers Algebra als notenrelevanten Höhepunkt zelebriert. Wie können wir den in Pädagogik und Schulbereich tonangebenden Trägern der „Ersten Kultur“ glaubhaft machen, daß sie die „Zweite Kultur“ selbst braucht?

Mir scheint, es ist höchste Zeit, den mathematischen Normalunterricht zu renovieren.

### Literatur:

Adorno, T.W.: Erziehung zur Mündigkeit. Frankfurt: Suhrkamp, 1970.

Altermann-Köster, M. u.a.: Pluralisierung der Familienformen und neue Anforderungen an die öffentliche Erziehung. In: Rolff u.a.: Jahrbuch der Schulentwicklung, Band 7. Weinheim/München: Juventa, 1992.

Andelfinger, B.: Arithmetische und algebraische Lerner-Konzepte in der Sek.I. BMU (1984), 71-74.

Andelfinger, B.: Mathematik, Sekundarstufe I - Umgebung und Perspektiven für einen anderen Lehrplan. ZDM 19.1 (1987).

Andelfinger, B.: Mathematikunterricht - Fokus: Sekundarstufe I. Ulm: Werkstatt Schule 1991a.

Andelfinger, B.: Mathematikunterricht - Fokus: Sekundarstufe II - Analysisunterricht. Ulm: Werkstatt Schule 1991b.

Andelfinger, B./ Jahnke, H.-N.: Nachwort. In: B. Andelfinger/H.N. Jahnke u.a.: Verständnis- und Verständigungsprobleme im Arithmetik- und Algebra-Unterricht der Sekundarstufe I. Bielefeld: IDM (Occ.Paper 72) 1985.

Barth, F./Lochhaas, H.: Empfehlungen zur Gestaltung von Mathematiklehrplänen. MNU 42.5 (1989), Einlage.

Bauer, L.A.: Mathematische Fähigkeiten in der Sekundarstufe II und ihre Bedeutung für das Lösen von Abituraufgaben. Paderborn: Schöningh, 1978.

Bauersfeld, H.: Fallstudien und Analysen zum Mathematikunterricht. Hannover: Schroedel, 1978.

Bauersfeld, H. u.a.: Analysen zum Unterrichtshandeln. Köln: Aulis, 1982.

Bauersfeld, H. u.a.: Lernen und Lehren von Mathematik. Köln: Aulis, 1983.

Bender, P.: Abbildungsgeometrie in der didaktischen Diskussion. ZDM 14 (1982), 9-24.

Bernfeld, S.: Sisyphos oder die Grenzen der Erziehung. Leipzig/Wien/Zürich: Internationaler Psychoanalytischer Verlag, 1925, (6. Aufl.!) Frankfurt/M.: Suhrkamp, 1990.

Bloch, K.H.: Der Streit um die Lehrerfrage im Unterricht in der Pädagogik der Neuzeit. Wuppertal: Henn, 1969.

Blum, W. u.a.(Hrsg.): Mathematics education in the Federal Republic of Germany. Sonderheft ZDM 24.7 (1992).

Bromme, R.: Das Denken von Lehrern bei der Unterrichtsvorbereitung. Weinheim: Beltz, 1981.

Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (Hrsg.): Grund- und Strukturdaten. Bad Honnef: Bock, jährliche Ausgaben seit 1974.

Burscheid, H.J./Struve, H.: Das Rechtfertigungsproblem didaktischer Konzeptionen - ein Beitrag zur Zahlbegriffsentwicklung - Teil I. Mathematica didactica 16.2 (1993), 3-29.

Dollase, R.: Grenzen der Erziehung. Düsseldorf: Schwann, 1984.

van Dormolen, J.: Didaktik der Mathematik. Braunschweig: Vieweg, 1978.

Edelmann, W.: Lernpsychologie. Weinheim: Psychologie Verlags Union, (3. Aufl.!) 1993.

- Freudenthal, H.: Mathematik als pädagogische Aufgabe, 2 Bände. Stuttgart: Klett, 1973.
- Führer, L.: Zur Entstehung und Begründung des Analysisunterrichts. MU 27.5 (1981), 81-122.
- Führer, L.: Ich denke, also irre ich - Anfänge und Grenzen der Fehlerkunde. Mathematiklehren 5 (1984), 2-9.
- Gage, N.L./Berliner, D.C.: Pädagogische Psychologie. Weinheim/München: Psychologie Verlags Union, (4. Aufl.)) 1986.
- Glöckel, H.: Vom Unterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 1990.
- Gropengießer, I. u.a.: Schule - Zwischen Routine und Reform. Velber: Friedrich-Jahresheft XII, 1994.
- Hage, K. u.a.: Das Methoden-Repertoire von Lehrern. Opladen: Leske & Budrich, 1985.
- Hasemann, K.: Individuelle mathematische Lernprozesse - Folgerungen aus einem Projekt zur Überprüfung der Zuverlässigkeit des „concept mapping“. Mathematica didactica 16.2 (1993), 56-75.
- Hasemann, K. (Hrsg.): Fehleranalysen - Mathematische Denkprozesse. MU 31.6 (1985).
- Heitger, M.: Die Arbeit des Lehrers im Spannungsfeld von pädagogischem Auftrag und öffentlichen Erwartungen. In: Nds. KM (Hrsg.), 1988.
- Hopf, D.: Mathematikunterricht - Eine empirische Untersuchung zur Didaktik der Unterrichtsmethode in der 7. Klasse des Gymnasiums. Stuttgart: Klett-Cotta, 1980.
- Hurrelmann, K.: Warteschleifen - Keine Berufs- und Zukunftsperspektiven für Jugendliche? Weinheim/Basel: Beltz, 1989.
- Ingenkamp, K. u.a. (Hrsg.): Empirische Pädagogik 1970-1990 - Eine Bestandsaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland, 2 Bände. Weinheim: Deutscher Studienverlag, 1992.
- Jugendwerk der Deutschen Shell (Hrsg.): Jugend '92, 4 Bände. Opladen: Leske & Budrich, 1992.
- Klafki, W.: Das pädagogische Problem des Elementaren und die Theorie der kategorialen Bildung. Weinheim: Beltz, (3./4. Aufl. 1964).
- Klafki, W.: Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim: Beltz, (10. Aufl.)) 1975.
- Klafki, W.: Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim: Beltz, (3. Aufl.)) 1993.
- KMK (Hrsg.): Schüler, Klassen, Lehrer und Absolventen der Schulen 1982 bis 1991. Bonn: Sekretariat der KMK, 1993.
- KMK: Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung - Mathematik, Beschlüsse vom 26.10.1979 bzw. - kaum geändert - vom 1.12.1989. Neuwied: Luchterhand, 1991.
- Köhler, H.: Der relative Schul- und Hochschulbesuch in der Bundesrepublik Deutschland 1952 bis 1975. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, 1978.
- Köhler, H.: Neue Entwicklungen des relativen Schul- und Hochschulbesuch. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, 1990.

- Köhler, H.: Bildungsbeteiligung und Sozialstruktur in der Bundesrepublik. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, 1992.
- Kounin, J.S.: Discipline and Group Management in Classroom. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1970 (dt.: Techniken der Klassenführung. Bern/Stuttgart: Huber/Klett, 1976).
- Krummheuer, G.: Rahmenanalyse zum Unterricht einer 8. Klasse über „Termumformung“. In: H. Bauersfeld u.a., 1982.
- Krummheuer, G.: Zur unterrichtsmethodischen Dimension von Rahmungsprozessen. JMD 5.4 (1984).
- Landesinstitut für Schule und Weiterbildung: Begabung - Lernen - Schulqualität (Soester Symposion 1987). Soest: Verlagskontor, 1987.
- Lenné, H.: Analyse der Mathematikdidaktik in Deutschland. Stuttgart: Klett, 1969.
- Lietzmann, W.: Methodik des mathematischen Unterrichts, 3 Bände. Leipzig: Quelle & Meyer, (2. Aufl.) 1926.
- Lorenz, J.-H.: Von Schülern und Lehrern wahrgenommene Verursachungsfaktoren von Mathematikleistung. Mathem.didact. 3 (1980), 87-99.
- Lorenz, J.-H.: Zur Methodologie der Fehleranalyse in der mathematikdidaktischen Forschung. JMD 8.3 (1987).
- Lukesch, H./Kischkel, K.-H.: Unterrichtsformen an Gymnasien. Z.f.erziehungswiss. Forschung 21.4 (1987), 237-256.
- Lundgreen, P.: Sozialgeschichte der deutschen Schule im Überblick, 2 Teile. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1980/81.
- Maier, H./Voigt, J. (Hrsg.): Interpretative Unterrichtsforschung. Köln: Aulis, 1991.
- Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.): Bestandsaufnahme und Schulberatung in den Klassen 7 bis 10 des Gymnasiums, Fachbericht Mathematik. Hannover: KM, 1987.
- Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.): Die Stellung des Lehrers in Schule und Gesellschaft. Hannover: KM, 1988.
- Oelkers, Jürgen: Reformpädagogik - Eine kritische Dogmengeschichte. Weinheim/München: Beltz, (2. Aufl.): 1992.
- Rolff, H.-G.: Wie gut sind gute Schulen? In: Rolff u.a.: Jahrbuch der Schulentwicklung, Band 6. Weinheim/München: Juventa, 1990.
- Rolff, H.-G.: Kindheit im Wandel - Veränderungen der Bedingungen des Aufwachsens seit 1945. I: Rolff u.a.: Jahrbuch der Schulentwicklung, Band 2. Weinheim: Beltz, 1982.
- Rutter, M. u.a.: Fünfzehntausend Stunden - Schulen und ihre Wirkung auf Kinder. Weinheim/Basel: Beltz, 1980.
- Senator für Schulwesen: Didaktische Informationen zum Problem der schriftlichen Arbeiten in der gymnasialen Oberstufe im Fach Mathematik unter besonderer Berücksichtigung der schriftlichen Abiturprüfung. Berlin, 1979.
- Shell-Jugendstudie 1992: s. Jugendwerk der Deutschen Shell.
- Tietze, U.P.: Mathematikunterricht im Denken von Mathematiklehrern... In: Maier/Voigt, 1991.
- Treiber, B./Weinert, F.E.: Gute Schulleistungen für alle? Münster: Aschendorff, 1985.

Voigt, J.: Interaktionsmuster und Routinen im Mathematikunterricht. Weinheim: Beltz, 1984.

Voigt, J.: Der kurztaktige, fragend-entwickelnde Mathematikunterricht - Szenen und Analysen. *Mathematica didactica* 7.3/4 (1984), 161-186.

Voigt, J.: Die Kluft zwischen didaktischen Maximen und ihrer Verwirklichung im Mathematikunterricht. *JMD* 5.4 (1984), 265-284.

Wagenschein, M.: Verstehen lehren. Weinheim: Beltz, (6. Aufl.) 1977.

Winter, H.: Didaktische und methodische Prinzipien. In H. W. Heymann (Hrsg.): *Mathematikunterricht zwischen Tradition und neuen Impulsen*. Köln: Aulis, 1984, 116-147.

Wittmann, E.C.: *Grundfragen des Mathematikunterrichts*. Braunschweig: Vieweg, (1. Aufl.) 1974, (5. Aufl.) 1978, (6. Aufl.) 1981.

Wittmann, E.C.: Mathematikdidaktik als „design science“. *JMD* 13.1 (1992), 55-70.