Fortsetzung des Schmerzgeschreis eines Mathematikers

Weitere Anmerkungen zur Arbeit „Allgemeinbildung und Mathematik“ von H. W. Heymann

C. M. Ringel

Die Arbeit [H1]* von H. W. Heymann, eine Habilitationsschrift an der Fakultät für Pädagogik der Universität Bielefeld, hat im Herbst 1995 für viel Aufregung gesorgt; es gab einen Medienrummel sondergleichen, Zeitungen im ganzen Bundesgebiet haben darüber berichtet, in Leserbriefen wurde über die Bedeutung des mathematischen Unterrichts diskutiert. Als damaliger Dekan der Fakultät für Mathematik der Universität Bielefeld sah ich mich zu einer Stellungnahme [R] veranlaßt, sie wurde an die mathematischen Institute in Deutschland geschickt und ist immer noch im Internet abrufbar. Herr Heymann hat daraufhin einen offenen Brief [H2] an mich verfaßt und entsprechend verteilt; dort wirft er mir einseitige Verzerrungen vor und bemängelt, daß ich auf nur wenige Teile seines vielseitigen Werks eingegangen sei.

Ich bin den damaligen Text noch einmal durchgegangen und kann nicht sehen, was an meiner Darstellung verzerrt sein sollte. An einer Stelle, das gebe ich zu, hätte ich vorsichtiger formulieren müssen. Wenn ich geschrieben habe, daß die meisten mir vorliegenden Presse-Artikel *durchaus der Intention der Arbeit* entsprechen, so hätte ich sicher von **einer** Intention, nicht von *der* Intention sprechen sollen, da die Arbeit vielfältige Aspekte aufwirft, und auch dies gilt zwar für die jeweiligen Zeitungstexte, nicht immer jedoch für die gewählten Überschriften (und natürlich bleiben gerade Überschriften beim Leser im Gedächtnis). So hat die Neue Westfälische als Titel gewählt: *Mathematik löst keine Probleme*, und hier handelt es sich in der Tat um eine wesentliche Verkürzung des (allerdings ebenfalls problematischen) Satzes: *Kaum eines der ungelösten Probleme, mit denen wir uns als Menschen im globalen Rahmen konfrontiert sehen (und im privaten Bereich gilt dies nicht minder), ist darauf zurückzuführen, daß zu viele von uns zu wenig Mathematik können.* Die Bedeutung der Mathematik selbst wird von Heymann nicht angetastet, aber seiner Meinung nach genügt es, wenn es ausreichend viele mathematisch gebildete Experten gibt. Ansonsten bestätigt die Heymann'sche Replik ziemlich alles, was ich geschrieben habe: So hatte ich herausgearbeitet, welches Menschenbild der Arbeit zugrundeliegt, indem ich einige seiner charakteristischen Formulierungen paraphrasierte: das Bild des Brillenträgers, der nichts über Linsen und Brennpunkte wissen möchte, das des Fernsehzuschauers, der nur Knöpfe bedient. Heymann betont nun, daß man doch bemerken müsse, daß es sich dabei für ihn jeweils um *Beispiele bedauernswerter und unzureichend gebildeter Mitbürger* [H2] handele. Es mag schon sein, daß er sie bedauert. Bedauern allein aber hilft nichts: Das in

* Die Literatur-Verweise in eckigen Klammern werden am Ende der Arbeit entschlüsselt; bei kursiv gesetzten Texten handelt es sich jeweils um wörtliche Zitate. Hinweise auf die Habilitationsschrift [H1] beziehen sich auf den Originaltext, nicht auf die leicht gekürzte Fassung, die jetzt im Beltz-Verlag erschienen ist.

der Arbeit vorgestellte Konzept zielt für diese Personengruppe gerade nicht auf eine tiefergehende mathematische Bildung: all diejenigen, die keinen mathematikintensiven Beruf ergreifen wollen, sollen mit vergleichsweise Dürftigem abgespeist werden.

Kommen wir also zum zweiten Vorwurf, ich hätte nur wenige Passagen kommentiert, ich hätte vieles, was sonst in der Arbeit zu finden sei, unterschlagen. In der Tat hatte sich meine Stellungnahme [R] auf die in der Presse diskutierten Themen beschränkt, dies wurde im Text ausdrücklich betont. Allerdings hatte ich Herrn Heymann direkt davon informiert, daß es meines Erachtens viele weitere Kritikpunkte am gesamten Text gibt. Im folgenden Text werde ich also etwas weiter ausholen. Ich gebe gerne zu, daß eine Fülle interessanter Themen in der Heymann'schen Arbeit angesprochen werden (immerhin sind es ja auch 400 Seiten), auch daß viele seiner Beobachtungen zutreffend sind und daß er Vorschläge zum Mathematik-Unterricht gibt, die wahrscheinlich zwar nicht neu, aber auf jeden Fall beherzigenswert sind. Kaum umstritten sind sicher die *Acht Thesen zum allgemeinbildenden Mathematikunterricht,* die den Abschluß von [H2] bilden – hier ist allerdings auch aller Konfliktstoff ausgeblendet. Bei der Kontroverse geht es aber gerade **nicht** um das allgemeine Konzept, das in der Arbeit entwickelt wird, sondern um konkrete Änderungsvorschläge für den Mathematik-Unterricht, die aus den allgemeinen Überlegungen keinesfalls zwingend, ja für mich nicht einmal nachvollziehbar, abgeleitet werden. Die acht Thesen selbst sind zwar ergänzungs- und auch erläuterungsbedürftig, ansonsten aber kaum angreifbar. Es sind gerade nicht diese Thesen, die Überraschung und Entsetzen hervorgerufen haben; ein Insistieren, daß darüber gesprochen werden müßte, lenkt von den eigentlichen, strittigen Punkten ab.

Im folgenden wollen wir die historische Einordnung kommentieren; und wir wollen wenigstens einige Belege, auf die sich Heymann beruft, überprüfen: was steht dort; was steht bei Heymann; wie rechtfertigt er es, wenn die empirischen Untersuchungen, auf die er sich beruft, völlig von dem abweichen, wofür sie herangezogen werden. Auch soll herausgearbeitet werden, wo Probleme ausgespart bleiben und welche Auswirkungen schon jetzt sichtbar sind.

Einer Reihe von Kollegen, die eine erste Fassung durchgesehen haben, bin ich zu großem Dank für Anregungen dankbar.

1. Die „neue Unterrichtskultur“

Beginnen wir mit dem, was Heymann die *Merkmale einer neuen Unterrichtskultur* nennt, hier wird einem Zerrbild gegenwärtigen Unterrichts ein Idealbild gegenübergestellt: der lebendige, anschauliche, auf Verständnis zielende und die Eigenaktivität der Schüler herausfordernde Unterricht. Daß dieses Wunschbild so neu nicht ist, wird allerdings aus dem Zusatz im Text [H2] ersichtlich: herausgearbeitet wird das, *was gute Mathematiklehrer im übrigen schon immer praktiziert haben.*

Die Unterscheidung zwischen der „herkömmlichen Unterrichtskultur“ und einer „allgemeinbildenden Unterrichtskultur“ soll dem Leser suggerieren, daß der herkömmliche Mathematik-Unterricht nicht allgemeinbildend sei. Kritisiert wird der übliche Stil des fragend-entwickelten Unterrichts; erwartet wird, daß die Schüler die Verantwortung für den eigenen Lernprozeß übernehmen, also nicht vom Lehrer gegängelt werden; daß sie „echte“ Fragen an Lehrer und Mitschüler stellen. Gefordert werden offene Aufgaben und Probleme, denen man sich auf sehr unterschiedliche Weise nähern kann, mit mehr als einer „vernünftigen“ Lösung. Fehler sollen nicht einfach korrigiert werden, sie sollen zum Anlaß genommen werden, über die Gründe, die zu derartigen Fehler führen, nachzudenken: Fehler werden als notwendige Begleiterscheinungen von Lernprozessen gesehen. Es wird herausgestellt, wie wichtig es ist, daß über Sinn und Bedeutung der Mathematik gesprochen wird, daß die Vernetzung zwischen mathematischen Teilgebieten besprochen, der Sinn von Anwendungsaufgaben diskutiert wird. Hier findet sich eine Fülle von Hinweisen, welche Erwartungen an einen guten Mathematik-Unterricht gestellt werden können, welche Gefahren bestehen, worauf zu achten ist. Von besonderer Bedeutung scheint mir die Forderung nach *individualisierenden Unterrichtsphasen* [H1, p.357], natürlich auch das Insistieren, daß auf den einzelnen Schüler einzugehen ist, seine jeweiligen Fehler ernstzunehmen sind.

Eher bedenklich muß allerdings stimmen, wenn am herkömmlichen Unterricht kritisiert wird, daß dort *korrekte Lösungen* eingefordert werden. Vor allem aber über einen Punkt, den letzten in der vierseitigen Zusammenstellung [H1, p.362-365] muß gesprochen werden. Hier wird gegenübergestellt, als Wunschbild: *Die Qualität eines Arguments hat mehr Gewicht als der soziale Status der Person, die es vertritt;* im Gegensatz dazu gelte im herkömmlichen Mathematik-Unterricht: *Im Zweifelsfall hat der Lehrer qua Amt recht.* Nun sollte man erwarten, daß im klassischen Mathematik-Unterricht gerade auf die Argumentationsweise, auf die Beweisführung, auf die Präzisierung von Aussagen Wert gelegt wird. Das gerade sollte die Mathematik auszeichnen, daß hier Auseinandersetzungen entscheidbar sind, daß für jeden nachvollziehbar sein muß, wer recht hat. Im Rahmen des mathematischen Denkens kann der Schüler den Lehrer kritisieren! Was passiert nun im Unterricht, wenn Argumente aufeinanderprallen, wenn strittig ist, wer recht hat? Es gibt ja durchaus komplexe Sachverhalte, die schwierig zu durchschauen sind; es gibt Situationen, wo klare und eindeutige mathematische Lösungen dem intuitiven Verständnis zu widersprechen scheinen. Was geschieht in einem solchen Fall? Heymann formuliert lakonisch: es muß die Qualität des Arguments sein, die Gewicht hat — nur, wer soll dies entscheiden? Soll hier abgestimmt werden? Denn der Lehrer qua Amt soll es gerade nicht sein, der eine derartige Auseinandersetzung entscheidet. Eine heikle Frage, die im Text völlig ungeklärt bleibt.

An dieser Stelle möchte ich auch auf das Bild des Mathematik-Lehrers eingehen, das in der vorliegenden Arbeit gezeichnet (und kritisiert) wird. So wird festgehalten, daß der Mathematik-Unterricht *stärker als die meisten anderen Fächer gegen pädagogisch inspirierte Reformen immun sei* [H1, p.352], und als einer der Gründe wird genannt: der *Hang zur vorwiegend sachbezogenen Kommunikation* der meisten Mathematiklehrer [H1, p.351]. Man reibt sich die Augen: der Hang zu *sachbezogener Kommunikation* sollte als verwerflich gelten? In einer Anmerkung [H1, p.408] zitiert Heymann eine Schülerbefragung, in der die Mehrheit der Befragten Mathematik als ein „denkbar ungeeignetes Fach für Schüler, die gern diskutieren“ sehen. Sein unausgesprochener Wunsch: das muß sich ändern! Nun ist auf jeden Fall zu betonen, wie wichtig auch im Mathematik-Unterricht Diskussionen sind. Aber sollten sie nicht sachbezogen sein?

2.

Historische Einordnung

Die ideale Schule, die Heymann vor Augen hat, besitzt Ähnlichkeiten zur Arbeitsschule, wie sie von Gaudig propagiert wurde. Ich möchte daran erinnern, daß die von Kerschensteiner und Gaudig initiierte Arbeitsschulbewegung am Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts der klassischen Lernschule die sogenannte Arbeitsschule gegenüberstellte; als Beispiel einer derartigen Arbeitsschule soll hier die Odenwald-Schule genannt werden, an der Wagenschein lange Jahre unterrichtet hat. Kerschensteiner hatte vor allem die Bedeutung manueller Arbeit für Berufs-, aber auch Charakterbildung betont und dabei auf die Selbsttätigkeit des Schülers gesetzt. Herausgestellt wurde von ihm die Forderung nach Lebensnähe aller schulischer Tätigkeiten. Insbesondere Gaudig, aber auch andere haben diese Prinzipien auf das geistige Arbeiten übertragen. Kritisiert wurde vor allem, daß die Schüler üblicherweise gar nicht in die Lage versetzt würden, die in der Schule vermittelten naturwissenschaftlichen, sprachlichen und mathematischen Kenntnisse im täglichen Leben anzuwenden. In der Arbeitsschule soll daher der einzelne Schüler nicht etwa vorgegebene Aufgaben lösen und fertige Algorithmen erlernen, sondern Aufgabenstellung und Lösungswege selbst erarbeiten. Die künstlichen Aufgaben in Rechenbüchern sollen durch Aufgaben, die die Lebenswirklichkeit widerspiegeln, ersetzt werden. All dies findet sich auch bei Heymann wieder. Auch die Kritik am üblichen Stil des Mathematik-Unterricht, dem fragend-entwickelnden Unterricht, läßt sich bis hier zurückverfolgen. So liest man etwa bei Jungbluth, einem der Mitarbeiter am Handbuch des Arbeitsunterrichts: *Schüler, die jahrelang ausschließlich nach dieser fragend-entwickelnden Art unterrichtet worden sind, arbeiten geistig überhaupt fast nur noch auf Fragen hin, und zwar am ehesten auf solche, die höchst eindeutig gestellt sind und eine genaue Wegweisung in sich schließen* [Ju,p.10]. Typisch für den traditionellen Unterricht sei der Lehrer, der *in Wirklichkeit nicht aus dem Schüler herausfragt, sondern in sie hinein.* [Ju,p.9]
Es muß auffallen, daß Heymann bei seinem historischen Exkurs (im Gegensatz etwa zu dem auch sonst sehr informativen Werk von Kaiser-Meßmer [KM]) gerade diesen Entwicklungsstrang mit keinem Wort erwähnt. Sollte ihm dies unbekannt sein? Immerhin berichtet er über Projekte, die er an der Bielefelder Labor-Schule betreut hat, und der Name der von Hartmut von Hentig ins Leben gerufenenen Schule weist deutlich auf die Arbeitsschul-Bewegung hin. Warum, so muß man sich fragen, wird bei Heymann die Arbeitsschulbewegung ausgespart? Und dies, obwohl der Heymann'sche Ansatz in weiten Teilen geradezu einen Vergleich herausfordert.

Dies ist nun keineswegs die einzige historische Lücke, die zu denken gibt. Wie kann man über *Allgemeinbildung und Mathematik* schreiben, ohne im Text auch nur mit einem Wort auf Felix Klein einzugehen, der sich darüber sehr viel Gedanken gemacht hat, der entscheidend die Entwicklung des Mathematikunterrichts geprägt hat und dabei gerade den Gesichtspunkt der Allgemeinbildung im Auge hatte? Lediglich in einer Anmerkung [H1, p.399] wird auf Klein verwiesen, dort wird lapidar notiert, Klein habe *die Kluft zwischen Schul- und Universitätsmathematik zu überbrücken versucht,* im Gegensatz zu A. N. Whitehead, der *die (Bildungs-) Akzente der Schulmathematik bewußt kontrastierend zur wissenschaftlich betriebenen Mathematik* setze. Nicht nur halte ich beide Formulierungen für sehr einseitig, das Fehlen einer wirklichen Auseinandersetzung mit Klein, wie übrigens auch mit Whitehead, muß überraschen. Es gibt in der Arbeit einen Exkurs zu Whitehead:

der Beginn eines seiner Vorträge wird referiert [H1, p.225-227], die Diskussion wird allerdings gerade dort abgebrochen, wo Whitehead auf das für ihn wichtige Thema, die Bedeutung der Analysis und die Verzahnung von Mathematik und Physik zu sprechen kommt! Das Fehlen einer Auseinandersetzung mit Klein und Whitehead korrespondiert mit der Tatsache, daß das Heymann'sche Allgemeinbildungskonzept systematisch das Verständnis physikalischer Grundbegriffe (und damit die Notwendigkeit einer entsprechenden mathematischen Grundlegung) ausspart.

In den sechziger Jahren sind in Deutschland zwei Bücher erschienen, die sich mit dem Bildungspotential der Mathematik beschäftigen: *Bildung und Mathematik* von Wittenberg (1963) und *Mathematik als Bildungsgrundlage* von Meschkowski (1965). Während Heymann sich an vielen Stellen mit Wittenberg auseinandersetzt (ohne allerdings dem Insistieren Wittenbergs, daß Mathematik das *Reich der Eigengesetzlichkeit der Vernunft* sei, nachzugeben), wird das Buch von Meschkowski mit keinem einzigen Wort erwähnt. Immerhin müßte Heymann einiges von dem, was Meschkowski schreibt, gefallen: daß der Schüler zu eigenem Denken anzuregen sei, daß es immer wieder Aufgaben geben muß, die nicht in ein vorgefertigtes Denkschema passen ... Allerdings notiert Meschkowski: *die sich an der Qualifikation des schwächsten Schülers orientierende Didaktik bedarf einer Überprüfung* [M,p.169], und er wettert gegen die *von der Sorge um die Überforderung der Schüler geplagten konservativen Pädagogen* [M,p.167].

3.
Der ominöse Katalog

In meiner Stellungnahme [R] habe ich den von Heymann aufgestellten *Katalog mathematischer Inhalte und inhaltsbezogener Qualifikationen, auf die Nicht-Mathematiker nach Abschluß ihrer Schulzeit im privaten oder beruflichen Alltag bisweilen zurückgreifen,* vollständig dokumentiert und meine Verwunderung darüber ausgedrückt: sucht man doch vergebens Begriffe wie Halbwertszeit oder Zinseszins; nichtlineare Funktionen (selbst die Exponentialfunktion) und ihre Anwendungen wie Beschleunigung, Wachstumsvorgänge, Schwingungen kommen nicht vor; entsprechend dürftig sind die in ihm enthaltenen geometrischen Begriffsbildungen.

Nun wird in der Arbeit nirgendwo notiert, was denn nun unter **bisweilen** zu verstehen ist: täglich oder stündlich - oder einmal im Monat? auch nicht, ob es sich um Themen handelt, mit denen jeder einzelne Nicht-Mathematiker sich gelegentlich beschäftigt oder ein großer Prozentsatz. Und es wäre zu untersuchen, in welcher Weise mathematische Vorstellungen als Hintergrundwissen bei Beurteilungen, bei Prognosen auch eher unbewußt Verwendung finden.

Immerhin spielt dieser Katalog eine entscheidende Rolle bei der inhaltlichen Ausgestaltung des Heymann'schen Szenarios für den künftigen Mathematikunterricht. Bei der Durchsicht von Lehrplänen habe ich einen einzigen gefunden, der sich auf eine derart enge Auswahl von Themen stützt, er wurde 1973 vom Ministerium für Volksbildung der ehemaligen DDR vorgelegt [Mi], auch hier wird Wert auf den Begriff der Allgemeinbildung gelegt — allerdings handelt es sich um einen Lehrplan für Hilfsschulen! Es gibt eine fast wörtliche Übereinstimmung mit den Themen des Heymann'schen Katalogs, lediglich die Bruchrechnung bleibt zusätzlich ausgespart. Wenn Heymann in seiner Replik herausarbeitet, daß der

Katalog nur unter dem Gesichtspunkt der Lebensvorbereitung aufgestellt worden sei, daß aber hinsichtlich anderer Kriterien weitere Themen von Bedeutung sein können, so läßt sich dies dahingehend umformulieren, daß seiner Meinung nach zur Lebensvorbereitung im wesentlichen das ausreicht, was ein Sonderschüler lernt.

Als ich meine Stellungnahme [R] formulierte, hatte ich mir die von Heymann angeführten Belege nicht genauer angesehen. Aber es ist sicher wichtig zu wissen, wie die von ihm vorgenommene Auswahl begründet wird, worauf er verweist. Als empirischen Beleg für diese Aufstellung, die bei Prozentrechnung und Dreisatz endet, verweist er auf fünf Untersuchungen. Bei den ersten vier scheint ausschließlich der **berufliche** Aspekt eine Rolle gespielt zu haben (ist in Heymanns Allgemeinbildungskonzept Lebensvorbereitung das gleiche wie Berufsvorbereitung?), und man sollte bemerken, daß es zum Beispiel bei der ersten Untersuchungen um die Frage nach den mathematischen Mindestkenntnissen und Mindestfertigkeiten ging, die von Betrieben erwartet werden — also um einen Katalog von Minimalanforderungen! Bei der fünften Untersuchung handelt es um eine Befragung, die Heymann selbst durchgeführt hat, auch darüber soll noch gesprochen werden. Als zusätzliches Argument zur Legitimation des Katalogs wird formuliert: jeder Erwachsene, *der sich aufgrund eigener Beobachtungen (einschließlich Selbstbefragung) ein eigenes Urteil zu bilden sucht,* wird *diese Ergebnisse im großen und ganzen bestätigen können* [H1, p.192]. Interessant ist die Reaktion der Öffentlichkeit: Was nach Heymann selbstverständlich zu sein scheint, hat sie zum Teil völlig überrascht!

Schauen wir uns zuerst an, was er über seine eigenen empirischen Forschungen zu berichten weiß. Er verweist auf eine Befragung, die er selbst im Jahr 1989 durchgeführt hat, sie ist allerdings bisher unveröffentlicht (und auch in der Arbeit selbst werden nur die Berufe der Befragten notiert, nicht jedoch Fragen oder Antworten). Dabei handelt es sich um eine Befragung von 10 (zehn!) Personen – ein recht schmaler Beleg.

Wenden wir uns nun wenigstens einem der vier anderen „Belege“ genauer zu, nämlich der vierten Studie. Es stellt sich heraus, daß die dort formulierten Einzelbefunde teilweise in völligem Widerspruch zu dem stehen, wofür sie herangezogen werden! Bei dieser Untersuchung *Mathematik in der beruflichen Praxis von Abiturienten* handelt es sich um die Ergebnisse eines Forschungsprojekts der Universität Klagenfurt (1981 publiziert), gestützt auf die Befragung von 195 leitenden Angestellten und weiteren 532 Beschäftigten mit Abitur in Industrie und Handel, bei Banken, Post, Bahn usw. Dort wird zwar festgestellt, es seien *durchwegs eher elementare Inhalte oder Techniken, bei denen etwa die Hälfte oder mehr Maturanten angeben, daß sie vorkommen können oder gar häufig vorkommen* [Bo, p.48], aber derartige Formulierungen, die denen bei Heymann auf's Wort gleichen, können sehr Verschiedenes bedeuten: die entsprechende Klagenfurter Liste enthält — im Gegensatz zu Heymann — beispielsweise den Pythagoräischen Lehrsatz (49,1 %) wie auch das Umformen von Formeln (71,8 %). Auch liest man: *Der Gebrauch von Formelsammlungen wurde von 41 % der Maturanten angegeben* [Bo, p.30]; es wird zwar nicht näher spezifiziert, welche Formeln denn nachgeschlagen werden, aber es handelt sich dabei wohl kaum um den Dreisatz. Immerhin 22 % der Befragten gaben an, daß die komplexen Zahlen bei der beruflichen Tätigkeit gebraucht werden — ein Thema, das in Deutschland erst gar nicht zum Standard-Schulstoff gehört (und sich natürlich auch nicht im Heymann'schen Katalog befindet)! Interessant ist auch, daß sich von den Befragten nur drei (!) für eine Kürzung von mathematischen Inhalten in der Schule aussprechen [Bo, p.46].

Diese Diskrepanz zwischen den empirischen Studien, auf die Heymann sich zu stützen vorgibt, und seinen eigenen Festlegungen wird an keiner Stelle diskutiert! Dem Leser wird eine wissenschaftliche Argumentation vorgegaukelt.

4.
Schwarze Didaktik

Es scheint in gewissen Kreisen seit einiger Zeit üblich zu sein, die Praxisrelevanz selbst elementarster Rechentechniken infragezustellen. So wird etwa ein Heft der Zeitschrift *Mathematik lehren* mit dem Themenschwerpunkt *Bruchrechnen* damit eingeleitet, Bruchrechnung sei *weder sonderlich nützlich noch anwendungsnah.* Mein erster Gedanke, als ich dies sah, war: wenn Heymann das liest, dann streicht er aus seinem Katalog auch noch die Bruchrechnung! (Und der alte Hilfsschulkatalog der DDR hatte ja darauf auch verzichtet).

Heymann ist einer der Herausgeber eines Sammelbands [Bi] mit dem Titel *Mathematik allgemeinbildend unterrichten: Impulse für Lehrerbildung und Schule,* in den hineinzuschauen sich lohnt! So trägt einer der Artikel den Titel: *Wie können Lehrer, die selbst nur totes Mathematikwissen (gelernt) haben, lebendigen Mathematikunterricht geben?* Solche Artikel sollen provozieren, das ist offensichtlich. Es handelt sich dabei um den Abklatsch von Diskussionen, die zum Beispiel in Frankreich durch ein Buch von Stella Baruk [B] angeheizt wurden. Seriöse Mathematik-Didaktiker haben diese *schwarze Mathematik-Didaktik*, wie Thomas Jahnke [Ja] sie treffend nennt, nie richtig ernst genommen, die meisten Mathematiker wie auch die Öffentlichkeit hatten sie bis zum letzten Herbst gar nicht zur Kenntnis genommen; allerdings scheinen derartige Vorstellungen ins Kalkül einiger Kultusministerien zu passen, die sich gegen Mathematik als Pflichtfach im Abitur wehren möchten oder die Stundenkürzungen im SI-Bereich anstreben: gedroht wird, die inhaltlichen Anforderungen in Mathematik entsprechend zu senken, und eine Habilitationsschrift wie die vorliegende eignet sich natürlich prächtig zur pseudo-wissenschaftlichen Legitimierung!

Zwei besonders bemerkenswerte Beispiele schwarzer Didaktik sollen kurz vorgestellt werden. Im Rahmen eines Beitrags zur *Diskussion Mathematische Schulbildung 2001,* die in der Zeitschrift *Mathematik in der Schule* geführt wurde, notiert F. Nestle: *Der allergrößte Teil der Menschheit beschränkt nach der Schulzeit sein mathematisches Tun auf Teilanwendungen der vier Grundrechenarten für natürliche Zahlen zwischen 1 und 100; die Zahlvorstellung wird bis 1000 angewendet . . . :* was mag bloß sein Monatsgehalt, sein Jahresgehalt sein? kennt er keine Handwerker-Rechnungen, nicht den Preis eines PKW, den Tagesumsatz eines Ladens, das Jahreseinkommen eines Zahnarzts, die üblichen Kredithöhen bei Hausbau oder Hauskauf – dies also Zahlen aus dem unmittelbaren Umfeld des Einzelnen. Und im öffentlichen Raum geht es um ganz andere Zahlen: Der Haushalt der Stadt Bielefeld beträgt fast 2 Milliarden. Nestle erwähnt weiter die lesenden und rechnenden Kassen im Handel, die PC-Programme der Handwerker, die Möglichkeit, Routineaufgaben selbst mit symbolischen Operationen an Computer zu deligieren; also Argumente, die wir von Heymann kennen. Nestle fährt fort: *In Examensarbeiten einschlägiger Fächer gehen heute zum Teil Rechenleistungen ein, die früher mehrere tausend Jahre Rechenzeit erfordert hätten. Auf Dauer kann diese „Nutzlosigkeit“ des Mathematikunterrichts für die große Mehrheit der Bevölkerung nicht ohne Konsequenzen bleiben.* Es sind auch im Original wirklich zwei aufeinanderfolgende Sätze: Die Tatsache, daß manche Studenten mit ausgefeilten Rechner-Programmen arbeiten, soll Beleg für die Nutzlosigkeit des Mathematik-Unterrichts sein?? Und weiter: *Es liegen keine Untersuchungen vor, welcher Anteil der erwachsenen Bevölkerung im Berufsalltag eine über die vier Grundrechenarten hinausgehende Mathematik einsetzt. Es ist offen, ob dieser Anteil heute im Prozentbereich oder im Promillebereich oder darunter zu suchen ist.* Folgerichtig schlägt Nestle für den Schulunterricht im Jahr 2001 vor: obligatorischer Mathematikunterricht sollte nur noch bis zum Ende von Klasse 6 gegeben werden. Ehrlicherweise muß erwähnt werden, daß ein vorangehender Aufsatz [N1] von Nestle noch den Titel trug: *Mathematik — Pflichtfach nur bis Klasse 7?* Nun hat Heymann, wie Nestle in einem Nachsatz notiert, in der Zwischenzeit mit der entsprechenden Formulierung *Sieben Jahre Mathe reichen völlig aus* Schlagzeilen gemacht . . . .

Im Rahmen derselben Diskussion fragt auch L. Profke, ob denn der Mathematik-Unterricht überhaupt noch gebraucht wird. Sein Ausblick auf das Jahr 2001 lautet: *Wenn schon Mathematikunterricht, dann ab einer bestimmten Jahrgangsstufe nur als Wahlfach für interessierte Schüler mit gut qualifizierten Lehrern.* Er schimpft über die Mathematiklehrer wie über die Lehrerausbildung. Besonders perfide muß dabei aber das folgende Argument erscheinen: *Das Bemühen vieler Lehrer um Verbesserung ihres Unterrichts* — und hier verweist er auf die wirklich bewunderswerten Lehrer-Initiativen MUED („Mathematik-Unterrichts-Einheiten-Datei“) und „Sanfter Mathematikunterricht“ — *belegt das Unbefriedigende des Mathematikunterrichts sowie der Ausbildung der Mathematiklehrer.* Man lese es zweimal: Das Bestreben von Lehrern, den Unterricht zu verbessern, dient ihm als Argument zur Abschaffung eben dieses Unterrichts!

5.
Zum emanzipatorischen Charakter von Bildung

In meiner Stellungnahme [R] hatte ich formuliert, daß aus dem Konzept, das Heymann vorgelegt hat, eine entschieden anti-emanzipatorische Haltung spreche. Heymann hat nachgefragt, was ich denn unter Emanzipation verstehe. Und B. Ganter fragt in einem Beitrag in der Frankfurter Rundschau süffisant, ob denn das Pauken quadratischer Gleichungen emanzipatorisch sei.

Was ist Emanzipation? Die Befreiung aus einem Abhängigkeitsverhältnis. Das Zeitalter der Aufklärung hat deren Notwendigkeit thematisiert, für Kant ist Aufklärung der *Ausgang des Menschen aus seiner selbstverschuldeten Unmündigkeit.* Dabei bedeutet für ihn Unmündigkeit gerade *das Unvermögen, sich seines Verstandes ohne Leistung eines anderen zu bedienen.* Damals war es die Abhängigkeit von Buchwissen, von Seelsorgern, von Ärzten, die Kant überwunden wissen wollte, die Haltung: *Ich habe nicht nötig zu denken, wenn ich nur bezahlen kann; andere werden das verdrießliche Geschäft* (des Denkens) *schon für mich übernehmen.* Das Abhängigkeitsverhältnis, mit dem heute sehr viele konfrontiert sind, ist das von der Technik, und hier nun handelt es sich wirklich um ein selbstverschuldetes

Abhängigkeitsverhältnis. Natürlich wird es den Betreibern von Kernkraftwerken gefallen, wenn das Wort Halbwertszeit aus dem Unterricht verbannt ist; den Autowerkstätten und den Bestattungsunternehmen, wenn nicht mehr über Bremswege gesprochen wird. Und die Banken können sich freuen, wenn das Bewußtsein des Unterschieds zwischen Zins und Zinseszins verwischt wird.

Die Emanzipationsbewegung engagierte sich gerade im Hinblick auf die soziale Emanzipation, und als wichtige Stichworte wurden immer Schulbildung, Chancengleichheit, Recht auf Bildung genannt. *Die demokratische Idee der Start- und Chancengleichheit führt heute zur Forderung nach Beseitigung der nicht mehr rechtlich, sondern sozial bedingten Bildungsprivilegien. Der Abbau jeder neuen Art von sozialer Privilegierung und Diskriminierung folgt aus dem Selbstverständnis einer demokratischen Gesellschaft, die man dann auch „emanzipierte Gesellschaft“ nennt* [HW].

Ein aktuelles Beispiel: In den USA gibt es gegenwärtig große Anstrengungen, Schülerinnen und Schüler der Klassen 5 bis 11 aus benachteiligten Bevölkerungsgruppen (Lateinamerikaner, Schwarze, Indianer) für den Mathematik-Unterricht zu begeistern, da großangelegte Studien gezeigt haben, daß etwa die Hälfte dieser Schüler beabsichtigen, Mathematik so bald wie irgend möglich abzuwählen, im Gegensatz zu Weißen und Asiaten. Entsprechend gibt es eine große Werbeaktion unter dem Titel **Math Is Power**: es wird davon ausgegangen, daß bisher zu wenig über die Bedeutung der Mathematik gesprochen wurde.

6.
Das Szenario

Der wichtigste Auseinandersetzungspunkt ist und bleibt das Heymann'sche *Szenario für einen künftigen Mathematikunterricht:* hier läßt sich klar ablesen, welchen Stellenwert er einzelnen mathematischen Begriffsbildungen im Rahmen der schulischen Ausbildung zuweist, inwieweit sie seiner Meinung nach für mathematische Modellierungen, deren Verständnis zur Allgemeinbildung zu zählen ist, unerläßlich sind. Dabei sind es vor allem zwei Vorschläge, die großes Entsetzen hervorgerufen haben, hervorrufen müssen.

Einmal [H1, p.212] ist es der Vorschlag, daß künftig ab Klasse 9 eine äußere Differenzierung einsetzen solle, daß aus dem Unterricht für diejenigen, die nicht an einem „mathematik-intensiven“ Beruf interessiert sind, Sachgebiete wie *quadratische Gleichungen, Trigonometrie, Potenzen und Logarithmen, etc.* herausgenommen werden sollen. Heymann betont, daß die Freiräume, die durch die Stoffentfrachtung entstehen, es ermöglichen, auch anspruchsvolle Themen zu behandeln, aber keineswegs soll derartiges für alle Schüler als verbindlich vorgesehen sein: Im Unterricht für die Mehrheit wäre *durchaus Raum für Wagenscheinsche Vertiefungen innermathematischer und mathematikhistorisch bedeutsamer Themen, etwa (bei entsprechender Leistungsfähigkeit und Interesse der Lerngruppe) Untersuchungen der Satzgruppe des Pythagoras oder von zahlentheoretischen Phänomenen.* Sieht man sich die Stoffentfrachtung, die Heymann propagiert, etwas genauer an, so fällt auf, daß hier alles auf lineare Phänome reduziert werden soll: das Nichtlineare erscheint als Ausnahme, als Sonderfall. Schon die verbindliche Behandlung quadratischer Gleichungen wird für überflüssig angesehen, entsprechend möchte er den Satz des Pythagoras aus dem Standard-Curriculum verbannen. Ein derartiger Primat der

Linearität muß äußerst bedenklich erscheinen! Auch sollte auf den merkwürdigen Konstrast zu einer anderen (durchaus berechtigten) Forderung Heymanns hingewiesen werden, daß der Unterricht sich nicht beschränken darf auf Aufgaben und Probleme, die eine eindeutige Lösung besitzen. Nun liefern aber gerade die quadratischen Gleichungen, wie auch die Dreieckskonstruktionen der Form *ssw* (auch sie natürlich implizit bedingt durch quadratische Gleichungen) die ersten Beispiele im Schulunterricht, wo das Auftreten mehrerer möglicher Lösungen wie auch das Phänomen der Nichtlösbarkeit eine entscheidende Rolle spielen.

Zweitens [H1, p.213] sind es die Vorschläge zur gymnasialen Oberstufe: hier soll der Unterricht für die Mehrheit *weitgehend von dem herkömmlichen Oberstufencurriculum* abgekoppelt werden, *Analysis und lineare Algebra werden gestrichen.*

Ich habe oben davon gesprochen, daß das Heymann'sche Allgemeinbildungskonzept systematisch das Verständnis physikalischer Grundbegriffe (und damit die Notwendigkeit einer entsprechenden mathematischen Grundlegung) ausspart. In einer Anmerkung [H1, p.407] wird mit Recht darauf hingewiesen, daß die Abspaltung des Mathematik-Unterrichts vom Physik-Unterricht das Verständnis der Analysis erschwert. Er fordert aber nun keineswegs eine thematische Integration, sondern schlägt den völligen Verzicht auf Analysis für Grundkurs-Schüler vor! Die Bedeutung der Analysis für das Verständnis zeitlicher Entwicklungen scheint ihm völlig fremd zu sein. So wartet er mit folgender Interpretation auf: *Die einfache Abprüfbarkeit einer oberflächlichen Beherrschung des Stoffes dürfte ein wichtiger Grund dafür sein, daß die Analysis weltweit als zentraler Stoff im Bereich der Sekundarstufe II verankert ist* [H1, p.406/407].

7. Der Mathematik-Unterricht: Vorkenntnisse und Verzahnung

Mit großer Freude habe ich festgestellt, daß Heymann für den künftigen Schulunterricht der Sekundarstufen I und II mehr Geometrie unter Bezug auf Raumerfahrung [H1, p.335] verlangt. Gerade geometrische Themen wurden bedauerlicherweise in den letzten 30 Jahren in verstärktem Maße aus dem Unterricht zurückgedrängt — zuerst die sphärische Geometrie, dann schließlich sogar die Kegelschnitte. Dagegen sollte es zur Weltorientierung dazugehören, daß man mit Begriffen wie Satellitenbahn und Mondfinsternis etwas anfangen kann, daß man sich die Lage von Großkreisen auf einer Kugel vorstellen kann, daß man weiß, was ein Parabolspiegel ist. Wie verträgt sich aber dies Plädoyer für *Geometrie unter Bezug auf Raumerfahrung* dazu, daß bei Heymann gleichzeitig die Behandlung der ebenen Elementargeometrie zur Disposition gestellt wird? Wie stellt er sich vor, Fragen der räumlichen Geometrie im Unterricht diskutieren zu können, wenn der Satz des Pythagoras nicht bekannt ist?

Die Frage nach Inhalten, die in einem allgemeinbildenden Mathematik-Unterrichts verbindlich sein sollten, ist zu klären: Ich erwähne als Beispiel das Phänomen des exponentiellen Wachstums; Exponentialfunktionen besitzen in vielen Gebieten eine große Bedeutung: man denke an die Halbwertszeit beim radioaktiven Zerfall ebenso wie an biologische Wachstumsprozesse (die Zunahme des Holzbestands eines Waldes, das Wachstum einer Bakterienkultur). Inwieweit wird nun ein verbindlicher Stoffkanon zumindest für gewisse mathematische Grundbegriffe gebraucht? Heymann krisitiert vehement das Bereitstellen von Wissen für spätere Anwendungen:

Vieles an dieser Kritik ist nachvollziehbar, und ein Einzelunterricht könnte getrost darauf verzichten. Doch auch für Heymann ist klar: *Wenn im Unterricht ein Anwendungsproblem präsentiert wird, sollten in der Regel die mathematischen Kenntnisse und Fähigkeiten, die für eine sinnvolle Modellierung dieses Problems erforderlich sind, den Schülern prinzipiell vertraut sein* [H1, p.282]. Sinn der Lehrpläne ist es, daß auf Vorwissen zurückgegriffen werden kann. Das gegenwärtige Schulsystem würde es ohne allzu große Schwierigkeiten erlauben, daß verschiedene Unterrichtsfächer innerhalb eines Schuljahres miteinander kooperieren; viel schwieriger aber erscheint es, die zeitliche Strukturierung nach Schuljahren (mit mehrfachem Lehrerwechsel, mit Änderungen der Zusammensetzung der Klassen, mit der Möglichkeit zum Schulwechsel) zu ändern. Es ist die zeitliche Kontinuität, die durch das Korsett der Lehrpläne ermöglicht wird.

Wir sehen hier den eigentlichen Streitpunkt der Auseinandersetzung: Da Heymann das Erarbeiten auch grundsätzlicher Sachverhalte der Beliebigkeit freistellen möchte (wir sahen etwa: der Satz des Pythagoras ist in seinem Unterrichtsmodell nur als möglicher Einschub vorgesehen, abhängig von *Leistungsfähigkeit und Interesse der Lerngruppe*), wird die Möglichkeit eines späteren Rückgriffs auf derartige Vorkenntnisse aufgegeben. Geht man aber davon aus, daß nur wenige Vorkenntnisse als allgemein bekannt vorausgesetzt werden können (nämlich nur die des propagierten Hilfsschulkanons), so heißt dies, daß bei der Themenwahl von mathematischen Modellierungen entsprechend Abstriche zu machen sind. Explizit formuliert er: *Wenn die Schüler anhand sehr unterschiedlicher Probleme und Situationen erfahren können, daß sich viele mathematische Gegenstände des Standard-Curriculums (z.B. proportionale und lineare Funktionen) als „Standard-Modelle" eignen, wird dem Gesichtspunkt der Weltorientierung eher Genüge getan, als wenn sie vorwiegend Probleme zu bearbeiten haben, für die sie sich zunächst mit großem Aufwand das mathematische Rüstzeug aneignen müssen* [H1, p.280/1]. Hier müssen größte Bedenken angemeldet werden: Die vorgeschlagene Weltorientierung würde geradewegs in die Irre führen: Linearität als universelles Lösungsmuster? Hier wird einer unverantwortbaren Reduktion von Problemlösungsstrategien, der bewußten Einengung des Erfahrungshorizonts das Wort geredet.

Die Forderung nach größerer Realitätsnähe des Mathematik-Unterrichts ließe sich durch eine Verzahnung verschiedener Unterrichtsfächer angehen. Wünschenwert ist, daß verschiedene Unterrichtsfächer innerhalb eines Schuljahres miteinander kooperieren, zumindest sollte die inhaltliche Verzahnung der einzelnen Schulfächer auch in den Lehrplänen sehr viel stärker herausgearbeitet werden. Derartigen schulorganisatorischen Defiziten wird im Heymann'schen Konzept nicht nachgegangen. Man sieht nun deutlich den Unterschied zu den Forderungen der Arbeitsschulbewegung. Während dort das Projektstudium im Vordergrund steht, die Trennung der verschiedenen Fächer kritisiert und überwunden werden soll, möchte Heymann im Hinblick auf von ihm beobachtete und sicher auch ernstzunehmende Schwierigkeiten bei fachübergreifenden Projekten die Misere der starren Fachtrennungen nicht antasten.

8.
Auswirkungen

Es gibt einige Kollegen, die beschwichtigen: sie freuen sich offensichtlich, daß überhaupt über den Mathematik-Unterricht gesprochen wird [V], mögliche negative Konsequenzen sehen sie nicht. Man sollte sich die neuen Lehrpläne vor Augen führen, deren Planung zum Beispiel in Nordrhein-Westfalen schon weit fortgeschritten ist. Schauen wir uns die Entwürfe (vom Oktober 1995) für die Gesamtschul-Richtlinien für den Mathematik-Unterricht in Nordrhein-Westfalen an, die mir Herr Heymann freundlicherweise zur Verfügung gestellt hat. An ihnen hat er wesentlich mitgearbeitet, seine Handschrift ist deutlich an vielen Formulierungen ablesbar. Und man liest dort: *Ein Teil der Inhalte ist mit einem Sternchen versehen. Damit wird bestimmt, daß zugehörige Unterrichtsgegenstände nur in Erweiterungskursen verbindlich zu bearbeiten sind, für Grundkurse können sie entfallen* [L, p.20]; hier werden also die Vorschläge, die Heymann propagiert, aufgegriffen. Im Kanon für die Jahrgänge 9 und 10 sind mit Sternchen versehen: die linearen Gleichungssysteme, die quadratischen Gleichungen und Funktionen, die Potenzfunktionen, die trigonometrischen Funktionen, in der Geometrie der Satz von Pythagoras, Ähnlichkeit und Strahlensätze, die Trigonometrie; die entsprechende Seite [L, p.23] ist am Ende des Artikels abgedruckt. Besonders verwundern muß dabei, daß dem Satz des Pythagoras sogar die historische Relevanz abgesprochen wird. Man sollte sich auf jeden Fall die einzelnen Spalten genauer ansehen: Nach Meinung dieser Lehrplankommission spielen zum Beispiel weder lineare Gleichungssysteme noch die Exponentialfunktionen, ja nicht einmal der Computer, eine Rolle im Staats-, Wirtschafts- und Arbeitsleben! Handelt es sich um Inkompetenz oder um bewußte Irreführung?

Kommen wir zurück zur Heymann'schen Replik auf meine Stellungnahme. Ich war verwundert, daß Heymann mir vorwirft, ich hätte nicht zur Kenntnis genommen, daß das vorgestellte Szenario nur als Diskussionsanstoß zu lesen sei [H2, p.3] – ein gänzlich unsinniges Argument: ich habe diesen Diskussionsanstoß aufgegriffen, Konsequenzen herausgearbeitet, Widersprüche aufgedeckt: die Diskussion weitergeführt. Bedeutet es nicht, sich von eigenen Formulierungen zu distanzieren, wenn man innerhalb einer Diskussion darauf hinweist, man habe ja nur einen Diskussionsanstoß geben wollen? Und doch: Sieht man die NRW-Entwürfe, so begreift man, daß das Szenario gerade nicht nur ein Diskussionsanstoß ist, der einfach als absurd zur Seite gelegt werden kann, sondern daß es Ministerien zu geben scheint, die Interesse haben, es umzusetzen!

9.
Nachbemerkung

Im Rahmen von Diskussionen innerhalb der Universität Bielefeld hat sich auch einer der Gutachter im Habilitationsverfahren zu Wort gemeldet und recht Interessantes notiert. Seiner Meinung nach gibt es *keine einzige Textstelle,* die die Behauptung, *Heymann wolle die mathematische Bildung reduzieren*, decke. Der Schluß seines Beitrags, der zu dieser Beteuerung in einem merkwürdigen Gegensatz steht, soll hier vollständig festgehalten werden: *Professor Dr. rer. nat. Heinrich Bauersfeld, langjähriger geschäftsführender Direktor des Instituts für Didaktik der Mathematik der Universität Bielefeld, war einer der Gutachter im*

Habilitationsverfahren. Er stellt in seinem Gutachten fest, daß Heymann einen „mutigen Anstoß“ zur Reform des Mathematikunterrichts vorlege — „mutig angesichts des zu erwartenden protestierenden Schmerzgeschreis der Mathematiker“. Der vielgescholtenen Tagespresse ist es zu verdanken, daß Heinrich Bauerfelds Prognose so bald erfüllt wurde [T].

Man merke es sich: Habilitationsschriften nicht als wissenschaftliche Werke, sondern als Mutproben.

Nachweise

[B] Baruk, Wie alt ist der Kapitän? Über den Irrtum in der Mathematik. Basel 1989.

[Bi] Biehler u.a. (Hrsg.): Mathematik allgemeinbildend unterrichten: Impulse für Lehrerbildung und Schule. Köln 1995. IDM-Reihe Band 21.

[Bo] Borovcnik u.a.: Mathematik in der beruflichen Praxis von Abiturienten. Wien/Stuttgart 1981.

[H1] Heymann: Allgemeinbildung und Mathematik. Habilitationsschrift. Bielefeld 1995.

[H2] Heymann: Stellungnahme zu den Hauptsachen. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik 61, Dezember 1995

[HW] Historisches Wörterbuch der Philosophie. Bd. 2. Basel 1972.

[Ja] Jahnke: Warum sollen Schüler (nicht) Mathematik lernen. In: Mathematik in der Schule. 1995, Heft 6.

[Ju] Jungbluth: Gesteigerte Selbsttätigkeit des Schülers im mathematischen Unterricht. Leipzig 1923.

[K] Kant: Beantwortung der Frage: Was ist Aufklärung. Berlinische Monatsschrift 1784.

[KM] Kaiser-Meßmer: Anwendungen im Mathematikunterricht. 2 Bände. Bad Salzdetfurth 1986.

[L] Landesinstitut für Schule und Weiterbildung. Lehrplan Mathematik, Gesamtschule. Entwurf Oktober 1995.

[M] Meschkowski: Mathematik als Bildungsgrundlage. Braunschweig 1965.

[Mi] Ministerrat der Deutschen Demokratischen Republik, Ministerium für Volksbildung: Direktive zum Lehrplan für den achtstufigen allgemeinbildenden polytechnischen Schulteil der Hilfsschule von 1964. Berlin 1973.

[N1] Nestle: Mathematik — Pflichtfach nur bis Klasse 7? In: Beiträge zum Mathematikunterricht. Hildesheim 1995.

[N2] Nestle: Pflichtunterricht in Mathematik: Fundament oder Fassade. In: Mathematik in der Schule. 1995, Heft 12.

[P] Profke: Brauchen wir einen Mathematikunterricht? In: Mathematik in der Schule. 1995, Heft 3.

[R] Ringel: Sind sieben Jahre Mathematik genug? In: Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik 61, Dezember 1995

[T] Tillmann: Bielefelder Universitätszeitung Nr.181/1995, abgedruckt auch in: Wieviel Mathe braucht der Mensch im Alltag? Frankfurter Rundschau, 28 .Dezember 1995, und leicht gekürzt in: Neue deutsche Schule, März 1996.

[V] Vollrath: Die ärgerlichen sieben Jahre. Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung. Heft 1/1996.

[W] Wittenberg: Bildung und Mathematik. Stuttgart 1963.

Claus Michael Ringel
Fakultät für Mathematik
Universität
Postfach 100 131
D-33 501 Bielefeld