

• Stellungnahme zur Einbeziehung von Inhalten und Methoden der Informatik in den Mathematikunterricht der Sekundarstufe 1 und in die Hochschulausbildung von Mathematiklehrern

Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM), Juli 1981

Von verschiedenen Gruppen der Gesellschaft und aus verschiedenen Positionen wird die Forderung an die Schule herangetragen, bei der gesellschaftlichen Bewältigung der Datenverarbeitung und bei der Vermittlung grundlegender Qualifikationen für die Computernutzung mitzuwirken. Im einzelnen heißt es:

- Die Schule soll sich der mathematischen Maschine "Computer" stellen, d. h. wesentliche mathematische Inhalte und Denkformen vermitteln, die damit verbunden sind.
- Computernutzung gehört in zunehmendem Maße zum beruflichen und privaten Leben. Die Schule soll grundlegende Fertigkeiten, Fähigkeiten und Einsichten im Umgang mit Computern aufbauen.
- Die Schule soll reale Anwendungen des Computers in Wirtschaft und Verwaltung modellhaft behandeln, auch um damit zusammenhängende gesellschaftliche Probleme diskutierbar zu machen.

• **Möglichkeiten des Schulfaches Mathematik**

In erster Linie wird das Schulfach Mathematik mit solchen Vorstellungen konfrontiert und gedrängt, Elemente der Informatik aufzunehmen. Die Gesellschaft für Didaktik der Mathematik hält diese Forderung grundsätzlich für berechtigt. Sie sieht darin die Zielsetzung des Mathematikunterrichts berührt und erblickt zugleich eine Chance für dessen weitere Entwicklung. Dabei wird eine wesentliche Aufgabe sein, einem rein technischen Verständnis von Computern und einer unreflektierten Aneignung von Fertigkeiten entgegenzuwirken.

Die Aufnahme informatischer Methoden in die Schulmathematik ermöglicht

die Konkretisierung mathematischer Sachverhalte mit dem Computer als Medium,

die Betonung konstruktiver Begriffsbildungen und praktikabler Verfahren,

die Integration unterschiedlicher Teilgebiete der Mathematik und die Kooperation mit anderen Schulfächern,

die verstärkte Einbeziehung echter Anwendungen.

• **Neue Aspekte für Inhalte und Methoden des Mathematikunterrichts**

Im Hinblick auf diese Möglichkeiten müssen die Inhalte und Methoden des Mathematikunterrichts neu durchdacht werden, wobei sich u. a. folgende Aspekte ergeben:

- Die schon immer zum Kern der Mathematik gehörige algorithmische Sicht von Begriffen und Zusammenhängen kann neben der strukturierenden Sicht wieder an Bedeutung gewinnen.
- Simulationen und Probiervorgänge erleichtern durch die vorausgehende Ansammlung und Systematisierung von Erfahrungen einen bisher zu wenig benutzten Weg zum Bilden von Begriffen und Erarbeiten von Zusammenhängen.
- Die von der Informatik entwickelten Techniken des Entwerfens und Darstellens von Algorithmen können beim Mathematisieren hilfreich werden.
- Als ein bisher seltener Arbeitsstil des Mathematikunterrichts tritt praktikumsartiges Arbeiten — auch in der Gruppe — am Computer auf. Lernformen wie Experimentieren, Simulieren und Entdecken einschließlich der Diskussion über die gemachten Erfahrungen werden damit stärker einbezogen.

Selbstverständlich ist bei solchen Überlegungen darauf zu achten, daß bewährte Ziele, Inhalte und Methoden des heutigen Mathematikunterrichts nicht beeinträchtigt werden.

Zur Konkretisierung dieser Absichten unterbreitet der GDM-Arbeitskreis "Informatik" folgende Empfehlungen.

1 Informatische Methoden im Mathematikunterricht der Sekundarstufe 1

Bereits im Mathematikunterricht der Sekundarstufe 1 können zahlreiche informatische Methoden (z. T. in propädeutischer Form) zum Tragen kommen. Soweit bei der Erarbeitung dieser Methoden auch Inhalte der Informatik herangezogen werden, darf es sich dabei nur um eine Einführung handeln, wobei diese nicht isoliert, sondern im Kontext mathematischer Problemstellungen erfolgen muß.

1.1 Propädeutik des Algorithmierens

Dazu gehört:

- verbales und graphisches Beschreiben von Verhalten an Beispielen des täglichen Lebens (Telefonieren, Umgehen mit Haushaltsgeräten usw.) und des Mathematikunterrichts (schriftliches Rechnen, Lösen von Gleichungen, Auswerten von Termen usw.); Algorithmieren solcher Verhaltensweisen,
- Ausführen von Algorithmen durch den Schüler (z. B. Ausfüllen von Tabellen nach Vorschrift — auch mit Taschenrechnern als Hilfsmittel), "Schüler spielt Computer",
- Entwerfen von Rechenschemata, Spielregeln,
- Darstellen von Rechnungen durch Operatoren, Rechenbäume, Zuweisungen,
- Entwerfen von Tastenfolgen für Rechnungen mit Taschenrechnern.

Diese Propädeutik kann — beginnend mit der 5. Klasse — an geeigneten Inhalten des Unterrichts durchgeführt werden.

1.2 Anwendungen des Computers

Darunter ist das Algorithmieren von geeigneten Problemen aus der Schulmathematik einschließlich der Realisierung als Programm auf einem Rechner zu verstehen.

Die Art des Einblicks der Schüler in das Programm kann dabei recht verschieden sein. Sie reicht von einem Verzicht auf Einsicht (d. h. vom Benutzen des Programms als "black box") bis zum eigenen Entwickeln von Programmen. Davon unabhängig kann sich die Unterrichtsorganisation des Rechnereinsatzes und damit der Kontakt des Schülers zum Rechner von reinen Demonstrationsunterricht durch den Lehrer bis zu individuellen Schülerübungen am Rechner erstrecken.

Der Grad des Einblicks in das Programm und des Kontakts zum Rechner wird (außer vom Stoffgebiet, vom Alter des Schülers usw.) vor allem von der benutzten Computersprache und vom Rechnersystem abhängen. Kenntnisse in der Bedienung des Rechners und in einer Programmiersprache sind nur im Hinblick auf die Lösung der mathematischen Aufgabenstellungen anzustreben. Dabei ist zu erwarten, daß die wissensmäßigen Anforderungen an den Schüler bezüglich dieser beiden Punkte durch die Weiterentwicklung benutzerfreundlicher Rechner und Dialogsprachen in Zukunft noch weiter gesenkt werden.

Geeignete Stoffgebiete für die Anwendung des Computers im Mathematikunterricht sind u. a.

- numerische Verfahren,
- Propädeutik der Infinitesimalrechnung,
- Probleme aus der Zahlentheorie.
- Probleme aus der Analytischen Geometrie und der Trigonometrie,
- Statistik (z. B. Daten generieren),
- Simulationen (z. B. Zufallsexperimente, Parametervariation),
- Modellbildung an Problemen anderer Fächer und des täglichen Lebens,
- Strategiespiele.

1.3 Inhalte und Verfahren realer Datenverarbeitung

Einsichten in Techniken

- des geeigneten Strukturierens von Daten, des Handhabens großer Datenmengen in Dateien

sollten exemplarisch behandelt werden, um eine Vorstellung von realen Anwendungen der Datenverarbeitung und ihren gesellschaftlichen Auswirkungen zu vermitteln.

Geeignete Stoffgebiete sind u. a.

- statistische Auswertung einer Umfrage,
- Schülerdatei, Personaldatei, Einwohnerdatei (Datenschutz),
- Lagerhaltung, Platzreservierung,
- Girodienst.

Praktische Arbeit am Rechner ist in diesem Bereich unverzichtbar, z. B. für

- das Erlebnis, welche große Wirkung ein kleines, überschaubares Programm auf einer umfangreichen Datei erzielen kann,
- die Einsicht, daß bei der Objektivierung und Formalisierung von personalen Entscheidungen häufig auf wichtige Gesichtspunkte verzichtet werden muß.

Als *Arbeitsform* bietet sich *projektorientiertes* (u. U. fächerübergreifendes) *Arbeiten* an.

1.4 Mathematik an informatischen Inhalten

Objekte der Informatik können durchaus auch Gegenstand mathematischer Überlegungen sein. Durch die exemplarische Einbeziehung derartiger Themen in den Mathematikunterricht kann das Bild vom Gegenstandsbereich der Mathematik bei den Schülern erheblich erweitert werden.

Ein systematischer Kurs in einem Teilgebiet der Informatik ist dazu innerhalb der Mathematikunterrichts nicht erforderlich.

Als Themen sind u. a. geeignet

- nichtnumerische Algorithmen (z. B. Suchen, Sortieren),
- Zeichenketten als mathematische Objekte (z. B. Stellenwertschreibweise),
- Maschinen als mathematische Objekte, Komplexitäts- und Effizienzprobleme unter mathematischem Aspekt (z. B. bei Algorithmen zur Multiplikation oder zum Potenzieren).

Zur Belastung des Lehrplans ist folgendes auszuführen:

Die Einbringung der unter 1.1 und 1.2 angeführten Verfahren erfordert keinen wesentlichen zusätzlichen Zeitbedarf, weil sie durch methodische Schwerpunktverlagerungen und Änderungen im Kleinen realisiert werden

kann. Für die Einbeziehung von Themen aus 1.3 und 1.4 erscheinen jedoch Kürzungen im gegenwärtigen Stoffkanon unausweichlich.

2 Informatische Methoden in der Hochschulausbildung von Mathematiklehrern

Von den schon tätigen bzw. noch auszubildenden Mathematiklehrern der Sekundarstufe 1 und II werden in dieser Situation einschlägige Kenntnisse und Fähigkeiten inhaltlicher und didaktischer Art verlangt.

Es gibt in dieser Richtung bereits Ausbildungsansätze. Jedoch sind in Zukunft neben entschiedenen Anstrengungen in der Lehrerfortbildung intensive und breit wirkende Aktivitäten in der Regelausbildung notwendig.

Allgemein sollten Grundkenntnisse in der Datenverarbeitung jedem Lehramtskandidaten vermittelt werden, da in fast allen Fächern Bezüge zur Datenverarbeitung bestehen oder bestehen werden.

Speziell für Mathematiklehrer der Sekundarstufe 1 sind folgende Qualifikationen wünschenswert:

1. Kenntnisse und Fähigkeiten in der **Algorithmik**, vor allem als mathematisch/mathematisierende Methode. Dazu gehört Einsicht in den Wert algorithmischen Vorgehens für
 - die Darstellung von Problemen und der zugehörigen Lösungsverfahren (z. B. strukturiertes Programmieren, modulares Arbeiten)
 - die ökonomische Lösung von Problemen (hinsichtlich Zeit, Datenaufwand und Logik)
 - die Entwicklung mathematischer Begriffe und Zusammenhänge.
2. Kenntnisse und Fähigkeiten in mindestens einer höheren **Programmiersprache**. Der Lehrer sollte in der Lage sein, die Algorithmen seines Unterrichtsbereiches selbst zu programmieren und zu realisieren. Weiter muß zu diesem Komplex die Vertrautheit mit dem prinzipiellen Aufbau von Rechenanlagen zählen.
3. Fähigkeit, **Schulmathematik unter algorithmischen** Gesichtspunkten zu strukturieren und für eine Behandlung im Unterricht aufzubereiten. Dazu gehört auch das Vermögen, den Mediencharakter des Computers geeignet zu nutzen (z. B. zur Veranschaulichung).

4. Kenntnisse über praktisch bedeutsame **Anwendungen der Datenverarbeitung**. Der Lehrer sollte befähigt sein, solche Anwendungen modellhaft im Unterricht zu behandeln, z. T. auch nur unter dem Gesichtspunkt des Benutzers. Weiterhin gehört hierzu ein Überblick über die gesellschaftliche (wirtschaftliche, verwaltungsmäßige, politische, insbesondere bildungspolitische, und philosophische) Bedeutung der Informatik.

Der wichtigste Ort für den Aufbau dieser Qualifikationen müssen Mathematikveranstaltungen sein, in denen der algorithmische Aspekt unmittelbar enthalten ist (Zahlentheorie, Analysis, Numerische Mathematik) oder erschlossen werden kann (Stochastik, Logik,

Lineare Algebra). Gleiches gilt für fachdidaktische Veranstaltungen.

Darüber hinaus wird empfohlen, folgende Veranstaltung in den Pflichtbereich aufzunehmen:

4 SWS Vorlesung und Übung über Algorithmen und Datenstrukturen, Programmiermethodik und praktisches Arbeiten am Computer

Vertiefungsmöglichkeiten im informatischen, didaktischen und schulpraktischen Bereich können durch spezielle Veranstaltungen (auch durch Seminare oder Praktika) angeboten werden.

Juli 1981

Vorstand und Beirat der GDM