

schafts- und erkenntnis-theoretische Status fundamentaler Ideen der Informatik zu diskutieren wäre.

d. den Computer unabhängig von informatischen Inhalten i.e.S. im Mathematik-Unterricht mit folgenden Möglichkeiten einsetzt: Computer-Algebra-System; Graphik-System, und zwar beweglich und dreidimensional; Taschenrechner; Text-System; eine einfache Programmiersprache, z.B. Basic, zum Schreiben von Zechnzeilern für simple Algorithmen (bei Einbezug der Informatik wäre diese nicht mehr extra nötig); Tabellen-Kalkulation als komfortablere, aber beschränkte Programmier-Umgebung; Simulations Programme; usw. Damit wäre ein wesentlicher Teil der ITG, wie gesagt, unabhängig von informatischen Inhalten i.e.S., abgedeckt. Dem Mathematik-Unterricht würde eine Reduktion des derzeit dominierenden verständnis-losen Abarbeitens von Algorithmen durch die Schüler die Möglichkeit (und die Notwendigkeit!) zum sorgfältigeren Aufbau angemessener Grundvorstellungen und -verständnisse (im Sinne von Bender 1991) von zentralen Begriffen eröffnen. Außerdem würde 'die' Mathematik von der Verkörperung ihrer Ideen auch in informatischen Inhalten durchaus profitieren.

e. dem **Mathematik-Unterricht** für den zeit-aufwendigen Umgang mit dem Computer und die Erweiterung um informatische Inhalte **zusätzliche Stunden** zur Verfügung stellt.

f. den gesellschaftlich ausgerichteten Anteil der **ITG in der Gemeinschaftskunde** (o.ä.) ansiedelt. Diese müßte viel grundsätzlicher und gründlicher **praktisch relevante** ökonomische, ökologische, juristische usw. Inhalte behandeln und bräuchte ebenfalls mehr Stunden (wenn man denn eine ITG möchte).

Literatur

- Andelfinger, Bernhard (1990):** LehrerInnen- und LernerInnenkonzepte im Analysisunterricht. In: Der Mathematikunterricht 36, Heft 3, 29-44
- Baumann, Rüdiger (1990):** Didaktik der Informatik. Stuttgart: Klett
- Beck, Uwe (1980):** Ziele des zukünftigen Informatikunterrichts sind Ziele des Mathematikunterrichts. In: Journal für Mathematik-Didaktik 1, 189-197
- Bender, Peter (1987):** Kritik der Logo-Philosophie. In: Journal für Mathematik-Didaktik 8, 3-103
- Bender, Peter (1988):** Valeur didactique des techniques récursives en programmation. In: Colette Laborde (Hrsg.): Acte du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique à Marseille-Luminy, 16.-21.11.1986. Grenoble: La Pensée Sauvage, 257-265
- Bender, Peter (1991):** Ausbildung von Grundvorstellungen und Grundverständnissen — ein tragendes didaktisches Konzept für den Mathematikunterricht — erläutert an Beispielen aus den Sekundarstufen. In: Helmut Postel, Arnold Kirsch und Werner Blum (Hrsg.): Mathematik lehren und lernen. Festschrift für Heinz Griesel. Hannover: Schroedel, 48-60
- Bruns, Martin, Frank Förster, Wilfried Hergel, Horst Hischer, Henning Körner, Manfred Pruzina, Bernard Winkelmann & Klaus P. Wolff (1994):** Stellungnahme zur Forde-

rung des "Fakultätentages Informatik", Informatik als obligatorisches Fach in der Sekundarstufe II einzurichten. In: Hischer 1994a, 162-164

Claus, Volker (1980): Was ist Informatik und Abgrenzungen zur Mathematik. In: Willibald Dörfler & Helmut Schauer (Hrsg.): Wechselwirkungen zwischen Informatik und Mathematik. München & Wien: Oldenbourg, 40-77

Dörfler, Willibald (1984): Fundamentale Ideen der Informatik und Mathematikunterricht. In: ÖMG-Didaktikreihe 10, 19-40

Fakultätentag 'Informatik' (1993): Empfehlungen zum Schulfach Informatik (Sek. II) und zur Ausbildung von Informatik-Lehrkräften. Passau: Universität, Prof. Dr. F. Brandenburg, Fakultät Mathematik und Informatik, 94030 Passau

Gesellschaft für Informatik (1993): GI-Empfehlungen für das Fach Informatik in der Sekundarstufe II allgemeinbildender Schulen. In: Log in 13, Heft 3, Beilage

Gunzenhäuser, Rul (1982): Bildungs- und Richtziele des Informatikunterrichts. In: Log in 2, Heft 4, 61-62

Hergel, Wilfried (1994): Ziele und Inhalte des Informatik-Unterrichts — zum Vergleich. In: Hischer 1994a, 28-40

Hischer, Horst (1994): Mathematikunterricht und Computer. Ein Überblick & Perspektiven. In: Mathematik in der Schule 32, 321-332 & 385-397

Hischer, Horst (Hrsg.) (1994a): Mathematikunterricht und Computer. Neue Ziele oder neue Wege zu alten Zielen? Hildesheim: Franzbecker

Knöß, Petra (1989): Fundamentale Ideen der Informatik im Mathematikunterricht. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag

Krummheuer, Götz (1989): Die menschliche Seite am Computer. Studien zum gewohnheits-mäßigen Umgang mit Computern im Unterricht. Weinheim: Deutscher Studien Verlag

Löthe, Herbert (1992): Was "trivialisieren", was "komplizieren" informatische Methoden in der Schulmathematik? In: Horst Hischer (Hrsg.) (1992): Mathematikunterricht im Umbruch? Hildesheim: Franzbecker, 21-24

Mehrtens, Herbert (1990): Moderne Sprache Mathematik. Frankfurt: Suhrkamp

Modrow, Eckart (1991 & 1992): Zur Didaktik des Informatik-Unterrichts. 2 Bände. Bonn: Dümmler

Schreiber, Alfred (1983): Bemerkungen zur Rolle universeller Ideen im mathematischen Denken. In: mathematica didactica 6, 65-76

Schwill, Andreas (1993): Fundamentale Ideen der Informatik. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 25, 20-31

Schwill, Andreas (1995): Fundamentale Ideen: Eine Studie zur Methodologie der Informatik. Paderborn: Manuskript

Simon, Herbert (1969): The Sciences of the Artificial. Cambridge, Mass.: MIT Press

Weigand, Hans-Georg (1993): Überlegungen zum Verhältnis von Mathematik- und Informatikunterricht. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 46, 428-432

Eine **vergleichbare Reduzierung** ist uns, in relativ etwas geringerem Umfang, aus der **Mathematik-Didaktik** der Sekundarstufen, insbesondere der Oberstufe, eigentlich wohl bekannt, wird aber von den meisten Didaktikern und Lehrern offenbar nicht als Mangel empfunden. Jedenfalls hat z.B. die Analyse von Andelfinger (1990) des dürftigen Erfolgs unseres Analysis-Unterrichts oder das schwache Abschneiden von Studien-Anfängern (= frischen Abiturienten) bei einschlägigen Tests nie irgendwelche spürbaren Auswirkungen gehabt. — In ähnlicher Weise scheint die Didaktik der Wissenschaft **'Informatik'** (die hier von einer allgemeineren Didaktik und Pädagogik zum Computer in der Schule unterschieden werden muß) keine Ader für Forschungs-Ergebnisse zum Verhalten von Schülern am Computer wie z.B. die von Krummheuer (1989) zu haben. Dessen Untersuchungen bezogen sich ja 'nur' auf Hauptschüler, die in Basic programmieren sollten, und sind schon über fünf Jahre alt, stammen also aus der informatischen und informatik-didaktischen Steinzeit.

2.6 Hoher intellektueller Anspruch

Wenn denn wirklich mit der Praktischen oder gar der Theoretischen Informatik mit einem gewissen Anspruch an Theorie und Systematik Ernst gemacht werden soll, dann ist nach meiner Meinung die **Mehrzahl auch der Oberstufen-Schüler überfordert wegen**

- der Abstraktheit der Begriffe;
- dem Zwang zum exakten Formulieren auf verschiedenen Sprach-Ebenen und zum Formalismus, der in der Mathematik weniger ausgeprägt ist;
- der Anwendungs-Ferne;
- der schwierigen und abstrakten Struktur- und Grundlagen-Mathematik, die für diese Behandlung Voraussetzung ist.

Man studiere einmal den **Katalog mathematischer Inhalte**, der nach Baumann (1990) für den Informatik-Unterricht bereitgestellt werden müßte: Das geht von Aussagen- und Prädikaten-Logik über Kalküle, formale Sprachen und Automaten bis zu Grundlagen-Fragen wie Entscheidbarkeit und Berechenbarkeit. Wie aus der Zeit der Neuen Mathematik bekannt sein sollte, ist die allgemeinbildende Schule mit solchen Inhalten bei weitem überfordert. Aber auch schon der Ordnungskalkül für Effizienz-Analysen setzt einiges an Mathematik voraus und stellt solche Informatik-Studenten, die der Mathematik lieber aus dem Weg gehen möchten, und erst recht allgemein zu bildende Schüler, vor erhebliche Verstehens-Probleme.

Es ist m.E. ein **Trugschluß, daß die Existenz des Computers** diese Abstraktheit und Unzugänglichkeit mildern und **die Informatik als Wissenschaft anschaulich und handgreiflich machen würde**. Dieses Argument trifft vielleicht auf einen konkreten Algorithmus zu, den man, etwa in Basic, Pascal, Logo oder Prolog, programmiert und dessen Ablauf man verfolgt. Aber über solche Aktivitäten möchte doch die neuere Informatik-Didaktik weit hinausgelangen. Sie lehnt sich an die moderne Informatik an, die sich zum konkreten Computer ähnlich wie die axiomatische euklidische Geometrie zum konkreten Anschauungsraum verhält, die zwar als dessen Modell konzipiert ist, sich aber völlig unabhängig von diesem gemacht hat.

Es ist nun einmal **anspruchsvoller** und wohl erst auf der Basis eines gewissen Expertentums möglich, ein sog. "Denkzeug" nicht nur zu benutzen, sondern sich auf die **Meta-Ebene** zu begeben und es selbst zum Objekt des (wissenschaftlichen) Nachdenkens zu machen.

3. Schlußfolgerung und Zusammenfassung

Meiner Meinung nach wird man dem **Anliegen 'der' Informatik**, nämlich daß viele Menschen **ansatzweise** mit ihr vertraut werden, und dem Auftrag der allgemeinbildenden Schule zugleich am ehesten **gerecht**, wenn man

a. **kein eigenes Pflichtfach 'Informatik'** einrichtet, sondern

b. **Informatik unter dem Dach des Fachs 'Mathematik'** betreibt (so auch tendenziell Weigand 1993, Hischer 1994 u.a.), was allerdings ein erheblich weiteres Verständnis von dieser voraussetzt als die (von Erich C. Wittmann so genannte) "kleine Mathematik" (der Universitäts-Mathematiker), übrigens nicht nur auf die Informatik bezogen. Es ist zu prüfen, welche Inhalte in den Mathematik-Unterricht aufgenommen werden können und sollen, und diese sind dann dort, so weit nötig und möglich, mit zu lehren. Dabei geht es wohl vor allem um die Praktische und am wenigsten um die Technische Informatik. Zu denken wäre hier an den Komplex 'Suchen und Sortieren', der ja beliebig vertieft werden kann.

Wichtig wäre mir dabei auch eine **inhaltliche Konvergenz**, um der manchmal zwanghaft wirkenden Distanzierung von der Mathematik entgegenzuwirken. Kleines Beispiel: Die Konzepte 'Liste', 'Stapel', 'Schlange' als abstrakte Datentypen hätte ich seinerzeit viel leichter kapiert, wenn mir gleich klar gewesen wäre, daß es sich, entfernt einem Weiteinsatzraum ähnelnd, um die Menge aller punktierten endlichen Folgen (auf einer i.w. beliebigen Objekt-Klasse) und gewissen simplen Operationen auf dieser Menge handelt.

Gerade in einer **ständigen Bezogenheit auf die Mathematik** (und m.E. **nur** so) könnte die Kern-Informatik ihren Beitrag zur Allgemeinbildung leisten.

Die Einbindung in das Schulfach 'Mathematik' würde dem Informatik-Unterricht auch deswegen **guttun**, weil er dann nicht mehr der rapiden Entwicklung in der Fach-Informatik hinterherhecheln würde, weil er es nicht mehr könnte. Der allzu häufige Paradigmen-Wechsel in einem Schulfach ist nämlich dessen allgemeinbildenden Charakter trivialerweise abträglich. Außerdem: Selbst wenn man immer auf dem neuesten Stand ist, ist man immer weit hinter dem Stand, über den die Schüler bei Eintritt in den Beruf Jahre später verfügen müßten (wenn denn Informatik-Wissen i.e.S. für ihren Beruf erforderlich sein sollte, was ja schon heute die Ausnahme ist). Schließlich müßte man nicht mehr permanent mit veralteten Schulbüchern arbeiten.

c. jedem Sekundarstufen-**Mathematik-Lehrer** im Rahmen seines Mathematik-Studiums eine **informatische Grund-Ausbildung** angedeihen läßt, in der insbesondere auch der wissen-

2.4 Problem-Lösen ohne und mit Computer

Allerdings geht es 'der' Informatik-Didaktik nicht nur darum, im Unterricht mit den Schülern 'informatische' Probleme zu lösen, sondern die Schüler auch das Problem-Lösen zu lehren, zumindest Problem-Lösen mit dem Computer. Ein Transfer auf **allgemeine Problemlöse-Fähigkeiten**, sozusagen für das tägliche Leben in der Gesellschaft, scheint dabei eher unter-schwellig unterstellt zu werden. — Tatsächlich sind mir aus der allgemeinen pädagogisch-di-daktischen Forschung keine breiten, dauerhaften Transfer-Erfolge bekannt. Das liegt natürlich auch daran, daß familiäre, berufliche, psychische usw. — aber auch fachliche Probleme im Beruf — anders, komplexer, vager strukturiert sind und eine konkrete Strategie wie 'Teile und herrsche' nicht nur (über triviale Effekte hinaus) dort oft nichts nützt, sondern durchaus auch schaden kann.

Auch für viele Mathematik-Didaktiker ist Problem-Lösen ein zentrales Paradigma. Z.B. sind m.W. in Kanada 10% des Mathematik-Unterrichts dem 'problem solving' vorbehalten (was im angelsächsischen Sprachraum etwas schlichter auch als 'Aufgaben-Lösen' zu verste-hen ist). Kritisch schätze ich dieses Paradigma immer dann ein, wenn ihm ein Gegensatz zu Aktivitäten wie Begriffs-Bildung oder Regel-Lernen zugrundeliegt, wie diese erwähnte Fest-schreibung eines eigenen Zeit-Anteils in Kanada vermuten läßt. Für mich ist **der Umgang mit Begriffen und Regeln (= Problem-Lösen) ein essentieller Bestandteil des Lernens von Begriffen** und Regeln. Wenn nun das Begriffs- und Regel-Lernen im Mathematik-Unterricht auf das Lernen von Definitionen und auf vordergründige, ohne Verständnis auszuführende Kalküle reduziert ist, dann hilft ein Aufpropfen separater Problemlöse-Aktivitäten m.E. auch nicht mehr viel.

Allerdings geht es beim Problem-Lösen ja auch um das Erlernen **autonomer heuristischer Strategien**. — Ein Arthur Engel kann wohl die Mathematik-Olympiade-Mannschaft in mona-telangem Training zu Meister-Leistungen im Lösen mathematischer Probleme mit Strategien zur Lösung mathematischer Probleme bringen. Aber bei der Mehrheit der allgemein zu bil-denden Schüler fehlen die Voraussetzungen dafür in jeder Beziehung (umfangreiches Basis-Wissen, verfügbare Zeit, empfundene Relevanz, Fähigkeit zur Meta-Kognition, extraordinärer Lehrer).

Womöglich ist ein Kern-Motiv für so manche Publikation zum Problem-Lösen doch die Dar-stellung einer schwierigen, anwendungs-fernen (daher nicht in die Didaktik des anwendungs-orientierten Mathematik-Unterrichts passenden), rein mathematischen Fragestellung, die der Autor in irgendeiner Form als reizvoll empfindet. Nach meinem Verständnis ist auch eine sol-che Arbeit eine genuin didaktische, weil der Unterricht (wenigstens indirekt) von ihr profitie-ren kann, auch wenn sie realitätsfernerweise nicht für eine Umsetzung bei der breiten Mehrheit der Schüler gedacht ist. Außerdem finde ich nichts Anrüchliches dabei, Kollegen, Studenten, guten Schülern oder hin und wieder einer ganzen Klasse eine mehr oder weniger raffinierte **mathematisch-informatisch-denksportliche Aufgabe** vorzulegen. Nur: ein wesentlicher Legitimations-Grund für ein Schulfach erwächst m.E. aus solchen Aktivitäten nicht.

Ich habe diese **Diskussion** jetzt bewußt **innerhalb der herkömmlichen Mathematik-Didaktik** geführt, um deutlich zu machen, daß die Schwierigkeiten, die ich sehe, nicht informatik-didaktik-spezifisch sind und daß die Mathematik-Didaktik hier nicht als legitimates Vorbild geeignet ist. Das Lösen informatischer Probleme mit Strategien zur Lösung informa-tischer Probleme mag eine zentrale Aktivität des Informatik-Unterrichts sein. Es trägt aber **wenig zur Rechtfertigung** für diesen Unterricht oder gar für ein eige-nes Schulfach bei.

Natürlich hat **der Computer** z.T. einschneidende Wirkungen auf das Problem-Lösen. So manches Problem wird durch ihn leichter bis trivial (z.B. jedes Schach-Problem) und verliert dadurch den Problem-Charakter (wenn man sich nur für die Abfolge der Züge und nicht für die Ästhetik und den Tiefgang der Konstruktion interessiert). Der Problem-Charakter entsteht dann an einer anderen Stelle, nämlich wenn das **Lösungs-Programm** selbständig erstellt wer-den soll (wenn man dies denn möchte). Solche Programmier-Aufgaben besitzen einen **Werks-Charakter** und haben den **Vorzug** (bzw. man kann sie — vielleicht nicht gerade beim Schach-Computer — so gestalten), daß sie begrifflich nicht allzu anspruchsvoll sind. Sie könnten das eine oder andere mathematische Thema abrunden und teilweise die m.E. unent-behrliche Funktion der Aufgaben-Plantagen alten Stils übernehmen: den schwächeren Schü-lern Erfolge und den stärkeren etwas Muße verschaffen. Außerdem könnten sie mit ihrem Werks-Charakter wirklich, wenigstens entfernt, als Vorlagen für außer-schulische Tätigkeiten dienen und gewisse Haltungen mit ausprägen helfen wie 'nicht gleich aufgeben', 'eine Sache abschließen', 'das Verhältnis von Aufwand und Ertrag beachten', 'gegebenenfalls eine (u.U. menschliche) Autorität befragen' usw. (um einmal einige weniger spektakuläre bzw. populäre zu nennen). Man beachte aber ihren letztlich unverbindlichen, reduzierten und idealisierten Charakter im Gegensatz zu einer beruflichen Tätigkeit.

Für einen dezidierten Informatik-Unterricht sind solche Programmier-Aktivitäten natür-lich **unzureichend**. Mit ihnen soll aber auch gar nicht der Anspruch erhoben werden, diesen zu begründen oder auszufüllen. Im Gegenteil: Sie passen bequem in den Mathematik-Unter-richt und könnten außerdem zu dessen Verbesserung beitragen. — Der Werks-Charakter des Problem-Lösens wird zwar vom Computer (übrigens durchaus auch in Form von Anwender-Software) gut unterstützt; auf genuin informatische Inhalte kommt es dabei nicht an.

2.5 Fehlende Hinwendung zu Didaktik und Pädagogik

Die Betonung des Problemlöse-Paradigmas in Mathematik- und Informatik-Didaktik und -Unterricht steht für mich in einer engen Korrelation zu deren übertriebener Fach-Orientiert-heit. Bei vielen informatik-didaktischen (i.w.S.) Verlautbarungen **fehlt mir eine echte Hin-wendung zur Didaktik, zur Pädagogik, zu 'den' Schülern**. Stattdessen wird immer wieder vom Fach aus argumentiert. Da kommen **die** Schüler zwar vor; denn es sind ja sie, an die die informatischen Inhalte herangetragen werden sollen. Aber man hat bei vielen Vorschlägen den Eindruck, daß für die Autoren die Schüler (potentielle) Informatik-Studenten sind und di-daktische Probleme sich daher nicht stellen. Diesen Eindruck hatte ich z.B. auch bei den bei-denden mir in vielen Grund-Aussagen sympathischen Bänden "Zur Didaktik des Informatik-Un-terrichts" von Modrow (1991 & 1992), die immerhin an einem realen Unterricht erwachsen sind.

Körperungen solcher mathematischer Ideen, Konzepte bzw. Strategien dar. — Angesichts dieser engen Verwandtschaft fragt sich natürlich, **wieso** in der allgemeinbildenden Schule **zwei Fächer** erforderlich sein sollen, in denen diese Ideen zum Tragen kommen.

Wie Schwill auf der Tagung erläutert hat, muß man beachten, daß die **"fundamentalen" Ideen** von anderem wissenschafts- und erkenntnis-theoretischen Charakter als die "universellen" Ideen sind. Während diese einen Meta-Status haben und das Mathematik-Treiben lediglich durchwirken, sind jene **selbst Objekte der Wissenschaft (Informatik)**: Sie werden dort — pauschal gesprochen — definiert, studiert, optimiert.

Die mit dieser Behandlung verbundene Präzisierung und Formalisierung stellt natürlich eine **Reduktion des Wesens von Ideen** (im Sinne Schreibers) dar, sogar dann, wenn diese sich auf die Formal-Wissenschaft 'Mathematik' richten. Solche Reduktionen wiederum sind charakteristisch, ja: konstituierend, für die Wissenschaft 'Informatik'.

Für mich sind die "fundamentalen" Ideen i.w. informatische Sichtweisen bzw. informatische inhaltliche Verkörperungen von "universellen" Ideen der Mathematik. — Um sie zu berücksichtigen, erscheint mir kein separates Schulfach erforderlich; im Gegenteil: Gerade in der **Zusammenschau** oder — wie ich es sehe — im **Studium der "universellen" Ideen unter Berücksichtigung auch der informatischen Facette** wird man dem "universellen" und "fundamentalen" Charakter dieser Ideen am ehesten gerecht.

Entscheidend ist jedoch, daß die **"universellen" Ideen nicht für eine systematische unterrichtliche Behandlung** vorgesehen sind. Vielmehr sollte der Lehrer sich ihrer bewußt sein und sie im Unterricht wirksam werden lassen, wobei langfristig auch eine ansatzweise Explizierung und Diskussion nicht ausgeschlossen ist. — Ganz anders die Rolle der **"fundamentalen" Ideen**: Diese müßten **selbst die Inhalte** eines ernst gemeinten Informatik-Unterrichts sein. — Wegen

- ihres **epistemologisch sekundären** Charakters (Ideen, Konzepte, Strategien sind jetzt Objekte);
- der Gefahr der **Verwechslung mit heuristischen Strategien und didaktischen Konzepten** (aufgrund der äußerlichen Ähnlichkeit);
- des **hohen formalen Anspruchs**

wäre nach meinem Dafürhalten die allgemeinbildende Schule dabei aber erheblich überfordert. (In diesen Schwierigkeiten gründen sämtliche der in den folgenden Abschnitten 2.3 bis 2.6 diskutierten Probleme.)

Natürlich ist nicht jedes Stichwort des Schwillischen Katalogs in gleicher Weise von diesen Einwänden betroffen. Außerdem kann selbstverständlich auch einmal eine **genuin informatische Behandlung von Begriffen** wie "Algorithmus", "Teamwork" oder "Sprache" angegangen werden. — Mit diesen Relativierungen läßt sich aber noch kein eigenes Pflichtfach in der allgemeinbildenden Schule legitimieren; und: dem aktuellen (Wahl-) Informatik-Unterricht

ginge dabei einiges von seinem harmlosen Image verloren. Denn: im realen Informatik-Unterricht haben die "fundamentalen" Ideen (schon aus Gründen der Zugänglichkeit) ja doch lediglich den Charakter von Strategien, Vorgehensweisen, Programmiersprachen-Elementen bzw. Verkörperungen von "universellen" Ideen.

In einer früheren Diskussion zu diesem Komplex wurde mir entgegengehalten, daß man doch keinen Gegensatz zwischen den Fächern aufbauen sollte, indem man Ideen für ein Fach (gemeint war die Mathematik) reklamiert. Diese Kritik stellt die Tatsachen insofern auf den Kopf, als es eher Anhänger eines eigenständigen Schulfachs 'Informatik' sind, die nichts davon wissen wollen, daß 'ihre' fundamentalen Ideen in der Mathematik schon lange wirksam sind. Selbst wenn man hierbei den **Grundlagen-Charakter der Mathematik** für die Informatik bestreitet, so kommt man nicht an ihrem **historischen Primat** vorbei, auch und gerade dann nicht, wenn man die Geschichte der Informatik bei Leibniz oder bei den Babyloniern anfangen läßt.

2.3 Die epistemologisch sekundäre Rolle der Informatik

Wenngleich der Informatik in ihrer **praktischen Bedeutung eine universalistische Tendenz** wie der Mathematik, und übrigens vielen anderen Fächern auch, innewohnt, so ist ihre **epistemologische Rolle als Grundlagen-Fach eine ganz andere**: Wenn der forschende Mediziner bei seinen Tests das 5%-Signifikanz-Niveau, der Bank-Kaufmann bei den Darlehens-Bedingungen den effektiven Zinssatz von 14,72%, der Astronom die jährliche Verschiebung der Äquinoktien um 50 Bogensekunden verstehen will, muß er neben seinem Fach die zugrundeliegende Mathematik verstehen. Denn diese ist Teil jener Begriffe. (Die Tatsache, daß deswegen so mancher sog. Experte seine Begrifflichkeit doch nicht versteht und trotzdem als Experte gilt, ist schlimm genug, berührt aber nicht den **Bildungs-Aspekt**.) Dagegen muß die involvierte Informatik nicht verstanden werden, für sie insgesamt ist ihre eigene Black-Box-Metapher häufig gerade angemessen. Natürlich gibt es einen noch viel höheren Grad des Verstehens, wo dann numerische, und eventuell auch informatische Gesichtspunkte einbezogen werden. Diesen braucht der Fach-Experte aber i.a. nicht zu erreichen, wenn es sich nicht gerade um ein numerik- oder informatik-orientiertes Gebiet wie die System-Theorie handelt.

Diese **epistemologisch sekundäre** — keineswegs zweitrangige! — **Rolle der Informatik** in Wissenschaft, Technik und Gesellschaft spiegelt sich in praktischen und prinzipiellen Schwierigkeiten eines genuinen Informatik-Unterrichts wieder, jedenfalls wenn man mit Claus (1980) "die Unterschiede zwischen Informatik und Mathematik ... im wesentlichen in den Anforderungen der Praktischen Informatik begründet" (S.66) sieht und akzeptiert, daß deren Paradigmen 'Sprache', "algorithmisches Denken und strukturiertes Vorgehen ... erst bei Problemen ab einer gewissen Größenordnung Bedeutung" (S.62) erlangen. Diese Erfordernisse von Komplexität der zu bearbeitenden Probleme **relativiert den allgemeinbildenden Charakter** und die Zugänglichkeit der informatisch akzentuierten Ideen und Inhalte (abgesehen von kognitiven Schwierigkeiten im Umfeld von Begriffen wie Rekursion; s. Bender 1988). **Solche** Probleme (wie z.B. aus den Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik 1993, S. VIIIff) gehören eher in die Berufsausbildung.

zuweist. — Wenn sehr viele Kollegen in den Fächern dem Computer nach wie vor skeptisch gegenüberstehen, so liegt das nicht nur an ihrer eigenen "vorsinflutlichen" (sprich: computerlosen) Ausbildung und an ihrer Ignoranz, sondern auch daran, daß der Computer i.a. an den grundlegenden Ideen, Begriffen und Methoden keinen konstituierenden Anteil hat (unbeschadet der Tatsache, daß er für weite Teile moderner Forschung als Hilfsmittel unersetzlich ist). — Hier stelle ich einen erkenntnistheoretischen Sachverhalt fest, der keiner historischen Entwicklung unterworfen ist.

Man muß dies nicht so sehen wie ich. Wenn man z.B., wie Simon (1969), den Menschen als **informations-verarbeitendes Wesen definiert, dann spielt der Computer doch früh eine essenzielle Rolle**, hier: in der Kognitions-Theorie. Ob man solche Ansätze als reduktionistisch einschätzt wie ich oder nicht; ihr Studium und ihre Würdigung würden in jedem Fall wiederum eine für die allgemeinbildende Schule viel zu umfangreiche computer-unabhängige (und natürlich auch computer-bezogene) Vor-Bildung erfordern.

2. Informatik-Didaktik und -Unterricht gegenüber Mathematik-Didaktik und -Unterricht.

2.1 Zwischen Anreicherung des Mathematik-Unterrichts und Emanzipation vom Mathematik-Unterricht

Infolge der Akzentuierung ihres fach-orientierten Kerns kann die **Informatik-Didaktik einer Auseinandersetzung mit der Schul-Mathematik** nicht aus dem Weg gehen, zumal nur diese in Frage kommt, wenn aus den Rippen des Kanons der Schulfächer Stunden für ein neues Pflichtfach geschnitten werden müßten. Dabei befindet sich die Informatik-Didaktik auf einer dauernden Grat-Wanderung zwischen Anlehnung an die Mathematik und ihre Didaktik und Absetzung von diesen. Die Anlehnung ist das Ergebnis der derzeit verbreiteten Personal-Union bei den Vertretern der beiden Fächer in der Schule, der historisch späten Ablösung der Informatik von der Mathematik und beider Ähnlichkeit in Forschungs-Inhalten, -Methoden und -Anwendungen als Wissenschaften von den abstrakten Strukturen und als Bezugs-Wissenschaften für viele andere. Die Schul-Mathematik mit ihrer scheinbar unantastbaren Existenz-Berechtigung, ihren scheinbar selbstverständlichen, oft fach-orientierten Arbeits-Paradigmen und ihren offensichtlichen Schwächen, was den Erfolg bei den Schülern und **sichtbare Relevanz** betrifft, erhält hierdurch die Stellung einer großen Schwester, der man naheheft und von der man sich zugleich emanzipieren muß

Diese **Emanzipation gelang weder um 1970**, als man sich in Informatik-Didaktik und -Unterricht mit den damals schon nicht mehr zentralen Fragen von Hardware und Boolescher Algebra befaßte, **noch um 1980**, als man (etwa aus dem Ziel-Katalog von Gunzenhäuser 1982) vor allem auf die "Vertrautheit mit Algorithmen und ihrer Programmierung" setzte. Unbeschadet der Behandlung auch nicht-klassischer Themen wie 'Suchen und Sortieren', 'Turm von Hanoi', 'Räuber-Beute-Systeme' u.ä. war offenbar, daß die einschlägigen Ziele und Inhalte wie Problem-Lösen, Modell-Bilden und ein wenig Programmieren eigentlich im Mathematik-Unterricht gut aufgehoben waren.

Es wurde zwar vielfach die Anreicherung des Mathematik-Unterrichts mit informatisch ausgerichteten Zielen und Ideen angeregt (Beck 1980, Dörfler 1984, Knöß 1989 und immer wieder der Löthe, z.B. 1992, u.v.a.); **in der Schul-Mathematik bewegte sich jedoch in dieser Richtung so gut wie nichts**.

Diese Schwerfälligkeit kommt der Forderung nach einem eigenständigen Pflichtfach 'Informatik' sehr entgegen, zumal die Anbindung an den Mathematik-Unterricht ja nicht dem Selbst-Verständnis 'der' Informatik und ihrer Didaktik entspricht. Trotz der Etablierung der **Informatik** als eigene Universitäts-Wissenschaft (zu der womöglich eine ähnliche Schwerfälligkeit des Universitäts-Fachs 'Mathematik' beigetragen hat) sehe ich inhaltlich nach wie vor ganz **enge Bezüge zwischen ihr und der Mathematik**. Ob jemand Navier-Stokes-Gleichungen, stochastische Prozesse oder Sortier-Algorithmen studiert, — er betreibt, aus meiner Sicht, jedesmal angewandte Mathematik.

2.2 Universelle Ideen der Mathematik und der Informatik

Erst recht mit ihrem allgemeinbildenden Kern wäre die Informatik nach wie vor im Mathematik-Unterricht gut aufgehoben. Zur Fundierung dieser Behauptung möchte ich einmal den weit aufgefächerten, hierarchisch strukturierten Katalog "fundamentaler Ideen" analysieren, mit dem Schwill (1993, 1995) in verdienstvoller Explizitheit mögliche Inhalte eines Schulfachs 'Informatik' umrissen hat. Hergel (1994) ist bereits auf einige Stärken und Schwächen dieses Katalogs eingegangen. — Meinem eigenen didaktischen Hintergrund entsprechend halte ich mich für die folgenden Überlegungen an Schreibers richtungsweisende Arbeit (1983) und lege die dort entwickelten Kriterien für **universelle Ideen** der Mathematik

- 'Weite' (logische Allgemeinheit),
- 'Fülle' (vielfältige Verkörperung inner- und außerhalb einer Disziplin) und
- 'Sinn' (Verankerung in der Lebenswelt),

sowie seinen Ideen-Katalog zugrunde. (Im folgenden bezeichne ich die Ideen, die dem Schreiberschen Konzept entstammen, als "universell" und die aus dem Schwillischen Ansatz als "fundamental" (beidesmal mit Anführungszeichen).)

Viele wohlbekanntere "universelle" Ideen der Mathematik (Algorithmus, Iteration/Rekursion, Reduktion, Modularität, Repräsentation, Optimalität, Charakterisierung (in Form von Orthogonalisierung und Vollständigkeit) usw.) finden sich da als "fundamentale" Ideen der Informatik wieder. Insbesondere auch die drei "fundamentalen" Master-Ideen

- Algorithmisierung,
- strukturierte Zerlegung,
- Sprache

und zahlreiche weitere "fundamentale" Ideen sind entweder sowieso fundamentale **Konzepte der reinen und der angewandten Mathematik**, oder aber sie stellen **informatische Ver-**

matik distanzieren möchte, sondern dabei die 'dynamisch' und 'schüler-freundlich' gesehenen Anteile (gemeint ist etwa der algorithmische Wesenszug der Mathematik) gerne mitnahme. Zurück bliebe dann ein Mathematik-Unterricht, der für 'langweilige', abstrakte, formale Struktur-Mathematik mit öden Definitionen, Sätzen und Beweisen zuständig wäre, während die interessanten Aktivitäten, nämlich Anwendungen, Projekte, dynamische Vorgehensweisen, Selbst-Tätigkeit der Schüler usw., im Informatik-Unterricht stattfänden. Die Relevanz einer solchen Rest-Mathematik wäre wohl kaum einem Schüler noch vernmittelbar.

Einem solchen Szenario liegt m.E. ein doppeltes Fehl-Verständnis von der Eigenart der Informatik und ihres Verhältnisses zu den Fächern, insbesondere der Mathematik, zugrunde: Gerade weil der Zugang zum **Computer** heutzutage, zumindest ab den höheren Klassen der Sekundarstufe I, eine Selbstverständlichkeit sein könnte, bedarf der Umgang mit ihm **nicht automatisch eines eigenständigen Curriculums**, gar eines Informatik-Unterrichts. Vielmehr könnte der Computer ohne großartige informatische Thematisierung in den Fächern an geeigneten Stellen eingesetzt werden, — in der Mathematik mehr, z.B. für die Erstellung eines lauf-fähigen Programms zum Heron-Algorithmus, — in den meisten anderen Fächern weniger. — Umgekehrt macht ein eigenständiger Umgang mit dem Computer, vor allem wenn der Akzent auf dem Programmieren liegt, **noch lange nicht Informatik-Unterricht** aus. Das Eindringen in die Informatik ist ebenfalls mit einer durchaus tieflegenden und anstrengenden Begrifflichkeit verbunden (die ich persönlich in enger Beziehung zur Mathematik sehe). — Das Verhältnis zum Mathematik-Unterricht ist wohl eine der Grundfragen der Informatik-Didaktik. Diese werde ich in Abschnitt 2 erörtern. Zuvor möchte ich jedoch noch auf die Problematik der ITG und auf die Beziehungen zu anderen Fächern eingehen.

1.2 Defizite einer ITG

Um noch einmal das Rechtfertigungs-Argument vom Anfang aufzunehmen: Dem Gymnasium z.B. würde es keineswegs schaden, wenn es sich intensiver mit **aktuellen technischen, gesellschaftlichen, ökonomischen usw. Problemen** im Makro-, sowie im Mikro-Bereich beschäftigen würde. Dabei müßte natürlich auch die Rolle des Computers zur Sprache kommen.

Viele Analysen zu "Chancen, Grenzen und Mißbrauch des Computers" und "Auswirkungen des Computers auf ..." kranken jedoch daran, daß sie **wesentliche gesellschaftliche Einfluß-Größen** (auch in ihrer historischen Entwicklung) ausblenden und sich auf die (aktuellen) technologischen Aspekte konzentrieren. Bei der Transfomierung in die allgemeinbildende Schule bleibt dann erst recht die Tatsache auf der Strecke, daß **'die' Schüler i.a. viel zu wenig über die gesellschaftlichen Zusammenhänge bzw. das jeweilige Gebiet wissen**, als daß sie Chancen, Grenzen, Mißbrauchs-Möglichkeiten und überhaupt Auswirkungen des Computers auf dieses Gebiet angemessen einordnen könnten.

Diese Defizite können **nicht abgebaut werden, indem man "die wichtigsten Leitideen** zur Strukturierung, Spezifizierung, Algorithmisierung und Realisierung vermittelt ..., wie sie bei der Problemlösung mit Methoden **der Informatik** typisch sind ..., angereichert um konstruktive und verifizierende Vorgehensweisen" (worauf der Fakultätentag Informatik' (1993) i.w.

seine Forderung nach einem Pflichtfach 'Informatik' in der Sekundarstufe II gründet). Mit dieser Stellungnahme hat sich unser Arbeitskreis kritisch auseinandergesetzt (Bruns u.a. 1994). Ich möchte jetzt nur feststellen: Zunächst einmal ist eine gründliche Beschäftigung mit den gesellschaftlichen, ökonomischen, ökologischen usw. **Gebieten selbst** vonnöten. Einem Gegenstand wie 'Reisebüro' oder gar 'Bank' wird man nicht gerecht, indem man ihn auf Buchungen und Datei-Verwaltung mit dem Computer reduziert und diese im Unterricht nachspielt oder sich mit abstrakten Datentypen befleißt, um Warteschlangen zu programmieren und simulieren!

Ich begriffe den Einbezug der Lebens- und Arbeitswelt in die allgemeinbildende Schule und würde diese gern als Fach institutionalisiert sehen, **eine Art Sach-Unterricht** mit einer technischen und einer gesellschaftlichen (i.w.S.) Komponente vom 1. bis zum 13. Schuljahr, grob vergleichbar dem polytechnischen Unterricht in der alten DDR. Der Computer kann für eine solche Etablierung Katalysator sein, meinetwegen auch mediale Klammer, aber als Lieferant der Sach-Struktur ist er sekundär. In diesem Sinn erscheint mir ein eigenes Fach 'Informations-' oder gar 'Informations- und Kommunikations-Technische Grundbildung' (ITG bzw. IKG) im Prinzip verfehlt. Ein solches wäre vielmehr mit gewissen Anteilen eben in diesem Sach-Unterricht und mit anderen Anteilen im Mathematik-Unterricht anzusiedeln (den ich allerdings weiter verstehe als die bloße Beschäftigung mit reiner Mathematik), und würde bei- desmal — in Relation zum Gesamt-Curriculum — eine spürbare, aber doch keine überragende Rolle spielen. Z.B. ist Datenschutz nur eine Facette eines riesigen Komplexes juristischer, ökonomischer, politischer, technischer, philosophischer, efnischer usw. Grundfragen menschlicher Existenz.

1.3 Defizite einer Ansiedlung informatischer Inhalte in den klassischen Fächern außerhalb der Mathematik

Ähnlich sieht es in den **klassischen Schulfächern** aus. Natürlich wird in den zugehörigen Wissenschaften und Künsten der Computer intensiv genutzt und z.B. das (auch chaotische) Verhalten von physikalischen, chemischen, biologischen usw. Systemen untersucht, linguistische Analysen betrieben oder Computer-"Kunst" erzeugt. Aber (und hier widerspreche ich den m.E. gescheiterten allzu naiv wissenschafts-orientierten Ansätzen in den Fach-Didaktiken der 70er Jahre) die **allgemeinbildende Schule** hat nicht den Auftrag, die Schüler an die Front der Forschung heranzuführen oder sie noch mit den exotischsten Teilgebieten vertraut zu machen.

Sie **kann** dies auch gar nicht leisten, weil sie zuerst einmal eine **Art Grund-Ausbildung** bereitstellen muß. Selbstverständlich kann und soll auch dabei der Computer genutzt werden, etwa zum Schreiben, Messen, Auswerten, Simulieren. Aber auch jede dieser Computer-Aktivitäten setzt ihrerseits wiederum eine eigen-händige und -köpfige' Grund-Ausbildung eben im Schreiben, Messen, Auswerten und in dem zu Simulierenden voraus. Es ist dieser zeitliche, manuelle und kognitive Aufwand (den im **Ernstfall** zu ersparen ja gerade die Aufgabe des Computers ist) an überschaubaren Fällen (für die man den Computer i.a. gerade nicht braucht), der Schule über weite Strecken ausmacht und dem Computer eine sekundäre Rolle

In: Horst Hischer & Michael Weiß (Hrsg.): *Fundamentale Ideen — zur Zieldimensionierung eines künftigen Mathematikunterrichts unter Berücksichtigung der Informatik*. Hildesheim: Franzbecker, 8-14

Peter Bender, Paderborn

Wo im Fächer-Kanon der allgemeinbildenden Schule soll die Informatik angesiedelt werden?

1. Informatische Inhalte außerhalb eines mathematisch orientierten Unterrichts

1.1 Meta-Gründe für informatische Inhalte in der allgemeinbildenden Schule

Einer der wichtigsten Rechtfertigungs-Gründe, warum die Schüler in der allgemeinbildenden Schule sich mit dem Computer beschäftigen sollen, ist dessen **Vorhandensein in vielen Lebens-Bereichen** und die Mit-Prägung der post-industriellen Gesellschaft durch seine wichtige technische Rolle in Militär, Wirtschaft, Verwaltung, Technik und Wissenschaft. In den westlichen Ländern (inklusive Japans u.a.) ist der Normal-Bürger an vielen Stellen direkt tangiert: Am Arbeitsplatz sowieso, aber eben auch bei der Strom- oder Gehalts-Abrechnung, Wettervorhersage, Urlaubs-Buchung, Waren-Bestellung, in vielen Geräten für Haushalt, Freizeit usw. Eine gewisse Klientel, meist männliche Akademiker, insbesondere Lehrer i.w.S., nutzt den Computer für Büro-Arbeiten im privaten Bereich: Text-Verarbeitung (Weihnachts-Rundbrief), Datei-Verwaltung (Schallplatten-Sammlung), Rechenblatt (private Buchführung); eine andere Klientel, ebenfalls meist männlich, und im Durchschnitt erheblich jünger, nutzt den Computer für Spiele i.w.S. und z.T. durchaus anspruchsvolle Programmier-Aufgaben.

Dieses alles gilt in entsprechender Form zwar auch für andere moderne Vorrichtungen zur Kommunikation, Fortbewegung, Energie-Umwandlung, Produktion u.v.a.m. — Für diese wird allerdings i.a. nicht gefordert, daß sie in nennenswertem Umfang in der Allgemeinbildung der Schule behandelt werden. — Wodurch zeichnet sich der Computer vor diesen aus? Für Schüler und Lehrer ist mit ihm ein **Umgang wie mit dem Schulfach 'Mathematik'** möglich: inhaltlich stark mathematisch ausgerichtet (auch bei nicht mathematisch gesehenen Problemen), potentiell intellektuell anspruchsvoll, spielerisch, unverbindlich, am Schreibtisch bzw. am Schülertisch mit fast kosten- und lärm-freiem Betrieb.

Man darf nicht die Augen davor verschließen, daß es auch um handfeste **berufs-ständische Interessen** geht. So wie Felix Klein vor knapp hundert Jahren seine Aktivitäten auf den Mathematik-Unterricht gerichtet hat zur Förderung und Stabilisierung des Universitäts-Fachs (nicht in erster Linie Schulfachs!) 'Mathematik', wie Mehrrens (1990) überzeugend dargelegt hat, so empfiehlt nun der Fakultätentag 'Informatik' (1993) die Einrichtung eines Pflichtfachs 'Informatik' (zunächst in der Sekundarstufe II), in der Tendenz unterstützt von einflußreichen Verbänden wie dem VDI oder der GI.

Die wenigsten der vielen Informatiker, insbesondere auch Professoren, die ich kenne, interessieren sich für Didaktik oder gar Pädagogik (was ihr gutes Recht ist), und noch ist das Hochschul-Fach 'Informatik', was Professoren-Stellen und Finanz-Mittel betrifft, in der Expansion begriffen. Aber auch der Arbeitsmarkt für Diplom-Informatiker fängt allmählich an, enger zu

werden. Da stellen **Informatik-Lehramts-Studenten** mittelfristig eine wichtige Klientel dar, mit deren Hilfe Unterlast vermieden wird, wie das in den mathematischen Fachbereichen entsprechend schon immer der Fall ist. Darüber hinaus kann man annehmen, daß ein Pflicht-Schulfach 'Informatik' dem **Image und der Sicherheit des Universitäts-Fachs 'Informatik'** in der Gesellschaft allemal zuträglich ist, selbst (bzw. gerade dann) wenn — wie es bei der Mathematik der Fall ist — ein Großteil der Schüler später als Erwachsene eher negative Assoziationen mit einem solchen Zwangs-Fach verbinden würde. Mit dem derzeitigen Status als wählendes Fach ist ein solcher Zustand wohl nicht zu erreichen, zumal derzeit die Anmelde-Zahlen bundesweit drastisch (auf die Hälfte!) zurückgehen und viele der Schüler sowieso nach dem 11. Schuljahr das Fach 'Informatik' nicht weiter belegen.

Inzwischen hat eben so gut wie jeder Interessent in diesem Alter seinen Computer mit komfortabelster Software zu Hause und bedarf zur Frönung seiner Lust nicht mehr der Geräte und Aktivitäten in der Schule. — Auch die **Informatik unterliegt der Disparatheit eines jeden Schulfachs**: Für die Bedienung der **direkten Schüler-Interessen** ist sie eigenlich nicht erforderlich (und würde bei der Reduzierung darauf auch keinen nennenswerten Bildungs-Ertrag zeitigen). Ordnet sie sich aber dem Bildungs-Auftrag der Schule unter, hat sie vordergründig nicht mehr allzu viel mit diesen **direkten** Schüler-Interessen zu tun.

Dieser fatalistischen Betrachtungsweise scheinen die vielen schönen Vorschläge zum 'Informatik-Unterricht i.w.S. und Berichte über die Realisierung bei ganz gewöhnlichen Schüler-Gruppen zu widersprechen. Da werden **wertvolle pädagogische Prinzipien** wie Projekt-Charakter der Aufgaben, Team-Arbeit und weitgehende Eigen-Tätigkeit der Schüler verwirklicht. Diese sind durchweg hoch-motiviert; und auch die schwächeren erzielen gute Erfolge.

Gegenüber solchen Perlen didaktischen Geschehens schneidet etwa der alltägliche Mathematik-Unterricht mit seinen sattsam bekannten Mängeln auf allen Ebenen naturgemäß sehr schlecht ab. — An dieser Stelle wird nun gerne der Irrtum begangen, für diese so unterschiedlichen Erscheinungsbilder i.w. den Unterrichts-Inhalt (inklusive Computer) verantwortlich zu machen, d.h. unter einem ganzen Bündel von Ursachen eine herauszufiltern und den Einfluß anderer zu ignorieren. Dieser Fehler ist typisch für die pädagogische Forschung, weil deren Gegenstände meist viel komplexer als die anderer Wissenschaften sind, und er tritt offenbar verstärkt auf, wenn es um den Nachweis von Erfolgen beim Einsatz des Computers geht (s. Bender 1987). — Zu beachten wäre dagegen etwa, daß es sich beim Informatik-Unterricht häufig um eine freiwillige Veranstaltung handelt mit **leistungs-fähigen und leistungs-bereiteten Schülern**. Darüber hinaus stellen auch und gerade da, wo Informatik Pflicht-Fach ist, **Lehrer**, die eigene Curricula entwickeln, umsetzen und darüber berichten, doch eine **positive Auslese** dar.

Aber auch eine **inhaltliche Analyse** kann mögliche profane Ursachen für die 'Erfolge' des Informatik-Unterrichts zeitigen. Inwieweit handelt es sich überhaupt um genuine Informatik und nicht um Fach-, speziell Mathematik-Unterricht, angereichert um mehr oder weniger ausgedehnte Programmier-Aktivitäten und vermindert um fach-spezifische begriffliche Tiefe? — Man hat manchmal den Eindruck, daß sich 'die' Informatik-Didaktik nicht nur von der Mathe-