

Berufliches Schulwesen

In den letzten Jahren hat in der bundesdeutschen Öffentlichkeit zunehmend eine Diskussion über Probleme der *beruflichen Bildung* begonnen. Bildungspolitiker aus allen Lagern wie auch Vertreter der Wirtschaft betonen die Wichtigkeit des beruflichen Bildungsbereichs; so spricht das BMBW Bonn in seiner „Bildungspolitischen Zwischenbilanz“ 1976 von einer „Kurskorrektur zugunsten der beruflichen Bildung“. Forderungen wie die nach *Gleichwertigkeit* von beruflicher Bildung gegenüber sogenannter „allgemeiner“ Bildung werden allenthalben erhoben; man spricht von *Durchlässigkeit*, von *Chancengerechtigkeit*, von *Integration* allgemeiner und beruflicher Bildung. Dabei werden unterschiedliche Interessenbindungen deutlich, die sich in *Konflikten* manifestieren, wie z. B. in jüngster Zeit in den Kontroversen um den Anteil schulischen Lernens im dualen System der Berufsausbildung oder um die Finanzierung der betrieblichen Lehrlingsausbildung angesichts eines drohenden Mangels an Ausbildungsplätzen.

Bei all diesen Diskussionen haben bisher *organisatorische* Probleme im Vordergrund gestanden, obwohl durch organisatorische Maßnahmen allein Forderungen wie die nach Gleichwertigkeit beruflicher Bildung natürlich nicht eingelöst werden können. Ebenso wichtig sind *curriculare* Überlegungen zum beruflichen Bildungsbereich. Diese Probleme sind bisher jedoch in der Diskussion zu kurz gekommen. Dies gilt insbesondere auch für die Probleme des *Mathematikunterrichts* in beruflichen Schulen. Zwar stehen mathematische Inhalte in den Lehrplänen sämtlicher beruflicher Schulen, z. T. mit hohen Stundenzahlen, und die Leistungen in Mathematik sind stets in erheblichem Maße mitentscheidend über das Erreichen des jeweiligen Schulabschlusses. Trotzdem gibt es bisher in größerem Rahmen kaum eine Diskussion über didaktische Fragen zur Mathematik in beruflichen Schulen¹. Dabei gibt es eine Fülle *didaktischer Probleme* zum Mathematikunterricht an beruflichen Schulen – teils vergleichbar mit den Problemen an allgemeinbildenden Schulen, teils aber auch spezifischer Art –, die alle wichtig, in der mathematikdidaktischen Diskussion bisher jedoch gröblich vernachlässigt worden sind; Beispiele:

- Welches sind die *Lernvoraussetzungen* und *Bedürfnisse* der Schüler?
- Welche *Ziele* sollen im Mathematikunterricht verfolgt werden?
- Welche *Inhalte* sollen im Mathematikunterricht behandelt werden?
- Welche *Beziehungen* zwischen Mathematik und *anderen Fächern* be-

stehen bzw. sollten bestehen? Ist ein Unterricht im Fach Mathematik überhaupt sinnvoll?

- Welche *Organisationsform* für den Mathematikunterricht soll gewählt werden?
- Welche *Methoden* sind schüleradäquat?
- Welche – organisatorischen und curricularen, horizontalen und vertikalen – *Verbindungen zum „allgemeinbildenden“ Schulwesen* sind möglich und wünschenswert?

Diese Fragen stellen sich für *jede Schulart* innerhalb des beruflichen Bildungssystems und für *jede Fachrichtung* einer Schulart. Sie betreffen auch den *Lehrer an allgemeinbildenden Schulen*. Denn es ist für den SI-Lehrer wichtig, über den Unterricht an beruflichen Schulen Bescheid zu wissen, da das Gros der SI-Absolventen diese Schulen besuchen wird²; für den Lehrer an der gymnasialen Oberstufe sollte der Aspekt der Verbindung allgemeiner und beruflicher Bildung in der SII von Interesse sein.

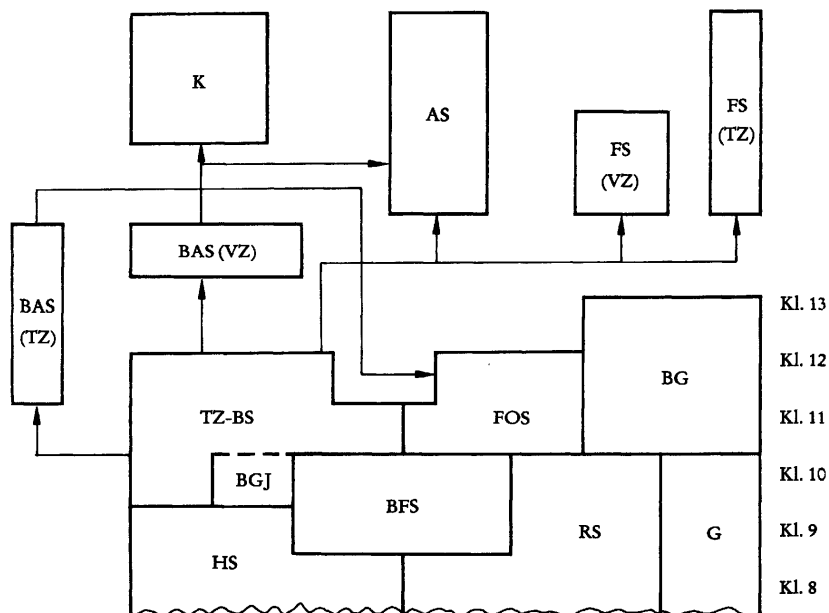
Ich will im folgenden in gedrängter Form auf einige dieser Fragen eingehen. Dazu gebe ich zuerst einen kurzen *Überblick* über die derzeitige Organisationsform des beruflichen Schulwesens. Dann werden Formen und Inhalte des *Mathematikunterrichts in den einzelnen Schularten* des beruflichen Schulwesens erörtert. Dabei können nur zwei Bereiche etwas genauer behandelt werden, nämlich *Teilzeit-Berufsschule* und *Fachoberschule*.

Einige Aspekte müssen hier unberücksichtigt bleiben, so z.B. die Ausbildung von Mathematik-Lehrern für berufliche Schulen. Auch auf allgemeine Probleme (wie z.B. Leistungsmessung, → Erfolgskontrolle), die auch den Mathematikunterricht mehr oder weniger stark beeinflussen, kann ich nicht eingehen. Ebenso verzichte ich angesichts des derzeitigen Diskussionsstandes auf den Versuch, methodologische Fragen einer Didaktik der Mathematik für berufliche Schulen anzuschneiden.

1. ÜBERBLICK ÜBER DAS BERUFLICHE SCHULWESEN IN DER BRD. Das *berufsbildende* (oder kürzer: *berufliche*) *Schulwesen* der BR Deutschland ist vielfältig gegliedert und zudem noch von Bundesland zu Bundesland leicht differierend. Sein Aufbau läßt sich nur verstehen, wenn man seine geschichtliche Entwicklung verfolgt (siehe z.B. Lipsmeier u. a., 1975, S. 9–16). Fig. 1 gibt einen vergrößernden Überblick über die *Schularten* innerhalb des beruflichen Schulwesens; dabei werden die auf einem mittleren Bildungsabschluß aufbauenden und einen Berufsab-

schluß vermittelnden 1- bis 3jährigen Höheren Berufsfachschulen im folgenden außer Betracht gelassen, da es in ihnen meist keinen Mathematikunterricht gibt.

Figur 1



Abkürzungen

VZ:	Vollzeit	FOS:	Fachoberschule
TZ:	Teilzeit	TZ-BS:	Teilzeit-Berufsschule
FS:	Fachschule	BGJ:	Berufsgrundbildungsjahr
AS:	Abendschule	BFS:	Berufsfachschule
K:	Kolleg bzw. Berufsoberschule	G:	Gymnasium
BAS:	Berufsaufbauschule	RS:	Realschule
BG:	Berufl. Gymnasium	HS:	Hauptschule

Die *Teilzeit-Berufsschule* ist Teil des „dualen Ausbildungssystems“, bei dem neben 1–2 Tagen Berufsschulunterricht 4–3 Tage Ausbildung im

Betrieb stehen; gegebenenfalls werden Teile der Ausbildung in Form von *Blockunterricht* erteilt. Das erste Ausbildungsjahr kann als *Berufsgrundschuljahr* in Vollzeitform stattfinden.

Berufsaufbauschule, Fachschule, Abendrealschule, Abendgymnasium, Kolleg und Berufsoberschule gehören zum sogenannten *beruflichen* (oder *zweiten*) *Bildungsweg*.

Tab. 1 zeigt die *Eingangs- und Abschlußqualifikationen* dieser Schularten:

Tab. 1: Eingangs- und Abschlußqualifikationen.

Schulart	Eingangsqualifikation	Dauer	Abschlußqualifikation
Teilzeit-Berufsschule	Ende Vollzeit-schulpflicht	(i. d. R.) 3 Jahre	Lehrabschluß
Berufsfachschule	Abschluß 8. oder 9. Klasse	(i. d. R.) 2 Jahre Vollzeit	Mittlerer Bildungsabschluß+ (i. d. R.) 1. Lehrjahr
Fachoberschule	Mittlerer Bildungsabschluß	Bei abg. Lehre 1 Jahr Vollzeit, sonst zusätzlich 1 Jahr Teilzeit	Fachhochschulreife
Berufliches Gymnasium	Mittlerer Bildungsabschluß	3 Jahre Vollzeit	Allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife
Berufsaufbauschule	Hauptschulabschluß	Bei abg. Lehre 1 Jahr Vollzeit, sonst 2-4 Jahre Teilzeit	Mittlerer Bildungsabschluß („Fachschulreife“)
Fachschule	Hauptschulabschluß + Lehrabschluss + 1-2 Jahre Berufspraxis	2 Jahre Vollzeit oder 4 Jahre Teilzeit	Staatl. Prüfung zum Techniker, Betriebswirt etc., mit Zusatzprüfung Fachhochschulreife
Kolleg	Mittlerer Bildungsabschluß + Lehrabschluss	2-3 Jahre Vollzeit	Allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife

Hier ist deutlich erkennbar, wie heterogen die Schülerschaft im beruflichen Schulwesen ist: „Schüler an einer beruflichen Schule“ ist sowohl der 14jährige Berufsfachschüler, der aus der Hauptschule kommt, als auch der 40jährige Fachschüler, der nach langjähriger Berufspraxis wieder eine Schulbank drückt.

In Tabelle 2 sind die derzeitigen bzw. vorausberechneten Schülerzahlen (jeweils in Tausend) einiger beruflicher Schulen zusammengefaßt:

Tab. 2: Schülerzahlen.

	1973	1975	1977	1980	1985	1990
Teilzeit-Berufsschule	1635,1	1615,5	1596,2	1656,3	1346,0	935,3
Berufsgrundbildungsjahr	14,1	34,9	68,4	135,0	221,4	175,9
Berufsfachschule (alle Arten)	248,0	269,0	289,3	328,1	301,0	225,5
Fachoberschule	111,3	116,1	126,4	137,6	142,7	109,2
Berufsaufbauschule Vollzeit	14,8	14,4	14,4	16,9	16,6	13,7
Berufsaufbauschule Teilzeit	17,2	13,6	12,9	26,3	43,3	31,1
Fachschule	106,8	116,2	122,5	130,9	130,1	113,2
Abendschulen + Kolleg	32,2	34,4	36,0	40,1	37,0	33,2

Innerhalb der einzelnen Schularten müssen noch verschiedene *Fachrichtungen* unterschieden werden, z. B. die gewerblich-technische, die kaufmännisch-verwaltende, die hauswirtschaftlich-pflegerische, die landwirtschaftliche u. a. (genaueres zur Organisation des beruflichen Bildungssystems siehe Lipsmeier u. a., 1975, S. 16–27).

Zusammenfassend kann man sagen, daß zum berufsbildenden Schulwesen alle „nicht als allgemeinbildend definierten Schulen unter[halb] der als Hochschulen bezeichneten beruflichen Qualifizierungsstätten“ (Grüner, 1975) gehören. Diese Charakterisierung durch Negation ist sicher berechtigt, denn „berufsbildend“ im Sinne einer „Bildung für den Beruf“ sind – mit Ausnahme der Teilzeit-Berufsschule – die oben aufgezählten Schulen praktisch nicht. Nach Grüner sind etwa „die beruflichen Gymnasien ... so beruflich wie alle Gymnasien, nämlich gar nicht.“

Die hier aufgeworfene Frage nach der *Zielsetzung* der beruflichen Schulen stellt sich in besonderem Maße für eine Disziplin wie *Mathematik*, die – abgesehen von TZ-BS und BGJ – in beruflichen Schulen zu den „allge-

meinbildenden“ Fächern gerechnet wird. Die auftretenden *mathematischen Inhalte* sind dabei sehr unterschiedlich und reichen von einfacher Arithmetik in der Berufsschule bis zu Differentialgleichungen in Leistungskursen des Technischen Gymnasiums. Generell läßt sich feststellen, daß die Inhalte im wesentlichen dieselben sind wie in den jeweils entsprechenden (d.h. einen äquivalenten Bildungsabschluß vermittelnden) allgemeinbildenden Schulen. (→ Reformtendenzen)

2. BERUFSSCHULE IM DUALEN SYSTEM. In der *Teilzeit-Berufsschule* gibt es kein Fach Mathematik. Die derzeit durchschnittlich 8 (Ziel: 12) Wochenstunden Unterricht, die an 1 oder 2 festen Wochentagen liegen, teilen sich auf in etwa 3 Stunden allgemeinen und etwa 5 Stunden berufsbezogenen Unterricht. Mathematische Inhalte kommen im sogenannten *Fachrechnen*⁴ vor, das eng mit der Fachkunde verbunden ist. In einigen Bundesländern (z.B. in Hessen; siehe dazu Kultusminister des Landes Hessen o. J.) ist das Fachsystem durch ein *Kurssystem* abgelöst worden; je nach Berufsfeld gibt es dort einen oder mehrere Kurse zur Mathematik oder (meist) eine völlige Einbindung eventuell auftauchender mathematischer Inhalte in die berufsbezogenen Kurse.

Die in der Berufsschule relevanten mathematischen Inhalte sind je nach Berufsfeld – sogar je nach Beruf – unterschiedlich (vgl. Felmy, 1973, Andelfinger, 1975/1, Keppler, 1976, Blum, 1976b). Gemeinsam ist ein *Kern*, bestehend aus einfacher Arithmetik, Prozent- und Schlußrechnung. Meist beschränkt sich die Mathematik auf diesen Kern. Bei einigen Berufsfeldern (wie z.B. Wirtschaft/Verwaltung, Metall oder Elektrotechnik) kommen jedoch weit mehr mathematische Inhalte vor, wie z.B. Gleichungen und Ungleichungen, Funktionen, Geometrie oder Trigonometrie. Man muß allerdings vermuten, daß im Berufsleben weit weniger mathematische Inhalte tatsächlich direkt von Bedeutung sind (vgl. Raatz u. a., 1973).

Die Mehrzahl dieser Inhalte gehört zum Stoff der SI, so daß man versucht sein könnte, auf ihre Behandlung in der Berufsschule zu verzichten. Tatsache ist jedoch, daß bei vielen Berufsschülern praktisch nicht auf solche Kenntnisse zurückgegriffen werden kann, jedenfalls nicht in einer Form, welche eine verständige Anwendung gestatten würde.

Für die Berufsschule des dualen Systems ist Mathematik primär *Hilfswissenschaft*. Nach traditioneller Auffassung (vgl. Drenckhahn, 1958) soll das Fachrechnen in erster Linie „zur Untermauerung der Fachkunde durch rechnerische Durchdringung“ dienen. In der unterrichtlichen Praxis bedeutet dies, daß mathematische Inhalte sehr oft in Rezeptform

vermittelt und vom Schüler unverstanden angewandt werden. Dies läßt sich beispielsweise am Formelumstellen aufzeigen, welches oftmals rein mechanisch geschieht und zudem von zweifelhaften methodischen Hilfen (mechanische Apparaturen oder „Ohmsches Dreieck“ $\triangle_{\frac{U}{R \cdot I}}$) begleitet wird.

Diesen Charakter der Mathematik als *unverstandenes Handwerkszeug* unterstützen auch die meisten Fachrechenbücher (vgl. die Analysen von Sträßler, 1974. → Schülerbücher). Auch Bestrebungen zur „Modernisierung“ durch Hinzunahme mathematischer „Grundlagen“ ändern hieran nichts. Wie sich etwa an der alten und neuen Fassung eines bekannten Buches zum kaufmännischen Rechnen⁵ exemplarisch zeigen läßt, werden diese neuen Inhalte nur vorweg aufgepfropft (und belasten den Schüler unnötig), während die Anwendungsaufgaben im alten Stil gelöst werden. Es wäre fatal, wenn die zum Glück wohl abebbende „Exaktheitswelle“ im allgemeinbildenden Schulwesen nun die Berufsschule erreichen würde und wenn dadurch derart zweifelhafte Neuerungen in größerem Maße in die Berufsschule dringen würden⁶. Eine verständige Handhabung des mathematischen Handwerkszeugs zum Verstehen und Bewältigen von außermathematischen Problemen wird keinesfalls dadurch erreicht, daß man neue Inhalte wie „Mengenlehre“ und Aussagenlogik isoliert in die Berufsschule einführt und die Methodik beim alten beläßt.

Wie aber ist wegzukommen von einer nur rezepthaften, jeweils adhoc erfolgenden Vermittlung mathematischer Inhalte, ohne gleich ins andere Extrem zu fallen und ein Fach Mathematik in der Berufsschule zu etablieren, welches den üblichen „reinen“ Mathematikunterricht der SI fortsetzt bzw. auch nur wieder „auffrischt“? Zu dieser curricularen Problematik der Mathematik in der Berufsschule werden hier in knapper Form einige grundsätzliche Bemerkungen gemacht⁷, wobei insbesondere Vorschläge von Grüner, 1955, Hauptmeier, 1969, Heidrich, 1973 und Schröter, 1974 eingeflossen sind (ausführlicher dazu Blum, 1976 b).

Der mathematische Unterricht der Berufsschule sollte i. w. drei *Ziele* verfolgen: Neben dem bereits genannten (inhaltsbestimmenden) Ziel, einen *Beitrag zum Verstehen und Bewältigen von schülerrelevanten Problemen aus Beruf und Alltag* zu leisten, müssen ebenso Ziele zur *Erhöhung von Chancengerechtigkeit* – wie Förderung von Durchlässigkeit zum allgemeinbildenden Schulwesen oder Vermittlung von Kompetenzen für späteres Umlernen – oder „*formale*“ Ziele – wie Förderung von Problemlösefähigkeit, von Argumentationsfähigkeit oder von „intellektuellen Techniken“ (vgl. Wittmann, 1976, S. 41) – beachtet werden. (→ Mathematische Fähigkeiten)

Bei der Verfolgung dieser Ziele sind folgende *Prinzipien* zu beachten:

- a) Es ist unverzichtbar, daß eine *Eigensystematik*, d. h. ein *stimmiger Aufbau der mathematischen Inhalte* gewährleistet ist, insbesondere auch um die Mathematik verständig und ökonomisch erarbeiten zu können, um gemeinsame mathematische Strukturen von Anwendungsproblemen (Beispiel: Formelstruktur vom Typ $a = b \cdot c$) herausarbeiten zu können und um die meist recht heterogenen Voraussetzungen der Schüler besser homogenisieren zu können.
- b) Die Inhalte sollen stets *praxis- und anwendungsbezogen* unterrichtet werden, d. h. die Mathematik soll sich entwickeln durch *Mathematisierung von realen Problemen* aus Berufspraxis und Umwelt und soll nach innermathematischer Weiterführung wieder auf solche Probleme *angewandt* werden (Beispiele aus der Berufspraxis: Elektrische Leistung im Berufsfeld Elektrotechnik, Zinsen im Berufsfeld Wirtschaft u. a. m.; Beispiele aus der Umwelt: Löhne, Preise, Wahlen u. a. m.). (→ Reformtendenzen)
- c) Ein „stimmiger“ Aufbau der Mathematik bedeutet keineswegs, daß genau der derzeit hochschulüblichen Fachsystematik gefolgt werden und jedes Thema sofort in einer exakten und abschließenden Fassung behandelt werden müßte. Vielmehr ist es legitim und notwendig, an das *Vorverständnis* der Schüler anzuknüpfen und *Vereinfachungen* vorzunehmen, die aber nichts verfälschen, sondern ausbaufähig sind („*Spiralprinzip*“). Beispiele hierfür kann man in der didaktischen Literatur zum Mathematikunterricht im allgemeinbildenden Schulwesen finden (z. B. zum Sachrechnen, zur Gleichungslehre, zu elementaren Funktionen; vgl. auch Kirsch, 1977). Ich weise exemplarisch hin auf die von Kirsch, 1976 aufgezeigten Möglichkeiten, exponentielle Prozesse in elementarer Weise zu behandeln; dort werden auch Beispiele dafür angegeben, wie der *Taschenrechner* sinnvoll als methodisches Hilfsmittel (und nicht nur als „Rechenknecht“) eingesetzt werden kann. (→ Objektivität)

Eine *Realisierung* dieser curricularen Prinzipien könnte etwa wie folgt aussehen: Die vom Lehrplan bzw. in Absprache mit den Schülern festgelegten Anwendungsprobleme bestimmen i. w. die zu behandelnden mathematischen Inhalte. Diese werden unter Beachtung der Schüler-Voraussetzungen in eine stimmige Sequenz gegliedert (vgl. Andelfinger, 1975/2, wo *Logogramme* eingesetzt werden). Jedes mathematische Thema dieser Sequenz wird dann – unter Berücksichtigung von b) und c) – mit den Schülern verständig erarbeitet. Nachdem ein mathematischer Inhalt derart behandelt ist, kann er im weiteren als Hilfsmittel für Anwendungspro-

bleme benutzt werden. Genaueres zu dieser Konzeption für eine „*praktische Mathematik*“ in der Berufsschule ist in Blum, 1976 b zu finden.

Natürlich erfordert die *schulpraktische Realisierung* einer solchen Konzeption eine gute zeitliche und inhaltliche Abstimmung zwischen Mathematik und anderen Disziplinen, einen zeitlich ausreichenden Berufsschulunterricht und vor allem auch einen fachwissenschaftlich *und* fachdidaktisch hinreichend ausgebildeten Lehrer. Obwohl diese Konzeption ohne Modifikation weder in ein herkömmliches Fächer- noch in ein Kurs-System paßt, erscheint eine Realisierung dennoch möglich. Hier ging es in erster Linie um das Aufzeigen einer möglichen Konzeption für die Mathematik in der Berufsschule des dualen Systems, nicht um einen abschließend festzuschreibenden und mit operationalisierten Lernzielen abgesicherten Vorschlag. Jedenfalls sollte es insbesondere bei der heutigen Situation auf dem Arbeitsmarkt unbestritten sein, daß eine enge, rein auf berufspraktische Fertigkeiten abzielende Berufsausbildung unverzichtbar ist und deshalb curriculare Veränderungen nötig sind.

3. BERUFSFACHSCHULE. Im Fach Mathematik der *Berufsfachschule* werden im wesentlichen dieselben Themen-Gebiete wie in den Abschlußklassen der SI unterrichtet, allerdings in stofflich reduzierter Form. Der Schwerpunkt liegt auf der Algebra, wobei im gewerblich-technischen Bereich auch die Geometrie eine Rolle spielt.

Im allgemeinen dominiert die *traditionelle Fachmethodik* der Haupt- und Realschulen; der aktuelle Stand der fachdidaktischen Diskussion zur Mathematik in der SI wird nur zögernd und vereinzelt aufgenommen. Auch für den Mathematikunterricht in der Berufsfachschule gibt es „Modernisierung“-Tendenzen, die eine unkritische Anpassung an die beklagenswerte Formalismuswelle der allgemeinbildenden Mittelstufe beinhalten und die i. w. darauf hinauslaufen, neue Inhalte wie „Mengenlehre“, Logik oder abstrakte Strukturen einzuführen. Die alte und neue Fassung eines der am weitesten verbreiteten Algebra-Bücher für das berufliche Schulwesen⁸ läßt Schlimmes für den zugehörigen Unterricht befürchten: Während mehr als 150 Seiten auf Mengen, Relationen, Logik und Fundierung des Zahlbegriffs verwendet werden, bleibt (z. B.) die Gleichungslehre völlig unbeeinflusst weiter im alten Rezepte-Stil, liegt unreflektiert weiterhin der alte Variablenbegriff zugrunde u. v. m. (ganz abgesehen von der Fülle mathematischer Fehler in diesem Buch). Derartige „Modernisierungen“ durch Hinzunahme isolierter Inhalte unter Beibehaltung der methodischen Konzeption lösen keine Probleme, sondern schaffen zusätzlich neue, und zwar für Schüler *und* Lehrer.

Wenn auch im Mathematikunterricht der Berufsfachschule der Anteil von *Anwendungsaufgaben* wohl i. a. etwas größer ist als im entsprechenden Unterricht der allgemeinbildenden SI, so wird doch die Mathematik recht häufig innerfachlich abgehandelt (dies gilt auch für die Schulbücher; vgl. Sträßer, 1974). Dies mag mit der Zielsetzung dieser Schulart begründet werden, einen mittleren Bildungsabschluß zu vermitteln; gleichwohl darf das wichtige Ziel der Gleichwertigkeit beruflicher Bildung nicht zu einer unkritischen Gleichartigkeit mit dem derzeitigen Unterricht an allgemeinbildenden Schulen und damit zu einer solch starken Vernachlässigung des Anwendungsbezugs der Mathematik führen (→ Sachrechnen). Die Relevanz der Mathematik für Berufsfachschulen gründet sich sicherlich wesentlich auch auf sogenannte „formale“ Ziele, wie sie im MU an allgemeinbildenden Schulen heute wohl dominieren. Ebenso wichtig sollte aber der Beitrag sein, den die Mathematik zum Verständnis und zur Bewältigung von außermathematischen Problemen liefert (Beispiele auf mathematischem „Mittelstufenniveau“: Wachstum, Optimierung (vgl. Focke, 1976 und Blum, 1977), Geldwesen, Löhne, Preise, Verkehrswesen u. a. m.). Des weiteren können Anwendungen motivieren, mathematische Inhalte veranschaulichen und damit zu einem tieferen Verständnis und längeren Behalten der Mathematik beitragen (→ Einstellungen, Anwendungsbezug, Leistungen). Ohne Anwendungsorientierung würde dem Schüler zudem ein falsches Bild der Mathematik vermittelt. Schließlich gestatten Anwendungsbezüge eher die wünschenswerte gegenseitige Abstimmung verschiedener Fächer.

All diese Argumente sprechen für eine Anwendungsorientierung des Mathematikunterrichts. Sie gelten nicht nur für den Mathematikunterricht in Berufsfachschulen, sondern ebenso in allen anderen Schularten. Es wird sich jedoch im folgenden zeigen, daß dieses *Prinzip der Anwendungsorientierung* auch im Mathematikunterricht der anderen Schularten des beruflichen Schulwesens in der Regel nicht genügend berücksichtigt ist.

4. FACHOBERSCHULE. Der Mathematikunterricht der *Fachoberschule* (kurz: FOS) umfaßt nach einer KMK-Vereinbarung von 1976 im Pflichtbereich die Analysis und im Wahlpflichtbereich Analytische Geometrie, Stochastik, Finanzmathematik oder andere Oberstufengebiete. Nach dieser Vereinbarung hat der Fachoberschüler dem Umfang nach etwa drei 3stündige Analysis-Kurse (Funktionen, Differential- und Integralrechnung) und einen 3stündigen Wahlpflichtkurs zu absolvieren. In der bisherigen schulischen Realität erreicht der Mathematikunterricht an vielen FOSn jedoch durch fehlende mathematische Mittelstufen-Voraus-

setzungen der Schüler und durch zu geringe Stundenzahlen inhaltlich weit weniger. Oftmals werden in großem Umfang reine Mittelstufeninhalte (wie z.B. quadratische Gleichungen) behandelt, so daß die Schüler die Analysis nur in Anfängen kennenlernen. Hier zeigt sich ein grundsätzliches Problem, den Bildungsauftrag der FOS betreffend: Seit wenigen Jahren ist zum Besuch einer *Fachhochschule* die Fachhochschulreife erforderlich, welche von den FOSn vermittelt wird. Dadurch wird der FOS ein Platz im SII-Bereich zugewiesen. Soll die FOS nun den geforderten Oberstufen-Stoff (also vor allem Analysis) vermitteln, oder soll sie nur Kompensation im Bereich der Mittelstufeninhalte leisten? Während die KMK eindeutig den ersten Standpunkt einnimmt, favorisieren manche FOS- und Fachhochschul-Lehrer den zweiten.

In der FOS finden sich häufig zwei Arten von Mathematikunterricht: *Einerseits* eine Beschränkung auf die Vermittlung von Rezepten und ein kalkülmäßiges Rechnen von Beispielaufgaben bekannter Art unter weitgehender Vermeidung mathematischer Argumente⁹; *andererseits* eine unkritische Anpassung an die Gymnasialmathematik der vergangenen Jahre, was durch ein überzogenes Streben nach formaler fachsystematischer Exaktheit und Begrifflichkeit gekennzeichnet werden kann (Beispiel: Analysis mit vorweggehender ausführlicher Behandlung von Vollständigkeit, Konvergenz und Stetigkeit; aus Zeitmangel ist die Analysis mit diesem Prolog meist auch schon zu Ende). Diese beiden Arten sind nur scheinbar gegensätzlich. Tatsächlich führen sie beide in der Regel zu einer unverständenen Übernahme mathematischer Begriffe und Kalküle durch den Schüler, da beide Male adäquate methodische Stufungen beim Begriffsaufbau und bei Begründungen fehlen, und beide berücksichtigen Anwendungen nur unzureichend (vgl. auch die FOS-Schulbuchanalysen von Sträßer, 1974 und Bardy, 1976).

Selbstverständlich sind diese beiden – idealtypisch herausgearbeiteten – extremen Unterrichtsformen nicht durchweg dominierend. So ist etwa in jüngster Zeit eine Diskussion über den Analysisunterricht an FOSn in Gang gekommen (vgl. Blum, 1975, Blum, 1976a und Bardy, 1976), die auch zu – in vielen Schulen bereits erprobten – alternativen Unterrichtsvorschlägen und -materialien geführt hat (vgl. auch Kultusminister, 1976):

Ausgehend vom wichtigsten *Ziel* des Analysisunterrichts der FOS, dem Schüler eine *verständige und eigentätige Handhabung der Begriffe, Methoden und Sätze der Analysis* bei der Behandlung von inner- und außer-

mathematischen Problemen zu ermöglichen, und unter Beachtung des (trivialen) Grundsatzes, daß es keine absolute Strenge in der Mathematik gibt, wird in Blum, 1975 dafür plädiert, in der FOS die Analysis – wenn möglich – bis hin zur Integralrechnung zu behandeln, jedoch an geeigneten Stellen *Vereinfachungen* im Sinne des Spiralprinzips vorzunehmen. Dies bedeutet, daß einerseits einige Begriffe der Analysis in einer noch nicht abschließend präzisierten Form eingeführt und benutzt (Beispiele: Reelle Zahl, Grenzwert, Ableitung, Integral, Stetigkeit), andererseits bewußt Lücken im mathematischen Aufbau gelassen werden dürfen (z. B. bei den zentralen Sätzen der Analysis oder bei der Ableitung transzendenter Funktionen). Auf diese Weise sollen der lange Anlauf zur Analysis über Logik, Mengen, Zahlensystem, Folgen, Konvergenz und Stetigkeit vermieden und nach einem „Vorkurs“ über Funktionen, der die unabdingbare Wiederholung von Mittelstufenstoffen immanent miteinschließt und nicht mehr als die Hälfte der für die Analysis zur Verfügung stehenden Zeit beansprucht, rasch die zentralen Begriffe Ableitung und Integral erarbeitet werden. Außermathematische *Anwendungen* (Beispiele: Wachstum, Schwingungen, Steuern, Kosten u. a. m.), die integraler Bestandteil der Analysis-Kurse sein sollen, sind dadurch schneller und leichter zugänglich, was auch für andere Fächer in der FOS wichtig ist.

5. BERUFLICHES GYMNASIUM. Das *berufliche Gymnasium* ist bezüglich der Inhalte seines Mathematikunterrichts im bisherigen Fächersystem i. w. mit dem früheren sprachlichen Zweig des allgemeinen Gymnasiums vergleichbar; zusätzlich werden spezielle Themen (wie z. B. Finanzmathematik im Wirtschaftsgymnasium) angeboten. Nach Einführung des Kurssystems ist die Vergleichbarkeit der Gymnasien noch mehr gegeben. Diese weitgehende *Ausrichtung* des beruflichen am „*allgemeinbildenden*“ *Gymnasium* hat es zwar den Bildungspolitikern erleichtert, den Absolventen in der Regel die allgemeine Hochschulreife zuzuerkennen. Es ist aber zu fragen, ob diese einseitige Anpassung tatsächlich im Interesse der Schüler beruflicher Gymnasien liegt. Im Fach Mathematik jedenfalls hat diese Adaption an das allgemeine Gymnasium dazu geführt, daß die bereits mehrfach erwähnte „Strengewelle“ auch die beruflichen Gymnasien erreicht hat und man – ähnlich wie in FOSn – häufig eines von zwei Extremen im Mathematikunterricht antreffen kann: Streben nach endgültiger Strenge und Exaktheit oder aber resignierender Verzicht auf mathematische Argumentationen. Aufgrund dieser Vergleichbarkeit des MU in den SII-Schulen sind die in Punkt 4 kurz beschriebenen alternativen Vorschläge zur Analysis auch für berufliche Gymnasien gedacht.

Nach Einführung des *Kurssystems* in beruflichen Gymnasien besteht die Gefahr, daß sich dieselben Effekte ergeben, wie sie bereits in den allgemeinbildenden Gymnasien zu beobachten sind: Die ursprünglichen *Vorteile* des Kurssystems (wie Kurswahl nach Neigung oder Individualisierung der Oberstufen-Schullaufbahn) werden durch den NC pervertiert, die Möglichkeiten einer curricularen Verbindung von allgemeiner und beruflicher Oberstufe werden kaum genutzt, und die befürchteten *Nachteile* (wie soziale Vereinzelung durch Auflösung des Klassenverbandes, Vorverlegung von Abschlußprüfungs-Situationen, inhaltliche Stückelung der Halbjahreskurse, Abtrennung der einzelnen Fächer voneinander, Entqualifizierung der Grundkurse oder Übersteigerungen bei Leistungskursen) schlagen alle durch.

6. ZWEITER BILDUNGSWEG. Der Mathematikunterricht in den Institutionen des *zweiten Bildungsweges* (*Berufsaufbauschule, Fachschule, Kolleg und Abendschule*) ist grob vergleichbar mit dem Mathematikunterricht in denjenigen beruflichen Schulen, die jeweils entsprechende Abschlußqualifikationen vermitteln. D.h., das in Punkt 3 Gesagte gilt i. w. für den Mathematikunterricht in Berufsaufbauschule und Fachschule; die Ausführungen in Punkt 4 treffen insoweit auch auf die Fachschule zu, als hier zum Erwerb der Fachhochschulreife Anfänge der Analysis unterrichtet werden usw.

Bei den Institutionen des zweiten Bildungsweges zeigt sich noch deutlicher als bei den bisher betrachteten Schularten, daß sich hier andere Probleme stellen als in den allgemeinbildenden Schulen. Die *Schüler* – insbesondere Fachschüler und Kollegiaten – sind bereits *berufserfahren* und können die Frage nach der Relevanz des Mathematikunterrichts vor einem anderen Hintergrund stellen als etwa Gymnasiasten. Um so gravierender ist es, daß sich auch der Mathematikunterricht in diesen Schulen oft vorwerfen lassen muß, fern der beruflichen und alltäglichen Umwelt der Lernenden und orientiert an engen „allgemeinbildenden“ Zielen mathematische Inhalte um ihrer selbst willen zu vermitteln. Zudem gilt auch hier, daß diese Vermittlung sich oft an Schulbüchern orientiert, die entweder Mathematik im Rezept-Stil betreiben oder einen überzogenen „gymnasialen Standard“ anstreben und die in aller Regel nicht für berufserfahrene Erwachsene als Adressaten geschrieben worden sind.

7. INTEGRIERTE OBERSTUFE

Bei den Diskussionen über Probleme der beruflichen Bildung stand von Anfang an der Aspekt der *Verknüpfung von allgemeiner und beruflicher*

Bildung in der SII mit im Vordergrund. Stimuliert wurden derartige Integrationsbestrebungen insbesondere von den Empfehlungen Deutscher Bildungsrat, 1970 und Deutscher Bildungsrat, 1974.

Der bisher weitestgehende Schulversuch zur integrierten Oberstufe in der BR Deutschland ist die *Kollegstufe Nordrhein-Westfalen* (siehe Kultusminister des Landes NRW, 1972). Hier soll organisatorisch *und* curricular eine Integration aller schulischen Bildungsgänge in der SII (unter Einschluß der schulischen Anteile von Bildungsgängen im dualen System und von Lernprogrammen für Jugendliche ohne Ausbildungsvertrag) erfolgen. Eines der Ziele ist es, neben die traditionellen studien- bzw. berufsbezogenen Bildungsgänge auch solche zu stellen, die eine *Doppelqualifikation* vermitteln. Zu den *curricularen Grundprinzipien* gehört nach Andelfinger, 1976 insbesondere, daß alle Bildungsgänge wissenschaftsorientierte und berufsorientierte Züge aufweisen und daß Durchlässigkeit erreicht wird entweder durch gemeinsame Kurse, die für verschiedene Bildungsgänge geeignet sind (*Polyvalenz*), oder durch unterschiedliche Kurse, die zu einander entsprechenden Qualifikationen führen (*Aquivalenz*). Ohne solche curricularen Veränderungen könnten auch gutgemeinte organisatorische Maßnahmen zur Kooperation und Integration in der SII keinen Erfolg haben.

Für den Bereich der Mathematik hat die „ÜFG Mathematik“ (s. Anm. 1) bisher Kurse auf zwei Ebenen entwickelt (s. Andelfinger, 1976): Einerseits für *berufsqualifizierende* Bildungsgänge einen einjährigen *Elementarkurs* für Berufsschüler ohne Hauptschulabschluß und einen zweijährigen *Grundkurs* für Berufsschüler mit Hauptschulabschluß, andererseits für *studienqualifizierende* Bildungsgänge verschiedene Kurse zur Analysis; geplant sind entsprechende Kurse zu linearer Algebra, Stochastik, Computer Science und Operations Research. Die beiden berufsqualifizierenden Kurse sollen sowohl eine mathematische Grundbildung für alle Ausbildungsgänge des beruflichen Bereichs sicherstellen als auch die spezifischen Hilfsfunktionen der Mathematik deutlich werden lassen. Die studienqualifizierenden Kurse werden jeweils in 3 Alternativen angeboten: Ein „Minimalkurs“ (vergleichbar einem Grundkurs; vgl. Jahner, 1976), ein „fachsystematischer Kurs“ und ein „anwendungsorientierter Kurs“ (beide vergleichbar einem Leistungskurs).

8. ZIELVORSTELLUNGEN

Es ist wohl deutlich geworden, wie vielschichtig sich die Problematik des mathematischen Unterrichts im beruflichen Schulwesen darstellt.

Viele der Probleme sind aufgrund der unterschiedlichen Voraussetzungen und Bedürfnisse der Schüler spezifisch für das berufliche Schulwesen. Dabei sind bei der Beschreibung des gegenwärtigen Unterrichts an einigen Stellen die Extreme bewußt stärker herausgearbeitet worden, als sie im unterrichtlichen Alltag im Regelfall tatsächlich vorfindbar sind. Ich werde nun abschließend in knapper Form einige gemeinsame *Zielvorstellungen* zum Mathematikunterricht artikulieren.

In allen Schularten des beruflichen Schulwesens soll mit mathematischen Inhalten zweierlei erreicht werden: Zum einen soll Mathematik ein *Hilfsmittel* zum Verstehen und Bewältigen gegenwärtiger oder absehbar zukünftiger individuell oder gesellschaftlich relevanter (insbesondere auch berufsbezogener) Problemsituationen sein; dies schließt den im engeren Sinne *berufsbildenden* Aspekt der Mathematik mit ein. Zum anderen soll die Beschäftigung mit mathematischen Inhalten zur *Förderung kognitiver Strategien und intellektueller Techniken* beitragen (vgl. Wittmann, 1976, S. 40/41). Beide Komponenten sind Teil einer umfassend verstandenen „*allgemeinbildenden*“ Ausrichtung der Mathematik im Sinne einer *Qualifizierung zur Bewältigung gegenwärtiger oder zukünftiger Lebenssituationen*. Der Anteil beider Komponenten kann in verschiedenen Schularten unterschiedlich sein. Eine falsch verstandene einseitige Ausrichtung an nur *einer* Komponente, sei es in Form einer zu engen Berufsorientierung und daraus resultierend einer jeden Eigencharakter aufgebenden Anbindung der Mathematik an außermathematische Gebiete, wie dies in der Teilzeitberufsschule oft der Fall ist, sei es in Form einer unkritischen Anlehnung an gymnasiale Normen und daraus resultierend einer Orientierung an der hochschulüblichen innermathematischen Fachsystematik, wie dies insbesondere in den Oberstufenschulen zu beobachten ist, verträgt sich nicht mit diesen Zielvorstellungen.

Ein *schülerorientierter* Mathematikunterricht an beruflichen Schulen hält die Schüler nicht für unmündig, indem er ihnen nur unverstandene Rezepte zur Lösung inner- oder außermathematischer Aufgaben anbietet, schießt nicht ehrfurchtsvoll nach einem gymnasialen Unterricht in „reiner“ Mathematik und benutzt die Mathematik auch nicht als Selektions- oder Disziplinierungsinstrument. Vielmehr soll der Schüler durch *verständige Handhabung* der Mathematik auch Freude an der Beschäftigung mit Problemen haben, und der Mathematikunterricht soll durch Orientierung an den Bedürfnissen und Möglichkeiten der Schüler beitragen zur *allseitigen Entwicklung der Handlungsfähigkeiten des Schülers in seiner gesellschaftlichen Umwelt*. (→ Projektorientierung)

→ Einstellungen, Anwendungsbezug, Leistungen/Erfolgskontrolle/
Mathematische Fähigkeiten/Objektivität/Projektorientierung/Re-
formtendenzen/Sachrechnen/Schülerbücher.

LITERATUR

* bedeutet: spezielle Literatur zur Mathematik in der Berufsschule des dualen Systems.

+ bedeutet: spezielle Literatur zur Mathematik in beruflichen Vollzeitschulen.

- B. Andelfinger: Lehrgänge, Kurse, Bausteine, Teil 1/2. Neue Unterrichtspraxis 8 (1975), H. 1, S. 33–40 / H. 2, S. 96–103.*
- B. Andelfinger: Praxisnahe Curriculumentwicklung. Unveröffentlichtes Manuskript, Düsseldorf 1976.*
- + *P. Bardy: Analyse von Mathematiklehrbüchern für Fachoberschulen. Die berufsbildende Schule 28 (1976), H. 10, S. 561–570.*
- + *W. Blum: Ein Grundkurs in Analysis für die berufliche Oberstufe. Die berufsbildende Schule 27 (1975), H. 5, S. 290–301.*
- + *W. Blum: Exponentialfunktionen in einem anwendungsbezogenen Analysis-Unterricht der beruflichen Oberstufe. Die Deutsche Berufs- und Fachschule 72 (1976a), H. 9, S. 643–656.*
- * *W. Blum: Mathematik in der Berufsschule – Curriculare Probleme, diskutiert am Beispiel des Berufsfeldes Elektrotechnik. Die Deutsche Berufs- und Fachschule 72 (1976b), H. 9, S. 671–686.*
- + *W. Blum: Elementare Ableitungsbestimmung für Exponentialfunktionen im Mathematikunterricht der beruflichen Oberstufe. Die berufsbildende Schule 28 (1976c), H. 10, S. 578–586.*
- + *W. Blum: Lineares Optimieren mit zwei Variablen. Lernzielorientierter Unterricht 2/77, S. 30–41.*
- Deutscher Bildungsrat, Empfehlungen der Bildungskommission: Strukturplan für das Bildungswesen. Bonn 1970.*
- Deutscher Bildungsrat, Empfehlungen der Bildungskommission: Zur Neuordnung der Sekundarstufe II – Konzept für eine Verbindung von allgemeinem und beruflichem Lernen. Bonn 1974.*
- F. Drenckbahn (Hrsg.): Der mathematische Unterricht für die sechs- bis fünfzehnjährige Jugend in der BR Deutschland. Göttingen 1958, Vandenhoeck & Ruprecht.*
- W. Emler: Aspekte der Mathematik in der integrierten Sekundarstufe II. In: Dörfler, W./Fischer, R. (Hrsg.): Anwendungsorientierte Mathematik in der Sekundarstufe II. Klagenfurt 1976, Heym.*
- * *W. G. Felmy: Analyse von Fachrechenbüchern. Lernzielorientierter Unterricht 3/1973, S. 9–17.*

- + W. Focke: *Erstellung einer Unterrichtsreihe mit dem Thema „Lineares Optimieren“ im beruflichen Schulwesen. Zweite Staatsexamensarbeit für das Lehramt an beruflichen Schulen*, Kassel 1976.
- * G. Grüner: *Kritische Untersuchung des Bildungsgehaltes des Fachrechnens an Hand seiner Entwicklung. Die berufsbildende Schule 7 (1955), H. 7, S. 474–484.*
G. Grüner: *Berufsbildendes Schulwesen ... Die berufsbildende Schule 27 (1975), H. 12, S. 693–695.*
- * G. Hauptmeier: *Wirtschaftliche Lehrinhalte im Mathematikunterricht an gewerblich-technischen Berufsschulen. Die berufsbildende Schule 21 (1969), H. 10, S. 708–715.*
- * W. Heidrich: *Die empirische Funktion als wesentlicher Bestandteil einer technischen Mathematik für konstruierende Berufe. Die berufsbildende Schule 25 (1973), H. 11, S. 699–714.*
H. Jahner: *Modell für einen Minimalkurs „Analysis“.* *Neue Unterrichtspraxis 9 (1976), H. 5, S. 276–287.*
- * H.-J. Keppler: *Didaktische und methodische Probleme bei der unterrichtlichen Durchführung des Lehrgangs „Technische Mathematik“ im Berufsfeld 02. Zweite Staatsexamensarbeit für das Lehramt an beruflichen Schulen, Kassel 1976.*
A. Kirsch: *Vorschläge zur Behandlung von Wachstumsprozessen und Exponentialfunktionen im Mittelstufenunterricht. DdM 4 (1976), H. 4, S. 257–284.*
A. Kirsch: *Aspekte des Vereinfachens im Mathematikunterricht. DdM 5 (1977), H. 2, S. 87–101.*
- * Kultusminister des Landes Hessen (Hrsg.): *Rahmenlehrpläne für die beruflichen Schulen des Landes Hessen – Fachbereich berufsbezogener Unterricht.* Wiesbaden o. J.
- + Kultusminister des Landes Hessen (Hrsg.): *Materialien für die Fachoberschule in Hessen, Fach Mathematik, Teil 1: Analysis.* Wiesbaden 1976.
Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): *Kollegstufe NW. Strukturförderung im Bildungswesen des Landes NRW, Heft 17, Ratingen 1972.*
A. Lipsmeier/H. Nölker/E. Schoenfeldt: *Berufspädagogik.* Stuttgart 1975, Kohlhammer.
- U. Raatz/H. Forth/W. Priemer: *Welche mathematischen Kenntnisse sind im Beruf erforderlich? Eine empirische Untersuchung. Lernzielorientierter Unterricht 2/1973, S. 29–34.*
- * G. Schröter: *Mathematisierung des Fachrechnens in der gewerblichen Berufsschule. Die neue Berufsschule 23 (1974), H. 4, S. 158–162.*
R. Sträßer: *Mathematik und ihre Verwendung – eine Analyse von Schulbüchern.* Dissertation Universität Münster 1974.
H.J. Vollrath: *Formeln und Berufsorientierung im Mathematikunterricht. Westermanns pädagogische Beiträge 27 (1975), H. 9, S. 489–496.*
E. Wittmann: *Grundfragen des Mathematikunterrichts.* Braunschweig 1976, Vieweg.

ANMERKUNGEN

- ¹ M. W. beschäftigen sich mit solchen Fragen in der BR Deutschland nur einige wenige Studienseminare für berufliche Schulen, die „Überregionale Fachgruppe Mathematik“ in Düsseldorf (Leitung: B. Andelfinger) im Rahmen des Kollegstufenversuchs NRW, eine Gruppe an der GH Siegen (Leitung: P. Bardy), die Planungsgruppe Oberstufenzentren in Berlin, eine Darmstädter Gruppe und meine Arbeitsgruppe an der GH Kassel.
- ² Weitergehend: Ausgehend von den Belangen der beruflichen Schulen können *Forderungen* an den Mathematikunterricht der „abgebenden“ Schulen der SI gestellt werden, und zwar nicht Forderungen nach zusätzlichen Stoffen, sondern nach einer (teilweisen) Umorientierung der derzeitigen Ziele, Inhalte und Methoden (vgl. Vollrath 1975, S. 490).
- ³ Quelle: Dokumentation Nr. 50 der Ständigen Konferenz der Kultusminister: Vorausberechnung der Schüler- und Absolventenzahlen 1973 bis 1995. Bonn 1976.
- ⁴ Zur geschichtlichen Entwicklung des Fachrechnens siehe Grüner, 1955.
- ⁵ Kruse/Heun: *Rechne kaufmännisch* bzw. Kruse/Heun: *Wirtschaftsarithmetik und Algebra*.
- ⁶ Vgl. das groteske Beispiel zur „Mengenlehre“ in der landwirtschaftlichen Berufsschule, das in Vollrath, 1975, S. 490, zitiert wird.
- ⁷ Auf die allgemeine Problematik der *Teilzeit*-Berufsschule (z. B. Motivation der Schüler, Problem der Jungarbeiter etc.) kann ich hier nicht näher eingehen.
- ⁸ Kusch, L.: *Mathematik für Schule und Beruf*, Band 1: *Arithmetik* bzw. Kusch, L.: *Mathematik auf der Grundlage der Mengenlehre: Algebra*.
- ⁹ Das hierzu passende Buch ist das verbreitete Werk Kusch/Rosenthal: *Mathematik für Schule und Beruf*, Band 3: *Differentialrechnung*, Band 4: *Integralrechnung*.

WERNER BLUM