

Dipl.Ing.DDr.Werner Koenne

Was erwartet Wirtschaft und Industrie von der
Mathematikerausbildung

Es war der Wunsch der Veranstalter, über Erwartungen der Wirtschaft und Industrie an den Mathematikunterricht im Rahmen dieser Tagung ein Referat zu erhalten. Bei der Zusage schien mir dies zunächst kein Problem zu sein. Wer hätte nicht schon mehrfach bei Gesprächen mit jüngeren Mitarbeitern sich gefragt "haben sie das denn nicht gelernt?", "was lernt man eigentlich jetzt?" etc. Eine Zusammenstellung dieser Wünsche schien mir genügend Material um Anforderungen an den Informatik- und Mathematikunterricht darstellen zu können. Im Zuge der Ausarbeitung kamen mir jedoch immer mehr Zweifel und zwar vom Grundsätzlichen her. Daher einleitend hiezu einige Anmerkungen.

Zunächst stellte sich mir die Frage, ob durch die Themenwahl nicht bereits eine inhaltliche Vorentscheidung getroffen ist. Sie unterstellt - jedenfalls implizit - daß Umfang und Bedeutung des Gegenstandes Mathematik an den Hauptschulen, Fachschulen, AHS und Hochschulen, sowie seine Stellung zu den anderen Gegenständen von Wirtschaft und Industrie zumindest mitbestimmt werden, werden könnten, werden sollten. Es mag sein, daß diese Ansicht bereits soweit Allgemeingut ist, daß sie bei der Auswahl gar nicht mehr zur Diskussion stand. Jedenfalls wird ein Mitbestimmungsrecht der Wirtschaft beim Gegenstand der Mathematik und Information anscheinend ohne weiteres akzeptiert.

Ist aber nicht die Frage nach einem eigenständigen Bildungswert der Mathematik eine, die für Stoffauswahl und Unterricht vorweg zu entscheiden ist (etwa Schulung des logischen und Ent-

faltung des selbständigen Denkens, Erziehung zu Genauigkeit und Ausdauer). In dieser Frage liegt die Bestimmung der Rolle der Mathematik, ihre Stellung, ihr Lehrziel und die Stoffauswahl innerhalb eines Gesamtbildungsziels. Dies bedeutet aber, daß auch das Bildungsziel vorzuliegen hat, innerhalb dessen die Rolle der Mathematik und Informatik zu bestimmen ist.

Es war mir bewußt, daß es sich hier um ein zu weites, das spezielle Thema sprengendes und sehr fundamentales Problem des Schulwesens handelt, das keineswegs Gegenstand meiner Ausführungen sein konnte.

Zur Abgrenzung erscheinen mir jedoch einleitend einige kurze Bemerkungen nötig.

Meines Wissens ist gegenwärtig ein anerkanntes, für die Wahl der Gegenstände wirksames Bildungsideal als selbständiger Wert, das unbestritten ist, nicht vorhanden. Ob die Humboldt'sche Schulreform (1809/10) in Preußen das letzte derartige Bildungsideal im deutschen Sprachraum formulierte - wie ich vermute - ließ sich von mir nicht eindeutig bestimmen. Die Schulreform W.v.Humboldts (1767-1835) war jedoch Ausdruck der Überzeugung von der Einheit der Bildung, die nicht Vorbereitung auf praktische Funktionen und wirtschaftlichen Gewinn sein sollte. Es war dies zugleich das Große und das Lebensfremde an der Reform. An dem Fehler, idealisierte Griechen werden zu wollen, litten Generationen deutscher Gebildeter. Ihr Verhältnis zu Technik, Industrie und Wirtschaft war dadurch bestimmt und eher von Unverständnis getragen. Dies könnte als Argument gegen einen solchen eigenständigen Ansatz verwendet werden. Humboldt formulierte in seinem Rechenschaftsbericht an den König im Dezember 1809 folgendermaßen:

"Es gibt schlechterdings gewisse Kenntnisse, die allgemein sein müssen, und noch mehr eine gewisse Bildung der Gesinnung und des Charakters, die keinem fehlen darf. Jeder ist offenbar nur dann guter Handwerker, Kaufmann, Soldat und Geschäftsmann, wenn er an sich und ohne Hinsicht auf einen besonderen Beruf ein guter, anständiger, seinem Stand nach aufgeklärter Mensch und Bürger ist. Gibt ihm der Schul-

unterricht, was hierfür erforderlich ist, so erwirbt er die besondere Fähigkeit seines Berufes nachher so leicht und behält immer die Freiheit, wie im Leben so oft geschieht, von einem zum anderen Überzugehen." (Werke in V Bänden, IV.Band, S.218)

Die humboldtsche Position ist ohne Zweifel eine radikale, von einer ethischen Auffassung von Wissenschaft getragene, die in ihrer Radikalität sicher heute nicht haltbar ist. Trotzdem sollte zu Beginn an sie erinnert werden, weil die Gefahr besteht, ansonsten in die andere radikale Position des reinen Ausrichtens auf Anwendbarkeit im gesellschaftlichen Kontext zu verfallen. Obwohl eine Ausrichtung nach den Bedürfnissen der Wirtschaft - gesellschaftlich - sicher erforderlich ist, sollte der Gesamtbildungswert der Mathematik nicht übersehen werden.

Das Gegenteil wäre eine rein auf sachliche Zweckmäßigkeit ausgerichtete Stoffauswahl, wobei sich die Frage stellt, wonach eigentlich ausgerichtet wird.

Die Macht des Faktischen überwiegt derzeit ohnehin gegenüber allen, sei es ethisch-moralischen, sei es weltanschaulich grundsätzlichen Standpunkten. Das "alles relativieren" führt allerdings zu einem fundamentlosen sich ständig anpassen an gerade Gefordertes, Gewünschtes, Modisches. Dies gilt - leider - auch in einem gewissen Sinn für die Mathematikauswahl.¹⁾

Es stellt sich daher die Frage, wie weit dieses oder irgendein Ideal der Ausbildung bei der Stoffwahl im Bereich der Mathematik noch wirksam ist und welchen Einfluß es auf die Aufnahme und Stoffauswahl bei neuen Gegenständen, wie Informatik hat. Der Titel dieses Vortrages ließe vermuten, daß dies nicht mehr so ist und die Macht des Faktischen absoluten

1) Man könnte in diese Frage auch die der Freiheit der Wissenschaft und Lehre hineinbringen. Eine Diskussion, die wohl primär für die Hochschulen gilt, deren Niederschlag aber in der Professorenausbildung und damit in die AHS und BHS etc. durchschlägt. Eine Verfolgung dieser Frage würde hier zu weit führen.

Vorrang hat (obwohl bei der Institutionalisierung von neuen Gegenständen - wie z.B. der Informatik - häufig wieder ein allgemeiner Bildungswert zu ihrer Rechtfertigung hervorgeholt wird).

Die Frage, was ist Bildung, im speziellen, was ist mathematische Bildung, hängt natürlich mit der Frage, "was ist der Mensch" zusammen und ist hier auf glattem, weltanschaulichen Boden.

Andererseits gilt auch, daß ein richtiges Verständnis von Bildung die Beziehung zwischen Individuum und Gesellschaft zu beachten hat und deren Wünsche berücksichtigen sollte. Die gesellschaftliche Wirklichkeit ist daher mit ihren Ansprüchen durchaus auch ernst zu nehmen; sie muß aber nicht als etwas unveränderlich Vorgegebenes angesehen werden und sollte nicht zum Maß werden. Zu dieser Wirklichkeit gehört natürlich auch die Wirtschaft und ihre Konkretion in Form von Industrie und Betrieb; insofern ist die Frage nach den Anforderungen der Industrie gerechtfertigt. (Das bedeutet jedoch nicht, daß damit die Lehrer im "Solde der Industrie" stehen.)

Es ist nicht ganz von der Hand zu weisen, daß die neueren biologisch-chemischen Erkenntnisse über den Menschen in der Genetik und Biologie die Rolle des formalen, mathematisch-logischen Apparates für sein Selbstverständnis positiv akzentuieren. Aber auch wenn Bildung nur Hilfe zum Verstehen der Umweltzusammenhänge ist, kommen Mathematik und

Informatik in Zukunft sicher wachsende Bedeutung zu. Die komplexen wirtschaftlichen Zusammenhänge in unserer Welt, deren Verständnis andererseits vielfach ihre Funktionsfähigkeit erst ermöglicht, sind ohne genügende Kenntnisse der Mathematik nicht einsichtig. Insofern ist sie sowohl Bildungswert wie Instrument des praktischen Lebens. Unter diesem Aspekt könnten die Kenntnisse formaler Darstellungsmöglichkeiten für das Bestehen und Entwickeln unserer Gesellschaft durchaus eine vergleichbare Funktion haben wie moralische Grundhaltungen. Und so wäre auch die Frage nach

den zu forcierenden Zweigen der Mathematik vertretbar. Wenn dies so ist, auch wenn der klassische Bildungskörper noch gilt, scheint die Rolle der Mathematik gemessen an Bedürfnissen und Selbstverständnis in der heutigen Lebens- und Wertwelt, unbefriedigend.

Wenn aber an die Stelle der Suche nach einem neuen Bildungsganzen die reine Orientierung an den Wünschen von Wirtschaft und Industrie tritt, ist indirekt damit allerdings auch ein Bildungszweck akzeptiert. Das Gelernte dient vor allem dem beruflichen Weiterkommen, dem praktischen Erfolg, meßbar an höherem Einkommen, womit gewisse philosophische Ideen des Pragmatismus das Bildungsideal bestimmen und eine bestimmte Weise von Erfolg zum Maß wird.

Bildung wird in erster Linie zu einer Waffe im Daseinskampf, womit sie ein Mittel und kein Ziel ist, ein Instrument, das keinen selbständigen Wert mehr darstellt. Sie wird damit zu einem wertneutralen Instrument, dem die Werte (Ziele) vorgegeben sind - in Form von politischen Ideologien, Religion oder philosophischen Weltanschauungen. Die so 'gebildeten' (auch mathematisch Gebildeten) werden zum leicht manipulierbaren Menschenmaterial.

Unter diesem Gesichtspunkt wird das Problem der Bildungsinhalte (z.B. der Mathematik) zu einer Frage der Mittel zum Erfolg. Die beste Bildung ist jene, die das beste Rüstzeug für die Konkurrenz liefert im Beruf, in der Gesellschaft, in der Politik. Die Analogie zu der Zeit der Sophistik in der Antike ist augenfällig. Die beste Mathematikausbildung ist darum jene, die die besten Berufschancen bietet, die beste Informatikausbildung ist jene, die den bestbezahltesten Job ermöglicht.²⁾

Das Thema scheint dann die Frage zu sein, Mathematik als Instrument im Berufskampf richtig hinsichtlich Inhalt und Umfang zu bestimmen.

²⁾ Am besten gleich Systemanalytiker; daher die ständigen Rundschreiben, Fragebögen etc., die man erhält.

Nach dieser Einleitung ist deutlich, daß ich vom Grundsätzlichen her diese Themenstellung für problematisch halte. In Titel und Thema des Vortrages sind schon viele Vorentscheidungen gefallen. Die so gesehene Thematik enthält bereits eine ganze Wertskala; akzeptiert Präferenzen und den instrumentalen Charakter vom Schulwissen allgemein und Mathematik im besonderen.

Es sei daher noch einmal darauf hingewiesen, daß zunächst die Frage zu stellen wäre, ob man den Mathematikunterricht nicht an sich einen Bildungswert zuerkennen könnte. Kann der Unterricht in Mathematik nicht einen solchen Wert haben ohne "zu etwas brauchbar" zu sein, kann der Unterricht in Mathematik nicht menschliche Eigenschaften, den Charakter durchaus im humboldtschen Sinn, fördern, etwa indem er folgende Verhaltensweisen bewirkt:

abwägende Neutralität einem Problem gegenüber, ein sachliches Suchen nach Lösungen primär mit dem Verstand;

Objektivität;

Erleben der Richtigkeit von Ergebnissen, die nicht in Diskussionen in Frage gestellt werden können;

Messen seines Wissens und Erfolges ohne Ausreden;

nur mitreden können, wenn man den Gegenstand verstanden hat (Um im mathematischen Jargon plaudern zu können, muß man ihn beherrschen, was man von manchen anderen Wissenschaften nicht so ohne weiteres sagen kann.)³⁾

Kann man dies nicht als einen Bildungswert der Mathematik an sich herausstellen und den Stoffinhalt, z.B. nach diesen Bildungswerten, bestimmen und damit jede direkte Einflußnahme auf die Stoffauswahl zurückweisen.

Andererseits erscheinen diese Eigenschaften durchaus auch aus dem Gesichtspunkt der Industrie und Wirtschaft erstrebens-

³⁾ In einem gewissen Sinn ist dies eine 'Ingenieurmentalität', deren oft negative Bewertung ich nicht teile. Ein anderer Geist scheint allerdings aber aus den Festlegungen in Lehrplänen zu sprechen: "Hauptziel des mathematischen Unterrichts ist das Erfassen funktionaler Beziehungen." (HAK)
"Das funktionelle Denken muß in den Vordergrund gestellt werden." (HTL-E)

wert. Sie würden in mancher Hinsicht positiv wirken. Was die Wirtschaft in diesem Sinn braucht wäre mathematisches Verhalten und nicht mathematische Kenntnisse. Allerdings - und das ist eine entscheidende Forderung - kann dabei etwas zu kurz kommen, das gerade im Bereich der Mathematik zu fördern wäre, nämlich initiative Kreativität und praktische Anwendung. Gemeint ist die Freude am Anwenden, am Entfalten von Gelerntem, am selber-Schöpferisch-sein.

Bevor ich mich aber näher mit dieser wünschenswerten Förderung der Kreativität befasse, möchte ich mich nach dieser grundsätzlichen Abgrenzung mit der engeren Thematik beschäftigen.

"Was erwarten Industrie und Wirtschaft von der Mathematiker-ausbildung"? Das kann doch nur heißen, welches Wissen aus dem Gesamtbereich der Mathematik soll vermittelt werden. Ob diese Frage in dieser "mathematischen" Abstraktheit beantwortet werden kann, erscheint fraglich. Dem Titel nach soll die Frage nach den zweckmäßigen, erwünschten Kenntnissen und Fähigkeiten behandelt werden, wie sie von den Unternehmen erwartet werden. Bei dieser Formulierung habe ich anstelle der abstrakten Begriffe Industrie und Wirtschaft bereits den etwas konkreteren des Unternehmens gesetzt.

Es stehen einander also Unternehmen, Betriebe auf der einen Seite und Schule mit ihren Absolventen auf der anderen gegenüber, wobei eigentlich beide Seiten das Recht auf Erwartungen an die andere haben. Die Betriebe, noch konkreter die jeweiligen Eigentümer, Manager, Abteilungsleiter etc., werden Wünsche an die Fähigkeit, das Wissen ihrer Mitarbeiter haben. Aber haben nicht auch andererseits die jungen neuen Mitarbeiter das Recht Erwartungen auf die Anwendungsmöglichkeit ihrer auf dem letzten Stand des Wissens stehenden Kenntnisse und Fähigkeiten. Die umgekehrte Thematik wäre daher durchaus ebenfalls vertretbar, "was erwarten Schüler, Absolventen, von der Industrie für Aufgaben, an denen sie ihre mathematischen Fähigkeiten zeigen können".

Wenn wir bei der Fragerichtung an die Mathematiker-ausbildung bleiben, scheint auch die konkrete Frage der Unternehmen

weiterer Konkretisierungen bedürftigt. Die Anforderungen, die von einem Betrieb zu stellen sind - allerdings auch die die von den Schülern gestellt werden können - hängen von der Aufgabe, der Größe und der Struktur des Unternehmens, von der Umwelt des Unternehmens und von seinen Zielen ab. Dabei kann es sich aber kaum um die unmittelbare Gegenwart handeln. Für diese sind die Entscheidungen ja schon gefallen. Die Neueintretenden und die Betriebe sind hinsichtlich Wissen und Umwelt bereits bestimmt. Im Hinblick auf die in die Zukunft wirkende Ausbildung muß es daher um das Wissen gehen, das Unternehmen in 10 bis 20 Jahren zur Lösung ihrer Aufgaben brauchen. Dieser Zeitraum ist nötig, da eine Wirkung auf die Ausbildung sich erst mit einer gewissen Zeitverzögerung in den Kenntnissen niederschlagen kann.

Ein weiterer Punkt der Konkretisierung wird wohl bei der Mathematikausbildung der einzelnen Schulen notwendig sein. Hinsichtlich des Personenkreises der praktisch alle Bildungsstufen von Hochschulabsolventen der Mathematik und anderer Hochschulrichtungen über AHS und BHS bis zur Hauptschule umfaßt, ist eine Differenzierung nötig. Dies geschieht in den einzelnen Lehrplänen. Man müßte also jeden einzelnen Lehrplan durchgehen, sich das jeweilige Berufsbild formulieren und anhand desselben Zweckmäßigkeit des Lehrplanes beurteilen. Bei der Vorbereitung des Vortrages habe ich alle mir zugewandten Lehrpläne durchgesehen. Abgesehen davon, daß ich mich zu einer Kritik an den Lehrplänen nicht berufen fühle, ist diese in jedem Falle subjektiv im Rahmen eines Plenarvortrages unpassend und daher nicht vertretbar.

Im Detail können sich die Anforderungen, die ein Kleinbetrieb an einen Hochschul- oder Hauptschulabsolventen stellt, von denen eines Großbetriebes unterscheiden. Inwiefern sie dies tun, ist selbst eine zu untersuchende Aufgabe, wobei die Art des Betriebes, die Besonderheiten der Abteilungsleiter, der Personalleiter etc. wahrscheinlich starke Schwankungen ergeben. Im Prinzip handelt es sich um die Frage, ob sofort anwendbare Fachkenntnisse oder die Fähigkeit zur Einarbeitung vorzuziehen ist. Eine gewisse Präferenz für das letztere - möglicherweise aus Bequemlichkeit - scheint vorzuliegen.

Man kann aber die Frage auch anders wenden, in dem man sie von der Person des Eintretenden - seinem Schaffen - aus sieht, etwa in dem Sinn, welche Kenntnisse können dem jeweiligen Absolventen helfen, die bestmöglichen Chancen für seinen weiteren Berufsweg zu bieten. Die beiden Fragestellungen können zu sehr verschiedenen Antworten führen.

Zwischen den Kenntnissen, die ein Unternehmen erwartet und den Kenntnissen, die die größten Berufschancen beinhalten, kann ein großer Unterschied bestehen. Der Unterschied kann sowohl in der Qualität wie in der Quantität des Wissens liegen. Jetzt aktuell benötigtes Wissen der Unternehmen kann die Eintretenden möglicherweise von weiteren Entwicklungen abhalten, weil sie Grundlagenkenntnisse nicht haben, sich Veränderungen anzupassen, sie sich selber zu erarbeiten. Es kann in eine Sackgasse führen. Eine solche Gefahr sehe ich im Bereich der Informatik. Man wird es wohl schon als einen günstigen Fall anzusehen haben, wenn beide Gesichtspunkte eine gleiche Tendenz zeigen.

Im neuen Jargon, etwas polemisch formuliert, könnte die Fragestellung lauten, ob die Schule die Interessen der Schüler oder die Interessen der Industrie wahrzunehmen hat, wobei sich die Frage stellt, was sind eigentlich die Interessen der Schüler auf die nur oberflächlich sofort eine Antwort zur Hand ist. Natürlich ist die Gegenüberstellung polemisch und im Extrem sicherlich nicht haltbar, jedoch können die Anforderungen, die ein Unternehmen an Lehrziele stellt, durchaus mit den langfristigen Berufschancen der Absolventen in Widerspruch stehen. Der Unterschied kann durch die "Langfristigkeit" der jeweiligen Interessen bedingt sein. Für die Schule ist die Frage keineswegs dadurch entscheidbar, daß sie sich entschließt auf der Seite ihrer Schüler oder auf Seite der Industrie zu stehen. Es ist nämlich nicht leicht zu sagen, wo die Seite der Schüler oder die der Industrie liegt. Sie kann ja ihren Schülern dadurch schaden, daß sie ihnen den Eintritt in das Berufsleben durch Mißachtung der derzeitigen Wünsche der Unternehmen erschwert, womit sie ihnen auch langfristig schadet. Andererseits ist nicht gesagt, daß sie den Unternehmen einen guten Dienst

erweisen, wenn sie ihren momentanen Wünschen möglichst rasch nachkommen.

Es erscheint mir daher, daß ein starkes Ausrichten nach den Wünschen der Industrie und Wirtschaft - wenn wir die eingangs gestellten Fragen nach dem Eigenwert der Mathematik zurückstellen - nicht unbedingt eine erstrebenswerte Haltung für die Bestimmung von Lehrzielen darstellt. Grundsätzliche Entwicklungstendenzen sollten aber natürlich in den Lehrplänen berücksichtigt werden. Ein Konkurrerieren der Schulen, wer nun aktueller den Anforderungen angepaßt ist, scheint mir keineswegs erstrebenswert.

Die Unternehmen kümmern sich real kaum um die jeweiligen aktuellen Lehrpläne. Daß diese ein Differenzierungsmerkmal zwischen Bewerbern darstellen, ist mir überhaupt nicht bekannt und eher eine Wunschvorstellung der einzelnen Lehrkörper (zu ihrer Selbstbestätigung), womit nicht gesagt sein soll, daß nicht bestimmte Schultypen sich eines höheren generellen Images bei bestimmten Firmen etc. erfreuen als andere. Dafür können aber häufig unwägbare emotionale von Unternehmen zu Unternehmen wechselnde Gründe maßgebend sein (wozu z.B. die persönlichen Erfahrungen der jeweils leitenden Herren, ihre ehemalige Schule etc. beitragen).

Es ist mir kein Fall bekannt, daß die Mathematiklehrpläne in den Personalabteilungen vorhanden, gekannt und einer sorgfältigen Auswertung unterzogen sind. Fragen nach dem Wissen scheinen für die Einstellung überhaupt - leider - viel seltener als allgemein angenommen von Bedeutung zu sein. Maximal spielen die Zeugnisnoten eine gewisse Rolle. Das könnte, konsequent an die Interessen der Schüler gedacht, dazu führen, leicht zu prüfen und gute Noten zu geben, denn offensichtlich schadet einem Absolventen bei seinem Berufseintritt, wenn man viel verlangt und entsprechend benotet. Er hat dann ein Zeugnis mit schlechteren Noten und niemand fragt nach seinem Wissen, das höher sein kann, als das eines Mitbewerbers mit besseren Noten.

Damit möchte ich auf die Fragen nach der zukünftigen Rolle der Industrie zurückkommen und versuchen zu skizzieren, mit welchen Problemen Unternehmen in unseren Wirtschaftsbereichen in der näheren Zukunft zu rechnen haben und wie sie vermutlich versuchen werden, mit diesen fertig zu werden. Wirtschaftsgeschichte ist ebensogut eine Folge von Phasen von Strukturwandel, wie von konjunkturellen Phasen. Strukturwandel kann durch technische Innovation, z.B. entdecken, bereitstellen und zu Ende gehen von neuen Rohenergiequellen, neuer Transportmöglichkeiten etc., wie geopolitischen Verschiebungen hervorgerufen werden. Unterschiedliches Wachstum verschiedener Wirtschaftsbereiche gehört zu einem dynamischen System. Verschiebungen von Angebot und Nachfrage sind die Folgen veränderter Gewohnheiten und Gegebenheiten. Ein gewisser Strukturwandel scheint sich für die nahe Zukunft (die nächsten 30 Jahre) anzudeuten. Daraus ergeben sich Anforderungen an die in den Unternehmen tätigen Mitarbeiter.

Wenn man sich auf Österreich und den angrenzenden deutschen Sprachraum beschränkt, kann etwa folgendes festgestellt werden:

Die Entwicklung der Weltwirtschaft, die fortschreitende Teilung der Produktion zwischen einzelnen Ländern und Bereichen der Erde führt dazu, daß in dem in Frage stehenden Gebiet sich primär Unternehmen mit qualitativ hochwertigen Produkten sammeln. Die Massen- und Rohproduktion wird sich in zunehmendem Maße in die an Rohstoffe und Arbeitskräfte reichen Länder (vermutlich der sog. 3. Welt) verlagern. Wenn es stimmt - und es besteht wenig Grund dies im grundsätzlichen zu bezweifeln - werden die Entwicklungsländer in Zukunft einen gewissen Vorteil im Bereich der Rohstoffe, der unqualifizierten Arbeitskräfte und eventuell gewisser Primärenergie gegenüber den Industrieländern, zu denen auch Österreich zu zählen ist, haben. Der Vorsprung der Industrieländer liegt im Bereich der Qualifikation, nämlich der Fähigkeit und Bereitschaft komplexe Prozesse der Produktion anpassungsfähig zu steuern. Daraus ergeben sich Anforderungen an das Wissen und Bildungsniveau der Mitarbeiter in den Industrieländern, aber auch an ihr Verständnis der Gesamtsituation, wie der Situation ihres besonderen Betriebes. Aus diesem Wissen wächst zum Teil die Anpassungsfähigkeit. Für dieses

Wissen steigt die Bedeutung der Mathematik unbestreitbar. Neben dem mathematischen Wissen für das Verständnis der physikalischen Grundlagen der Produktion wird das Wissen um die Methoden der Darstellung und Steuerung der Produktion selber treten müssen. Der hier angesprochene Teil der Mathematik ist eher in den Bereichen Statistik, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Optimierung und Spieltheorie zu finden.

Die Konsequenz dieser Anforderungen ist, daß die Unternehmen in den Bereich der qualitativ höherwertigen Produkte ausweichen müssen; sie müssen aber auch einen qualitativ höheren Standard der Produktion selber anstreben. Letzteres heißt nicht nur besser und rationeller Produzieren, sondern vor allem das Unternehmen selbst sehr anpassungsfähig und beweglich führen.⁴⁾ Sie müssen den Innovationsvorsprung halten - das geht nicht mehr ohne Anwendung formaler Methoden bei der Formulierung und Lösung von Aufgaben. Das Problem liegt aber auch im Erkennen der Aufgaben. Eine stärkere Rationalisierung erhöht die Beweglichkeit, darf aber die Kreativität nicht einschränken. Qualitativ hochwertige Produkte setzen einen hochwertigen technischen Standard in der Produktion voraus und eine sehr effiziente Administration. Die Unternehmen müssen rasch reagieren können, müssen anpassungsfähig sein, müssen in ihrer Produktion und in ihren Produkten einen hohen Anteil an Intellekt, an Rationalität haben. Konkreter kann dies bedeuten, daß im Bereich der Produktion ein wachsender Anteil an elektronischer Steuerung, im Bereich der Administration einen zunehmenden Anteil an informationsverarbeitenden Hilfsmitteln auftreten wird, beides aber als Hilfsmittel, nicht als Ziel.

Der Blick in das Unternehmen und in die Umwelt des Unternehmens wird immer weniger durch persönliche Erfahrung und durch Gefühl bestimmt werden. Es werden vielmehr rationale und formale Methoden zur Erfassung und Beschreibung sowohl

4) An die Stelle der großen Saurier, die an ihrer Unbeweglichkeit und Trägheit vor allem im kühlen Morgen der Kreidezeit zugrundegegangen sind, traten kleinere mit mehr innerer Informationsverarbeitung ausgestattete Tiere /Unternehmen, um einen Vergleich aus der Biologie zu nehmen.

des Unternehmens wie seiner Umwelt Platz greifen. Hiefür gewinnt die Statistik an Bedeutung, deren Methoden, Möglichkeiten und Verfahren im Unterricht etwas vernachlässigt erscheinen. Die Begriffe Mittelwerte, Standardabweichung, Streuung, Dichtefunktionen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen etc. sind weitgehend unbekannt oder meist ohne aktuellen Bezug. Ebenso scheint mir eine gewisse Kenntnis aller Hilfsmittel heutiger Ökonomie zweckmäßig. Grundsätzliche Methoden der Minimxberechnungen und der Spiele kommen mir nicht komplizierter vor als Differenzieren und Integrieren.

Ein Unternehmen steht in vielfältigen Zusammenhängen mit seiner Umwelt. Einerseits soll und kann ein Unternehmen nur überleben, wenn es gewinnbringend arbeiten kann, andererseits müssen Arbeitsweise und Gewinn in Übereinstimmung stehen mit dem Standard und Bedürfnissen der Gesellschaft, innerhalb derer das Unternehmen tätig ist.

Der Stil und die Arbeitsweise des Unternehmens richten sich nach dem allgemeinen Stil in der Umwelt. Dieser ist heute nicht sehr mathematikfreundlich geprägt, was möglicherweise eine Folge des Mathematikunterrichtes ist.

Der steigenden Formalisierung und Rationalisierung aller Arbeitsabläufe wird in der Ausbildung Rechnung zu tragen sein. Entsprechend den einzelnen Schulstufen wird daher der Fähigkeit, Zusammenhänge abstrakt sehen zu können und formal darstellen zu können, eine wachsende Bedeutung zukommen. Zur Ausbildung dieser Fähigkeiten und zu ihrer Förderung scheint die Mathematik und die Logik sowie alle Methoden formaler Darstellung, wie sie im Bereich formaler Sprachen gehandhabt werden, besonders geeignet. Daher scheint mir die Frage der Informatik, des Programmierens von Aufgaben eng mit der Mathematik zusammenzuhängen. Lösungen, die nicht konkret operationalisiert werden, irgendwelche allgemeine Ansätze und Ergebnisse, so interessant, elegant und dem Mathematiker befriedigend sie auch sein können, müssen numerisch (programmtechnisch) operationalisiert werden.⁵⁾

⁵⁾ Aus dieser Sicht ist die Verwendung von Taschenrechnern positiv zu werten. Sie zwingt zum konkreten Rechnen gerade weil dieses nicht nicht mehr so aufwendig wird; sie kann zum realen Anwenden führen.

Sie müssen mit ihrem konkreten Lösungsapparat in Zusammenhang gesehen werden.⁶⁾ Obwohl Programmieren derzeit noch eher den Charakter einer Kunst als einer exakten Wissenschaft hat, ist sie sicher auf den Weg eine allgemeine Basiskenntnis zu werden. Neben der Muttersprache und Englisch wird es wohl die dritte Sprache sein, die bald jedermann beherrschen wird - verschieden gut natürlich. Es wäre daher gefährlich, diese Kenntnis weiterhin als Berufsaufgabe darzustellen; von wenigen Spezialisten abgesehen. Es werden mehr Mitarbeiter mit Programmierkenntnissen benötigt werden, aber weniger Programmierer. Jeder Mittelschüler - umsomehr jeder Mathematiker - sollte programmieren können.

Dies ist auf jeder Wissensstufe möglich; bereits der Vorgang des Multiplizierens kann als Programm gelöst werden. Großer Wert wäre dabei auf eine klare Kenntnis der Grundstruktur jedes Programms zu legen; auf die Unterscheidung zwischen Dateneingabe (Organisation von Eingabedaten), den Berechnungsgang und Form und Ordnung der Datenausgabe. Es ist Wert darauf zu legen, daß nicht nur der Formalapparat programmiert werden kann, sondern auch die Fragen woher und welcher Art Daten sind, wie sie vorliegen, welche Struktur sie haben, welche Genauigkeit etc. als Problem deutlich werden. Diese Fähigkeiten werden zu einer Sprache, zu einem Verständigungsmittel, nur wenn sie auch Eingang in andere Wissensgebiete und zu deren Darstellung finden.⁷⁾

Die in die Unternehmen Eintretenden werden mit jeweils unternehmenseigenen Formen an Rationalität und formaler Darstellung konfrontiert werden. Allein die verschiedene Struktur, Größe und Geschichte der Betriebe brachte eine Mannigfaltigkeit hervor, die ihr eigenes, mehr oder weniger rationales Firmeninnenleben entwickelt hat. Welche Streuweite sich hier auftut, ist oft von außen nicht zu sehen. Ich halte es für unmöglich,

6) Persönlich habe ich allerdings den Eindruck, daß die Ausbildung in den klassischen Sprachen Latein und auch, wenn auch kaum mehr vorhanden, Griechisch einen sehr ähnlichen Effekt erzeugt.

7) Dies wird vermutlich erst dann erfolgen, wenn die Professoren der anderen Gegenstände ebenfalls genügend Kenntnisse haben.

auch nur einen ausreichenden Überblick über die hauptsächlichsten tatsächlichen Darstellungsformen und Organisationsformen den Schülern in der jeweiligen Wissens- und Intelligenzstufe zu vermitteln. Aus diesem Grund scheint es mir zweckmäßiger, die allgemeine Form an einem konkreten Beispiel möglichst so weit zu üben, daß sie voll verstanden, angewendet und auch voll durchschaut ist. Die Frage die sich stellt ist daher nicht so sehr auf die Inhalte des Mathematikunterrichts gerichtet, als vielmehr dahin, wie muß ich den Rahmen des Mathematikunterrichts gestalten, daß er ein möglichst großes Anwendungsinteresse erzeugt. Aus der Sicht der Betriebe, der Wirtschaft und Industrie, ist Mathematik eindeutig aus dem Zählen von vorhandenen Kühen und Bäumen entstanden; aus Fragen der Art: wieviel kostet ein Laib Brot, wenn er weniger Weizen und mehr Roggen enthält und leichter wird, wieviel geht in ein Faß und wie kann ich ohne Wiederholungen Brücken überschreiten (Euler: Königsberger Brückenproblem). Die Personen, die hierbei erstmalig Mathematik anwandten, hatten keine Scheu vor dem Rechnen, vielmehr vermutlich eine ziemliche Freude daran und sie betrachteten Mathematik als Instrument. Die Erwartungshaltung an den Mathematikunterricht ist also, wie kann ich diese Anwendungsfreude heben. Wie kann ich die alles in allem - doch weit verbreitete Abneigung gegen die Mathematik vermindern. Inwiefern ist die Art des Lehrens daran schuld? Keine Antwort scheint mir zu sein, machen wir sie leichter, anschaulicher oder gar schrauben wir das Niveau zurück; ich würde sogar eher das Gegenteil vermuten, wengleich in der Art der Darstellung die Problematik liegt.⁸⁾

Zurück zum Betrieb. Insbesondere im Bereich der Verwaltung, und das gilt für kleinere, mittlere und große Unternehmen, stehen wir vor einem bedeutenden Umbruch der Aufgaben. Das Eindringen der Informationsverarbeitung in die Administration steht erst am Beginn. Damit die Absolventen der einschlägigen Fachschulen diesen neuen Anforderungen gewachsen sind, müßte in ihren Lehrplänen der formalen Darstellung in allen Gegenständen möglichst großes Augenmerk zugewendet werden, aber da-

8) Ob die Mengenlehre unter diesem Aspekt der konkreten Anwendung ideal ist, erscheint eher fraglich.

bei sollte keine Abscheu vor formalen Vorgängen erzeugt werden. Erstrebenswert wäre vielmehr, wenn es möglich wäre, den Schülern eine Freude an formalen Untersuchungen beizubringen, etwa in dem Sinn, daß man ihnen damit ein Hilfsmittel in die Hand gibt, mit dem sie ein Rätsel, undurchschaute Zusammenhänge, klären und lösen können. Zum Beispiel könnte man Darstellungen in Ablaufdiagrammen sicher noch in vielen Gegenständen verwenden, wobei ich durchaus auch an Gegenstände, wie Geschichte oder Deutsch denke. Für Österreich speziell gilt, daß die Großbetriebe - nahezu vollständig verstaatlicht - relativ weniger effizient und konkurrenzfähig sind als Mittelbetriebe und Kleinbetriebe, wofür teils der Charakter der Verstaatlichung, ihre noch relativ kleine Größe zu multinationalen Firmen und geografischen Nachteile bestimmend sind. Für die Anforderungen an den Unterricht scheinen jedoch vielfach die Großbetriebe bestimmend zu wirken. Ausbilder, Lernende und öffentliche Meinung scheinen ihre Leitbilder aus den Großbetrieben zu beziehen. Hier stellt sich das Problem wonach die Orientierung für die Erstellung der Lehrpläne erfolgt, wie tatsächlich einzelne Leitbilder wirksam werden und welche Mechanismen psychologischer und soziologischer Art für die Zusammenstellung von Lehrplänen, Anforderungsprofilen etc. wirksam sind.⁹⁾

Es scheint folgendes Problem vorzuliegen. Im Unterricht wird zunächst die Kenntnis der Verfahren vermittelt. Diese Verfahren werden an Beispielen eingeübt. Die Beispiele werden so ausgewählt, daß möglichst klar die Funktionsweise der Verfahren erkennbar wird. Es besteht kein Zweifel darüber, daß die Anwendung der Verfahren in der Mathematik und den verwandten Gegenständen wesentlich zur Kenntnis gehört. Das Verfahren zu kennen, es auch noch auf seinem Platz innerhalb des Gesamtkörpers der Mathematik oder Logik oder formalen Schreibweise einordnen zu können, Beziehungen zu anderen Zweigen zu sehen, sind zwar wesentliche Bestandteile des Wissens in diesem Bereich, sie reichen aber nicht aus. Die kreative Anwendung dieses Wissens auf Beispiele gehört wesentlich dazu.

⁹⁾ Mir fehlt der praktische Einblick in diese Mechanismen und eine Studie darüber ist mir nicht bekannt. Sie schiene mir, falls es sie nicht gibt, wünschenswert.

Über diese Art von Anwendung an vorgegebenen Beispielen hinaus scheint es aber noch ein Problem zu geben. Neben der Anwendung an vorgegebenen Beispielen ist noch an eine Anwendung zu denken, bei der das Beispiel selbst erst zu finden ist. Man muß Probleme sehen lernen. Euler sah das Königsberger Brückenproblem, Einstein die Anwendbarkeit der Riemanschen Geometrie. Nun sind nicht alle Schüler Eulers oder Einsteins. Diese Art von Anwendung ist vielleicht so zu charakterisieren, daß sie den Wunsch darstellt, Wissen anwenden zu wollen, nach Möglichkeiten der Anwendung zu suchen, lernen sich selbständig in der neuen Sprache auszudrücken. Es ist eine Haltung, eine Einsicht, ein Streben etwas anzuwenden. Da dies ein wichtiges Ergebnis des Mathematikunterrichts wäre, müßte man das Suchen nach Möglichkeiten der Anwendung fördern.

Konkreter gesprochen: In vielen Schulen lernen Schüler einfache Formen des Programmierens, so auch das Darstellen von Problemen in Blockdiagrammen. (Obwohl diese Art der Darstellung schon langsam wieder aus der Mode kommt, scheint sie mir für den Anfang doch ein recht brauchbares Instrument zu sein.) Wir wollen weiter annehmen, daß die Schüler bereits vorgegebene Aufgaben in zufriedenstellender Weise in Blockdiagramme übersetzen können. Darüber hinaus aber schiene wünschenswert, daß sie die Fähigkeit erlangen von sich aus Bereiche so anzusehen, daß sie sie in Blockdiagrammen darstellen können. Man müßte daher versuchen eine Aufgabe so zu formulieren, daß sie selbständig Problemstellungen suchen müssen und diese dann auch darstellen. Zu fördern wäre also die Fähigkeit, Bereiche hinsichtlich ihrer mathematischen, logischen oder programmierbaren Struktur sehen zu können. Natürlich hängt dieses Sehenkönnen vom Wissensstand ab, es ist aber nicht mit ihm identisch.

Ob es möglich ist, Aufgaben dieser Art zu stellen: "Programmiere einen beliebigen Ablauf aus dem heutigen Schulgeschehen" kann ich aus der pädagogischen Warte her nicht beurteilen. Es besteht natürlich die Gefahr, daß diese Aufgaben in ihrer unspezifischen Form zum gegenseitigen Abschreiben verleiten. Doch scheint mir diese Art der Aufgaben-

stellung jener, wie sie in den Unternehmen in der Praxis tatsächlich auftritt, weitgehend zu entsprechen. Analoge Aufgabenstellungen kann man sich natürlich auch im Bereich der Mathematik denken. Suche einen Anwendungsfall für 3 lineare Gleichungen; einen neuen Fall für eine Schlußrechnung, ein Fall für ein spieltheoretisches Problem, z.B. eines Nichtnullsummenspiels, etc. Insbesondere scheint der vernachlässigte Bereich der Statistik ein sehr geeignetes Gebiet. Man könnte viel Phantasie beim Aufstellen von Statistiken, beim Herstellen von Korrelationen, beim Errechnen von Mittelwerten, Streuungen und Signifikanzen entwickeln. Man könnte Prognosen aufstellen lassen, Wahrscheinlichkeiten untersuchen und vieles mehr.

Diese Art der Fragestellung mag sicherlich problematisch sein. Wie und ob sie zu stellen sind, können sie als Fachleute sicher viel besser erkennen und formulieren. Mir geht es darum, darauf aufmerksam zu machen, die Fähigkeit und die Freude der Anwendung des Wissens auf nicht vorgegebenen Beispielen zu fördern. Es ist gerade dies, was in der Praxis oft schmerzlich oder ärgerlich auffällt. Viele Mitarbeiter kennen ihre Aufgaben gut und haben durchaus das Wissen diese formal darzustellen. Sie tun es nicht, weil ihnen die Anwendung dieses Wissens auf diesen Fall nicht naheliegt. Es sind meist die Erfolgreichen, denen die Möglichkeit der Anwendung bewußt wird. Oft können sie selbst die Formalisierung gar nicht durchführen, aber sie sehen die Möglichkeit und setzen Impulse. Das gilt auf jeder Ebene und wäre zu fördern.

Es steht zu vermuten, daß diese Fähigkeit in einem sehr starken Maße mit der Grundintelligenz selber in Zusammenhang steht. Wenn diese, wie neuerdings wieder behauptet wird, doch in sehr hohem Maße eine angeborene Fähigkeit darstellt, so wäre es Aufgabe der Schule diese Art der Fähigkeit zur Entwicklung, zur Entfaltung zu bringen; jedenfalls ihr Aufmerksamkeit zuzuwenden und eventuell danach zu selektieren. Nachhilfestunden darin kann ich mir schlecht vorstellen.

Es handelt sich im übrigen um keine neue Ansicht. Bereits

bei Kant ist diese Problematik in der Frage nach der Urteilskraft aufgeworfen.¹⁰⁾ Ich erwähne dies nur deswegen, um zu zeigen, daß es sich bei dieser zusätzlichen zu fördernden Fähigkeit um einen selbständigen Anwendungsbereich handelt; nach Kant um die Fähigkeit seine Verstandesbegriffe anzuwenden. Gerade Mathematik und Information scheinen für die Förderung dieses Bereiches prädestiniert. Bei Förderung der sprachlichen Fähigkeiten hat man derartiges wohl immer schon im Auge gehabt. Information und Mathematik sind letztlich auch nur Sprachen. Was nützt aber eine Sprache, in der ich nur angelernte Sätze wiedergeben kann. Wie eine Sprache zum freien Sprechen gelernt wird, sollte die Mathematik zum Anwenden unterrichtet werden, zum spontanen schöpferischen Anwenden. Deutschaufsätze werden schließlich auch nicht nur auf grammatikalische und orthographische Richtigkeit hin beurteilt. Bei der Mathematik erschöpft sich aber die Beurteilung in der Richtigkeit.¹¹⁾

Dies trifft natürlich nicht nur die Mathematik und die verwandten formalen Gegenstände, wie Logik und Programmieren. Aber diese sind doch offensichtlich von einer besonderen Anwendungsproblematik betroffen. Die Ausbildung der sprachlichen Fähigkeit wird von Schülern im Alltag auch selbständig und mit Freude an der Möglichkeit weitergebildet (manche schreiben Liebesgedichte, auch heute noch!). Körperliche Fähigkeiten und erlernte Fertigkeiten veranlassen Kinder von selbst auszuprobieren, in welchem Maße und wo sie überall anwendbar sind (denken sie nur an Schifahren oder Turnen. Es ist oft die Aufgabe der Pädagogen hier allzu kühne Anwendungen zu vermeiden, um Schäden hintanzuhalten.¹²⁾ Im Bereich der Mathematik scheint dies weniger der Fall sein.

10) Über sie hat er bekanntlich eine seiner drei großen Kritiken "Die Kritik der Urteilskraft" geschrieben.

11) Ob nicht vieles vom Gerede über das zu fördernde kritische Bewußtsein hierher gehört.

2) Einem guten Freund oder einer guten Freundin etwas gut erzählen zu können, weniger schon einen Brief zu schreiben, ist die Fähigkeit, die direkt Bewunderung und Anerkennung findet. Hier ist die Belohnung sofort im privaten und Alltagsleben vorhanden.

Worum es geht, ist eine Atmosphäre der Anwendungsfreude zu schaffen. Dann wird auch niemand mehr stolz sagen können "von Mathematik versteh ich nichts", weil es so klingt wie "Reden kann ich nicht". Es können halt nur einfache Sachverhalte mit einfachen Mitteln ausgedrückt werden. Unsere Wirtschaft und Arbeitswelt wird aber zusehens komplexer und die Sprache, um diese darzustellen, muß als Sprache zum Sprechen gelernt werden. Daß es zugleich eine Sprache ist, die diszipliniert, zur Wahrhaftigkeit anhält, ist ein wichtiger pädagogischer Effekt. Dazu muß es aber eine Sprache werden, die man spricht, nicht eine die aus auswendig gelernten Sprichwörtern (Sätzen) besteht.

In diesem Sinn wäre die Gegenbewegung zum Abstrahieren zu üben, das Konkretisieren von abstrakten Ergebnissen. Es wäre immer die Forderung zu stellen, die errechneten Werte - mathematischen Ergebnisse - in verbaler Sprache darzustellen, z.B. etwa ein Ergebnis wie 98 % Zuverlässigkeit; es wären Beispiele zu suchen, grafische Veranschaulichungen, tabellarische Darstellungen und immer wieder verbale Erklärungen müßten verlangt werden und bezogen auf das gestellte verbale Problem.

Man sollte auch versuchen, die Aufgaben mathematikfern zu formulieren, verbal oder eingekleidet, damit das Selberherausfinden der passenden Formeln, des entsprechenden mathematischen Apparates trainiert wird. Auf diese Weise wäre der ständige Wechsel von abstrakt und konkret zu üben und zu fördern.

Es muß mit zu den Aufgaben der formalen Gegenstände (Mathematik, Logik, Programmieren) gehören, daß sie die Initiative der Anwendung fördern, daß sie zeigen und erfolgreich deutlich machen, daß diese Verfahren zum Beurteilen, zum Leben in der technisierten Welt wesentliches beitragen. Dazu müßten Beispiele aus dem direkten, aktuellen Geschehen, aus dem Alltag genommen werden. Tageszeitungen, Nachrichten, in denen quantitative Werte angegeben werden, sollten zu den Überlegungen beitragen und zwar nicht als abstrakte Beispiele, sondern als durchaus konkrete Vorgänge. (Konsequenzen von

Behauptungen von geometrischen Progressionen zum Beispiel müßten immer wieder aufgezeigt werden.) In diesem Zusammenhang könnte man an formales Erfassen und Berechnen von diversen Spielen denken; z.B. TIC-TAC, MASTERMIND, Arten von logischen Rätseln, wie Wiegen von Kugeln, Kappenbeispiel etc. (informationstheoretische Berechnungen der Lösungswege).

Mittels der Spieltheorie könnten eine Reihe weiterer Beispiele gefunden werden. Das Rechnen in verschiedenen Zahlensystemen sollte gefördert und geübt werden. Auch dadurch könnte das Kleben an bestimmten Formen aufgelockert werden.

Es wäre auch günstig, weniger Gewicht auf das Umstrukturieren vorgegebener Formeln zu legen oder auf das Herleiten einer

Formel aus einer anderen, als auf das Interpretieren von Ergebnissen. Wichtig scheint auch die Kenntnis verschiedener Berechnungsmethoden mit Betonung der numerischen Mathematik. Hierher gehören Genauigkeitsüberlegungen, Rundungsprobleme, Näherungsmethoden und Benützen von Vorteilsregeln. Dies sind Probleme, auf die man beim realen Berechnen bei der Benützung von Rechnern stößt. Zur Demonstration können auch die elektronischen Handrechner gut verwendet werden.

Das Problem scheint aber darin zu liegen, daß man für diese Art von Unterricht keine Lehrbücher vorbereiten und zur Verfügung stellen kann. Denn dadurch, daß sie vorbereitet sind, ist ja der spezielle Zweck der Förderung eigenständiger Anwendung wiederum verhindert. Muster von Deutschaufsätzen sind zumindest in höheren Klassen nicht üblich.¹³⁾

13) Wie wäre es mit einem Wettbewerb entsprechend den Wissensgruppen, der die Originalität der Problemstellung prämiert, die logische, mathematische, informatorische Darstellung von Abläufen, Zusammenhängen beurteilt, wobei die Bedeutung des Problems nicht entscheidend sein soll. Vielleicht lassen sich Tätigkeiten der Mutter, des Lehrkörpers etc. origineller darstellen als erlernte Zusammenhänge allgemeiner Bedeutung. Es sollte primär um Vorgänge aus der unmittelbaren Lebensumwelt gehen.

Die bei der praktischen Anwendung auftretenden Simplifizierungen und Ungenauigkeiten sind nicht auszumerzende Fehler, sondern Bedingungen der Wirklichkeit. Die Ungenauigkeit der Semantik unserer Sprache macht sie zu dem bedeutenden Instrument mit dem wir unsere Welt beschreiben.

Man kann das Gewünschte auch unter dem überlieferten Problem des Verhältnisses von Theorie und Praxis sehen. Der Mathematikunterricht sollte bis zu den Hochschulen mit größter Anstrengung vermeiden den Charakter einer Esoterik anzunehmen.

Die Gefahr der Scholastizierung liegt nahe, die zu immer logischformaleren Gebilden führt, zu denen immer weniger praktische Anwendungsfälle angegeben werden. Daran ist die Scholastik letztlich gescheitert, darin liegt das Problem der öffentlichen Bewertung der Mathematik.

Der Wunsch der Wirtschaft, als Vertreter der Anwendung, muß daher sein, soviel als irgend möglich sinnvolle reale Anwendungen in den Mathematikunterricht einzubauen. Das fängt bei der Mengenlehre mit sinnvollen Mengenbeispielen an und kann im Bereich der Statistik, Theorie der Spiele, ein Ende finden. Möglicherweise wird die Bedeutung der Differenzial- und Integralrechnung dadurch geringer. Jene Zweige der Mathematik, für die entsprechend dem jeweiligen Ausbildungsziel der Schule keine genügende Anzahl an Beispielen gefunden werden, sollten im Unterricht zurückgedrängt werden. Die Mathematik wird nur lebendig sein, wenn sie mit der Praxis des Lebens der Studenten real verbunden ist. Das gilt auch für die Hochschulen und auch im gewissen Sinn für das Studium der reinen Mathematik.

Diese Forderung ist in ihrer extremen Form sicher problematisch, aber als Tendenz würde ich sie voll aufstellen.

Bringen sie Beispiele, neue originelle, reale Beispiele. Solche zu finden ist sicher eine zusätzliche Anstrengung. Unterlagen dafür zu schaffen, wäre der Sinn eines Ideenwettbewerbs der Anwendung. Es würde sich vermutlich bald zeigen, daß die An-

zahl der Anwendungen für einzelne Zweige der Mathematik auf den verschiedenen Schulstufen differenziert. Daraus wären die Konsequenzen zu ziehen.

Der in fast allen Lehrplänen hervorgehobenen "Schulung des logischen, analytischen Denken und der exakten Ausdrucksweise" würde das praxisbezogene Anwendenkönnen gleichwertig an die Seite gestellt. Die wirkliche, lebendige Praxis ist nie unlogisch und auch nicht unexakt. Das ist nur eine Praxis, die sich in eigenartigen Beispielen niederschlägt, weil sie keine realen Konsequenzen zu tragen hat. Zusammenfassungen zu unsinnigen Mengen stören nur in den Lehrbüchern nicht, wären aber in der Praxis meist mit katastrophalen Konsequenzen behaftet.

Ich würde daher sagen, Wirtschaft und Industrie, als Vertreter der Praxis, erwarten von der Mathematik daß sie den realen Anwendungen einen möglichst breiten Spielraum geben. Das muß nicht bedeuten, daß man den Stoff verändert - vielleicht mit Ausnahme einer größeren Bedeutung der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung - sondern daß man innerhalb der einzelnen Stoffgebiete der Anwendung mehr Raum gibt und sie danach im gesamten des mathematischen Unterrichts bewertet. Wenn man insgesamt die gefundenen Beispiele zum Maß für die Bedeutung des Gebietes der Mathematik macht, dürfte man den Erwartungen der Wirtschaft und Industrie weitgehend entsprechen.