Karlhorst Meyer

Zur Weiterentwicklung der Gymnasiallehrerbildung

Im Folgenden soll die Bezeichnung Lehrer u. a. jeweils beide Geschlechter umfassen. Wenn die vorliegende Abhandlung voraussetzt, dass der Gymnasiallehrer in den Sekundarstufen I und II lehrt, so beinhaltet dies bereits eine politische Prämisse. Immerhin haben meine Berufserfahrungen über 41 Dienstjahre hinweg deutlich werden lassen, dass am Gymnasium der Unterricht der 10 bis 16-Jährigen nicht unabhängig von der darauf folgenden gymnasialen Oberstufe ist und deshalb in Unter- und Mittelstufe des Gymnasiums durchaus manches zumindest in Mathematik, den Naturwissenschaften und Fremdsprachen anders als in den parallel verlaufenden Real- und Hauptschulen zu unterrichten ist. Abgesehen von dieser Bemerkung möchte ich hierauf im Folgenden nicht näher zu sprechen kommen. Es soll vielmehr darum gehen, wie man den Gymnasiallehrernachwuchs heranzubilden hat, um dann dieser Prämisse gerecht zu werden.

Ein weiterer Punkt, auch wenn er extrem wichtig ist, soll ebenfalls im Folgenden nur am Rande untersucht werden: Bis ein Lehrerkollegium durch Erreichen der Altersgrenze ausgetauscht ist, vergehen bis zu 30 Jahre; d. h. der jährliche Wechsel von ausscheidenden Lehrern und neu einzustellenden ist so gering, dass sicher eine Reform der Lehrerausbildung allein keine Veränderung der Schule nach sich ziehen wird. Deshalb kann man eine Änderung der Lehrerausbildung nur erfolgreich starten, wenn parallel hierzu eine *intensive* Lehrerfortbildung erfolgt. Ganz abgesehen davon benötigt man Lehrerfortbildung auch dann in umfangreicher Form – wie in allen Akademikerberufen – , wenn keine grundlegende Änderung in der Ausbildung initiiert wird, um einfach Lehrer über eine 40-jährige Dienstzeit fit zu halten, d. h. mit der Weiterentwicklung und dem sich laufend verändernden Umfeld der Schule vertraut zu machen. So ist z. B. der Präsident der TU München, Professor Dr. HERRMANN, der Meinung, dass man die Lehrerbildung und die Lehrerfortbildung von Grund auf ändern muss und die zur Gewohnheit gewordenen kleinen „Verbesserungen“ nicht mehr weiterführen kann. Auch fügt er gleich hinzu, der Steuerzahler müsse in der Zukunft bereit sein, hierfür *viel mehr Geld auszugeben*.

Im Folgenden soll die Untersuchung nur hinsichtlich des Schulfaches Mathematik am Gymnasium geführt werden. Es geht hierbei vor allem darum, das bisherige so genannte Entfrachten bestehender Lehrpläne sowohl am Gymnasium wie auch bei der Lehrerausbildung zu stoppen und zum Teil wenigstens bei den geeigneten Schülern und Studenten rückgängig zu machen, um wieder ein Mehr an Mathematik am Gymnasium usw. zu gewährleisten, wie dies bereits DU BOIS-REYMUND 1882 in seiner Rektoratsrede an der TU Berlin (siehe WOLF LEPENIES [1] SZ vom 19.8.03 „Hätte Faust mal besser die Luftpumpe erfunden“) gefordert hat. In Folge müssen die Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung untersucht werden.

Mein Dank gilt u. a. Arthur Krämer für das kritische Lesen dieser Arbeit.

1. Vorbereitungen

Die Presse schreibt immer wieder darüber, was an der Lehrerausbildung vermeintlich falsch ist. Die Ausbilder, also die Hochschullehrer, oder gar die betroffenen Lehrer selbst sind dagegen bezüglich der Weiterentwicklung der Lehrerausbildung in der Öffentlichkeit erstaunlich zurückhaltend. So entsteht der Eindruck, der dann auch seitens der Politiker wiederholt wird, dass eine Weiterentwicklung vor allem durch Ausbau von Pädagogik, Psychologie und der Fachdidaktik neben einer schulpraktischen Tätigkeit über möglichst ein Semester, beides im ersten Bildungsabschnitt, geschehen muss. Diese Ideen sind nicht neu, sie werden bereits seit Jahren praktiziert auf Kosten der Unterrichtszeit der Hochschulen, die für die eigentlichen Fächer gedacht gewesen ist.

In diesem Umfeld habe ich mich als Vorsitzender von „Begabtenförderung Mathematik e. V.“ entschlossen, unabhängig von anderen Verbänden eine diesbezügliche Untersuchung anzustreben. Mit folgenden Personenkreisen fanden einschlägige Gespräche statt:

- 2002 wurden die Beiräte und der Vorstand des Vereins aufgefordert, sich zu äußern.
- In den „Mitteilungen 2003/1“ von Begabtenförderung Mathematik e. V. sind dann alle Mitglieder gebeten worden, mir ihre Meinung zur Sache zu schreiben.
- Im Zusammenhang mit den Gesprächen zur Organisation der Jahrestagung von Begabtenförderung Mathematik e. V. ist über das Thema an den Universitäten Frankfurt, Stuttgart, Duisburg

und München mit Hochschullehrern der Mathematik gesprochen worden. Die Ergebnisse werden vor allem im Folgenden wiedergegeben.
- Richtungweisend war ein Gespräch mit dem Präsidenten der TU München, Professor Dr. HERRMANN.
- Schließlich sind über eigene Beobachtungen während meiner 41-jährigen Dienstzeit an Gymnasien und ähnlichen Einrichtungen und vor allem aus meiner Hochschultätigkeit an der TU München, Gesamthochschule Kassel und University of Florida, Gainesville/Fla (USA) zu berichten.

2. Weshalb ist eine Änderung erforderlich?

Sicher gibt es sehr viele subjektive Gründe, die eine Fortführung der Lehrerausbildung erforderlich machen. Ja ich möchte hier gleich klarstellen, dass auch die von mir geäußerten Gründe subjektiv sind. Doch der mengentheoretische Durchschnitt der vorgebrachten Argumente über die Vielzahl der Kritiker hinweg ist durchaus nicht leer. Einige Gründe für eine Änderung werden mehrfach genannt. Auf sie soll hier vor allem eingegangen werden:

2.1 Die vom Gymnasium vermittelte Mathematikbildung ist nicht ausreichend.

Steht die Reifeprüfung bevor, ist es verständlich, dass dem Schüler die zukünftige Berufs- oder Studienwahl schwer fällt. Naturgemäß spricht man hierüber mit einem Lehrer seines Vertrauens. Häufig verlaufen solche Gespräche nicht so, dass es um eine Entscheidung zwischen zwei oder gar mehreren Möglichkeiten geht, sondern die bevorstehende „Freiheit“ von der Schule führt zu einem ausgesprochenen Mangel an passenden Ideen. Dies ist auch bei Schülern zu beobachten, die in Mathematik mittlere Leistungen erbracht haben und durchaus über einiges Wissen und Können in diesem Fach verfügen. Empfiehlt man dann ein Anwenderstudium der Mathematik, kommt sehr schnell der Einwand, dass man zwar im Schulfach Mathematik „ganz ordentlich“ war, aber gerade deshalb erfahren habe, dass die eigenen Kenntnisse für z. B. ein Ingenieurstudium oder Betriebswirtschaft nicht ausreichend sind, da die Lücken zwischen der Fachvermittlung am Gymnasium und den Erwartungen eines einschlägigen Studiums bekannt und zu groß sind.

Entscheidet sich aber der bereits angesprochene Schülerkreis für ein Mathematik anwendendes Studium, so kommt er dabei leicht ins Schleudern, wie die bis zu 60% hohen Durchfallquoten in den Hochschulfächern Mathematik, Mechanik u. a. zeigen. Man kann diese Prüfungen einmal wiederholen. Da aber gerade an den technischen Hochschulen bzw. technischen Universitäten automatisch exmatrikuliert wird, wenn nach einer bestimmten Semesteranzahl das Vordiplom nicht erfolgreich bestanden ist, kann man von ca. 40% eines Studienjahrgangs sprechen, der irgendwann nach mehreren Jahren unverrichteter Dinge die Universität verlassen muss. Der Prozentsatz kommt zu Stande, wenn man in den Unterlagen des Statistischen Landesamtes die Zahl der Studienbeginner mit der Zahl derer, die ein Diplom oder anderes abgelegt haben, vergleicht. Andere Autoren (siehe WINFRIED SCHULZE [1]) sprechen von 36% eines Geburtenjahrgangs, die ein Studium beginnen, aber nur 16% ein solches abschließen; das entspricht über alle Studienrichtungen hinweg – einschließlich der Fachhochschulen – einem Prozentsatz von 60% Abbrechern.
Dadurch verursachte psychische Störungen bei den Abbrechern sind nicht auszuschließen. Jedenfalls aber hat der Steuerzahler riesige Summen für eine akademische Ausbildung sinnlos ausgegeben, die man durchaus vernünftiger im Bildungssektor verwenden könnte, wenn es diese hohen Abbrecherquoten nicht mehr geben würde. Die Gesellschaft kann sich dies in Zukunft nicht mehr leisten.

Sind also Hochschulprüfungen zu schwer? Professor Dr. PFEIFFER [1], TU München, hat in einem Referat auf der Tagung „Begabtenförderung in Mathematik Bayreuth 2000“ deutlich gemacht, dass die schlechten Arbeiten seiner Mechanik-Prüfungen *nicht* durch eine unverstandene Vorlesung verursacht worden sind, sondern vor allem Folge von Rechenfehlern u. ä. im Bereich der Gymnasialmathematik sind.

Lücken im Gymnasialstoff werden seitens der Universitäten in den folgenden Bereichen bemängelt:
- Das Tempo der Mathematikvorlesungen aber auch der Anwendervorlesungen kann vom Studenten nicht eingehalten werden, da sich offenbar auch am Ende der Kollegstufe noch nicht die Geschwindigkeit der mathematischen Stoffvermittlung den Erfordernissen der Hochschule angepasst hat.

- Fehlende Sicherheit im Kopfrechnen und Schätzen: Viele Hochschulprüfungen müssen ohne Taschenrechner und Tabellenwerke durchgeführt werden, um festzustellen, ob der Prüfling gelernt hat, Ergebnisse durch Überschlag zu finden.
- Unsicherheiten im Bruchrechnen mit Zahlen aber auch mit Buchstaben.
- Fehlende geometrische Vorstellung und nicht nur in der Raumanschauung; zu wenige Hilfsmittel sind bekannt, um ohne Computer zu berechnen oder zu skizzieren.
- Verheerende Lücken beim *Rechnen* mit Logarithmus und Exponentialfunktion.
- Fehlerhaftes Differenzieren und Integrieren (ohne Hilfsmittel!).
- Fehlende Kenntnisse in Trigonometrie (z. B. Kurvenverlauf, Additionstheoreme und damit Lösung goniometrischer Gleichungen).
- Zu geringe Kenntnisse in der Planimetrie.
- Keine Kenntnisse über Kegelschnitte oder Flächen 2. Ordnung.
- Zu geringe Erfahrung im Umgang mit der mathematischen Herleitung eines Sachverhalts.
- Zu große Schwierigkeiten mit der Analogisierung von im Unterricht bereits kennen gelernten Sachverhalten, wie z. B.: Im Unterricht werden Determinanten aus Zahlen berechnet. Die Mechanikvorlesung verlangt in den ersten Vorlesungsstunden des 1. Semesters Determinanten aus Funktionen; oder: An der Schule werden zwar physikalisches und mathematisches Pendel rein theoretisch behandelt, dabei aber das Anschreiben der dazu gehörigen Differentialgleichung vermieden; oder: Selbstverständlich werden in der Oberstufe Kurvenscharen behandelt, nicht aber die dabei durchaus zu verwendende Schreibweise der partiellen Differentiation benutzt.

Lücken dieser Art werden etwa seit 1900 bemängelt, was stets dahingehend fehlinterpretiert worden ist, dass man geglaubt hat, das Curriculum entfrachten zu müssen, um so zu erreichen, dass das Wenigere, auch Konzentriertere, was bleibt, dann auch beherrscht wird (siehe hierzu LORINSER 1836 „Zum Schutze der Gesundheit in den Schulen“ aus FRANZ PAHL [1], bzw. KATJA KRÜGER [1]). Allmählich sollte man einsehen, dass dies nur dazu führt, eine Dekade später wieder vor demselben Problem zu stehen.

Leider haben die jüngsten Tendenzen von Bildungspolitikern wie etwa in Bayern dazu geführt, weitere Lücken zu schaffen. Sie behaupten zwar, nicht nur Lehrinhalte gestrichen zu haben, sondern gleichzeitig andere „moderne“ Inhalte an deren Stelle gesetzt zu haben, vergessen aber, dass man im Allg. nicht über die Fachkompetenz verfügte, die hierzu erforderlich gewesen wäre. Einige Beispiele aus dem Lehrplan Bayern Mathematik von 2003 [1]:

- Die Herausnahme der Teilbarkeiten der natürlichen Zahlen (außer kgV und Primfaktorzerlegung) in Jahrgangsstufe 5 ist wohl ein Widerspruch in sich, da man bekanntermaßen einerseits das kleinste gemeinsame Vielfache in der Regel nur mit Hilfe von Teilbarkeitsregeln erhalten kann und andererseits hiermit eine wichtige Vorstufe für algebraische Bruchterme, wie sie etwa in Klasse 8 oder später zu addieren sind, verloren geht. Daran ändert nichts die Benutzung eines CAS-Rechners.
- Das Streichen des Rechnens mit dezimalen Größen – gemeint sind gerundete Größen – in der Jahrgangsstufe 6 wird dazu führen, dass noch mehr Anwender glauben, die Messgenauigkeit durch eine Rechnung anheben zu können, als dies bereits vor dieser Lehrplanänderung der Fall war.
- An die Stelle dieser beiden zukünftig fehlenden Kapitel kommt das Rechnen mit negativen Zahlen. Dies ist hinsichtlich der Entwicklung der Schulbücher mancher Verlage ein konsequenter Schritt: Man hat nämlich in Klasse 7 auf die Herleitung der Rechenregeln für negative Zahlen verzichtet und auf das „Auswendiglernen“ derselben gebaut. Sicher kann man solches auch schon in Klasse 5 lehren. Algebraisch erklärt ist damit nichts. Und man kann davon ausgehen, dass zukünftige Generationen dann hiervon genauso viel Erfahrung haben, wie dies mit den Additionsregeln der Fall ist: Immer wieder ist in Hochschulexamensarbeiten zu beobachten $\frac{a}{b}+\frac{c}{d}=\frac{a+b}{c+d}$. In solchen Fällen wird man sich zukünftig eben auf den CAS-Taschenrechner verlassen müssen und die Rechnung wird richtig; aber man sollte nicht vergessen, deutsche Akademiker werden nicht ausgebildet, um vorhandene Verfahren zukünftig einzusetzen, sondern neue, d. h. bis jetzt unbekannte Theorien zu entwickeln; hierzu werden aber die noch so großen Fähigkeiten eines CAS-Rechners nicht ausreichen. Also muss das Gymnasium frühzeitig beginnen, wichtige Fundamente zum Selber-machen zu legen.
- Aus Platzgründen können hier einige weitere Streichungen nur angetippt werden: Vor Klasse 9 wird es keine Ungleichungen geben, vor Klasse 7 keine Gleichungen, auf „komplizierte“ Bruchterme (vermutlich auch im Zusammenhang mit Gleichungen und Ungleichungen) verzichtet man,

ohne zu berücksichtigen, dass gerade diese Inhalte Anlass gaben, sich über das Aufstellen von Fallunterscheidungen Gedanken zu machen; es gibt keine Schrägbilder und damit keine „einfache“ Raumgeometrie mehr; man verzichtet auf den Umfangwinkelsatz, obwohl jeder weiß, dass man damit auf ganz bestimmte Aufgabentypen verzichtet, die ohne ihn nicht mehr gelöst werden können. Man verschiebt alles, was mit Drehungen, Verschiebungen, zentrischen Streckungen zusammenhängt in die Klasse 9 unter die Überschrift „experimentelle Geometrie“ mit DGS am Computer, der natürlich nicht begründen kann.
- Dafür tauchen eine ganze Reihe von Inhalten der Stochastik der einstigen Kollegstufe jetzt als neuer Stoff in den Jahrgangsstufen 6 mit 10 auf. Um wirklich neuen Stoff handelt es sich hierbei nicht, da man diese Inhalte ja nur vorgezogen hat, wie dies schon früher in vielen anderen Bundesländern geschehen ist.
- Interessanterweise taucht ein Begriff „Koordinatengeometrrie im Raum“ in Klasse 11 scheinbar neu auf, was nach Auskunft eines früheren Ministerialrats am bayerischen Kultusministerium ein Inhalt war, der früher ansatzweise in Jahrgangsstufe 5 erschienen war und deshalb alle Lehrer verpflichtet waren, den Begriff in den Folgeklassen auszubauen, auch wenn er nicht explizit im Lehrplan genannt worden war. Eigentlich neu ist also auch dieses Kapitel nicht.

Auch vertreten viele Hochschul- und Gymnasialmathematiker den Standpunkt, dass es nicht auf Einzelwissen in der Mathematik ankommt, sondern es vielmehr darum geht, an einfachsten Sachverhalten das „Mathematische“ verstanden zu haben. In gewisser Weise haben die Mathematiker hierbei Recht, wenn es um ein anschließendes Mathematikstudium geht; hier werden die Anfängervorlesungen inhaltlich „voraussetzungslos“ gelesen. Das ist aber in den Anwenderstudienrichtungen anders; hier werden Sachwissen und Grundfertigkeiten angefangen vom Kopfrechnen bis hin zum Integrieren, in der Geometrie bis hin zur Raumgeometrie *vorausgesetzt*. Streng genommen gilt aber Letzteres auch für das Mathematikstudium; nur fallen einschlägige Lücken bei den Studenten hier nicht so sehr auf: Man hat es eben im Studienfach Mathematik nur mit den Allerbesten des Gymnasiums zu tun.

Nun geben Hochschulmathematiker in aller Regel auch den Anwendern Grundvorlesungen über Mathematik. Auch hier liest man „voraussetzungslos“. Nur sollte man nicht glauben, wenn man in der Vorlesung den Hinweis gibt, wie wichtig Kopfrechnen mit Schätzen und Überschlagsrechnung ist, dass dann ab der nächsten Vorlesungsstunde alle Studenten dies beherrschen. Ähnliches gilt für das Differenzieren und Integrieren: Im Allgemeinen gibt es bei den die Vorlesung begleitenden Übungen zum Thema Differenzieren und Integrieren einen einmalig vierstündigen Unterricht. Nur konnte ich bei den Ingenieurstudenten immer wieder feststellen, dass sie entweder Differenzieren und Integrieren bereits von der Schule her gut beherrschten oder dies nach dem Besuch eines solchen Übungsnachmittags immer noch nicht konnten.

2.2 Gymnasiallehrer brauchen einen Überblick über das Gesamtcurriculum

Der Lehrplan am Gymnasium ist zwar in Jahrgangsstufen gegliedert, doch besteht ein Zusammenhang über die Jahrgangsstufen hinweg, wie dies in anderen Schularten nicht so zu beobachten ist. Der Gymnasiallehrer hat stets sein Augenmerk auf das Ziel, die Hochschulreife, zu richten, auch wenn er „nur“ in einer 5. Klasse unterrichtet. Immer wieder musste ich aber auf Lehrerfortbildungen bis hin zu den Schulbuch-Autorenkonferenzen, die ich abgehalten habe, aber auch in Gesprächen mit Kolleginnen und Kollegen feststellen, wie wenig doch Gymnasiallehrer den inneren Zusammenhang des Gesamtcurriculums in Mathematik berücksichtigen. Sehr häufig werden Zusätze in Lehrbüchern zu den Kernaussagen des Lehrplans missverstanden: Man lässt im Unterricht scheinbar „Überflüssiges“ weg, um die Schüler zu entlasten und versäumt so, wichtige Vorbereitungen für Schwerpunktkapitel des Lehrplanes einer späteren Klasse durchzuführen. In Folge reicht dann in der anschließenden Klasse die Unterrichtszeit nicht, um das Versäumte nachzuholen. Man jammert über Stofffülle und versucht (seit 1900) den bestehenden Lehrplan zu „entfrachten“. Dies könnte z. B. dadurch gemildert werden, dass man in die Präambeln der Lehrpläne einschlägige Hinweise auf die damit verbundenen Gefahren aufnehmen würde. Einige Beispiele hierzu:
- Streicht man den Geometriestoff in Jahrgangsstufe 5, da ja „alles viel umfassender später in Jahrgangsstufe 7“ gelehrt wird, dann beobachtet man in Klasse 7, dass jetzt die zu lernenden Begrifflichkeiten überhand nehmen, weil sie nicht von früher bekannt sind.
- Der Algebraunterricht in Klasse 7 lehrt im Zusammenhang mit dem Faktorisieren von Termen Binome. Fast alle „alten“ Lehrbücher haben es hierbei mindestens bis zur Ordnung 4 gebracht, auch dann, wenn explizit nur die Ordnung 2 im Lehrplan genannt worden ist. Da aber heute oft nur noch Binome der Ordnung 2 behandelt werden, hat man später z. B. im Zusammenhang mit der geometrischen Reihe Probleme: Die Reihensumme können die so ausgebildeten Schü-

ler nicht mehr „erraten“, um sie anschließend zu beweisen. Das Problem löst man sehr einfach: Man unterrichtet eben keine geometrische Reihe.

– Wissenschaftlich bearbeitet man den 3-dimensionalen Raum mit den Erkenntnissen der Planimetrie. Also zieht man den Schluss, auf Raumgeometrie kann man verzichten, sie fällt ohnedies Schülern vor allem in jüngerer Zeit zu schwer, da u. a. in den Familien kaum mehr gebastelt wird, man aber den Kindern zu häufig Spielzeug gibt, das die Raumvorstellung nicht anregt. Das Streichen der Raumgeometrie fällt auch nicht auf, weil fast alle Lehrpläne Raumgeometrie am Ende des Schuljahres vorsehen und zu oft das Jahrespensum dort beendet wird, wo man im April hätte sein sollen.
– Zugegeben, der Grenzwertbegriff wird am Gymnasium durch eine der dort schwierigsten Definitionen vorgegeben. Man braucht schon einige Erfahrung als Lehrer, um sich zwischen dem Plausibelmachen einerseits und einer gewissen mathematischen Exaktheit andererseits hindurchzuschlängeln. Man fragt sich natürlich, weshalb man hinsichtich solcher Probleme nicht die Idee hat, Erfahrung via einer sinnvollen Vorgesetztenstruktur an Anfänger unter den Lehrern weiterzugeben. Die jüngste Lehrplanänderung in Nordrhein-Westfalen hat einschlägige Untersuchungen mit Grenzwerten einfach abgeschafft, wenngleich man trotzdem glaubt, aus dem daraus folgenden Differentialrechnungskalkül festhalten zu können. Die so entstehenden Lücken haben zwar keine Auswirkungen mehr auf die Schule selbst, verursachen aber Probleme bei den darauf folgenden Universitätslehrgängen.
– Bayern macht das im Lehrplan 2003 anders: Hier gibt es zwar noch Grenzwerte, dann aber keine Stetigkeit und keine Grenzwertsätze mehr und nur noch eine Kurvendiskussion mit einer 1. Ableitung. Man kann dann zwar bei ganzrationalen Funktionen via Algebra noch feststellen, ob z. B. ein relatives Maximum oder Minimum vorliegt, bei transzendenten Funktionen ist solches aber sicher nicht mehr möglich. Diese Ausdünnung der Analysis in Nordrhein-Westfalen und Bayern könnte innerhalb kurzer Zeit dazu führen, dass die Infinitesimalrechnung an der Schule abgeschafft wird. Zum „Abschaffen“ gibt es zwei klassische Analogons:
– Zunächst die Lehre der Kegelschnitte: Kegelschnitte sind durchaus auf dem Niveau der Jahrgangsstufe 10 am Gymnasium lehrbar (siehe die Mathematikinformation Hefte 31, 33 und 34), wobei klassische bis modernste Anwendungen dem Schüler den Stellenwert dieser Lehre zeigen. Innermathematisch sind die Kegelschnitte – und dann auch die Flächen 2. Ordnung – die einfachsten nicht linearen Gegenstände der Geometrie. Heute fehlen diese im Unterricht. Jetzt sieht es bei all dem Linearen der Schulgeometrie so aus, als hätte man z. B. die Vektorrechnung nur erfunden, um an sich einfache lineare Gleichungssysteme, die „jeder“ lösen kann, zu verkomplizieren. So unterstützt man die öffentliche Meinung, dass Mathematiklehrer dazu da sind, einfache Dinge schwierig darzustellen, um den Schulbesuch unnötig zu erschweren. Die Kegelschnitte sind in der Vergangenheit immer weiter ausgedünnt worden, bis schließlich nur noch eine Art Klassifikation an der Schule übrig geblieben ist. Dann hat man sich durchaus berechtigt gefragt: Was hat eine Klassifikation an der Schule zu suchen? Folgerichtig ist der Rest abgeschafft worden.
– Das andere Beispiel für das Ausdünnen des Schulcurriculums betrifft die Darstellende Geometrie. Über Jahrzehnte hinweg betreibt man sie immer ausgedünnter und veraltet. Es geht in ihr scheinbar weniger um mathematische Zusammenhänge als ums „genaue Zeichnen“, bis man diese Lehre beseitigt, weil ein technisches Zeichnen in der Schulmathematik nichts zu suchen hat. Man hat dabei völlig übersehen, dass gerade diese Raumgeometrie mit ihren umfangreichen Strategien ein Eckpfeiler der Geometrielehre an der Schule ist, weil der Schüler komplexe Überlegungen anstellen muss, um mit seinen Kenntnissen aus der Planimetrie die Raumprobleme zu lösen. So wäre es heute eigentlich gut, sich daran zu erinnern, dass man ganz gezielt vor einiger Zeit die komplexen Fragen als überflüssig aus den Lehrbüchern verbannt hat, die man heute im Rahmen so genannter „TIMSS-gerechter Aufgaben“ gern wieder hinsichtlich der Komplexität der Fragestellung restaurieren will.
– Im Lehrplan 2003 aus Bayern wird es an den Grundschulen und in der gymnasialen Unterstufe keine Gleichungen mehr geben. Offenbar übersieht niemand die Probleme, die man damit für den Besuch der Klasse 7 schafft. Die dort zu lehrenden so genannten elementaren Gleichungsumformungen werden Kindern erst verständlich, wenn der Gleichungs*begriff* an sich steht und man eine gewisse Erfahrung im Lösen einfacher Gleichungen und Ungleichungen bereits besitzt.
– Ganz ähnlich verhält es sich mit den Vektoren: Sie sind aus dem Lehrplan der Mittelstufe verbannt worden (1992 hat Bayern als letztes Land diese „Entfrachtung“ durchgeführt). In Folge entstehen vor allem in der Vektorrechnung der Grundkurse nahezu unüberwindliche Schwie-

> rigkeiten bei den nicht so mathematisch begabten Schülern, auf die es aber zukünftig gerade ankommt, wenn wir den High-tech-Standort Mitteleuropa erhalten wollen.

Man könnte diese Reihe fortsetzen. Immer wieder wird entfrachtet, ohne zu berücksichtigen wie dadurch der Besuch der Nachfolgeklassen erschwert wird. Der Lehrplan wird zum Schweizer Käse: Er besteht nur noch aus Löchern. Jetzt bleiben nur weitere Streichungen, wenn man einem Großteil der Bevölkerung den Besuch eines Gymnasiums weiterhin ermöglichen will.

2.3 Das Mehr an allgemeiner Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktik im ersten Ausbildungsabschnitt hat bis jetzt zu wenig gebracht.

Schon in den 50ern des vergangenen Jahrhunderts *mussten* angehende Gymnasiallehrer, auch solche der Mathematik, Vorlesungen in Pädagogik, Psychologie und Philosophie hören. Fachdidaktik gab es damals im Allgemeinen noch nicht; sie war dem 2. Ausbildungsabschnitt vorbehalten. Viele Gymnasiallehrer haben damals *aus Interesse an der Sache* mehr Vorlesungen in dem Pädagogikblock gehört, als in der Prüfungsordnung vorgeschrieben waren. Insbesondere haben sich damals Gymnasialmathematiker für Philosophie interessiert, weil doch während der letzten 2500 Jahre sehr häufig philosophische Entwicklungsprozesse durch die Weiterentwicklung der Mathematik verursacht worden sind.

Später hat dann die Zwangseinführung von mehr Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktik durch Prüfungsordnungen dazu geführt, dass Lehramtskandidaten nur noch weniger Fachvorlesungen als früher besuchen konnten. Leider ist dieser Prozess nicht abgeschlossen. Vorlesungen, die früher von Lehramtskandidaten besucht worden sind, fehlen heute in vielen Studien- bzw. Prüfungsordnungen und werden auch seitens mancher Universität gar nicht mehr angeboten. Der mathematische Bildungsstand der Gymnasiallehrer ist dadurch geringer geworden. Freilich muss man zugeben, dass die folgende Liste früher auch schon zum Teil nicht eingehalten wurde, wenn man z. B. den „Ehrgeiz“ hatte, sein Lehramtsstudium mit 8 Semestern abzuschließen:

- Analysis 1 und 2,
- Funktionentheorie,
- mathematische Methoden (u. a. FOURIER-Analyse, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen),
- Lineare Algebra 1 und 2,
- reelle Zahlen,
- Elementargeometrie, Nichteuklidische Geometrie,
- Grundlagen der Geometrie (im Sinne von HILBERT [1] bis BACHMANN [1]),
- Algebra,
- Zahlentheorie,
- Darstellende Geometrie,
- synthetisch projektive Geometrie,
- Differentialgeometrie,
- Wahrscheinlichkeitstheorie,
- weitere Spezialvorlesungen hinsichtlich der Wahl mindestens eines Hauptseminars.

Verglichen mit anderen Studienrichtungen ist diese Liste nicht lang; doch darf man nicht außer Acht lassen, dass die meisten der genannten Vorlesungen mit zweistündigen Übungen versehen sind und ein Lernerfolg nur besteht, wenn seitens der Studenten eine intensive häusliche Nachbereitung stattfindet.

Oben wurde zwar angegeben, dass ich mich auf die Belange der Mathematik beschränken will. Trotzdem muss ich hier einige Physikvorlesungen nennen, da gerade sie die in Mathematikvorlesungen erworbenen Kenntnisse nach dem Vorexamen sehr vertieft haben. So gab es damals z. B. an der Ludwig-Maximilians-Universität München um 1956 einen 4-semestrigen Zyklus in Theoretischer Physik mit 8 wöchentlich vierstündigen Vorlesungen zusätzlich jeweils zweistündigen Übungen, angefangen von der Mechanik bis hin zur Relativitätstheorie und Quantentheorie. Der gesamte Kurs war noch 1958 „Bestandteil“ der mündlichen Prüfung für das Höhere Lehramt. Man musste schon einen Freund haben, der einem im Durchschlagverfahren die wöchentlich stattfindende „andere“ Vorlesung besuchte, wenn man in 2 Jahren nach dem Vorexamen Hauptexamen ablegen wollte, zudem die Vorlesungen zeitlich parallel geführt worden sind.

Viele Lehramtskandidaten empfanden es als eine Erleichterung, dass man die theoretische Physik etwa ab 1960 auch in München weitgehend einschränkte. Anschließend kam dann die Fachdidaktik, die ja bis heute in unterschiedlicher Fülle in den einzelnen Bundesländern gelehrt wird. Einschlägige Kenntnisse und Erfahrungen beobachtet man nur selten bei den seitdem unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen. Die rein mathematischen Kenntnisse sind zwischenzeitlich eindeutig geringer geworden, weil man zu viele Vorlesungen der oben genannten Liste nicht mehr besuchen hat können. Hierzu einige Beispiele:

- Wie will ein Kollege im Unterricht ad hoc entscheiden, ob eine vom Schüler vorgebrachte Beweisidee zum Ziel führen kann oder dies aus Grundlagengründen unmöglich ist, wenn der Lehrer keine Grundlagen kennt?
- Zu wenigen Gymnasiallehrern ist bekannt, dass die meisten Begründungen in der Planimetrie keine Beweise im strengen Sinn sind, da grundsätzlich an der Schule keine Anordnung berücksichtigt wird und so oft Fallunterscheidungen hinsichtlich der figurell benutzten Anordnung der geometrischen Daten unvollständig bleiben.
- Sehr rasch entsteht eine Überheblichkeit, die sich beim Korrigieren zeigt: Man findet Lehrer, die mit der Begründung: „Ein unvollständiger Beweis ist kein Beweis“ einen Schülerbeweis mit der schlechtesten Note belegen, obgleich nur *eine* von drei Begründungen fehlt.
- Immer wieder wird das Integral als *ein* Grenzwert erklärt, obwohl eigentlich das Studium erbracht haben muss, dass es sich mindestens um *überabzählbar viele* Grenzwerte handelt.
- Ein Gymnasiallehrer sollte hinsichtlich der Schwierigkeit der Konstruktion der reellen Zahlen alle Verfahren diesbezüglich kennen gelernt haben; nur so ist er in der Lage, je nach Situation einen schülergerechten Weg zu finden. Es reicht nicht aus, mit dem PC sich stabilisierende Algorithmen in Jahrgangsstufe 9 zu programmieren, ohne ihre Konvergenz zu untersuchen, ohne Überprüfung der im Rechner verursachten Fehler. Auf dem Niveau der Jahrgangsstufe 9 kann die Addition der reellen Zahlen nicht untersucht werden. So mutet es schon eigenartig an, wenn die zu all diesen Dingen erforderlichen Grundlagen zwar in Jahrgangsstufe 11 gelehrt werden, Lehrer dann aber trotzdem nicht auf die reellen Zahlen zu sprechen kommen, weil diese angeblich seit Klasse 9 bekannt sind. Hier sind sich alle Bundesländer ebenbürtig.
- Wie viele Lehrer haben schon Schüler in Klasse 6 verwirrt, wenn sie versucht haben, gemeine Brüche als Äquivalenzklassen zu definieren, weil ihnen die damit verbundenen Probleme nicht bekannt waren.
- Begabtenförderung Mathematik e. V. propagiert einen Ergänzungsunterricht in Mathematik für Befähigte und Interessierte. Was nutzt das alles, wenn in aller Regel hierzu das Vorwissen den Lehrern nicht gelehrt worden ist und deshalb lange Einarbeitungszeiten erforderlich sind, die der Lehrerschaft nicht zur Verfügung stehen?

Es gibt aber auch unerwünschte Weiterentwicklungen im gymnasialen Curriculum, die ihre Ursache in einer nicht ausreichenden Hochschulbildung haben:

- Über viele Jahre hinweg beobachtet man eine heftig geführte Diskussion, ob die Abbildungsgeometrie oder die Figurengeometrie für das Gymnasium die geeignetere sei. Mit Recht wirft man den Abbildungsgeometern vor, sie betrieben nur einen Gruppenerkennungsdienst, der letztlich keine geometrischen Fähigkeiten fördert. Schließlich siegen die Figurengeometer, die im Allgemeinen keine Grundlagen nach HILBERT kennen gelernt haben und völlig außer Acht lassen, dass zumindest das Auge beim Führen eines Kongruenzbeweises sehen muss, wie eine Bewegung kongruente Teilfiguren zur Deckung bringt. Es gibt also gar keine Figurengeometrie ohne Abbildungen, wie dies ja KLEIN schon einst im so genannten „Erlanger Programm“ erkannt hat. Was hier vor allem beim Konstruieren von Figuren zu beachten ist, gilt auch beim Beweisen. Es ist einfach eine Lüge, wenn man behauptet, Beweise mit den Kongruenzsätzen sind einfacher zu führen als abbildungsgeometrische. Man kann für jede der beiden Theorien Beispiele in der Schulgeometrie finden, bei denen die eine Theorie wesentlich einfacher als die andere ist. Es sind nur Ausbildungslücken gewesen, die überhaupt erst eine solche Diskussion ermöglichten. Bedauerlich ist nur, dass der Wechsel zur Abbildungsgeometrie schöne Beispiele der Figurengeometrie verloren hat, die nicht mehr ersetzt worden sind, als man die Abbildungsgeometrie abschaffte, um alle Überlegungen mit den Kongruenzsätzen zu machen.
- ZEITLER [1], [2] und sein Umfeld haben im Rahmen zusätzlicher Grundkurse in der Kollegstufe versucht, Hochschulthemen wie „Projektive Geometrie“, „Grundlagen der Geometrie“ u. a. für die Schule aufzubereiten. Das Misslingen dieser Absichten ist wohl auch zum großen Teil dadurch verursacht worden, dass den Autoren in aller Regel die Erfahrung fehlte, um in hinreichender Form den Stellenwert dieser Theorien an sich, aber auch den für die Schule, herauszuarbeiten.

Es sieht fast so aus, als hätte die bisherige Weiterentwicklung des Gymnasiums vor allem zu einer Ausdünnung der dort zu erbringenden Leistungen in Mathematik geführt. Das scheint überhaupt ein wesentliches Übel beim Neuschreiben der Lehrbücher zu sein: Bei jedem Wechsel der Methodik gehen schöne Beispiele verloren, die meist nicht mehr durch adäquates Material ersetzt werden. So ging bei der Einführung der so genannten Mengenlehre – natürlich um Zeit für die neuen Ziele zu sparen – schönes komplexes altes Übungsmaterial verloren. Traurig ist nur, dass dieses auch dann bei der Zurücknahme der Mengenschreibweise nicht mehr aufgetaucht ist. Auch wenn damals so manches Lehrbuch versucht hat gegenzusteuern, misslang es, weil man z. B. 1992 (siehe MEYER U. A. [1]) noch nicht bereit war, schwierigeres Aufgabenmaterial zu bearbeiten.

Was hat das alles mit der neuerlichen Betonung von Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktik zu tun? Sicher ist es ein sehr erfreulicher Aspekt, dass jüngere Kollegen heute mehr und vor allem öfter das Verständnis für ihre Schüler am Herzen liegt, als dies vor 50 Jahren beobachtet werden konnte. Man redet nicht mehr so viel über die Köpfe weg, man kennt seinen Lehrerfolg oder auch Misserfolg in aller Regel schon lange vor den Prüfungen. Man bemüht sich intensiver um die schwächeren Schüler als dies früher der Fall gewesen sein mag, wenn auch hier manchmal unverständlich bleibt, weshalb man dabei so wenig daran denkt, dass das Gymnasium seinen Zielen nach eine Ausleseschule ist, die durchaus nicht jeder besuchen muss und auch kann. Dies sollte vor allem dann beachtet werden, wenn sich der Lehrer nur noch mit den Schwachen beschäftigt.

Auch die Stoffdarbietung durch die Lehrer ist nach wie vor nicht immer optimal. Wegen der lückenhaften Ausbildung sind methodische Alternativwege nicht bekannt, deren Vermittlung an der Hochschule nicht allein Aufgabe des Fachdidaktikers sein kann. Man kann so nicht abwägen, welcher Weg für die Klassensituation der beste ist. Hieran hat der Einbau von Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktik in dem ersten Ausbildungsabschnitt offenbar nichts geändert. Das mag zum Teil auch daran liegen, dass seitens zu vieler Vertreter der Fachdidaktik an den Hochschulen zu lange die so genannte Stoffdidaktik verpönt war.

Die Fachdidaktik war seit 1950 zumindest seitens der Seminarschulen bemüht, Gymnasiallehrer vom Frontalunterricht wegzubringen. Leider hat es die Pädagogik versäumt, parallel zu diesen Bemühungen dem angehenden Lehrer Mittel an die Hand zu geben, z. B. auch beim Gruppenunterricht (den ich selbst sehr begrüße) die Disziplin aufrecht zu erhalten. Umso moderner ein Lehrer unterrichtet, desto wilder geht es im Klassenzimmer zu. Man spricht ja in diesem Zusammenhang von einer schöpferischen Unruhe. Leider ist allerdings zu beobachten, dass hierbei vor allem die schwächeren Schüler fast nichts mehr mitbekommen, sondern nur noch Ohren und Augen auf Unsinn richten. So ist die Empfehlung von BAUMERT (Direktor am Max-Planck-Institut für Pädagogik in Berlin), doch endlich zum alten Frontalunterricht zurückzukehren – weil dieser weniger Unterrichtszeit benötigt – eigentlich eine Kapitulation dessen, was man 50 Jahre lang anstrebte. Was die Mathematik anbelangt, hat BAUMERT z. B. 2000 auf der McKinsey-Veranstaltung zur Bildung in Köln weitgehend Recht: Die Mode, den jungen Kollegen zu verpflichten, durch die Leitung von Schülergesprächen die Mathematik die Kindern selbst finden zu lassen, hat eigentlich beinhaltet, dem Schüler glauben zu lassen, er sei in der Lage in kürzester Zeit im Klassenzimmer Dinge zu finden, wozu die Menschheit u. U. 2000 Jahre benötigte, wie etwa im Fall der Unabhängigkeit des Parallelenaxioms von den übrigen Axiomen der Geometrie. Nur schüttet man sicher „das Kind mit dem Bad aus“, wenn man das Selbererarbeiten bei Schülern nur noch im Bereich Aufgabenlösen ansiedeln will. So wären auch moderne Pädagogen gut beraten auf ihre Fahnen zu schreiben:

Jede Einseitigkeit in der Pädagogik ist der Schule schädlich.

Wägt man die Verluste bei der Einschränkung der ursprünglichen Bildungsvermittlung in Mathematik durch die Hochschule ab gegenüber den nur geringen Verbesserungen, die die Betonung von Pädagogik, Pyschologie und Fachdidaktik bis jetzt erbracht hat, so kommt man zu der folgenden Feststellung:

Nur mit großen Bedenken kann einem weiteren Ausbau der Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktik bei gleichzeitigem Kürzen der mathematischen Pflichtvorlesungen zugestimmt werden.

2.4 Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr

Neurologen (z. B. SINGER, Direktor des Max-Planck-Instítuts für Hirnforschung, Frankfurt siehe auch SINGER [1]) haben seit einiger Zeit die Erkenntnis, dass der Mensch manches im frühen Alter erlernen muss, wenn er darin eine besondere Fertigkeit erwerben will. Viel ist hierüber in der Presse zu finden gewesen im Zusammenhang mit dem Erlernen von Fremdsprachen, was wohl am besten im Alter von drei Jahren geht. In Folge haben eine Reihe von Bundesländern die erste Pflichtfremdsprache Englisch in der Grundschule, ja unter Umständen auch schon in einer Vorschule, angesiedelt. Die Zukunft wird zeigen, inwieweit man damit Recht hat und inwieweit man die unbeschwerte Jugend der 3- bis 10-Jährigen zerstört oder zumindest antastet.

Auch in der Mathematik gibt es Beispiele, die zeigen, dass der Lehrerfolg um so größer ist, je früher der Beginn manch einer Lehre steht:

- Raumanschauung hat offenbar nicht jeder Mensch bzw. Raumanschauung zeigt sich in unterschiedlichen Niveaustufen. Da gibt es Menschen, die einen Gegenstand nicht beschreiben können, wenn sie von ihm ein Foto sehen. Da gibt es andere, die eine Zeichnung z. B. vom Gestänge eines Sternmotors (von in einem Kreis angeordneten Kolbenmotoren) betrachten und *sehen*, dass sich das Gestänge nicht drehen kann, es blockiert auf Grund eines Konstruktionsfehlers in der Zeichnung. Meine langen Beobachtungen gehen dahin, dass sich selbst hervorragende Geometer mit der Raumanschauung schwer tun, wenn sie sich nicht bereits vor ihrem 10ten Lebensjahr in Anfängen darum bemüht haben. Heute ist das Raumanschauungsvermögen der Bevölkerung stark rückläufig, weil in den Familien mit den Kindern nicht mehr in dem Maße wie früher gebastelt wird, sich Kinder kaum noch auf Bäume klettern trauen, keine Geländespiele machen und parallel dazu die Schule nicht frühzeitig genug mit der Pflege der Raumanschauung beginnt. Meine Erfahrung zeigt, dass dies vor dem 12. Lebensjahr sein muss. Es wäre gut, wenn Lehramtsstudenten hierüber im Studium etwas erfahren könnten, auch wenn Raumgeometrie nicht mehr mathematisches Forschungsobjekt ist.
- Seit Jahren hören alle Ingenieurstudenten einiges über Numerische Mathematik zur Untersuchung der Qualität von Algorithmen. Man kann aber beobachten, dass viele, die nicht entsprechende Vorüberlegungen bereits auf dem Gymnasium kennen gelernt haben, nicht in der Lage sind, den Stellenwert solcher Überlegungen für ihr zukünftiges Berufsleben zu erkennen und die gelernten Verfahren auch „freiwillig“ einzusetzen. Hier wird eine große Lücke der gymnasialen Mathematik angesprochen. Es ist deshalb sehr erfreulich, dass Baden-Württemberg im Zusammenhang mit den CAS-Rechnern bis hin zur Reifeprüfung sehr geschickt in solche numerische Betrachtungsweisen eingestiegen ist. Also gehört Numerik und Informatik zum Lehramtsstudium.
- „Schön zeichnen“ ist manchmal unter mathematischen Aspekten sehr wichtig, wenn man z. B. einem Arbeiter in der Fabrik als Akademiker etwas erklären soll. Man kann dann nicht erwarten, dass der Arbeiter ins Büro hochkommt, damit man ihm dort an einem PC mit DGS-Ausstattung erklären kann, was man meint. Also muss man auch im 21. Jahrhundert noch zeichnen, zumindest geschickt skizzieren können. Hier bedarf es einer engen Zusammenarbeit zwischen den Gymnasialfächern Kunsterziehung und Mathematik. Im Moment ist es aber dringend erforderlich, Einschlägiges z. B. über Freihandzeichnen und Tafelzeichnen im Studium der Mathematik zu vermitteln. Ich könnte mir vorstellen, dass dies eine Aufgabe für die Fachdidaktik wäre.
- Über den Stellenwert des Erlernens der Differential- und Integralrechnung bereits am Gymnasium habe ich weiter oben geschrieben.

Diese Liste könnte man sicher noch erweitern und empirisch festigen.

2.5 Nicht das Gymnasium sondern die Universität ist gefordert, die genannten Lücken zu schließen

Spricht man Gymnasiallehrer über das bisher Dargestellte an, so kann man häufig Kritik an den Universitäten hören. Man glaubt, wenn man schon solch gravierende Lücken seit langem beobachtet, so muss die Universität endlich „vom hohen Ross herunter“ und beginnen, sich mit den Lücken zu befassen. Oft kommt dann der Zusatz „in anderen Ländern geht es ja auch“.
Auch hier will ich zunächst ein Beispiel anführen:

- Viele Jahre lang hat man an der Universität Osnabrück bei Lehramtskandidaten einen Eignungstest über die Schulmathematik durchgeführt und immer wieder mit Entsetzen festgestellt, dass kaum ein Student aus seiner Schulzeit den Peripheriewinkelsatz gekannt hat. Endlich hat man dann erfahren, dass der Satz nicht im Lehrplan des Gymnasiums in Nordrhein-Westfalen enthalten war. Zukünftig gibt es sicher viel mehr Bundesländer, die diese Lücke produzieren.

Dieser Vorfall ist kein Einzelfall: Hochschullehrer kümmern sich im Allgemeinen sehr wenig um Lehrpläne; sie gehen einfach davon aus, dass ein gewisser Umfang an mathematischen Kenntnissen und Fähigkeiten am Gymnasium vermittelt wird, auf dem sie aufbauen können. Ihr Wissen beziehen sie dabei in aller Regel aus der eigenen Schulzeit, wobei sie als hochbegabte Mathematiker auch nicht immer genau wissen, woher sie ihr so genanntes Schulwissen erworben haben. Geht man davon aus, dass die Universität in ihren Vorlesungen auf ein Wissen und auf Fähigkeiten aufbauen will, die ca. 50 Jahre vorher *noch* am Gymnasium gelehrt worden sind, so ergeben sich die oben beschriebenen Lücken.

Die Forderung, die Universität möge die bekannten Lücken schließen, ist gefährlich.

Dies gilt unter zweierlei Sicht:

- Wird ehemaliger Gymnasialstoff in die Universitätslehre aufgenommen, so führt das automatisch zu einer Verlängerung der Regelstudienzeit. Es ist ohnedies in manch einem Anwendungsgebiet der Mathematik schwierig, die heutige Regelstudienzeit in Anbetracht explodierender Wissenschaften einzuhalten. Eine Ausdehnung der Universitätslehre *nach unten* ist deshalb unmöglich.
- Wird andererseits die derzeitige Entwicklung des laufenden Entfrachtens in der Mathematik nicht gestoppt, ja rückgängig gemacht, so werden die Studiumsanfänger immer weniger den Erwartungen entsprechen und so die Studentenzahlen abnehmen, wie man bereits mehrfach während der letzten Jahre beobachten musste. So gibt es Fachbereiche – und dies nicht nur in den USA – die nur ihr volles Personal dank der Zunahme ausländischer Studenten halten konnten. Parallel hierzu versucht man in Deutschland durch Greencard und Bluecard den Personalmangel in der Wirtschaft auszugleichen, was auf Dauer nicht verhindern kann, dass Forschungsstätten den bereits abgewanderten Produktionsstätten folgen (HERRMANN, Präsident der TU München). Daran ändert sich nichts, dass z. B. im Fach Maschinenbau an der TU München 2003 die Einschreibung zum ersten Semester eine Rekordzahl zeigte, wie dies noch nie der Fall war. Entscheidend für die Wirtschaft aber ist nicht die Immatrikulation der Erstsemestler sondern nur die Anzahl der examinierten, gut ausgebildeten Ingenieure. Hier nehmen Fachleute an, dass das Mehr an Studienanfängern vor allem den Prozentsatz der Abbrecher und Durchfaller erhöhen wird, wie dies bereits in früheren Jahren bei Einschreibebooms zu beobachten war. Die Schule muss zukünftigen Reifeprüflingen wieder klar machen, Akademikerlaufbahnen nicht nach momentanen Bedürfnissen der Gesellschaft zu ergreifen sondern hinsichtlich persönlicher Eignungen *und* Liebe zum zukünftigen Beruf. Gerade im Schulfach Mathematik ist hier am Gymnasium noch viel zu leisten.

Sollten sich weiterhin Gymnasiallehrer nicht wehren und den derzeitigen Weg des Entfrachtens von Lehrplänen beenden, so muss die Hochschule auf Dauer einen anderen Weg von Pflichtvorsemestern einschlagen. Dies wäre allerdings das Ende der allgemeinen Hochschulreife in Mitteleuropa. Die Kollegstufe wäre dann bedeutungslos.

3. Was lässt sich ändern?

Über alle Bundesländer, Österreich und die Schweiz hinweg gibt es laufend neue Lehrpläne, laufend werden in Kleinschritten das Gymnasium und adäquate Einrichtungen geändert. Wie oben nachgewiesen wird, beschränken sich – abgesehen von ein paar Modeströmungen, die durch das Gymnasium zogen, – die Änderungen seit 1900 auf ein Entfrachten bestehender Lehrpläne, wodurch immer wieder neue Schwierigkeiten entstehen, die erneut durch Entfrachten entschärft werden sollen.

Die Hochschulen haben bei der fachbezogenen Ausbildung wichtige Vorlesungen zugunsten eines neuen Weges mit mehr Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktik weggelassen. Dieser Weg kann so nicht weiter fortgesetzt werden.
Da nur über lange Zeit hinweg via Lehrerausbildung die Schule geändert werden kann, muss wesentlich verstärkt Lehrerfortbildung durch kompetente Referenten betrieben werden.

Insgesamt ergeben sich damit die folgenden Ansatzpunkte:
Änderung der Pflichtvorlesungen im Fach (Kapitel 3.1),
Änderung des Stellenwertes des Pädagogikblocks (Kapitel 3.2),
Änderung des zweiten Ausbildungsabschnittes – Referendariat (Kapitel 3.3),

Empfehlungen zur Änderung der Lehrerfortbildung (Kapitel 3.4),
Folgerungen für den Mathematikunterricht (Kapitel 3.5).

3.1 Vorlesungen in Mathematik für Lehramtskandidaten

Es ist davon auszugehen, dass neben Mathematik ein weiteres Fach studiert wird. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass etwa die Hälfte der wöchentlich zu hörenden Vorlesungen aus dem Bereich Mathematik sind. Auch wird nicht in jedem Fall die Mathematik das Fach sein, in dem die erste Zulassungsarbeit zu schreiben ist.

Bevor ein Fächerkanon für Mathematik aufgestellt wird, müssen erst einige Grundsätze hinsichtlich des Stellenwertes eines Studiums für das Gymnasiallehramt angesprochen werden:

3.1.1 Grundsätze

Gymnasiallehrer sind **Akademiker** und sie sollen es auch bleiben.

- Ihre Hauptaufgabe besteht darin, dass sie die Jugend an die Erfordernisse eines Studiums heranführen. Schon deshalb muss der Gymnasiallehrer die akademische Bildung kennen. Die gymnasiale Vorbereitung auf ein Studium bezieht sich nicht einseitig auf die Bedürfnisse eines speziellen Studiums; das heißt aber auch nicht, dass es Studienrichtungen geben darf, auf die das Gymnasium nicht oder schlecht vorbereitet wie derzeit in den Mathematik anwendenden Fächern, deren Zahl immer größer wird. Das Gymnasium muss also die **Allgemeine Hochschulreife** vermitteln. Natürlich wird dann der Studienerfolg auch von den am Gymnasium erzielten Noten abhängen.
  Nach dem Gymnasium folgt nicht unbedingt ein Studium. Es gibt heute viele nicht akademische Berufe, die durchaus Eingangserfordernisse ähnlich zu einem Studium erwarten.
- Wie in 2.1 und 2.2 in vielen Beispielen auseinander gesetzt worden ist, benötigt der Gymnasiallehrer zu seiner Tätigkeit vielfach Kenntnisse aus den so genannten Grundlagen der Analysis, Algebra und Geometrie. Die Vermittlung solcher Kenntnisse erfolgt an der Hochschule in übergeordneter d. h. in abstrakter Form; diese Grundlagen können nicht *nur* anhand von gerade aktuellen Lehrplaninhalten des Gymnasiums gelehrt werden, wie dies leider an einigen Hochschulen der Bundesrepublik Deutschland geschehen ist. Ich habe bereits 1976 diesbezüglich in MEYER [1] darauf hingewiesen.
- Wie die Beispiele in 2.3 und 2.4 deutlich machen, braucht der Gymnasiallehrer auch grundlegende Kenntnisse und Fähigkeiten in Pädagogik und Psychologie neben der Fachdidaktik. Letztere sollte im ersten Ausbildungsabschnitt ebenfalls **Grundsätzliches** vermitteln und sich nicht an einem derzeit bestehenden Lehrplan am Gymnasium ausrichten. Siehe hierzu auch 3.2 und 3.3.
- Um die so erforderliche akademische Bildung im Fach zu vertiefen, ist – wie auch in anderen akademischen Bereichen – eine vollwertige fachliche Abhandlung in Mathematik und/oder ihrer Didaktik bzw. im anderen Studienfach als 1. Zulassungsarbeit neben Seminararbeiten zu schreiben.
- Die Deutsche Mathematiker Vereinigung hat zusammen mit der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik und anderen am 14. 9. 2003 in Rostock Richtlinien für die Erprobung von Bachelor- und Masterstudiengängen für das Höhere Lehramt verabschiedet, wie man u. a. in den Mitteilungen der GDM [1] nachlesen kann. Der dort gemachte Vorschlag ist hinsichtlich der Berufsanforderungen des Gymnasiallehrers eindeutig selbst beim Masterexamen zu schmal angelegt und wird innerhalb kürzester Zeit dazu führen, dass das Gymnasium und adäquate Einrichtungen noch weniger in der Lage sind, an die Erfordernisse der Mathematik anwendenden Studienrichtungen heranzuführen. Sollte die hier vorgeschlagene Ausbildung eingeführt werden, muss die bisherige gymnasiale Oberstufe durch ein Kollegwesen an den Universitäten nach angelsächsischem Vorbild ersetzt werden.

Mathematik wird an der Universität im Hinblick auf unterschiedliche **Berufsgruppen** gelehrt, die sich im Wesentlichen wie folgt gliedern:

- Diplommathematiker für Industrie und Wirtschaft,
- Mathematikanwender in Betriebs- und Volkswirtschaft, Ingenieurwesen, Physik u. ä.,
- weitere Mathematikanwender im Bereich Medizin, Biologie u. a.,

- Lehramt an Gymnasien und ähnlichen Einrichtungen,
- sonstiges Lehramt.

Je nach der Zugehörigkeit zu einer Berufsgruppe wird es in der darzubietenden Mathematik Unterschiede geben, was nicht automatisch dazu führen muss, dass alle Vorlesungen für die angesprochenen Gruppen getrennt gehalten werden müssen. Die folgende Aufzählung gibt Anhaltspunkte, so oft als möglich Vorlesungen gruppenübergreifend anzubieten:

- aus Wirtschaftlichkeitsgründen;
- zur Erhöhung der Durchlässigkeit zwischen den einzelnen Gruppen;
- um in der einzelnen Gruppe Verständnis für die Nachbargruppe zu wecken.

Eine derartige Gruppeneinteilung sollte nicht dazu führen, dass eine einzelne Gruppe als minderwertig seitens der Hochschule bzw. ihrer Vertreter angesehen wird. Das bedeutet aber auch, dass in Prüfungen bzw. Übungen, Seminararbeiten u. ä. hinsichtlich der angesprochenen Mathematik von Hochschullehrern wie Studierenden ein **hohes Niveau** anzustreben ist.

Nach einem Grundstudium (in aller Regel 4 Semester lang) ist innerhalb einer vorzusehenden Frist das Vorexamen abzulegen. Es folgt das Hauptstudium (in aller Regel 5 weitere Semester), das mit dem wissenschaftlichen Staatsexamen abgeschlossen wird. Die **Regelstudienzeit** von 9 Semestern darf höchstens um 2 Semester überstiegen werden. Nicht erfolgreich abgelegte Einzelprüfungen können jeweils einmal wiederholt werden.

Bei der **Zulassung** zum Vorexamen bzw. zur wissenschaftlichen Prüfung sollte großzügig auch hinsichtlich der Einhaltung der Mindeststudienzeit und der Erfüllung der Vorlesungsvoraussetzungen vorgegangen werden. Wer sich also zu frühzeitig zur Prüfung anmeldet, wer eine Pflichtvorlesung nicht besucht hat, aber ansonsten über gute Übungsnoten usw. verfügt, wird zugelassen.

Lehrer kopieren ihre Lehrer, das gilt vor allem, wenn sie von ihnen begeistert sind. So ist es nicht verwunderlich, wenn sich Gymnasiallehrer wie ihre einstigen Hochschullehrer hinreißen lassen, z. B. den Analysisunterricht dazu zu benutzen, die Analysis zu begründen – soweit dies an der Schule überhaupt möglich ist. Auch das ist ein Grund, weshalb Lehrer beim Lehren in Zeitnot geraten. So sollten Hochschullehrer in den Vorlesungen für Gymnasiallehrer nicht endlos verallgemeinern, vor allem dann, wenn man nicht zeigt oder auch nicht zeigen kann, weshalb die getroffenen Verallgemeinerungen gut sind. Den Dozenten der Mathematik ist zu empfehlen, in den Vorlesungen für Lehrer nicht alles zu beweisen, vor allem dann, wenn es an Zeit für das Folgende fehlt:

- Charakteristische Beweistechniken und Andeuten von anderen Vorgehensweisen in der einzelnen Theorie;
- das Entstehen eines Beweises, ja auch einer Theorie;
- Herausarbeiten der Anschauung bzw. visueller Methoden zum Auffinden von Zusammenhängen;
- Vorführen inner- und außermathematischer Anwendungen;
- Vorführen der Einsatzgrenzen der einzelnen Theorie;
- Stellenwert der Theorie in anderen mathematischen Theorien;
- Überblicke auch hinsichtlich des Merkens;
- geschichtlicher Hintergrund der Theorie.

Sollte beim Zusammenlegen der Vorlesung für Gymnasiallehrer eine Reihe solcher Gesichtspunkte für die andere Gruppe ohne Interesse sein, so kann man in einer Ergänzungsvorlesung für Gymnasiallehrer die obige Liste bearbeiten.

3.1.2 Ein für Gymnasiallehrer wünschenswerter Vorlesungskanon in Mathematik

Zukünftige Studienordnungen sollten davon ausgehen, **nur einen Teil** der im Folgenden genannten Veranstaltungen als verbindlich zu erklären. Ein anderer Teil sollte der Wahl des einzelnen Studenten überlassen werden. Die Universitäten sind so mit Personal auszustatten, dass innerhalb eines 8-semestrigen Studiums über die genannten Veranstaltungen hinaus ein reichhaltiges Angebot für Gymnasiallehrer gemacht werden kann. Es ergibt sich somit ein zweiter Teil an Hochschulveranstaltungen, die die Studenten nach eigener Entscheidung hören. Man sollte sich in Prüfungsordnungen nur dahingehend einigen, wie viele Vorlesungsstunden aus dem zweiten Teil gehört werden müssen, bzw. der Nachweis über parallel zu haltenden Übungen zu erbringen ist. Jede Hochschule sorgt durch Attraktivitätsangebote dafür, dass sich die Gesamtheit der Lehramtskandidaten

auf alle einschlägigen Vorlesungen verteilt. Auf diese Weise erzeugt man im Laufe der Zeit Fachleute innerhalb der Lehrerkollegien an den einzelnen Schulen *in allen* einschlägigen Gebieten.
Es wird zweckmäßig sein, einige der genannten Inhalte in Vorlesungen zusammenzufassen.

- Grundsätzliches zur Mengenlehre, überabzählbare Mengen, Problematik der Definition von Menge und Funktion.
- Zahlbereichserweiterungen von den natürlichen Zahlen hin zu den komplexen. Verschiedene Methoden zur Einführung der reellen Zahlen, Integralbegriff, der über das RIEMANNsche Integral hinausgeht, Mehrfachintegrale, Gebietsintegrale, Satz von STOKES, einfache und partielle Differentialgleichungen.
- Numerik: Konvergenz von Algorithmen, Abschätzung von Rechnerfehlern.
- Anschauliche dreidimensionale Differentialgeometrie: Krümmung von Kurven und Flächen, Torsion, 1. und 2. Grundform, Theorema egregium, Sätze von MONGE, EULER, GAUß-CATALAN u. ä., Differentialgeometrie und Theorie der finiten Elemente.
- Lineare Algebra: Standard-Vorlesung.
- Elementargeometrie.
- Synthetische Projektive Geometrie, Kegelschnitte und Flächen 2. Ordnung.
- Algebra – Zahlentheorie (nach BEHR, Frankfurt, 2-semestrig): Ganze Zahlen, Restklassen, Körper und Polynome, Zahlen (reelle, p-adische, komplexe, algebraische und transzendente), Gruppen, GALOIS-Theorie, Grundlagen der Algebraischen Zahlentheorie, Kryptographie.
- Informatik: Algorithmen und Datenstrukturen, Einblick in die theoretische Informatik, in eine objektorientierte Programmierung, in die technischen Grundlagen, auch über das Betriebssystem, Rechnernetze.
- Stochastik: DINGES Frankfurt schreibt mir hinsichtlich einer Liste von Inhalten: „... Bei Listen spürt man nicht immer den Geist, in welchem über die Sachen geredet wird, aber der Geist ist gerade im Falle der Stochastik das Wichtigste..“ Er verweist dann auf DINGES [1]: „Unseres Erachtens ermöglicht und erfordert gerade der spezifische Charakter der Stochastik einen Unterricht unter den folgenden Gesichtspunkten, die ihn zu einer wertvollen Bereicherung für den Mathematikunterricht insgesamt machen könnten. Der Beitrag der Stochastik könnte darin bestehen,
  - die Eigenaktivität der Schüler zu steigern,
  - die Einstellung der Schüler zur Wissenschaft Mathematik günstig zu beeinflussen,
  - Erfahrungen im Konstruieren mathematischer Modelle zur rationalen Bewältigung realer Situationen zu vermitteln,
  - die Kooperation mit anderen Unterrichtsfächern zu fördern,
  - das unfruchtbare enge fachbezogene Denken überwinden zu helfen und die Mathematik und ihre Beziehungen zu anderen Wissenschafts- und Praxisbereichen darzustellen.

  Ein Ergebnis der Thematisierung des Phänomens Zufall im Mathematikunterricht könnte sein, dass die Schüler zu einem differenzierteren Verhalten gegenüber unsicheren Aussagen befähigt werden und sich der Möglichkeiten und Grenzen des Schließens aus statistischen Daten bewusst werden.“ Unter solchen Aspekten sollten einschlägige Vorlesungen angehende Lehrer vorbereiten.
- Mathematische Methoden: Beweistypen und sinnvolles Vermuten (z. B. experimentelle Spieltheorie), mathematisches Modellieren.
- Geschichte der Mathematik: Überblick und Auszug, also nicht nur 19. Jahrhundert, sondern vor allem die Geschichte der Geometrie und Algebra. Übergänge zur Geschichte der Philosophie.
- Einführung in ein Anwendungsgebiet der Mathematik außerhalb des 2. Faches zur Lehramtsprüfung anhand einer einführenden Standardvorlesung im anderen Fach: So kann z. B. die Gymnasiallehrerbildung an Technischen Hochschulen u. ä. dahingehend genutzt werden, dass jeder angehende Gymnasiallehrer eine Vorlesung für das Ingenieurwesen besucht.

Auch wenn die Liste sicher fortgesetzt werden kann und z. B. es durchaus sinnvoll wäre, wenn eine Reihe von Gymnasiallehrern Kenntnisse in der anschaulichen Topologie, in der verbandstheoretischen Geometrie oder in der diskreten, auch endlichen Mathematik und Graphentheorie haben könnte, so sollte man nur den Teil der oben genannten Vorlesungen für verbindlich erklären, die Voraussetzung für den Besuch anderer Vorlesungen ist. Aus dem Rest der genannten Veranstaltungen sollte sich der einzelne Student nach eigenen Vorstellungen auch nur einen Teil aussuchen, der nur über das zu besuchende Stundenmaß festgelegt ist.

3.2 Der Pädagogikblock

Zu den Fachdidaktikvorlesungen wird die folgende Bemerkung vorangestellt:

Die Meinung von Presse, Politikern und Eltern verlangt derzeit einen Ausbau der Vorlesungen des 1. Ausbildungsabschnittes hinsichtlich Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktik. Diesbezügliche Äußerungen sind so häufig ausgesprochen worden, dass auch ein Großteil der Lehrer sie heute der Presse glaubt auch wenn das, was gefordert wird, in aller Regel nicht formuliert ist. Mit der Zunahme dieser Einstellung in der Lehrerschaft ist ein Schwund an mathematischen Kenntnissen und Fähigkeiten bei den Lehrern zu beobachten. Hinsichtlich des weiteren Ausbaus vom Pädagogikblock bin ich der Meinung, dass es hierfür die folgenden drei Ursachen gibt:

- „Mein Kind hat einen hohen IQ, kann also nicht dumm sein und muss deshalb in der Schule erfolgreich sein.“ **Fehlende Ausdauer, fehlendes Interesse und zu großes Halbwissen**, die bekanntlich oft der Vermittlung von gediegenem Wissen im Wege stehen, werden nicht in Betracht gezogen. Es kann also nur am Ungeschick des Lehrers liegen, wenn das Kind keine Erfolgserlebnisse hat. Deshalb sollte sich der Lehrer, zumindest während seiner Ausbildung, mehr mit Pädagogik befassen, dann wäre er auch ein besserer Lehrer.
- Der Weg zum Einsatz von Pädagogik verlangt beim Lehrer psychologisches Geschick, also sollte er sich am besten sein ganzes Leben lang mit Psychologie beschäftigen.
- Vor allem Mathematikern werden fehlende Kenntnisse in der Fachdiaktik vorgeworfen. Man glaubt, gerade wegen der Schwierigkeiten dieses Faches sollte der Lehrer besonders viele Vorlesungen in Didaktik der Mathematik hören. Allgemein hat man ja selbst, z. B. während eines Ingenieurstudiums u. a., mit den Hochschulmathematikern seine „schlechten“ Erfahrungen gemacht und ist felsenfest der Überzeugung, dass solche Studien ein angehender Lehrer bestenfalls benötigt, wenn die Kenntnisse via einer Didaktikvorlesung vermittelt werden. Auch glaubt die Öffentlichkeit, dass ein Lehrer in Mathematik nicht mehr zu wissen braucht, wie seine Schulart vermittelt. Man bemängelt zwar die zu geringen Kenntnisse der Lehrer, die kaum mehr eine Weiterentwicklung ihrer Schulart gestatten, doch hält man es für den Augenblick für geschickter und billiger, ihm möglichst wenig beizubringen.

Das geforderte Mehr an Didaktikveranstaltungen im ersten Ausbildungsabschnitt ist nur dann sinnvoll, wenn es sich um die für das Gymnasium spezifische Didaktik handelt. So mancher Vater stellt fest, dass für sein Kind am Gymnasium der Weg der Hauptschule zum Lehrsatz des PYTHAGORAS verständlicher gewesen wäre als der scheinbar übertrieben theoretische Weg, den der Gymnasiallehrer im Unterricht eingeschlagen hat. Der dann oft folgende Schluss, es fehle bei den Gymnasiallehrern an didaktischen Kenntnissen (eine zwar nicht zulässige, aber häufig zu beobachtende Verallgemeinerung), ist falsch, weil der Gymnasiallehrer auch an dieser Stelle nicht nur unmittelbar mit dem Lehrsatz verbundene Kenntnisse und Fähigkeiten vermitteln will, sondern sich bemüht, Schülerinnen und Schüler so weit zu bringen, dass sie in naher Zukunft akademischem Unterricht folgen können. So kann das hier stark vereinfachte Beispiel nur andeuten, wie das Gymnasium andere fachdidaktische Ziele als z. B. Grund- und Hauptschule verfolgt. Natürlich fehlt es hierbei an Aufklärung der Öffentlichkeit, vor allem bei Politik und Presse.

Ohne Zweifel muss sich der angehende Lehrer mit Fachdidaktik befassen. Auch ist durchaus zuzustimmen, wenn es darum geht, im ersten Ausbildungsabschnitt Schulpraxis z. B. im Rahmen eines Blockpraktikums möglichst früh einzubauen, damit der Kandidat feststellen kann, ob er sich für einen solchen Beruf eignet, ob es ihm Spaß macht, u. U. tagtäglich fünf volle Stunden Kinder bei der Stange zu halten. In der vorliegenden Abhandlung ist trotzdem vor allem die Rede vom Wiederausbau der Vorlesungen, die mathematisches Können und Wissen vermitteln. Ich möchte diese Haltung zunächst mit einem Vergleich außerhalb der Mathematik begründen:
Ingenieure im mittleren und vor allem im gehobenen Management arbeiten häufig dahingehend, dass sie Teams Aufgaben stellen und deren Ergebnisse abzuwägen haben. Sowohl das eine wie auch das andere wird in aller Regel weniger durch eigenes Fachwissen als vor allem durch Geschick im Umgang mit den Mitarbeitern gelöst. Oder noch deutlicher: Stellt sich der erhoffte Vorteil bei einem solchen Vorgang nicht ein, so liegt die Ursache häufiger an einer ungeeigneten Personalführung als am eigenen Wissen des Chefs. Aus solchen Erwägungen heraus könnte man auf die Idee kommen, dass in einem Studium des Ingenieurwesens der Anteil für Personalumgang, also vor allem Psychologie und Pädagogik, mehr Stellenwert haben sollte als die eigentlichen Ingenieurfächer. Jedem wird klar sein, dass eine solche Veränderung des Ingenieurstudiums von der Wirtschaft nicht akzeptiert werden kann, weil so zu geringes Fachwissen im Studium vermittelt werden würde. Ganz ähnlich verhält es sich bei der Gewichtung der fachlichen Ausbildung in Mathematik gegenüber dem Stellenwert des parallel hierzu zu lehrenden Pädagogikblocks im ersten Ausbildungsabschnitt der Lehrer.

Aus diesem Grund wird hier vor allem vorgeschlagen, bereits bestehende Fachdidaktikveranstaltungen im ersten Ausbildungsabschnitt zukünftig *konzentrierter als bisher* stattfinden zu lassen. Einige Vorschläge hierzu:

- Das genannte Blockpraktikum bedarf einer intensiveren Vorbereitung im Allgemeinen aber auch hinsichtlich des gerade zu vermittelnden mathematischen Stoffs. Das Praktikum sollte nicht so ablaufen, dass sich der Praktikant hinten in die Schulstube setzt und vorne ein examinierter Lehrer Unterricht gibt. Oft ist der einzige Unterschied zum eigenen Schulbesuch – der ja im Allg. nicht allzu lange zurück liegt – darin zu sehen, dass der Praktikant gelegentlich im Zimmer herumläuft und sich die Schülerhefte ansieht. Wünschenswert wäre, den Praktikanten *häufig* den Unterricht gestalten zu lassen, um seine „Naturtalente“ festzustellen und zu wecken, aber auch um ihm zu zeigen, wie viele Mühe und Kleinarbeit in einer vernünftigen Unterrichtsvorbereitung stecken kann.
- Über Didaktik kann man nur reden, wenn man die dazugehörige Mathematik bereits verstanden hat, zumindest aber kennt. Es geht nicht an, wenn Studenten z. B. in einer Didaktikveranstaltung zur Geometrie die Inhalte des einschlägigen Gymnasiallehrplans inhaltlich samt Beweisen und Übungsaufgaben vorgeführt bekommen und der übergeordnete Aspekt der mathematischen Grundlagenvermittlung wie oben angesprochen unbeachtet bleibt. Solche Veranstaltungen sind seitens der Universität eine abzulehnende Nachhilfe. Hier hilft auch nicht die Ausrede, dass „das heutige Studentenmaterial zwar Mathematik studiert, nicht aber die hierzu erforderlichen Kenntnisse der Schule mitbringt“.
- Es kann nicht sein, dass in einem Fachbereich Mathematik einer Universität beantragt wird, zukünftig zu *jeder* Vorlesung für Lehramtskandidaten parallel eine Didaktikveranstaltung anzubieten, weil es hierzu einfach an Zeit fehlt.
- Didaktik hat im ersten Ausbildungsabschnitt wie die Mathematik selbst nur den Auftrag Grundsätzliches zu lehren und Überblicke zu schaffen. Sollte man dieses Ziel ernster nehmen, so wird man feststellen, dass hierzu sehr viel Unterrichtszeit bereits seit Jahren vorhanden ist.
- Wie in 3.1.2 dargestellt wird, benötigt der angehende Lehrer eine Reihe Vorlesungen, die nicht mehr forschungsrelevant sind und deshalb in aller Regel seitens der Fachbereiche nicht mehr angeboten werden. Man schiebt hierbei Personalnot vor und überlässt die Vorlesung dankbar einem Didaktiker. Hier soll nicht angeprangert werden, wenn ein Didaktiker eine mathematische Vorlesung übernimmt, schließlich hat er ja meist einen Lehrstuhl für Mathematik *und* ihre Didaktik. Doch sollte hierunter das Angebot in der eigentlichen Fachdidaktik nicht leiden.

Inhaltliche Vorstellungen für die Didaktikvorlesung will ich nur wenige geben:

- Auch wenn die forschende Didaktik in Deutschland lange Zeit Methodik verpönt hat, sollte dies keinen Einfluss auf Vorlesungen haben. Wenn es im 2. Ausbildungsabschnitt von der Sache her mehr um die Umsetzung des Studierten in der Schulpraxis geht, sollten im ersten Ausbildungsabschnitt vor allem *verschiedene* Wege der Vermittlung von Schulmathematik herausgestellt werden. Auch ist es in diesem Zusammenhang nicht uninteressant zu erfahren, welchen Modeströmungen die Stoffvermittlung bisher unterlegen ist. Solches kann an *einzelnen* markanten Beispielen angeknüpft werden. Eine beschränkte Vorlesungszeit wird aber den Dozenten verpflichten, auf übergeordnete Standpunkte auszuweichen.
- Lehrbuch- und Lehrplanentwicklung sind wichtige Aspekte. Dies umso mehr als sich heute viele Lehrer durch beide Dinge eingeengt fühlen, was nicht zu sein braucht. Es ist deshalb wichtig, vor dem 2. Ausbildungsabschnitt dem Studierenden exemplarisch zu zeigen, dass Lehrplan wie Lehrbuch sehr wohl am Gymnasium eine **Freiheit der Lehre** noch ermöglichen, wenn man sich als Lehrer geschickt verhält.
- Gerade in Zeiten, in denen man beobachtet, dass die Einrichtung von Ergänzungsunterricht für Interessierte in Mathematik unumgänglich ist und gleichzeitig zu wenige Lehrer wissen, was man hier tun kann und muss, sollte der Hochschuldidaktikunterricht helfen, Vorschläge auch in Vorlesungen zu unterbreiten.
- Mathematik und ihre Didaktik lassen sich nicht eindeutig trennen, der Übergang ist fließend, ja, man kann sich auf den Standpunkt stellen, jede Art von Mathematik macht es erforderlich, einem „Uneingeweihten“ seitens eines „Wissenden“ aufzuklären, also Unterricht zu geben. **Mathematik ohne Didaktik gibt es wohl nicht** (GIERING, TU München um 1975). So will ich hier eine Vorlesungsart antippen, die sowohl in den Bereichen 3.1 wie auch 3.2 angesiedelt sein kann: Die Genese der Mathematik ist für ihre Entwicklung und auch zukünftige Weiterentwicklung nicht unbedeutend. Dies gilt verstärkt im Schulbereich. Aus diesem Grund sollte der Didaktiker gelegentlich ein diesbezügliches Angebot machen, falls der übrige Fachbereich dies nicht tun will oder kann.

- Abschließend will ich noch einen Vorschlag für ein Didaktikseminar geben: Didaktikzeitschriften können sich nicht daran gewöhnen, wenigstens gelegentlich einen Artikel für die Lehrer zu publizieren, d. h. ihn so aufbereitet zu publizieren, dass er dem Lehrer einen Unterricht an die Hand gibt, ohne dass unüblich viel Arbeitszeit via Unterrichtsvorbereitung hineingesteckt werden muss. Das ist in Lehrerkreisen bekannt und mit ein Grund, dass man in Schulbibliotheken nur selten Didaktikzeitschriften finden kann. Dieser Grund ist aber auch fadenscheinig dahingehend, dass viele Didaktikpublikationen besser als ihr Ruf in Lehrerkreisen sind. So ist es im Moment wichtig, in einer Seminarveranstaltung den angehenden Lehrern zu zeigen, wann man aus Didaktikpublikationen innerhalb einer durchaus angemessenen Vorbereitungszeit lehrplankonform Unterricht machen kann.

3.3 Ein neuer zweiter Ausbildungsabschnitt

Meine Tätigkeit im Rahmen von Begabtenförderung Mathematik e. V. hat mich nahezu in alle Bundesländer geführt, wo ich neben Ministerialbeamten, Hochschullehrern und Mitarbeitern der Industrie und Wirtschaft auch viele Gymnasiallehrer habe sprechen und kennen lernen können. Die indirekten Eindrücke haben mir gezeigt, dass der 2. Ausbildungsabschnitt in allen Bundesländern eine Reform braucht. Ich sehe für das Referendariat drei Schwerpunkte:

- Die in 3.1 und 3.2 erfolgte Vermittlung an Kenntnissen und Erfahrungen wird jetzt in Bezug zum Unterricht gesetzt. Hierzu erfolgt **theoretischer Unterricht** für die Referendare.
- Die so erworbenen Fähigkeiten werden in **Unterrichtsversuchen** ausprobiert, die laufend bis zur Übernahme ganzer Klassen ausgebaut werden, die aber keinesfalls dahingehend ausgenutzt werden dürfen, durch Referendare billige Arbeitskräfte zu bekommen.
- **Verwaltungsrecht** greift häufig in die Schule ein; deshalb erfolgt in diesem Bereich Unterricht, um die Referendare mit ihrem zukünftigen Umfeld vertraut zu machen.

Nochmals will ich betonen: Die zukünftige Referendarausbildung muss das Wort Ausbildung mehr als bisher betonen, d. h. dem Referendar mehr geben als man an Arbeitsübernahme von ihm erwartet.

Selbstverständlich nehme ich an, dass jedes Land seine besten Lehrer bittet, sich an der Referendarausbildung zu beteiligen. Aber man sollte stärker als bisher darauf achten, dass die Ausbilder

- Publikationserfahrung z. B. in Mathematik und/oder Fachdidaktik haben und via Publikationen auch Erfolge außerhalb ihres Bundeslandes genießen,
- sich aktiv an einem Erfahrungsaustausch über die Landesgrenzen hinweg beteiligen und
- sich nicht nur aus dem Gymnasium rekrutieren. Es ist wichtig, Hochschulerfahrungen aber auch Industrie- und Wirtschaftserfahrung einzubringen. Man möge in diesem Zusammenhang daran denken, dass es in Deutschland Großbetriebe gibt, die im Sinne eines Gymnasialunterrichts über 2000 Arbeitnehmer für Aus- Fort- und Weiterbildung beschäftigen und durchaus über andere interessante Erfahrungen als am Gymnasium verfügen.

Ganz wichtige Punkte für den 2. Ausbildungsabschnitt sind zukünftig

- dem Junglehrer zu zeigen, was er unternehmen kann, wenn er einmal mit seinem Soll im Lehrplan nicht fertig geworden ist. Wie er im Unterricht Schwerpunkte setzt. Mit welchen Mitteln er vermeidet, mit dem Lehrplan nicht fertig zu werden. Nur so kann man erreichen, dass nicht in jedem solchen Fall behauptet wird, der Lehrplan sei überfrachtet.
- Auch wenn es in Vorlesungen manchmal unvermeidbar ist, angehenden Mathematikern lückenlose Beweisketten in einer Theorie vorzuführen, also quasi die Theorie in der Vorlesung erneut zu begründen, so muss spätestens im Referendariat ein anderer Schwerpunkt für die mathematische Lehre gesetzt werden: Mit welchen Mitteln erreicht man beim Schüler einen Überblick in einer Theorie, wie muss man lehren, damit die Inhalte sich besonders gut ins Langzeitgedächtnis des Lernenden einprägen.

Nicht nur die Universität ist verpflichtet, die zweite Spiegelstrichgruppe von 3.1.1 einzuhalten. Auch der zweite Bildungsabschnitt muss hierauf eingehen und jetzt im Zusammenhang mit den Lerninhalten des Gymnasiums das Folgende behandeln:

- Die besondere Vorgehensweise der einzelnen Theorie: Hinter dem Zeichnen steht nicht die Computer gestützte Welt, sondern unser Bedürfnis nach Vorstellung. So dient eigentlich jede Zeichnung in der Geometrie nur dazu, unser „inneres Auge“ mit einer Situation vertraut zu machen.

- Bekanntlich kann man sich dabei täuschen. Also hat die Mathematik an sich wiederum Verfahren entwickelt, die Täuschungen vermeiden. Also muss man auch an der Schule auf die charakteristischen Beweistechniken einer Disziplin eingehen.
- Anschauung und visuelle Methoden zum Auffinden von Zusammenhängen sind zu erarbeiten, wie z. B. bei Abzählbeweisen viele Menschen darauf angewiesen sind, einen Graphen zu benutzen.
- Wichtig sind inner- und außermathematische Anwendungen (Fächerübergriff): Es ist eine Selbstverständlichkeit, Prozentrechnen mit Beispielen aus dem Kaufmännischen zu lehren; leider ist es bei weitem nicht selbstverständlich, beim algebraischen Bruchrechnen genauso zu verfahren.
- Die einzelne Theorie hat Einsatzgrenzen: So ist z. B. die Trigonometrie in vielen Beispielen der Planimetrie überlegen, wenngleich es immer wieder Beispiele gibt, die planimetrisch rascher, damit eleganter und somit genauer als mit Trigonometrie gelöst werden können.
- Es sind Überblicke auch hinsichtlich des Merkens (Wiederholen und dies nicht nur anhand komplexer Aufgaben) zu erarbeiten.

Ganz wichtig ist zukünftig eine gediegene Zusammenarbeit zwischen der Hochschule und dem 2. Ausbildungsabschnitt.

3.4 Lehrerfortbildung

Allgemein anerkannt ist die Forderung nach Lehrerfortbildung. Wie bereits beschrieben, bekommt diese Forderung ein weiteres Gewicht dadurch, dass man Änderungen in der Lehrerbildung nur durch eine parallel stattfindende Lehrerfortbildung effektiv werden lassen kann. Hier sind sich die Abnehmer der Schulabsolventen in Hochschule und Wirtschaft aber auch die Kultusbehörden einig. Fragt man nach der Finanzierbarkeit, findet man in allen Bereichen Ausflüchte. Hier sind vor allem die Politiker gefordert, Mittel bereitzustellen, die auf breiter Ebene – und nicht einmalig – zukünftig eine Fortbildung *für alle* gewährleisten. **Fortbildung muss auch bei Lehrern zur Selbstverständlichkeit werden und sollte nicht auf wenige beschränkt bleiben.**

Auch sollte man sich Gedanken über den Personenkreis, der fortbildet, machen.

- Will man wirklich neue Ideen in den Schulalltag bringen, reicht es nicht mehr aus, innerhalb der Lehrerschaft fortzubilden.
- Zukünftig sollten die Hochschulen daran beteiligt werden und
- auch die Wirtschaft hat einiges zu bieten.

Der Stil der Lehrerfortbildung muss geändert werden. Hier sind in der Vergangenheit Fehler gemacht worden, die zukünftig zu vermeiden sind. Zwei Beispiele:

- Als ich mit dabei war, via Lehrerfortbildung der übertriebenen Mengenschreibweise (der Volksmund sprach von „Mengenlehre“) ein Ende zu bereiten, äußerten sich viele der fortgebildeten Kolleginnen und Kollegen in dem Sinne „sie seien froh, dass nun endlich der Unterrichtsstil, den sie trotz „Mengenlehre“ praktiziert haben, wieder legal ist“. D. h. 20 Jahre Mengenlehre sind trotz Fortbildungen und einschlägiger Schulbücher mehr oder weniger spurlos an vielen Gymnasien vorbei gegangen. Man hat einfach zu selten hierin fortgebildet.
- Beim Aufkommen des so genannten Fächerübergriffs (siehe MEYER [3]) um 1992 habe ich von den ca. 4000 bayerischen Mathematiklehrern rund 1000 dank der Finanzierung eines Verlags fortgebildet. Ein Großteil meiner Zuhörer war recht geduldig in meinen Vorträgen; man hatte vielleicht auch einiges nicht so richtig verstanden; man verließ die Veranstaltung mit gemischten Gefühlen, hatte die einen oder anderen Bedenken, die zu Hause primär verkündet worden sind mit dem Erfolg, dass eigentlich die vom Fächerübergriff begeisterte Gruppe sehr klein blieb. Das hier praktizierte **Multipliziererverfahren** muss abgeschafft werden, da in aller Regel der Vervielfältiger zu ganz konträren Darstellungen des eigentlichen Sachverhalts kommen kann und mit diesem Verfahren allzu leicht ursprüngliche Absichten zunichte gemacht werden.

Beide Fälle zeigen, dass eine einmalige Lehrerfortbildung auf breiter Basis, um z. B. die Einführung eines neuen Lehrplans vorzubereiten, nicht ausreicht, wenn sich nicht weitere Fortbildungen anschließen. So müssen die zwei folgenden Postulate beachtet werden:

- Zukünftig ist jeder Lehrer mindestens einmal im Jahr eine Woche lang fortzubilden, wie dies längst in Industrie und Wirtschaft für Akademiker üblich ist, und dies nicht nur in den Ferien.

- Man möge eventuell beachten, dass manchmal in Industrie und Wirtschaft eine Fortbildung mit einer Prüfung abschließt, deren Ergebnis dem Vorgesetzten zugänglich gemacht wird.

Vorgesetzter heißt in diesem Sinne nicht nur Beurteiler des Beamten, sondern bedeutet einen Kollegen, der die Verantwortung für ein Team übernimmt, das er leitet, d. h. **auch fachlich** und nicht nur beamtenrechtlich beraten und unterstützen kann.

3.5 Mathematikunterricht der Zukunft

HUMBOLDTsche Ideen mögen dazu geführt haben, um 1880 ein Gymnasium aufzubauen, das einer Elite die Möglichkeit gibt, sich so vorzubereiten, dass nach Schulbesuch alle Studienrichtungen ergriffen werden können. Nun haben sich seitdem insbesondere die Mathematik, die Naturwissenschaften einschließlich Medizin, das Ingenieurwesen und die Volks- und Betriebswirtschaft immens weiterentwickelt, was auch nicht ohne Einfluss auf das Gymnasium geblieben ist; man denke nur an die neuen Fachgebiete, die ans Gymnasium drängen oder gedrängt haben. Heute werden viel mehr Akademiker als 1880 benötigt, was dazu geführt hat, dass ein weitaus größerer Bevölkerungsteil ein Gymnasium besucht. Gymnasiallehrer sind auch nicht mehr die Professoren von einst, d. h. wechseln irgendwann vom Gymnasium an die Universität. Dies alles hat sicher einen weitaus größeren Einfluss auf das Gymnasium gehabt als der viel zitierte folgende Grund: Die Schüler haben heute zu viele Ablenkungen via Fernsehen u. a., um mit Erfolg einen solchen Bildungsweg zu gehen.

Die Anforderungen sind seit 1900 vor allem in Mathematik am Gymnasium immer weiter reduziert worden. Die Wirtschaftssituation in Mitteleuropa gestattet keine weitere Reduktion. Hier muss man allmählich auch seitens der Politiker der Gesellschaft erklären, dass unser zukünftiges Heil in einem High-tech-Land nicht darin besteht, Lehrpläne abzuspecken sondern zu erweitern. Man sollte sich vielleicht einmal Gedanken machen, die Wirtschaftskrise, in der wir uns befinden dadurch zu beenden, dass unsere Erfinder **durch eine anzustrebende Superausbildung** wieder Produkte kreieren, die weltweit einmalig sind. Dieser Weg kann nur mit Erfolg beschritten werden, wenn das Gymnasium und mit ihm die Gesellschaft bereit ist, schon **in der Jugend hart zu arbeiten und zu lernen.**

Schon lange hat man eingesehen, dass der volle Umfang von gewissen Fächern am Gymnasium nicht für jeden Jugendlichen geeignet ist, obwohl sich eine Reihe Schüler ausgesprochen intensiv dafür interessiert. Ich denke an den Sport, der längst damit begonnen hat, am Gymnasium für einige wenige Spezialkurse anzubieten, wie das noch viel länger im Fach Musik der Fall ist. Auch die unterschiedlichen Sprachenfolgen mit 2 oder 3 bzw. in Baden-Württemberg 3 oder 4 Pflichtfremdsprachen sind unter einem solche Aspekt zu sehen: Man bietet Verschiedenes an, damit sich der Einzelne das Passende aussuchen kann. Nur in Mathematik glaubt man immer noch, dass jeder Gymnasiast alles zu erlernen hat. Da dies nicht geht, reduziert man für alle mit den mehrfach hier beschriebenen Folgen.

Das Dilemma kann meines Erachtens nur gelöst werden, wenn wir uns zukünftig in Mathematik auf ein **minimiertes Grundcurriculum für alle** beschränken und dann *keine weiteren Einschränkungen mehr dulden*, um für die Interessierten **durch Ergänzungsunterricht das erforderliche Mehr** zukünftig anzubieten. Man sollte hier nicht gleich daran denken, dass es für die Schüler, die nur das Grundcurriculum gehört haben, in den Studienrichtungen, die ein Mehr erwarten, Zulassungsbeschränkungen geben muss. Schließlich kann ein Schüler mit einer Eins im Grundcurriculum Mathematik durchaus auch z. B. ein Maschinenbaustudium wagen.

Absichtlich entwerfe ich jetzt keine Listen, die angeben, welche Inhalte ins Grundcurriculum und welche in den Ergänzungsunterricht gehören. Immerhin hat die Zeitschrift „Mathematikinformation“ in 40 Heften versucht auseinander zu setzen, welcher mathematische Stoff ins Gymnasium gehört und es sind bis heute noch immer nicht alle derartigen Belange in der „Mathematikinformation“ vorgekommen. Auch gibt es bereits in den voraus gegangenen Kapiteln dieser Abhandlung viele Hinweise bezüglich solcher Wünsche. Man wird nicht umhinkommen, für das Grundcurriculum auf Kultusministerebene Kommissionen zu bilden, eine solche Gliederung Länder übergreifend zu erstellen. Man kann hierzu nur folgende Ratschläge geben:

- Das Grundcurriculum muss möglichst viele Inhalte für die Zukunft fortschreiben. Diese Inhalte verlangen, dass sich die Schule - auf welcher Ebene auch immer - endlich dafür interessiert, was man nach der Schulzeit vom Schüler erwartet.
- Man spricht mit Recht viel über Unterstützungsunterricht nach finnischem Vorbild hinsichtlich internationaler Testanforderungen. Man wird in Zukunft deshalb einen Teil der Schülerinnen und Schüler aus einer Klasse herausnehmen, um mit ihnen vertieft die Belange des Unterrichts (siehe Intensivierungsstunden u. a.) zu besprechen. Diese Gelegenheit kann man nutzen, um

die anderen, die alles gleich verstehen, in *weiteren* Inhalten zu schulen, wie dies seit langem Begabtenförderung Mathematik e. V. fordert. Es versteht sich von selbst, dass dieser Stil nicht auf die Mathematik beschränkt sein muss, beobachtet man doch auch in anderen zentralen Fächern wie Englisch ganz ähnliche Erscheinungsformen. Es ist im 21. Jahrhundert unmöglich, dass ein 9-jähriger Englischunterricht Abiturienten nicht befähigt, in einem Englisch sprechenden Land z. B. ein Ingenieurstudium zu beginnen.

4. Abschließende Bemerkungen

4.1 Nicht die Hochbegabtenförderung ist das Problem.

Immer wieder werden in den Bemühungen von Begabtenförderung Mathematik e. V. die Förderung von Hochbegabten gesehen. Was Hochbegabte sind, ist nicht so leicht feststellbar, es genügt aber hier darauf hinzuweisen, dass damit je nach Meinungsunterschieden der Psychologen zwischen 0,1 bis 1 Promill eines Geburtenjahrgangs gemeint sind. Aus mathematischer Sicht wird für diesen Bevölkerungsteil heute sehr viel getan. Auch wenn IQ-Tests nicht immer klären, ob eine Person zur Gruppe der Hochbegabten gehört, muss man doch zugeben, dass die vielen Mathematikwettbewerbe ausreichend sind, die Besten in Mathematik auszusortieren, also festzustellen.

Der bereits genannte geringe Promillesatz von Hochbegabten zeigt aber, dass es für einen Industriestandort nicht ausreichend sein kann, *nur* die Hochbegabten zu fördern. Für Mathematik anwendende Berufe benötigt man weitaus mehr Kandidaten, man spricht von etwa 30% eines Abiturjahrganges, die ein einschlägiges Studium erfolgreich *beenden* müssen. Das ist ein Prozentsatz, den man heute bei weitem in Mitteleuropa nicht erreicht. Deshalb hat sich Begabtenförderung Mathematik e. V. entschlossen zu veranlassen, dass mehr als bisher für die Ausbildung dieser 30% getan werden muss, wenn man den High-tech-Standort Mitteleuropa halten will.

4.2 Die Änderungen in der Gesellschaft

Die Weiterentwicklung der Gesellschaft hat in der zweiten Hälfte des 20sten Jahrhunderts dazu geführt, dass

- der Lehrerstand bis hin zu den Hochschullehrern an Ansehen und damit an Autorität verloren hat,
- die Kinder dank einer freieren Erziehung schwieriger zu lenken sind und
- durch neue Lebensgewohnheiten der Gesellschaft Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern häufiger als früher zu beobachten sind.

Als Resultat dieser Entwicklung kommen die Kinder mit immer größeren Unterschieden hinsichtlich ihrer Vorerfahrungen und ihres Vorwissens zur Schule, was die Arbeit der Lehrer mehr als früher belastet.

Vorschläge zur Verbesserung der heutigen Schulsituation können deshalb nur greifen, wenn die Gesellschaft zu Änderungen in ihrem Verhalten bereit ist:

- Arbeit muss wieder als Befriedigung aufgefasst werden.
- Fleiß und andere Grundtugenden müssen auch außerhalb der Schule zum Alltag gehören.
- Die Diskrepanz zwischen Kindererziehung und Wohlstandsgenuss muss überwunden werden.
- Die Gesellschaft muss nicht nur akzeptieren, sondern sogar anstreben, dass die Schule nicht nur fördert sondern auch fordert.
- Lehrer müssen lernen, auch wie andere ihr Image zu pflegen.

Dann wird es auch der Presse wieder leichter fallen, die Arbeit des Lehrers zu würdigen.

4.3 Was muss man zukünftig veranlassen?

Als Gymnasiallehrer mit Hochschulerfahrung bin ich von der Notwendigkeit der allgemeinen Hochschulreife auch für die Zukunft überzeugt. Ich habe deshalb die Gefahren dargestellt, die ihre Ursache in einem laufenden

Herabsetzen der Vermittlung wichtiger mathematischer Inhalte sowohl auf der Schule wie auch auf der Universität haben. Ich habe aber auch versucht zu klären, dass dies nicht so sein müsste und habe Gegenvorschläge für die Diskussion gegeben.

Ich muss aber auch zugeben, dass gerade die Art, wie man aus dem bisher neunjährigen Gymnasium in fast allen Bundesländern ein achtjähriges mit einem fast willkürlichen Weglassen wichtiger Inhalte betreibt, mich zweifeln lässt, ob überhaupt noch eine Wende herbeigeführt werden kann. Ich komme deshalb zur Überzeugung, dass zumindest vorübergehend die Hochschulen hinsichtlich der Anfangssemester eine härtere Gangart einschlagen müssen:

1. Man sollte bei der Immatrikulation zwischen Hochbegabten und anderen unterscheiden.
2. Die Hochbegabten werden zu jedem Studium wie bisher zugelassen, wenn sie die Reifeprüfung mit sehr gutem Erfolg abgelegt haben.
3. Alle anderen müssen sich einer Aufnahmeprüfung unterziehen, deren Inhalt und Niveau von den fachlichen und örtlichen Voraussetzungen bestimmt wird.
4. Um die zu diesen Aufnahmeprüfungen erwarteten Voraussetzungen zu bekommen, sollte eine ganze Palette von Maßnahmen angeboten werden, die die Bundesländer durch nicht unerhebliche Zuschüsse unterstützen:
   – Gründung von Privatgymnasien für Kinder ab dem 10ten Lebensjahr.
   – Einrichtung von Nachmittagsschulen zur Ergänzung des Gymnasialunterrichts etwa nach japanischem Vorbild.
   – Einrichtung von Vorkursen an den Universitäten.
5. Die Finanzierung von 4. könnte man weitgehend durch Subventionen in Abhängigkeit vom Erfolg der entsprechenden Einrichtung durchführen.

4.4 Die vorliegende Abhandlung ist nicht stilgerecht.

Manch einer wird gegen die vorliegende Arbeit Mängelrügen nennen:

- Es wird zu wenig durch Literaturstellen belegt. Zu meiner Entschuldigung will ich betonen, dass ich nur die Absicht habe, die an der Ausbildung im weitesten Sinn Beteiligten aufzurufen, endlich mit einer Diskussion zu beginnen, die zu einer sinnvollen Reform führt.
- Bedauerlich ist, dass die genannten Vorwürfe nicht schon in der Vergangenheit so massiv geäußert worden sind – vielleicht vor 30 Jahren; es wäre dann sicher eine Reform an „Haupt und Gliedern" leichter als heute durchführbar gewesen.
- Gegen jeden erhobenen Vorwurf kann man Beispiele anführen, die belegen, dass mein Vorwurf nicht überall gilt. Solches ist selbstverständlich, denn wenn nicht wenigstens gelegentlich noch die „heile Welt" existieren würde, wüsste man ja nicht, was zu verbessern wäre.

Die vorliegende Arbeit will bei allen Beteiligten, also Hochschullehrern, Ministerialbeamten, Journalisten, Politikern, Lehrern u. v. m., eine umfassende Diskussion anregen. Die Zeitschrift und der Autor würden es sehr begrüßen, wenn Sie uns Ihre Meinung zu den angesprochenen Inhalten schreiben könnten.

5. Literatur

Bachmann, Friedrich [1]: Aufbau der Geometrie aus dem Spiegelungsbegriff, Springer Berlin-Göttingen-Heidelberg 1959

Dinges, Hermann [1]: Stochastisches und deterministisches Denken, Hauptversammlung der Deutschen Statistischen Gesellschaft, Nürnberg 28. 9. 2000

GDM [1]: Erprobung von Bachelor- und Masterstudiengängen, GDM-Mitteilungen 77 (Dezember 2003), Seiten 84 - 88

Hilbert, David [1]: Grundlagen der Geometrie, 9. Auflage Stuttgart 1962

Krüger, Katja [1]: Erziehung zum funktionalen Denken – Zur Begriffsgeschichte eines didaktischen Prinzips, Logos Verlag Berlin 2000, 1999 Dissertation

		Frankfurt am Main
Lange, Stefan und Meyer, Karlhorst	[1]:	Kegelschnitte I, Mathematikinformation Nr. 31 (1999)
	[2]:	Lösungen der Aufgaben zu Kegelschnitte I, Mathematikinformation Nr.33 (2000)
Lepenies, Wolf	[1]:	Süddeutsche Zeitung vom 19.8.03 „Hätte Faust mal besser die Luftpumpe erfunden“
Meyer, Karlhorst	[1]:	Von jedem etwas, analysen 5. Jahrgang, Heft 10, Frankfurt/Main Oktober 1976, Seiten 26 - 27,
	[2]:	Kegelschnitte II, Mathematikinformation Nr. 34 (2001)
	[3]:	Gymnasialer Mathematikunterricht im Wandel, franzbecker Bad Salzdetfurth ü. Hildesheim 1996
Meyer u. a.	[1]:	Brennpunkt Mathematik, Lehrbuchreihe für die Klassen 5, 6, 7, 8, 9 erschienen ab 1992 bei Schroedel-Schulbuchverlag Hannover, eingestellt 1998
Pahl, Franz	[1]:	Geschichte des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts, Seite 282, Quelle Meyer Leipzig 1913
Pfeiffer, Friedrich	[1]:	Schulmathematik aus der Sicht des Ingenieurwesens, Mathematikinformation Nr. 34 (15.Januar 2001), Seiten 33 – 35
Schulze, Winfried	[1]:	Süddeutsche Zeitung vom 6./7. 3. 04: Hütet euch vorm Schweinezyklus: Studium und Arbeitsmarkt
Singer, Wolf	[1]:	Was kann ein Mensch wann lernen? Ergebnisse aus der Hirnforschung: - Theorie und Praxis der Sozialpädagogik 1: 10-14, Sammelband 4-8 - Frühe Kindheit. Zeitschrift der Deutschen Liga für das Kind I/02: 4-9 - In: N. Kilius, J. Kluge und L. Reisch (Hersg.): Die Zukunft der Bildung, Frankfurt Suhrkamp, Seiten 78 – 99
Zeitler, Herbert	[1]:	Grundlagen der Geometrie, bsv München
	[2]:	Projektive Geometrie, bsv München

Anschrift des Autors:
Dr. Karlhorst Meyer
Kyffhäuserstraße 20
85579 Neubiberg