

Werner BLUM, Kassel

Mathematikunterricht in berufsbildenden Schulen der Sekundarstufe II

O. Problemstellung

Die bisherige Vernachlässigung des beruflichen Bildungsbereichs zeigt sich u.a. in Defiziten bei curricularen Überlegungen. Dies gilt speziell auch für den Mathematikunterricht in berufsbildenden Schulen. Dabei gibt es hierzu eine Fülle wichtiger didaktischer Fragen, z.B. bzgl.

- Lernvoraussetzungen und Bedürfnissen der Schüler
- Zielen und Inhalten
- Beziehungen zu anderen Fächern und zur Berufspraxis
- Methodischen Hilfsmitteln
- Schulbüchern

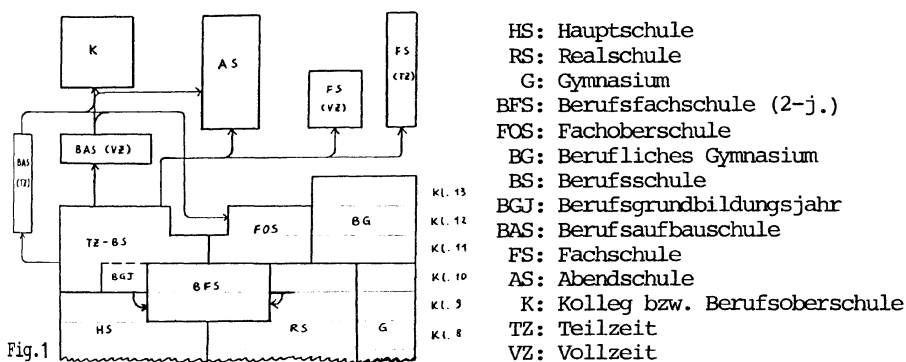
u.a. (vgl. [7, S. 15/16]). Diese Fragen betreffen auch den Lehrer an allgemeinbildenden Schulen (vgl. Lörcher [15]).

Im folgenden werden diese Fragen - exemplarisch auf zwei Schularten beschränkt - andiskutiert, ohne jeden Anspruch auf erschöpfende Behandlung.

1. Überblick über das berufliche Schulwesen

Das berufliche Schulwesen in der BR Deutschland ist vielfältig gegliedert, je nach Bundesland unterschiedlich. Fig. 1 gibt einen vergrößernden Überblick (genauer, auch bzgl. Eingangsvoraussetzungen und Abschlußqualifikationen, in [11] und [7, S.17-19]).

Innerhalb der einzelnen Schularten müssen noch verschiedene Fachrichtungen unterschieden werden. Zusammenfassend gehören zum berufsbildenden Schulwesen alle "nicht als allgemeinbildend definierten Schulen unter[halb] der als Hochschulen bezeichneten beruflichen Qualifizierungsstätten" ([10]).



Die mathematischen Inhalte in berufsbildenden Schulen reichen vom elementaren Rechnen in der Berufsschule bis zu Differentialgleichungen in Leistungskursen des Technischen Gymnasiums. Grob gesagt sind die Inhalte mit einigen Abstrichen i.w. dieselben wie in den jeweils entsprechenden (d.h. einen äquivalenten Bildungsabschluß vermittelnden) allgemeinbildenden Schulen.

2. Mathematik in der Teilzeit-Berufsschule

Die Teilzeit-Berufsschule ist Teil des "dualen Systems": Neben 1-2 Tagen Berufsschulunterricht stehen 4-3 Tage Betriebsausbildung. Die Berufsausbildung dauert i.a. 3 Jahre und führt zum Lehrabschluss in einem Ausbildungsberuf. Es gibt in der Berufsschule kein Fach Mathematik im üblichen Sinne. Die derzeit durchschnittlich 8 Wochenstunden Unterricht (Ziel sind 12) teilen sich auf in etwa 3 Stunden allgemeinen und etwa 5 Stunden berufsbezogenen Unterricht. Mathematische Inhalte kommen vor allem im Fachrechnen vor. Dieses ist eng mit der beruflichen Fachkunde verbunden, was sich deutlich bei Fachrechenbüchern zeigt (vgl. [9],[17]). In den Bundesländern, in denen das Fachsystem durch das Kurssystem ersetzt worden ist, gibt es statt des Fachrechnens eigene Lehrgänge zur Mathematik oder meist eine völlige Einbindung der Mathematik in die berufsbezogenen Lehrgänge.

Die in der Berufsschule relevanten mathematischen Inhalte sind je nach Berufsfeld - genauer sogar je nach Beruf - unterschiedlich. Gemeinsam ist ein Kern, bestehend aus einfacher Arithmetik, Pro-

zent- und Dreisatzrechnung. In einigen Berufsfeldern, insbesondere in Wirtschaft/Verwaltung, in Metall- und in Elektrotechnik, spielen darüberhinaus eine Rolle:

Einfache Gleichungen und Ungleichungen
Formeln, Formelumstellen
Lineare Funktionen
Tabellen, Diagramme, Graphen

Hierzu kommen im Technikbereich: bzw. im Wirtschaftsbereich:

Weitere einfache Funktionen	Zinsrechnung
Einfache ebene Geometrie	Elementare Statistik
Körper	
Trigonometrie	

Aufgrund einiger Untersuchungen (DVV, siehe [16]; Lörcher [15]) muß man vermuten, daß im Berufsleben weit weniger mathematische Inhalte tatsächlich direkt von Bedeutung sind, nämlich vor allem

Einfache Arithmetik	sowie in technischen Berufen:
Prozentrechnung	Einfache geometrische Figuren
Dreisatzrechnung	Quadrate und Quadratwurzeln
Tabellen, Diagramme, Graphen	bzw. in wirtschaftlichen Berufen:
	Zinsrechnung

Dabei werden weniger Qualifikationen im Bereich formal-korrekt mathematischer Operationen als vielmehr auf dem Gebiet des verständigen - eventuell auch nur überschlagsmäßigen - Erfassens von Situationen benötigt.

Fast alle berufsschulrelevanten mathematischen Inhalte gehören zum verbindlichen Stoff der Klassen 5 bis 9 in der SI. Trotzdem kann bei sehr vielen Berufsschülern nicht auf solche Kenntnisse zurückgegriffen werden, jedenfalls nicht in einer Form, welche eine verständige Anwendung gestatten würde. Ein möglicher Grund für solche Defizite kann sein, daß einige dieser Inhalte schon Stoff der Klassen 5 bis 7 sind, also zeitlich weit zurückliegen und danach leider nicht mehr genügend behandelt wurden. Ein zweiter Grund ist vielleicht, daß viele dieser Inhalte in der SI mit anderen Schwerpunktsetzungen erarbeitet werden, als dies in der Berufsschule gebraucht wird. So benötigt der Berufsschüler viel weitergehende Fähigkeiten im Umgehen mit Formeln (vgl. Vollrath [19]) oder mit Tabellen und Diagrammen, als sie der Mathematikunterricht der SI bereitstellt; weiter begegnet dem SI-Schüler die Mathematik viel seltener in situationsgebundener Form als später dem Berufsschüler. Da Qualifikationen wie eben genannt

- unabhängig von Anforderungen der SII - als Ziele der SI unbestritten sein dürften, scheint es mir legitim zu sein, an den Mathematikunterricht der SI entsprechende Forderungen zu stellen, etwa im Sinne der von Lörcher [15] aufgestellten Minimalqualifikationen.

Die von der Zielsetzung der Berufsschule her fraglos äußert sinnvolle und wichtige Funktion der Mathematik als einer Hilfe für die Fachkunde wirkt sich in der unterrichtlichen Praxis leider oft so aus, daß mathematische Inhalte in reiner Rezeptform vermittelt und vom Schüler unverstanden angewandt und bald wieder vergessen werden. Wenn methodische Hilfsmittel eingesetzt werden, so sind es fast stets traditionelle Hilfen wie die Dreisatzmethode in der Prozentrechnung oder die Waage in der Gleichungslehre, oder gar zweifelhafte mechanische Hilfen, vor allem beim Formelumstellen. Dies läßt sich an Hand von Fachrechenbüchern belegen; diese enthalten zudem zahlreiche sachliche Fehler.

Diese fachlichen und methodischen Unzulänglichkeiten, im Zusammenhang betrachtet mit den schon immer unbefriedigenden Resultaten von Lehrabschlußprüfungen im Fachrechnen, erfordern dringend Versuche, die Situation durch Änderung von Zielen, Inhalten und Methoden zu verbessern. In jüngster Zeit gibt es nun Bestrebungen, die darauf abzielen, den mathematischen Unterricht in der Teilzeit-Berufsschule durch Hinzunahme mathematischer Grundlagen wie Mengen oder Logik zu "modernisieren" und dadurch zu verbessern. Diese neuen Inhalte werden jedoch nur vorweg aufgepfropft und belasten den Schüler unnötig, während die Anwendungsaufgaben im alten Stil gelöst werden (vgl. die in [19] zitierten grotesken Beispiele zur "Mengenlehre" in der landwirtschaftlichen Berufsschule). Es wäre fatal, wenn die zum Glück wohl abebbende "Strenge- und Strukturenwelle" im allgemeinbildenden Schulwesen nun die Berufsschule erreichen würde. Verbesserungen werden auf keinen Fall dadurch erreicht, daß man neue Inhalte isoliert in die Berufsschule einführt und die Methodik beim alten beläßt.

Wie aber kommen wir weg von einer nur rezepthaften, jeweils ad hoc erfolgenden Vermittlung mathematischer Inhalte, ohne gleich ins andere Extrem zu fallen und ein eigenständiges Fach Mathematik in der Berufsschule zu etablieren, welches den üblichen Mathematik-

unterricht der SI fortsetzen bzw. auch nur wieder "auffrischen" wollte und welches damit die meisten Berufsschüler sowohl demotivieren als auch intellektuell überfordern würde? Hierzu nun in ganz knapper Form einige eigene curriculare Vorschläge (genauer zur Konzeption einer "praktischen Mathematik" in der Berufsschule und zu ihrer Realisierung in [5]).

1) Inhaltsbestimmendes Ziel für den mathematischen Unterricht der Berufsschule sollte es sein, einen Beitrag zum Verstehen und Bewältigen von relevanten Problemen aus Beruf und Alltag zu leisten. (Hiermit gebe ich bewußt die Begrenzung auf ausschließliche Fachkunde-Bezüge auf.) Daneben müssen Ziele zur Erhöhung von Chancengerechtigkeit - etwa ein Nicht-Verbauen von Übergängen zu allgemeinen Schulen - und auch "formale" Ziele beachtet werden. Wichtigstes Ziel soll kurz gesagt sein: Der Schüler soll das mathematische Handwerkszeug verständlich handhaben können.

2)a) Um diese Ziele erreichen zu können und z.B. auch aus Gründen der Ökonomie muß - entgegen der verbreiteten Praxis - ein mathematisch stimmiger Aufbau der mathematischen Inhalte gewährleistet sein. Ein solcher Aufbau gestattet auch eher - falls überhaupt möglich - eine Homogenisierung unterschiedlicher Eingangsvoraussetzungen; diese liegen gerade in Berufsschulklassen oft extrem auseinander.

b) Stets müssen diese Inhalte jedoch 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.

c) Ein "stimmiger" Aufbau der Mathematik bedeutet auch keineswegs, daß man der derzeit gymnasium-üblichen Fachsystematik folgen und jedes Thema sofort in einer exakten und abschließend gemeinten Fassung behandeln müßte. Vielmehr ist es selbstverständlich - wie bisher schon - notwendig, an das Vorverständnis der Schüler anzuknüpfen und Vereinfachungen vorzunehmen, die aber nichts verfälschen und ausbaufähig sind. Hier müßten nun - neben einigen bewährten - unbedingt auch neue methodische Hilfsmittel in der Berufsschule benutzt werden, um zu versuchen, über die bloße Rezepteebene hinauszukommen und den Effekt des Unterrichts zu verbessern. Dabei kann auch auf Überlegungen für das allgemeinbildende Schulwesen zurückgegriffen werden (vgl. hierzu [14]), z.B. zur Gleichungslehre (vgl. [18]), zum Sachrechnen (vgl. [12]), zu elementaren Funktionen (vgl. z.B. Kirsch [13]) o.v.a.m. Eine wichtige Rolle wird der Taschenrechner spielen (vgl. Bardy [2]).

3. Mathematikunterricht in der Fachoberschule

Fachoberschulen führen in 1 oder 2 Jahren zur Fachhochschulreife. Zu den "allgemeinbildenden" Fächern in der Fachoberschule gehört insbesondere die Mathematik.

Der allgemeinverbindliche Teil des Mathematikunterrichts in der Fachoberschule umfaßt nach einer KMK-Vereinbarung von 1976 im Pflichtbereich Analysis und im Wahlpflichtbereich Analytische Geometrie, Stochastik oder andere Oberstufengebiete. Die Analysis beansprucht dem Umfang nach etwa drei jeweils 3-stündige Halbjahreskurse, der Wahlpflichtbereich etwa einen solchen. In der bisherigen schulischen Realität erreicht der Mathematikunterricht an sehr vielen Fachoberschulen jedoch durch fehlende mathematische Mittelstufen-Voraussetzungen der Schüler und durch reduzierte Stundenzahlen inhaltlich weit weniger als von der KMK angestrebt. Hier wird erneut die Übergangsproblematik zwischen SI und beruflicher SII sichtbar: Fachoberschulklassen sind i.a. recht heterogen zusammengesetzt; daher nehmen Kompensation von Mittelstufendefiziten und Ausgleich unterschiedlicher Eingangsvoraussetzungen zwangsläufig breiteren Raum ein als in der allgemeinbildenden Oberstufe.

In der Fachoberschule finden sich neben einem Mathematikunterricht, der - angereichert durch spezifische Anwendungen - methodisch i.w. mit einem traditionellen Unterricht in sprachlichen Zweigen vergleichbar ist, tendenziell häufig zwei Arten von Mathematikunterricht: Entweder eine Beschränkung auf die Vermittlung von Rezepten und ein kalkülmäßiges Rechnen von Beispielaufgaben bekannter Art unter weitgehender Vermeidung mathematischer Argumente; oder eine unkritische Anpassung an die "Strengewelle" in der Gymnasialmathematik der vergangenen Jahre, erkennbar am Wertlegen auf formal-exaktes Niveau und Begrifflichkeit, an der Terminologie, am hochschulüblichen globalen Aufbau und am Bestreben, möglichst viele Inhalte abzudecken, ohne daß all diese Ansprüche durch angemessene methodische Hilfen abgestützt würden. Diese beiden Arten sind nur scheinbar gegensätzlich. Tatsächlich führen sie beide in der Regel zu einer unverstandenen Übernahme mathematischer Begriffe und Kalküle durch den Schüler, da beidemal adäquate methodische Stufungen beim Begriffsaufbau und bei Begründungen fehlen, und beide berücksichtigten Anwendungen nur unzureichend.

Diese beiden hier idealtypisch herausgearbeiteten Extreme finden sich auch in den Fachoberschulbüchern wieder. Dies zeigt eine

Analyse von 7 Analysis-Büchern im ZDM 1/78 (vgl. auch Bardy [1], Sträßer [17]). Weiter fällt die große Zahl sachlicher Fehler oder völlig unhaltbarer Formulierungen auf.

Ich skizziere nun auch für die Fachoberschule ganz kurz eine eigene Alternative, nämlich die von A. Kirsch und mir für die gesamte Oberstufe entwickelte Analysis-Konzeption (vgl. [3],[4], [8]). Sie ist bereits in zahlreichen Fachoberschul- und Gymnasial-Klassen bzw. -Kursen realisiert worden.

Ausgangspunkt ist das zentrale Ziel des Analysisunterrichts der Fachoberschule, dem Schüler eine verständige und eigentätige Handhabung der einfachsten Begriffe, Methoden und Sätze der Analysis bei der Behandlung von inner- und außermathematischen Problemen zu ermöglichen, insbesondere auch als Vorbereitung für ein späteres Fachhochschulstudium. Unter Beachtung des trivialen Grundsatzes, daß es in der Mathematik keine absolute Strenge gibt, plädieren wir dafür, die Analysis zwar bis zur Integralrechnung zu behandeln, jedoch an geeigneten Stellen Vereinfachungen im Sinne des Spiralprinzips vorzunehmen. Dies bedeutet z.B., daß einige Begriffe der Analysis in einer noch nicht abschließend präzierten Form benutzt bzw. eingeführt werden (Beispiele: Reelle Zahl, Grenzwert, Ableitung, Integral) und daß bewußt Lücken im mathematischen Aufbau gelassen werden dürfen (z.B. bei den zentralen Sätzen der Analysis oder bei der Ableitung transzendenten Funktionen). Auf diese Weise soll der lange Anlauf zur Analysis über Logik, Mengen, Zahlensystem, Konvergenz und Stetigkeit vermieden werden. Vielmehr soll nach einem "Vorkurs" über Funktionen, der die unabdingbare Wiederholung von Mittelstufenstoffen immanent mit einschließt, rasch zu Ableitung und Integral vorgestoßen werden. Außermathematische Anwendungen sind dadurch schneller zugänglich, was gerade auch für andere Fächer in der Fachoberschule wichtig ist; Beispiele: Wachstum, Schwingungen, Kosten, Einkommensteuern usw.

An Hand geeigneter Anwendungsbeispiele wie etwa des Themas Einkommensteuern lassen sich sämtliche Aspekte aufzeigen, die für eine Anwendungsorientierung des Mathematikunterrichts in der Fachoberschule (und auch in anderen Schularten des berufs- wie auch des allgemeinbildenden Schulwesens) sprechen; siehe hierzu [6].

4. Einige gemeinsame Zielvorstellungen

Trotz der Beschränkung auf zwei Schularten und der hier notwendig verkürzten Argumentation sollte deutlich geworden sein, daß der Mathematikunterricht an beruflichen Schulen ein wichtiges und lohnendes, bisher aber noch viel zu wenig beachtetes Aufgabenfeld für

Fachdidaktiker bildet. Als eine Art Rahmen für eine hoffentlich zunehmende Beschäftigung mit solchen didaktischen Fragen versuche ich abschließend, einige gemeinsame Zielvorstellungen zum Mathematikunterricht an beruflichen Schulen zu skizzieren (nach [7, S. 29]).

In allen Schularten des beruflichen Schulwesens soll mit mathematischen Inhalten zumindest zweierlei erreicht werden: Zum einen soll Mathematik ein Hilfsmittel zum Verstehen und Bewältigen 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 allgemeiner - auch formaler - Lernziele beitragen. Beide Komponenten sind Teil einer umfassend verstandenen "allgemeinbildenden" Ausrichtung der Mathematik im Sinne einer Qualifizierung zur Bewältigung gegenwärtiger oder erwartbarer Lebenssituationen. Der Anteil beider Komponenten kann in verschiedenen Schularten unterschiedlich sein. Ich wende mich aber deutlich gegen eine falsch verstandene einseitige Ausrichtung an nur einer Komponente, sei es in Form einer zu eng ausgelegten Berufsorientierung und daraus resultierend einer bloßen Anbindung der Mathematik an die berufliche Fachkunde, sei es in Form einer unkritischen Anlehnung an gymnasiale Normen und daraus resultierend einer Orientierung an der hochschulüblichen innermathematischen Fachsystematik.

Ein schülerorientierter Mathematikunterricht an beruflichen Schulen behandelt den Schüler nicht als unmündig, indem er ihm nur unverstandene Rezepte zur Lösung inner- oder außermathematischer Aufgaben anbietet, er schießt aber auch nicht ehrfurchtsvoll nach einem gymnasialen Unterricht in "reiner" Mathematik. 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 des Schülers beitragen zur allseitigen Entwicklung der Handlungsfähigkeiten des Schülers in seiner Umwelt.

Literatur

(BbS: Die berufsbildende Schule. DBFS: Die Deutsche Berufs- und Fachschule)

- [1] Bardy, P.: Analyse von Mathematiklehrbüchern für Fachoberschulen. BbS 28(1976), H.10, S.561-570.
- [2] Bardy, P.: Der Einsatz von Taschenrechnern im Mathematikunterricht berufsbildender Schulen - Aspekte und Beispiele. ZDM 10(1978), H.3, S.134-138.
- [3] Blum, W.: Ein Grundkurs in Analysis für die berufliche Oberstufe. BbS 27(1975), H.5, S.290-301.
- [4] Blum, W.: Exponentialfunktionen in einem anwendungsbezogenen Analysis-Unterricht der beruflichen Oberstufe. DBFS 72(1976), H.9, S.643-656.
- [5] Blum, W.: Mathematik in der Berufsschule - Curriculare Probleme, diskutiert am Beispiel des Berufsfeldes Elektrotechnik. DBFS 72(1976), H.9, S.671-686.
- [6] Blum, W.: Einkommensteuern als Thema des Analysisunterrichts in der beruflichen Oberstufe. BbS 30(1978), H.11, S.642-651.
- [7] Blum, W.: Berufliches Schulwesen. In: Kritische Stichwörter zum Mathematikunterricht (Hrsg.: D. Volk), München 1979, S.15-32.
- [8] Blum, W./ Kirsch, A.: Zur Konzeption des Analysisunterrichts in Grundkursen. MU 25(1979), H.3.
- [9] Felmy, W.-G.: Analyse von Fachrechenbüchern. LU 3/1973, S.9-17.
- [10] Grüner, G.: Berufliches Schulwesen....BbS 27(1975), H.12, S.693-695.
- [11] Kell, A./ Lipsmeier, A.: Berufsbildung in der Bundesrepublik Deutschland - Analyse und Kritik. Hannover 1976.
- [12] Kirsch, A.: Eine Analyse der sogenannten Schlußrechnung. MPhSB 16(1969), H.1, S.41-55.
- [13] Kirsch, A.: Vorschläge zur Behandlung von Wachstumsprozessen und Exponentialfunktionen im Mittelstufenunterricht. DdM 4(1976), H.4, S.257-284.
- [14] Kirsch, A.: Aspekte des Vereinfachens im Mathematikunterricht. DdM 5(1977), H.2, S.87-101.
- [15] Lörcher, G.A.: Mathematikunterricht und Vorbereitung auf die Berufswelt. Beitr. MU 1978, Hannover 1978, S.177-184.
- [16] Raatz, U./ Forth, H./ Priemer, W.: Welche mathematischen Kenntnisse sind im Beruf erforderlich? Eine empirische Untersuchung. LU 2/1973, S.29-34.

- [17] Sträßer, R.: Mathematik und ihre Verwendung - eine Analyse von Schulbüchern. Dissertation Münster 1974. (Teilweise zusammengefaßt in math.did. 1(1978), H.4, S.197-209).
- [18] Vollrath, H.-J.: Didaktik der Algebra. Stuttgart 1973.
- [19] Vollrath, H.-J.: Formeln und Berufsorientierung im Mathematikunterricht. WPB 27(1975), H.9, S.489-496.