



***Didaktische und methodische Gesichtspunkte zur
Legitimation und Gestaltung von Lehr-/Lernsequenzen zur
Informatik und zum Informatikunterricht***

**(Pro)Seminar an der Universität Potsdam
im Wintersemester 2003**

Marco Thomas

Dieser Begleittext ist zur Benutzung durch die Teilnehmer der Veranstaltung gedacht. Es wird keinerlei Gewähr dafür übernommen, dass der Text frei von Rechten Dritter ist. Der Text, der frei von Rechten Dritter ist, unterliegt dem Copyright ;-)

V1.0

<http://www.informatikdidaktik.de/Lehre/Lehr-Lernsequenzen>

Vorwort

Niemand kann bestreiten, dass Systeme der Informatik in unserer Gesellschaft eine dominante Rolle übernommen haben. Eine Flut von Informationen will verarbeitet werden. Die Denkweisen und Werkzeuge der Informatik haben inzwischen in allen Gebieten von Wissenschaft, Wirtschaft und Technik Eingang gefunden. Die neuen IT-Berufe und der Mangel an qualifizierten Fachkräften erhöhen nicht nur den Ausbildungsbedarf an den Hoch- und Berufsschulen, sondern verstärken die Notwendigkeit einer informatischen Bildung, deren Bezugswissenschaft die Informatik ist.

Nahezu zeitgleich mit dem Einzug der Informatik in die deutsche Hochschullandschaft wurden Anstrengungen unternommen, ein Fach „Informatik“ in das allgemeinbildende Schulwesen zu integrieren. Ausgangspunkt ist zunächst die Erkenntnis auf Bundesebene gewesen, dass Informationstechnik als Produkt der Informatik unsere Gesellschaft massiv verändert und damit informatische Kenntnisse für eine Schulbildung relevant sind. Zur Bewältigung dieser Aufgabe des Bildungswesens besitzt das Unterrichtsfach Informatik eine Schlüsselstellung. Im Informatikunterricht erfahren die Schüler eine Sichtweise der Welt, die durch Verarbeitung von Wissen und Gestaltung informationeller Prozesse charakterisiert ist.

Jede Fachdidaktik entwickelt(e) auf der Basis von empirischen Studien sowie mehr oder weniger geschlossenen Theorien eine eigenständige Struktur, die Verknüpfungen der Fachwissenschaft, der Allgemeinen Didaktik und der gesellschaftlichen Anforderungen bzw. Institutionen bewirkt. Man muss jedoch zugeben, dass zur Zeit inhaltliche, personelle und institutionelle Voraussetzungen fehlen, um gesicherte Aussagen über die Basis aller informatikdidaktischen Bemühungen, die informatische Lehre und Unterrichtspraxis, treffen zu können oder um Inhaltsentscheidungen im Rahmen der Curriculumforschung auf gesicherte, genau definierte Prämissen zu stützen.

Sowohl in der Schule als auch an der Hochschule fehlen häufig didaktisch wohlbegründete und methodisch interessant aufbereitete Sequenzen zu einzelnen Inhalten und Themen der Informatik. In beiden Bildungsinstitutionen überwiegt meist der Frontalunterricht als Sozialform, obwohl andere Arbeitsformen denkbar wären. Bereits als Student, zukünftig als Lehrer oder Dozent, müssen Inhalte zu einem Thema ausgewählt und diese abwechslungsreich dem jeweiligen Klientel vermittelt werden. Die hierzu notwendigen Techniken gilt es kennen zu lernen und auszuprobieren.

In der Auseinandersetzung mit Lehr-/Lernsequenzen zur Informatik und der Diskussion von Kriterien, die eine gute und interessante Sequenz für eine Lehr-/Lernveranstaltung ausmachen können, werden Kenntnisse und Fertigkeiten erworben, die zur didaktischen Auswahl von (informatischen) Inhalten für ein bestimmtes Klientel, zur methodischen Aufbereitung von (informatischen) Themen als Sequenzen unter Verwendung hypermedialer Werkzeuge und zum Arbeiten in Gruppen mittels Groupwaresystemen befähigen.

Dem konkreten informatischen Inhalt kommt hierbei eher eine untergeordnete Rolle zu, so dass sich auch (informatische) Themen anbieten, die in einem regulären Studium nur am Rande besprochen werden können, obgleich ihnen das Interesse der Studenten gewiss wäre.

Potsdam, 15.10.2003

Inhalt (Stand: 14.10.03)

1	Einleitung	1
1.1	Automatisierung geistiger Tätigkeiten	1
1.2	Informatik im Wissenschaftsgefüge	3
1.3	Aufgaben einer Fachdidaktik Informatik	7
1.4	Organisatorisches zur Veranstaltung.....	8
2	Ansätze der allgemeinen Didaktik	10
2.1	Bildung als Leitbegriff	10
2.2	Lernen als Leitbegriff.....	15
2.2.1	Lerntheoretischer Ansatz.....	15
2.2.2	Kybernetischer Ansatz	17
2.3	Interaktion als Leitbegriff.....	17
2.4	Folgerungen zu den Ansätzen der allgemeinen Didaktik.....	19
2.4.1	Lern- und Lehrvoraussetzungen.....	20
2.4.2	Didaktische Gegenstandsanalyse	21
3	Grundsätze der methodischen Gestaltung	25
3.1	Lernpsychologie	25
3.2	Lehr- und Lernmethoden.....	29
3.2.1	Strukturierung von Unterricht und Lehre	29
3.2.2	Arbeitsformen.....	32
3.2.3	Projekte im Informatikunterricht.....	33
3.2.4	Anfangsunterricht in der Schule.....	38
3.2.5	Differenzierung	40
3.3	Unterrichtsmedien	40
3.4	Lernerfolgsüberprüfungen.....	44
3.5	Pattern Language.....	48
3.6	Fragen zur Unterrichtsorganisation	51
4	Sequenzen zur Informatik	053
5	Medien und Arbeitswerkzeuge.....	061
	Literatur	

1 Einleitung

Bevor wir uns den didaktischen und methodischen Fragen zur Gestaltung von Lehren und Lernen im Kontext der Informatik zuwenden, soll zunächst eine Auseinandersetzung mit der Wissenschaft Informatik selbst und ihren Inhalten angeregt werden, da die Wissenschaft noch recht jung ist und eine starke Dynamik aufweist.

Am Ende dieses Kapitels werden wir auf den geplanten Verlauf der Veranstaltung eingehen und einige organisatorische Vereinbarungen treffen.

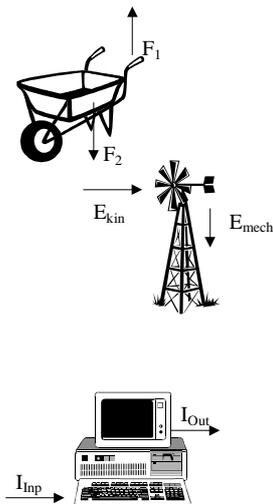
1.1 Automatisierung geistiger Tätigkeiten

Bezüglich der Grundgrößen Energie und Materie war es der Mensch gewohnt, von anderen Lebewesen übertroffen zu werden. Mittels der Konstruktion von kraftumsetzenden Maschinen gelang es schon in den frühen Jahrtausenden der Menschheitsgeschichte „Nachteile“ gegenüber anderen Lebewesen zu reduzieren. Es folgten, insbesondere mit Beginn der industriellen Revolutionen im 19. Jahrhundert, Konstruktionen von faszinierenden und teilweise erschreckend wirkenden Maschinen, mit denen zahlreiche Formen von Materie und Energie verarbeitet werden konnten. Die ersten industriellen Revolutionen führten zu gravierenden Veränderungen in der Arbeitswelt und einer Reduktion von Arbeitsplätzen in einem nie zuvor erlebten Ausmaß.

Seit der Mitte des 20igsten Jahrhunderts werden nicht nur körperliche, sondern zunehmend auch geistige Tätigkeiten des Menschen von Maschinen geleistet. Mit der Entwicklung von Computern in den 30iger und 40iger Jahren des 20igsten Jahrhunderts durch Arbeiten von Konrad Zuse (Deutschland, ab ca. 1936), Howard Aiken (USA, ab ca. 1939) u.a. beginnt der Mensch in grossem Umfang Maschinen zu bauen, die nicht nur Materie und Energie automatisiert, d.h. selbstgesteuert, verarbeiten, sondern geistige Tätigkeiten verrichten, wie es bisher nur dem Menschen vorbehalten war. Teilweise wird sogar in Anknüpfungen an die von Sigmund Freud aufgestellten drei Kränkungen der Eigenliebe des Menschen durch die Wissenschaften (vgl. Knapp 1982, S. 262; Haefner 1987, S. 16) angeknüpft und die „Neuen Technologien“ als vierte Kränkung bezeichnet:

1. Kränkung: Die Kopernikanische Wende:
Die Erde ist nicht mehr Mittelpunkt des Weltalls. Der Mensch rückt aus dem Zentrum des Universums.
2. Kränkung: Die Darwinsche Offenbarung:
Der Mensch wurde nicht von Gott in die Natur gesetzt, er stammt vom Affen ab. Der Mensch steht somit in einer Reihe mit den Tieren und ist seiner Einmaligkeit, Gottähnlichkeit beraubt.
3. Kränkung: Die Freudsche Erkenntnis
Wir sind nicht Herr in unserem eigenen Haus, sind durch unbewußte Mächte getrieben, von denen wir nur „kärghliche Nachricht“ haben.
4. Kränkung?: Die „Neuen Technologien“
Der Mensch als symbolverarbeitende, informationsverarbeitende oder „neuronale“ Maschine!? Auch einige Gentechnologen sprechen vom Menschen als Hautsack für Gene, als „Überlebensmaschine der Gene“, die lediglich zum Zweck des Sicherns des Überlebens der Erbinformation aktiv ist (vgl. SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT, Heft Januar 1996).

Die geistige Tätigkeit des Menschen beruht auf der außerordentlichen Fähigkeit zur unbewussten und bewussten Verarbeitung von umfangreicher und komplexer Information mit



und ohne Unterstützung von Symbolen. Dies ist das Merkmal, mit dem sich der Mensch von allen anderen Lebewesen auf dem Planeten Erde abhebt. Aus diesen Gründen erscheint es zulässig, mit Norbert Wiener¹ (1966) gesprochen, Information als dritte wesentliche Erscheinungsform der realen Welt neben Energie und Materie zu bezeichnen.

Information ist zwar ein zentraler Begriff in den unterschiedlichsten Wissenschaften wie der Psychologie, der Physiologie oder Teilbereichen der Biologie, jedoch existiert keine universale oder gänzlich zufriedenstellende Definition von Information. Allenthalben besteht Übereinkunft, dass Information dargestellt (Signale, Zeichen, Sprache) und verarbeitet werden kann (Ein-/Ausgabe, Speichern, Verknüpfen) sowie bestimmte Eigenschaften aufweist² (Informatik-Duden 2001, S. 303):

"(1) Information benötigt keinen fixierten Träger (d.h. Information ist unabhängig vom Ort, sie ist beliebig oft kopierbar, sie kennt keine Originale).

(2) Information altert nicht.

(3) Information ist fast beliebig kombinierbar. Man kann daher einer Information nicht ansehen, ob ihre Teile zueinander gehören (z.B. ob der Text des Nachrichtensprechers tatsächlich zu den gesendeten Bildern gehört; Manipulationen sind also beliebig möglich, vgl. auch \hat{D} atenschutz).

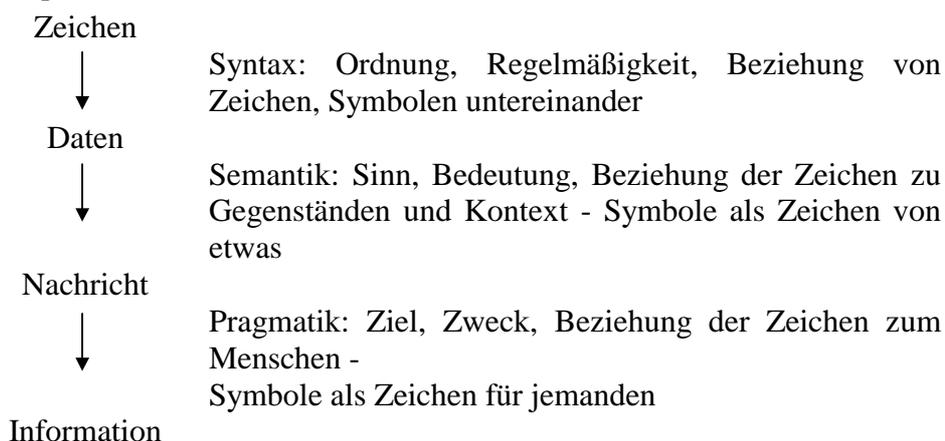
(4) Information lässt sich stark komprimieren (z.B. oft in Computerprogrammen), aber auch inhaltsleer auswalzen.

(5) Information dient dazu, Information zu verarbeiten, insbesondere auch sich selbst (\hat{H} alteproblem).

(6) Auch Bruchstücke und Verfälschungen einer Information gelten als Information, d.h. Information lässt sich prinzipiell analysieren, weiterdenken, vervollständigen oder sonstwie weiterverarbeiten (unvollständige, unsichere, vage Information).

Information ist also ein äußerst komplexer Begriff."

Information kann in mindestens drei Komponenten eingeteilt werden: Syntax, Semantik und Pragmatik. Die folgende Hierarchie zeigt Stufen von der Verarbeitung von (inhaltsleeren) Symbolen hin zum Problem der Bedeutung von Symbolen für den Menschen (aus Kristin/Steup 1999).



Sprachliche Kommunikation basiert auf geistigen, informationsverarbeitenden Tätigkeiten des Menschen. Die kulturelle Sprachgemeinschaft und das sozio-technische Umfeld, in die ein Mensch hineingeboren wird, bestimmen jedoch meist die Bedeutung und Intention von

¹ Begründer der Kybernetik (1894-1964). Zahlreiche Arbeiten zu Kommunikations- und Steuerungstheorien.

² Im Sinne der Informationstheorie nach C.E. Shannon (1948) ist Information ein Maß der Verringerung der Unbestimmtheit des Eintretens zufälliger Ereignisse mit der Einheit 1 bit (nicht zu verwechseln mit 1 Bit). Einen Überblick zum Informationsbegriff geben i.d.R. auch gängige Lexika zur Philosophie.

Information in der Kommunikation. So wird der Maschine häufig nur symbolverarbeitende Tätigkeit zugeschrieben, wobei der pragmatische Teil einer Information verborgen bleibt.

Die Erzeugung von Informations- und Kommunikationsmitteln gehört zu den wichtigsten Tätigkeiten des Menschen. Die Eigenschaften von Information führen dabei zu zahlreichen Problemen, die die Wissenschaft Informatik untersucht (z.B. Datenschutz, Halteproblem). Die Produkte und die Denkweisen der Informatik und der Informationstechnologien haben inzwischen in allen Gebieten der Wissenschaft, der Wirtschaft und der Technik Eingang gefunden, d.h. die Industriegesellschaft befindet sich auf dem Weg zu einer sogenannten Informations- oder Wissensgesellschaft mit gravierenden Veränderungen im Wirtschafts- und im Alltagsleben. Umschulungen oder Verlust des Arbeitsplatzes waren und sind die Konsequenzen und führten zu der Feststellung einer "dritten industriellen Revolution" (Balkhausen 1978).

Diese Veränderungen in Wissenschaft und Gesellschaft konnten und können für das Bildungswesen nicht folgenlos bleiben. Vergleichbar mit der Etablierung der naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Biologie und Chemie an den Bildungsinstituten – als Folge der starken Prägung des gesellschaftlichen und individuellen Lebens durch die Naturwissenschaft und Technik im 19. Jahrhundert – hat auch die Informatik und Informationstechnik begonnen, sich auf das Bildungswesen auszuwirken. In den letzten Jahrzehnten hat vermutlich kein Gebiet so rasch Eingang in die Schulen und Hochschulen Deutschlands gefunden. Die Studiengänge zur Informatik an den Hochschulen sind fest in die Wissenschaftsvielfalt integriert. Von einem „etablierten“ Schulfach Informatik kann jedoch noch nicht gesprochen werden. Vermutlich bedarf es erst eines dem „Sputnik-Schock“ vergleichbaren Ereignisses, bis eine breite Akzeptanz des Schulfaches Informatik bei den Bildungspolitikern eintritt (vgl. Kronbichler 1983, S. 163ff). Die neuen IT-Berufe und der Mangel an qualifizierten Fachkräften verstärken die Notwendigkeit nach einer neuen, zusätzlichen Sichtweise innerhalb der Allgemeinbildung: einer informatischen Bildung. Nicht zuletzt die Eltern von Schülern und die Wirtschaft fordern eine entsprechende Ausbildung an den allgemeinbildenden Schulen.

Andererseits herrscht eine beträchtliche Unsicherheit über die didaktischen und methodischen Zielsetzungen zur Ausbildung „informatischer“ Kenntnisse und Fähigkeiten. Während anfangs vor allem Rechnersysteme zu den Gegenständen der Informatik und des Informatikunterrichts zählten, spricht man heute mittlerweile von "Informatiksystemen" (vgl. Schulz-Zander 1993). Dieser Begriff umfasst nicht nur die Hardware und die Software, sondern alle durch die Einbettung des Systems in einen Anwendungsbereich bedingten Fragestellungen. Hierzu gehören Fragen zur Gestaltung des Systems, der Qualifizierung der Nutzer, der Sicherheit sowie eine Folgenabschätzung. Die zugehörige Wissenschaft für den Entwurf und die Gestaltung von Informatiksystemen ist dann die Informatik³.

1.2 Informatik im Wissenschaftsgefüge

Ende der 60iger Jahre wurde in Deutschland erstmals der Aufbau von Informatik-Studiengängen vorbereitet, womit die Informatik als Fachwissenschaft ihren Einzug in die deutsche Bildungslandschaft feierte.

³ P. Bartke und C. Maurer (2001) kritisieren die Verwendung des von der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) geprägten Begriffs „Informatiksystem“, da er sich, aufgrund seiner „verwaschenen, je nach Kontext beliebig interpretierbaren Semantik“, nicht für die Beschreibung von Zielen und Inhalten des Informatikunterrichts eignen würde. Da sowohl die Gesellschaft für Informatik e.V. als auch der Informatikduden den Begriff definieren und verwenden, und auch andere Wissenschaften keine präzisen Definitionen zu ihren Gegenständen angeben können, halten wir die Kritik für nicht gerechtfertigt.

Die Bezeichnung „Informatik“ für die deutschen Studiengänge leitet sich von dem französischen Kunstwort „informatique“ ab, das aus den Worten „Information“ und „Automation“ abgeleitet ist⁴. Die Académie Française definierte 1967:

*L'informatique: "Science de traitement rationel, notamment par machines automatiques, de l'information considérée comme le support des connaissances humaine et des communications, dans les domaines techniques, économiques et sociale."*⁵ (aus Coy 2001, S. 4)

Allerdings orientierten sich die Inhalte der westdeutschen und europäischen Informatik⁶ vorwiegend an den amerikanischen Studiengängen „Computer Science“ und „Computer Engineering“, die eher durch die Definition der ACM beschrieben werden:

"the discipline of computing is the systematic study of algorithmic processes that describe and transform information; their theory, analysis, design, efficiency, implementation, and application. The fundamental question underlying all of computing is: 'What can be (efficiently) automated'." (Denning 1989, S. 19)

In der Deutschen Demokratischen Republik wurde unter dem Begriff "Informatik" auch eine Wissenschaft verstanden, die sich mit Information, Informationstätigkeit, Informationsnutzern usw. auseinandersetzte. Dies entsprach annähernd den Inhalten eines dritten amerikanischen Studiengangs "Information Science", der in England als "informatics" bezeichnet wurde. Letztendlich existiert bis heute keine allgemein anerkannte Definition zum Wesen der Wissenschaft Informatik.

Informatik wird üblicherweise als Wissenschaft bezeichnet. Damit sind zum einen die Institute, Fachbereiche sowie die Praxis von Forschung, Lehre und Anwendung gemeint. In diesem Sinne ist die Informatik sicherlich eine Wissenschaft. Andererseits konstituiert sich eine Wissenschaft als eine besondere Form von Wissen und macht damit ihren Stellenwert, aber auch ihre Abgrenzungen zu anderen Wissenschaften geltend.

Die Einordnung der Informatik in den Wissenschaftskanon ist nicht nur im Schulbereich für eine formale Einteilung der Fächer in Aufgabenfelder gemäß der Vereinbarungen der Kultusminister zur Gymnasialen Oberstufe (1972, S. 7) von Interesse, sondern betrifft vielmehr das Selbstverständnis des Faches und damit seine bildungspolitische Bedeutung. Doch erweist sich die Einordnung in den Wissenschaftskanon als recht schwierig, da die Dynamik der jungen Wissenschaft Informatik bereits zu zahlreichen, sehr unterschiedlichen Definitionen führte. Diese Definitionen verstehen Informatik als

- Ingenieur-Geisteswissenschaft, "von der Programmierung der Informations-, das heißt Zeichenverarbeitung." Ihre Produkte sind immateriell, d.h. nicht an Stoff und Energie gebunden. (Bauer 1974, S. 335f),
- Strukturwissenschaft, vergleichbar der Mathematik, die sich mit der systematischen Verarbeitung von Information mit Hilfe von Digitalrechnern beschäftigt (C.F. v. Weizsäcker 1971, Bauer 1985, Dijkstra 1989).
- Informationswissenschaft "that has as its domain information processes and related phenomena in artifacts, society and nature" (Nygaard 1986, S. 189),
- hermeneutische⁷ Sozial-"Wissenschaft des instrumentalen Gebrauchs der Informationstechnik; einer Sammlung von Instrumenten, mit denen ein soziales Verhältnis, nämlich das der Menschen zu ihrer Arbeit, bestimmt wird ... Aufgabe der

⁴ Der Ausdruck geht nach Auskunft französischer Lexika auf Philippe Dreyfuss (1962) zurück, wobei Karl Steinbuch der Firma SEL bereits 1957 den Namen "Informatik-Werk" für eine Produktionsstätte vorgeschlagen hat.

⁵ Übersetzung: *Informatik: "Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Information, insbesondere mittels automatisch arbeitender Maschinen zur Unterstützung des menschlichen Wissens und der menschlichen Kommunikation in den Bereichen Technik, Wirtschaft und Gesellschaft."*

⁶ Eine Ausnahme ist England, wo "informatics" mit "information science" verknüpft wird.

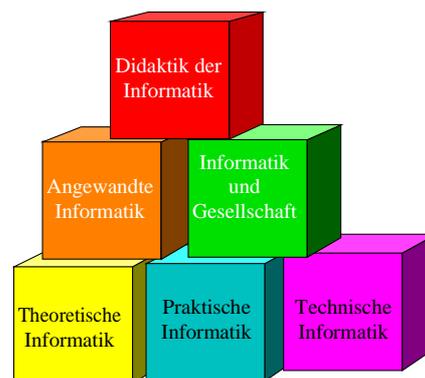
⁷ = einen Text o.ä. erklärend, auslegend

Informatik ist also die Analyse von Arbeitsprozessen und ihre konstruktive, maschinelle Unterstützung. Nicht die Maschine, sondern die Organisation und Gestaltung von Arbeitsplätzen steht als wesentliche Aufgabe der Informatik im Mittelpunkt der Informatik. Die Gestaltung der Maschinen, der Hardware und der Software ist dieser primären Aufgabe untergeordnet." (Coy 1992, S. 17),

- Technikwissenschaft, "in der es 'um die Repräsentation von Wissen in Form von Daten und um die Reduktion geistiger Tätigkeiten auf Algorithmen und maschinell simulierbare Prozesse' geht. Informatik ist demnach eine Wissenschaft von der Maschinisierung geistiger Arbeit" (Luft/ Kötter 1994, S. 190).

Zu jeder der zitierten – sicherlich nicht vollständigen – Informatik-Definitionen lassen sich Gegenargumente finden. Der Philosoph W. Büttemeyer (1995, S. 96f) ordnet die Informatik als Ingenieurwissenschaft auf formalwissenschaftlicher Grundlage ein, nachdem er aufgezeigt hat, dass sie keiner der klassischen Wissenschaftsarten, wie Geisteswissenschaften, Sozialwissenschaften und Naturwissenschaften problemlos zugeordnet werden kann. Andererseits stellt er aber auch fest, dass in der heutigen Zeit eine immer stärkere Verflechtung dieser Kategorien erfolgt, so dass die Unterschiede zur Informatik häufig geringer sind, als allgemein behauptet wird. Jede der Definitionsversuche enthält Aspekte, die auf die Informatik zutreffen. Betrachtet man Informatik als eine Art „Brückenwissenschaft“, bietet sich für die Schule ein Informatikunterricht auch als ein verbindendes Element für projektartiges und fächerverbindendes Arbeiten an. Vielleicht ist sogar die Diskussion der Verknüpfungen der Informatik zu den benachbarten Wissenschaften für die Schule eine Chance, ansatzweise fächerverbindende Wissenschaftstheorie anhand einer Auseinandersetzung mit informatischen Gegenständen, Inhalten und Methoden zu betreiben.

Das Wort „Informatik“ vereint die Begriffe Information und Automatik⁸. Insofern ist das Fehlen eines Informationsbegriffs relativ problematisch; nur relativ, da sich die Informatik durch ihre Inhalte, die Forschungstätigkeiten und die Lehre bestimmt. Auf dem Fakultätentag Informatik am 30. April 1976 wurde ein universitärer Fächerkatalog beschlossen, der die Informatik auch heute noch zutreffend in die folgenden Teilbereiche gliedert (vgl. Arlt 1981, S. 23):



Die grundlegenden drei Teilbereiche werden unter dem Oberbegriff "Kerninformatik" zusammengefasst.

- Theoretische Informatik
Sowohl für die Formulierung und Untersuchung von Sprachen und Algorithmen als auch für die Rechnerkonstruktion spielen Methoden und Modelle aus der Mathematik und aus der Logik eine wesentliche Rolle. Während aber in der Mathematik überwiegend statische Strukturen betrachtet werden, prägt in der Informatik der dynamische Ablauf von Prozessen die Denkweise.

⁸ = selbstgesteuerte technische Vorrichtung

Beispiele für Teilgebiete der Theoretischen Informatik sind Formale Sprachen, Theorie der Netze und Prozesse, Automatentheorie, Semantik und Komplexitätstheorie.

- **Praktische Informatik**

Algorithmen lassen sich zwar prinzipiell rechnerunabhängig formulieren; um sie aber auf Rechenanlagen bearbeiten zu lassen, muss der Computer zu einem komfortablen Werkzeug gemacht werden. Programme, geschrieben in maschinen-unabhängigen Programmiersprachen, müssen von speziellen Übersetzungsprogrammen in eine dem Rechner verständliche und ausführbare Form übertragen werden; ein Betriebssystem überwacht die Ausführung der Programme, die bei größeren Rechenanlagen oftmals gleichzeitig ablaufen, und übernimmt die Steuerung der Ein- und Ausgabe; Informationssysteme verwalten umfangreiche Datenbestände; Programmsysteme sorgen für viele Hilfsfunktionen (Programme erstellen, testen, archivieren usw.). Diese oder ähnliche Aufgaben haben andererseits wieder Auswirkungen auf den Entwurf neuer Computer. Dafür sind auch Kenntnisse der Elektrotechnik nötig, damit der Informatiker die Möglichkeiten und Grenzen technischer Realisierungen abschätzen kann.

Beispiele für Teilgebiete der Praktischen Informatik sind Übersetzerbau, Informationssysteme, Betriebssysteme, Simulation und Künstliche Intelligenz.

- **Technische Informatik**

In der technischen Informatik befasst man sich mit dem funktionellen Aufbau von Computern, ihrer Vernetzung und Konfigurierung und den zugehörigen Geräten sowie mit dem logischen Entwurf von Rechnern, Geräten und Schaltungen.

Beispiele für Teilgebiete der technischen Informatik sind die Rechnerarchitektur, Rechnerorganisation, Datenfernübertragung, Netze, Prozessdatenverarbeitung und VLSI-Entwurf.

- **Angewandte Informatik**

Informatik versteht sich als anwendbare Wissenschaft, die viele Sparten des Lebens beeinflusst. Unter Angewandter Informatik fasst man Anwendungen von Methoden der Kerninformatik (Theoretische, Technische, Praktische) in anderen Wissenschaften und die Entwicklung spezieller Verfahren und Darstellungstechniken zusammen. Die Angewandte Informatik untersucht Abläufe in den unterschiedlichsten Bereichen auf ihre Automatisierbarkeit durch Computer. Im Vordergrund steht dabei das ingenieurmäßige Vorgehen bei der Entwicklung von Software, d.h. von Programmsystemen, die solche Anwendungsfälle abdecken sollen. Gewisse aus verschiedenen Anwendungen stammende gemeinsame Gebiete sind ergonomische Fragen und Probleme der Mensch-Maschine-Kommunikation. Dies überschneidet sich auch mit Forschungsgebieten aus der Psychologie (Kognitions-Wissenschaften), aus der Pädagogik (Training und Erklärungsprobleme), aus den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften (Arbeitsstrukturen, Organisationsfragen, Führungssysteme) usw. Die Grenze zwischen Angewandter und Praktischer Informatik ist fließend.

Beispiele für Teilgebiete der Angewandten Informatik sind die Betriebsinformatik, die Rechtsinformatik, die Bioinformatik und die medizinische Informatik. (Solche Gebiete werden in der Literatur auch als „Bindestrich-Informatik“ zusammengefasst.)

- **Gesellschaftliche Bezüge der Informatik**

Informatik hat starke Auswirkungen auf die Gesellschaft. Eine Gesellschaft wird von Informationen und Informationsflüssen geprägt, deren Automatisierung auf Entscheidungsprozesse einwirkt. Andererseits beeinflusst der Einsatz von Computern die Arbeitswelt und den Freizeitbereich nachhaltig. Ähnlich wie bei der Entwicklung mechanischer Maschinen (Schlüsselerfindungen: Dampfmaschine, Verbrennungsmotor; industrielle Revolution) wird auch der Computer als Instrument der Rationalisierung eingesetzt, woraus sich für die Betroffenen oft schwerwiegende soziale Folgen (Wandel

von Arbeitsplätzen und beruflichen Anforderungen) ergeben. Weiterhin sind Regelungen über den Umgang mit schutzwürdigen Daten zu treffen. Untersuchungen hierzu werden im Gebiet Informatik und Gesellschaft zusammengefasst. In den letzten Jahren erkannte man auch zunehmend die Gefahren, die sich aus der schnellen Verfügbarkeit personenbezogener Daten und der Konzentration von Informationen in Datenbanken ergeben: Mögliche Einschränkung der Rechte des Einzelnen und Entstehung neuer Abhängigkeiten bzw. Machtverhältnisse durch die Verfügungsgewalt über Informationen. Schließlich kann der Computer zur Steuerung, Informationssammlung und -auswertung auf fast allen Gebieten von Wirtschaft, Wissenschaft, öffentlichem und privaten Leben eingesetzt werden und ermöglicht allein aufgrund seiner Arbeitsgeschwindigkeit die Lösung immer neuer, immer komplexerer Probleme.

- **Didaktik der Informatik**

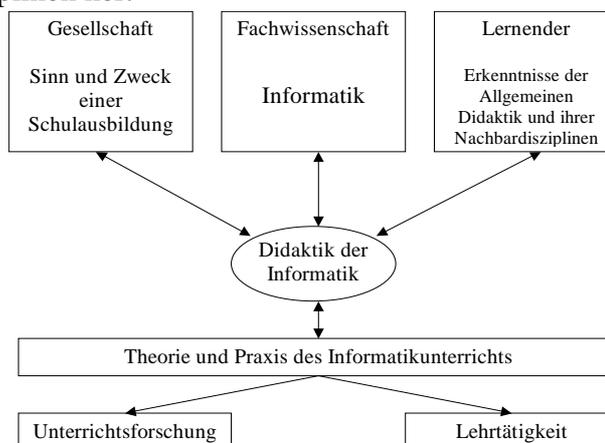
Die Fachdidaktik Informatik erforscht alle Lehr- und Lern-Prozesse der Informatik und lehrt mit dem Ziel der berufsqualifizierenden Vorbereitung auf ein Lehramt Informatik. Die Aufgaben und Inhalte der Fachdidaktik Informatik werden im nachfolgenden Abschnitt präzisiert.

Die Informatik befindet sich entwicklungshistorisch im Kreuzungspunkt traditioneller Disziplinen wie Angewandte Mathematik, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften und entwickelt – auch im Zuge von Internet und Medienentwicklungen - ihre eigenen anwendungsbasierten Ausprägungen, die Informations- und Kommunikationstechnologien. Dieses Verständnis von Informatik stellt eine Zuordnung zu einem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischem Aufgabenfeld der gymnasialen Oberstufe nahe, auch wenn Informatik in fast unsichtbarer Weise Teil der geistig-kulturellen Tradition unserer Gesellschaft geworden ist und Sprache eine fundamentale Idee innerhalb der Informatik darstellt. Die Schwierigkeit der Einordnung der Informatik in den bestehenden Wissenschaftskanon spiegelt sich in der Oberstufe der allgemeinbildenden Schulen wieder, wo Informatik derzeit meist keines der drei abitur-relevanten Aufgabenfelder gleichberechtigt abdecken kann und darf.

1.3 Aufgaben einer Fachdidaktik Informatik

Die Fachdidaktik Informatik stellt einen Bezug zwischen den bildungspolitischen Forderungen der Gesellschaft, der Wissenschaft Informatik und den Erkenntnissen der Allgemeinen Didaktik und ihrer Nachbardisziplinen her.

Es ist Aufgabe der Fachdidaktik Informatik die von der Fachwissenschaft gewonnenen Erkenntnisse - unter Einbeziehung von Erkenntnissen der Allgemeinen Didaktik - für die Schule oder allgemein für Aus-, Fort- und Weiterbildung von Kindern und Erwachsenen zu transformieren und aufzubereiten, um somit den Lehrenden eine ausreichende Vorbereitung für das Unterrichten allgemeinbildender informatischer Inhalte vermitteln zu können⁹.



Die zentrale Fragestellung der Fachdidaktik lautet:

Was soll wann, wie und mit welchem Ziel im Informatikunterricht gelehrt werden?

⁹ Dies bedeutet nicht, dass dem Lehrenden diese Aufgabe nicht zufällt.

Im einzelnen gehören zu diesem Prozess insbesondere folgende Aufgaben:

- Definition der grundlegenden Ziele und Inhalte des Informatikunterrichts,
- Entwicklung von Konzepten zur Methodik und zur Organisation des Unterrichts,
- Festlegung, welche Ideen, Methoden und Erkenntnisse der Informatik im Unterricht vermittelt werden sollen,
- Entwicklung und Aktualisierung von Lehrplänen,
- Erforschung von Lehr- und Lernprozessen für den Informatikunterricht und
- Ausbildung von Studenten zu Informatik-Lehrern.

Natürlich gibt es in jeder Gesellschaft bestimmte Vorstellungen von Sinn und Zweck einer Schulausbildung. Der gesetzliche Auftrag unseres Schulsystems enthält im allgemeinen drei Zielsetzungen:

- Ausbildung von Allgemeinbildung
- Allgemeine Vorbereitung auf die Berufswelt
- Vermittlung einer Allgemeinen Studierfähigkeit

Je nach Schultyp sind diese Zielsetzungen unterschiedlich stark ausgeprägt. So beschränkt sich das Ziel der Vermittlung einer allgemeinen Studierfähigkeit i.d.R. auf die gymnasiale Oberstufe. Die beiden letztgenannten Zielsetzungen werden vor allem durch die Anforderungen der Wirtschaft und der Universitäten bedingt, während der Begriff der "Allgemeinbildung" weitaus schwieriger zu fassen. Die Fachdidaktik Informatik wirkt in allen drei Feldern.

Bezogen auf die Lehre in der Hochschule hat die Fachdidaktik vor allem die Aufgabe methodische Impulse zur Verbesserung der Lehre zu liefern. Die didaktischen Entscheidungen verbleiben im Allgemeinen den jeweiligen Lehrstühlen im Sinne der „freien Lehre“¹⁰.

1.4 Organisatorisches zur Veranstaltung

Die Veranstaltung „Lehr-/Lernsequenzen zur Informatik“ richtet sich vorwiegend an Informatiklehrer, Lehramtsstudenten der Informatik und Diplom-Informatiker. In Seminarform findet eine Einführung zu didaktischen und methodischen Gesichtspunkte bei der Gestaltung von Lehre statt, die anschließend an konkreten Lehr-/Lernsequenzen diskutiert und angewendet werden sollen.

Die Veranstaltung enthält Heimarbeits- und *Präsenzphasen* und gliedert sich wie folgt:

- ✓ *Einleitung*
- *Organisation*
- *Ansätze und Erkenntnisse aus der Allgemeinen Didaktik*
- *Grundsätze zur Gestaltung von Lehren und Lernen*
- *Beispiele zu Lehr-/Lernsequenzen*
- 1. Arbeitszeitraum (Konsultation optional)
- *Zwischenpräsentation und Diskussion der erstellten Sequenzen*
- 2. Arbeitszeitraum (Konsultation obligatorisch)
- *Abschlusspräsentation*
- Abgabe der Dokumentation

Die Teilnehmer sprechen in den ersten Wochen der Veranstaltung einen informatischen Inhalt ihrer Wahl mit dem Dozenten ab und erstellen in Arbeitsgruppen eine zugehörige Sequenz im

¹⁰ Allerdings dürfte auch für das Lehren an der Hochschule die Berücksichtigung didaktischer Kriterien hilfreich sein.

Umfang von ca. 10 Unterrichtsstunden. Die Sequenz wird u.a. mit einer didaktischen Analyse dokumentiert und unter www.HyFISCH.de publiziert. Die Kommunikation der Teilnehmer findet über ein Groupwaresystem statt, das Schulen und Universitäten kostenlos zur Verfügung steht (BSCW). Eine Evaluation oder zumindest Begutachtung der Sequenzen durch einen Informatiklehrenden wird angestrebt. Gegebenenfalls findet eine entsprechende Folgeveranstaltung im nächsten Semester statt.

Um eine einfache Überarbeitung und Anpassung der erstellten Materialien zu ermöglichen, werden alle Dokumente mit dem Programm MindManager 2000 erstellt. Die Ausgangsdokumente der einzelnen Arbeitsgruppen werden im MS-Word 2000¹¹ Format erstellt und in den MindManager importiert, wobei das Design und die Formatierung vorgegeben sind. Von diesen Vorgaben darf nur nach Rücksprache mit dem Dozenten abgewichen werden, da Änderungen im Dokumentenformat jeweils mit allen Teilnehmern abgesprochen werden müssen. Es empfiehlt sich bei der Bearbeitung in Word die Gliederungsansicht zu verwenden. Näheres wird im Laufe der Veranstaltung geklärt.

¹¹ Eine Konvertierung von älteren Wordformaten dürfte möglich sein. Das Format für die Abgabe und Bewertung der Dokumentation ist jedoch MS Word 2000.

2 Ansätze der allgemeinen Didaktik

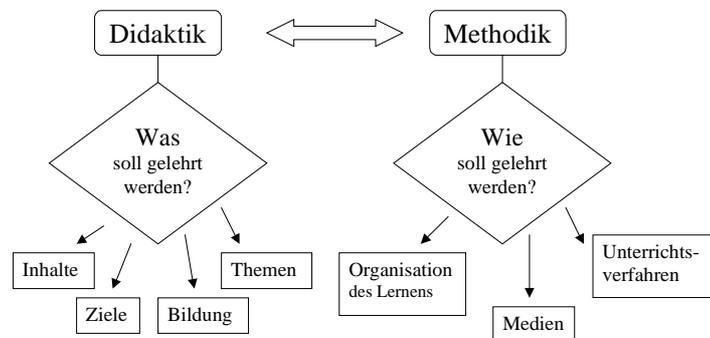
Unter Didaktik versteht man i.d.R. "die Wissenschaft vom Unterricht". Sie beschäftigt sich mit dem Lehren und Lernen.

In der „Didactica magna“ definierte beispielsweise Johann Amos Comenius (1592-1670) Didaktik als:

„Große Unterrichtslehre, in welcher eine allgemeingültige Kunst, alle alles zu lehren.“¹²

Obwohl sich der Begriff Didaktik erst in der Sicht verschiedener Ansätze voll entfaltet, engt sich seine Definition auf zwei Betrachtungsrichtungen ein, die der Bildungstheoretiker W. Klafki (1974) herausstellt:

- Gegenstand der Didaktik sind alle Strukturelemente des Unterrichts, ihre Abhängigkeiten und Kontrollmechanismen, d.h. Didaktik umfasst auch die Theorie des unterrichtlichen Weges, die Methodik. („Didaktik im weiteren Sinne“)
- Didaktik wird auf die inhaltliche Komponente von Unterricht reduziert. („Didaktik im engeren Sinne“)



Eine eindeutige Klassifikation von Didaktik und Methodik besteht nicht und ist sicher auch nicht sinnvoll, da zwischen ihnen eine Wechselwirkung (Interdependenz) besteht. Wir favorisieren daher das Begriffsverständnis einer „Didaktik im weiteren Sinne“.

Aus der Sicht vieler Lehrender, ist der Nutzen vieler Überlegungen aus dem Bereich der allgemeinen Didaktik oft nicht auf Anhieb erkennbar. Erst auf den zweiten Blick wird an vielen Stellen deutlich, wie sehr prominente Vertreter dieses Wissenschaftsbereichs wie Klafki oder Heimann/Schulz unsere Auffassung von Sinn und Zweck eines geplanten Unterrichtens beeinflusst haben. Deshalb sollen nun einige der wichtigsten theoretischen Ansätze der allgemeinen Didaktik kurz vorgestellt werden. Eine ausführlichere Darstellung der Ansätze findet sich z.B. in Kron (1994).

Die zahlreichen didaktischen Ansätze lassen sich im wesentlichen durch drei Leitbegriffe klassifizieren: Bildung, Lernen und Interaktion.

2.1 Bildung als Leitbegriff

Im Zentrum des Bildungsbegriffs steht der Mensch als Individuum, das sich mit seiner Umwelt auseinandersetzt und sich durch diese individuelle Tätigkeit zu einer eigenständigen Persönlichkeit entwickelt.

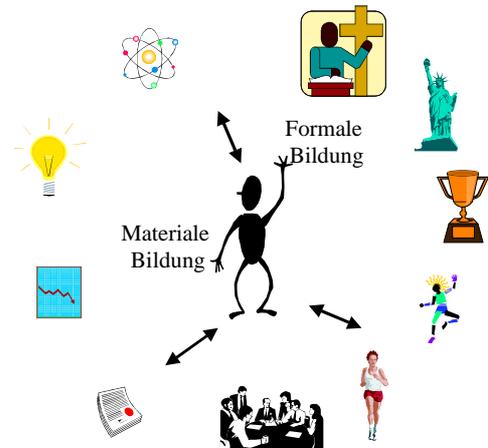
Unterricht muss in diesem Sinne eine anregende Umgebung schaffen, in der Menschen auf der Grundlage bedeutsamer Kulturgüter in einen kulturellen Vermittlungsprozess eintreten können, in welchem sie ihre eigene wertvolle Persönlichkeit herausbilden bzw. sich zu dieser bilden können.

¹² in Comenius, J. A.: „Didactica magna“, bearb. von V. W. Altenmüller, Paderborn 1913

Der Mensch wird als jene produktive Stelle angesehen, in welcher die Dinge und Symbole der Welt verarbeitet und als kulturelle Leistungen wieder hervorgebracht werden. In diesem Bildungsprozess kommen im Individuum zwei Momente ins Spiel:

- die kulturellen Inhalte, in der Sprache der Bildungstheoretiker: der materiale Aspekt, und
- die internen Kräfte des Individuums, der formale Aspekt.

In der klassischen Bildungsdiskussion wurden diese Momente immer wieder getrennt, indem teilweise heftig diskutiert wurde, ob eine Schule primär den Zweck zu verfolgen habe, die inneren Kräfte der Schüler auszubilden (formale Bildung) oder das Kulturgut¹³ und seine bildende Wirkung ins Zentrum des Unterrichts zu rücken (materiale Bildung). Die letztere Sichtweise führte beispielsweise zu einer extremen Stofffülle in den Lehrplänen.



Klafki weist die Zweiteilung des Bildungsbegriffs als Ideologie zurück:

Die Aufnahme und Aneignung von Inhalten ist stets verbunden mit der Formung, Entwicklung und Reifung von körperlichen, seelischen und geistigen Kräften.

Wenn diese Verbindung gesprengt wird, gerät Bildung entweder ins Abseits einer durch Bildungsinhalte angefüllten Instrumentalisierung des Bildungsprozesses oder in eine reine Kräfte- und Fertigkeitsschulung. Den grundsätzlichen Verweisungszusammenhang des materialen und des formalen

Aspekts der Bildung bezeichnet Klafki in einem ganzheitlichen Konzept als "kategoriale Bildung".

Es ist einer der grossen Verdienste von Wolfgang Klafki, darauf hinzuweisen, dass die Ausbildung von "inneren Kräften" (Haltungen, Werte, Kompetenzen) und die Aneignung von kulturellen Inhalten im Bildungsprozess interdependent erfolgt, d.h. dass sich Bildung weder auf die Aneignung von Wissen reduzieren lässt noch Kompetenzen ohne Inhalte erwerbbar sind. Unterricht muss Bedingungen schaffen, die die Schüler zur Ausübung von bildenden Tätigkeiten anhand von Kulturgütern motiviert. Die Erschließung von Kulturgütern und deren Sinnstruktur (z.B. Kommunikation, Freiheit, Gerechtigkeit) bildet den Menschen zu einer unverwechselbaren, durch prinzipiengeleitete Persönlichkeit. In diesem Bildungsprozess erwirbt der Mensch die Fähigkeit, an Inhalte gebundene Aussagen zu prüfen und begründet zu treffen.

Das vorrangige Ziel des bildungstheoretischen Ansatzes (Klafki, Derbolav, Weniger u.a.) ist die Allgemeinbildung. In der universitären Lehre stehen i.d.R. weniger die allgemeinbildenden Tätigkeiten an Kulturgütern im Mittelpunkt, sondern eher die Auseinandersetzung mit fachspezifischen Gegenständen der Wissenschaft. Es muss jedoch auch hier zu bildenden *Tätigkeiten* kommen. Die Auswahl der Inhalte sollte bei beiden Zielgruppen vor allem solche Themen erfassen, die nach Klafki "als Besonderes das

¹³ Zur Präzisierung des Begriffs "Kulturgut" möge das folgende Zitat des amerikanischen Kulturanthropologen Werner Loch ausreichen: "Als Lebensform des Menschen enthält die Kultur alle Gebilde, durch deren Benutzung und Verlebendigung der Mensch sein Leben realisiert. Zur Kultur gehören: die Sprache mit ihren Begriffen und Bedeutungen, die dem Menschen sich selbst und seine Welt verständlich, seine Wahrnehmungen und Gedanken sich selbst und den Mitmenschen mitteilbar machen und eine sinnvolle Weltansicht und 'Matrize' des Lebens entwerfen; ... die Arbeits- und Wirtschaftsformen mit ihren Werkzeugen, Produktions- und Verwaltungstechniken und -praktiken, durch die der Mensch seine 'Lebensmittel' im weitesten Sinne herstellt und rational verwaltet; die Technik überhaupt als Inbegriff aller Werkzeuge, Maschinen und Automaten, die er sich als 'Organe' der Selbsterhaltung geschaffen hat, weil sein biologischer Organismus nicht dazu ausreicht und künstlicher Gebilde zur Ergänzung und Erweiterung, zur Entlastung und zum Ersatz seiner natürlichen Organe bedarf;" (Loch 1969, S. 127).

Allgemeine" enthalten. Das heisst, jeder Unterrichtsgegenstand zeichnet sich dadurch aus, dass er exemplarisch für das Allgemeine steht, es repräsentiert die Struktur des Allgemeinen im Einzelnen. Die Verwendung von elementaren Kultur- und Bildungsinhalten, von denen erwartet wird, dass sie beim Lernenden Bildungsprozesse auslösen, kann beispielsweise eine Stoffüberfrachtung vermeiden. Prinzipiell lassen sich diese Überlegungen zur Allgemeinbildung auf die universitäre Lehre übertragen.

Kulturgüter können zu Bildungsgütern werden, wenn sie einen strukturierten Sachzusammenhang stellvertretend repräsentieren. Von Bildungsgütern wird erwartet, dass sie bei den Schülern intendierte Bildungsprozesse auslösen. Klafki nennt sieben Erscheinungsformen, in denen sich Kulturgut als Bildungsgut offenbaren kann (Klafki 1974, S. 119ff):

- das *Fundamentale* meint die Intention aller menschlichen Erkenntnis, die in die zunächst verborgenen Sinnstrukturen menschlicher Kultur und kultureller Tätigkeit hineinführt und die diese aufzudecken versucht. Im Prozeß des Fundamentalen bestimmt sich das Elementare. Der Begriff des Fundamentalen wird in der Literatur nicht einheitlich verwendet. Für die Informatik wurden fundamentale Ideen (z.B. Rekursion) herausgearbeitet (Schwill 1993).
- das *Exemplarische*, repräsentiert das Elementare als allgemeine Erkenntnis an einem Beispiel aus dem Besonderen. Beispielsweise kann das Fallgesetz als das Allgemeine am Besonderen des fallenden Steines in einen Fluss erkannt werden. Exemplarisches kann geschickt arrangiert zu fundamentaler und elementarer Erkenntnis führen.
- das *Typische*, stellt im Unterschied zum Exemplarischen die Versammlung von Einzeldaten oder Erfahrungen zu einem Allgemeinen dar, z.B. die Erfahrung verschiedener gotischer Kirchen, die sich in der Anschauung und in der allgemeinen Formel vom typischen gotischen Stil verdichtet. Kulturellen Werten kommt in diesem Zusammenhang die Bedeutung von Leitmotiven zu.
- das *Klassische*, erfasst nach Klafki die tiefe Erfahrung einer als "gültig, vorbildlich, verbindlich erlebten menschlichen Haltung oder Leistung". Im Klassischen werden die zuvor verborgenen Wertstrukturen der Gesellschaft sichtbar und erlebbar. In Bildungsprozessen, die sich aus dem Werterlebnis und der Werterfahrung ergeben, kann individuelle Verantwortung für die Kultur und das Ganze der Welt erwachsen.
- das *Repräsentative*, verhilft dem Menschen, Erscheinungen in seiner Gegenwart, die ihm bisher verborgen oder unverständlich waren, durch ihren historischen Charakter verständlich zu machen. Beispielsweise verdichtet sich "das Preußische" in der Person von Friedrich II.
- die *einfachen Zweckformen*, insbesondere die Kulturtechniken des Schreibens, Lesens und Sprechens, und
- die *einfachen ästhetischen Formen*, die vor allem in musischen und ästhetischen Bildungsprozessen zum Tragen kommen.

Basierend auf diesen Überlegungen entwickelte Klafki die "Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung", zur Bestimmung des Bildungsgutes. Das Verfahren der "Didaktischen Analyse", das Klafki aus seiner eigenen Unterrichtstätigkeit heraus entwickelt hat, bezieht sich in erster Linie auf die Bestimmung der elementaren Kulturinhalte, also auf eine Didaktik im engeren Sinne. Der erste allgemeine Teil der Didaktischen Analyse richtet sich vor allem an Lehrplanmacher und ist durch vier interdependente, didaktische Dimensionen gekennzeichnet, die Klafki als "Struktur des didaktischen Feldes" bezeichnet:

- Die Dimension der Geschichtlichkeit didaktischer Entscheidungen.
- Die Dimension der verschiedenen Perspektiven des Welt- und Selbstverständnisses und der Motivation.
- Die Dimension der allgemeinen Sinnggebung der geistigen Grundrichtungen und der Schulfächer.
- Die Dimension der inneren Struktur und der Schichtung der Bildungsinhalte.

Auf diesen eher abstrakt-gehaltenen Dimensionen basiert der zweite Teil der didaktischen Analyse, der dem Lehrenden fünf Fragen für die didaktische¹⁴ Unterrichtsplanung vorgibt und sich in der Praxis seit langem bewährt hat:

1. Wofür steht der Unterrichtsinhalt exemplarisch?
2. Welche Bedeutung hat er bereits in der gegenwärtigen Lebenssituation der Schüler?
3. Welche Bedeutung lässt sich für die Zukunft vermuten?
4. Wie ist die (pädagogische) Struktur des Unterrichtsinhalts?
5. Was sind die besonderen Elemente, die den Unterrichtsinhalt für Schüler zugänglich machen?

Die Antworten zu diesen Fragen beschreiben den Bildungsgehalt eines Unterrichtsinhalts. Darauf aufbauend können vier methodisch-didaktische Konkretisierungsfelder betrachtet werden (Klafki 1974, S. 135ff):

- "1. Die Gliederung des Unterrichts in Abschnitte oder Phasen oder Stufen.*
- 2. Die Wahl der Unterrichts-, Arbeits-, Spiel-, Übungs-, Wiederholungsformen.*
- 3. Der Einsatz von Hilfsmitteln (Lehr- bzw. Arbeitsmitteln).*
- 4. Die Sicherung der organisatorischen Voraussetzungen des Unterrichts."*

Mit Beginn einer erneuten erziehungswissenschaftlichen Diskussion in den 60er Jahren, in der sich zahlreiche didaktische Formen entwickelten, hat Klafki (1991) seinen bildungstheoretischen Ansatz im Rahmen einer kritisch-konstruktiven Didaktik weiterentwickelt. Allgemeinbildung erfüllt sich nun in der selbstbestimmten Entfaltung (gesellschaftlicher) Mitbestimmungsfähigkeit des Individuums in moralischer, kognitiver, ästhetischer und praktischer Dimension (vgl. Kron 1994, S. 131). Als ein Schlüsselproblem, neben der Friedensfrage, der Umweltfrage, der gesellschaftlich produzierten Ungleichheit und der Ich-Du-Beziehung, nennt Klafki im Sinne einer Technikfolgenabschätzung:

"Ein viertes Schlüsselproblem sind die Gefahren und die Möglichkeiten der neuen technischen Steuerungs-, Informations- und Kommunikationsmedien im Hinblick auf die Weiterentwicklung des Produktionssystems, der Arbeitsteilung oder aber ihrer schrittweisen Zurücknahme, der möglichen Vernichtung von Arbeitsplätzen durch eine ausschließlich ökonomisch-technisch verstandene 'Rationalisierung', der Folgen für veränderte Anforderungen an Basis- und Schlüsselqualifikationen, für die Veränderung des Freizeitbereichs und der zwischenmenschlichen Kommunikationsbeziehungen." (Klafki 1991, S. 59-60).

Im Kontext dieser Schlüsselprobleme sind die menschlichen Interessen und Fähigkeiten zu entwickeln. Zu der weiterentwickelten Bildungstheorie erstellte Klafki ein "(Vorläufiges) Perspektivenschema zur Unterrichtsplanung". Obwohl in dem erweiterten Ansatz Klafkis die kulturellen Gegebenheiten zugunsten von menschlichen Wertvorstellungen an Bedeutung verlieren, wird die Suche nach Kultur- und Bildungsgut keinesfalls obsolet, da der Aufbau und die Aneignung von Werten eine Auseinandersetzung mit Kulturgegenständen, in denen und mit denen Werte und Haltung ausgedrückt werden, erforderlich macht. So ist der Informatik nach Engbring (1999, S. 31f) ein "kulturtechnischer Charakter" zuzusprechen, dessen Elemente Teil einer Allgemeinbildung sind. Auch für eine Auseinandersetzung mit Denkmodellen wie einer "Maschinisierung des Geistes" o.ä. muss ein fachliches, informatisches Verständnis vorhanden sein.

In der Didaktik der Informatik wird zur Begründung eines allgemeinbildenden Beitrags des Informatikunterrichts neben den Ansätzen von Klafki häufig der Allgemeinbildungsbegriff zitiert, den Bussmann und Heymann (1987) in ihrem Artikel "Computer und Allgemeinbildung" entwickelten. Bussmann und Heymann beschreiben Allgemeinbildung, indem sie sechs Aufgaben der Schule hinsichtlich der Allgemeinbildung nennen, die allerdings stets in einem komplexen Wirkungszusammenhang zu sehen sind:

¹⁴ hier: Didaktik im engeren Sinne

- Vorbereitung auf zukünftige Lebenssituationen, d.h. die Vermittlung von Qualifikationen, die zur Bewältigung des zukünftigen, alltäglichen Lebens beitragen und in der Regel nicht außerhalb der Schule erlernt werden.
- Stiftung kultureller Kohärenz, d.h. die Voraussetzungen zur Übernahme von Kulturgütern schaffen.
- Aufbau eines Weltbildes, d.h. die Fähigkeit zum Einordnen, Beurteilen und Aufdecken von Erscheinungen und Beziehungen ausbilden.
- Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch, d.h. Informationen, Wertungen und Interpretationen kritisch hinterfragen zu können.
- Entfaltung eines verantwortlichen Umgangs mit den zu erwerbenden Kompetenzen.
- Stärkung des Schüler-Ichs, d.h. individuelle Stärken und Schwächen entdecken, fördern und pflegen zu lassen, und damit die Möglichkeit zur individuellen Entwicklung und Auslebung der Bedürfnisse und Motivationen geben.

Die Autoren untersuchen ausgehend von dieser Sichtweise, welchen Beitrag der Computer in der Schule im Sinne einer Allgemeinbildung leisten kann. Die Bedeutung des Computers als Werkzeug und Medium sehen sie zusammenfassend mit eher gedämpften Optimismus: *"Entgegen vielen hochgespannten Erwartungen stellt der Computer kein Heilmittel für das allgemeinbildende Schulwesen dar"* (ebd., S. 37). Die Frage, ob Informationstechnik zu den Gegenständen einer Allgemeinbildung gehört, bejahen Bussmann und Heymann jedoch und begründen dies unter anderem mit dem Einfluss dieser Technik auf die Ausübung beruflicher Tätigkeiten. Dabei legen sie den Schwerpunkt auf die Rolle des Computers als symbolverarbeitende Universalmaschine in den gegenwärtigen Lebensbereichen. Technikverständnis soll soweit erzeugt werden, wie es die Durchdringung des vom Computer beeinflussten Alltagsgeschehen erfordert. Das Konzept zur Allgemeinbildung wurde von Heymann (1996/97) überarbeitet und nicht nur auf die Mathematik, sondern auf verschiedene andere Fächer angewendet.

Für eine informatische Bildung bzw. für einen Informatikunterricht haben zahlreiche Autoren mit unterschiedlichen Sichtweisen versucht, den Beitrag zur Allgemeinbildung zu präzisieren (Baumann 1990, Lehmann 1992, Engbring 1996, Thomas 2002, Witten 2003 u.a.). Die postulierten Beiträge der Informatik zur Allgemeinbildung lassen sich im Wesentlichen wie folgt kurz zusammenfassen:

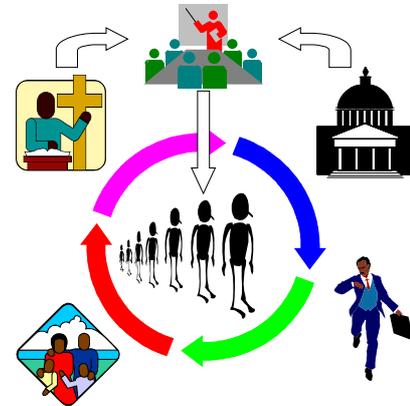
- Der Umgang mit Methoden, Denkweisen und Modellen der Informatik – vor allem im Kontext der Erstellung von Software – soll das *Denken in Abläufen und Prozessen* beim Lösen von Problemen im Allgemeinen schulen. Dies kann beispielsweise erfolgen, indem fundamentale Ideen angeeignet und bewusst gemacht werden, die auf ähnliche Probleme in künftigen Lebenssituationen transferiert werden können.
- Computer und Informatiksysteme sollen im Zusammenhang von Ansätzen und Ergebnissen zur Automatisierung informationeller Prozesse, insbesondere geistiger Tätigkeiten des Menschen, als *kulturtechnisches Phänomen* gesehen und verstanden werden. Die Verwendung von sprachlichen Gebilden als Ausdrucksmittel, die technische Verarbeitung von Zeichen und Information, die Repräsentation und das Abrufen von Wissen in Informatiksystemen bilden einen Schwerpunkt.
- Ein Einblick in gesellschaftlich relevante Anwendungen von Informatiksystemen und ihre *spezifische Wirkungsweise in den Dimensionen Mensch, Maschine, Gesellschaft* soll den reflektierten Einsatz von Informatiksystemen unterstützen und eine selbstbestimmte und selbstsichere Teilnahme an einer Informationsgesellschaft ermöglichen.

Eine Stärkung des "Schüler-Ichs" durch die kreative und stark selbstbestimmte Konstruktion von informatischen Produkten, an denen sich Erfolg und Misserfolg unmittelbar erfahren

lässt, wird im Rahmen der Allgemeinbildungsdiskussion zum Informatikunterricht selten erwähnt. Allen Beiträgen ist gemeinsam, dass sie weder empirisch belegt sind noch genügend didaktisch-methodisch konkretisiert wurden.

2.2 Lernen als Leitbegriff

Im Lernbegriff kommt menschliches Verhalten im Ensemble rational bestimmter und bestimmbarer Ziele, Inhalte, Verfahren und Medien zur Darstellung. Ins Zentrum dieser Sicht menschlicher Weltaneignung ist die Funktionalität des einzelnen in der Gesellschaft gerückt. Dabei wird unterstellt, dass der Mensch für diesen Zweck in höchstem Maß geeignet ist, da er im Gegensatz zum Tier kulturell lenkbar ist. Voraussetzung hierfür ist ein umfassendes und wissenschaftlich begründetes kulturell-gesellschaftliches System, das die Lenkungen nach bestimmten Kriterien, z.B. Optimierung von Leistung, organisiert.



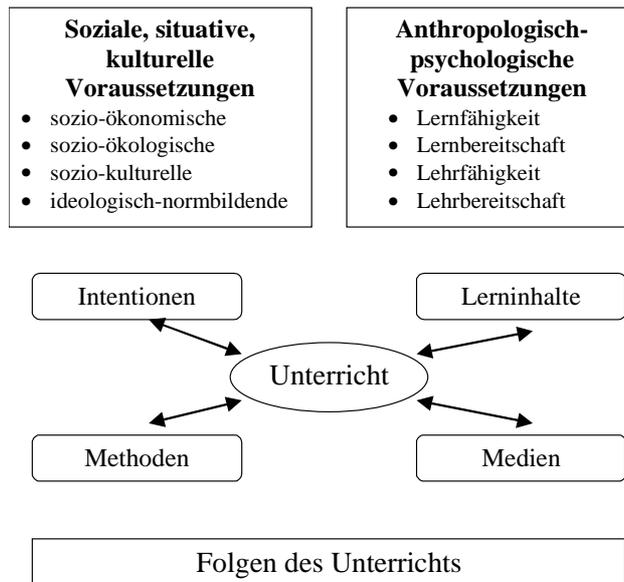
Unterricht erscheint in dem Ansatz als Organisation von individuellen und kollektiven Lernprozessen. Die Beziehungsdimension dieser Lernprozesse wird dabei durch die Definition von Lernen festgelegt. Die Inhaltsdimension der Lernprozesse wird durch begründete Auswahl und Anordnung kultureller Inhalte in Form von Curricula oder Lehrplänen bestimmt. Mit Lernen wird also stets auch Lehren verbunden. Die Lehrintention zielt auf verschiedene Persönlichkeitsebenen der Subjekte ab, z.B. die kognitive, affektive, soziale und motorische Ebene. Gewünschtes Verhalten soll hervorgerufen, optimiert und dauerhaft verankert werden, um die Eingliederung des Einzelnen in die Gesellschaft zu fördern.

Zahlreiche Autoren haben Lernen als Leitbegriff für ein Didaktikmodell begründet und systematisch herausgearbeitet. An dieser Stelle können nur wenige Ansätze in aller Kürze skizziert werden.

2.2.1 Lerntheoretischer Ansatz

In dieser Schule, oft auch mit "Berliner Didaktik" (Heimann¹⁵, Otto, Schulz) bezeichnet, wird Didaktik als "Theorie des Lehrens und Lernens" verstanden. Heimanns Interesse gilt einer erfahrungs- und unterrichtswissenschaftlichen Begründung didaktischen Handelns. Im Zentrum steht der Unterricht in seinen vielfältigen Bedingungsbeziehungen und Ausformungen, die seiner Ansicht nach am ehesten durch erfahrungswissenschaftliche Methoden, beispielsweise Unterrichtsexperimente und -beobachtungen, erforscht werden können.

¹⁵ nicht zu verwechseln mit Bussmann und Heymann



Die Strukturanalyse der Berliner Didaktik liefert dem Lehrer eine ansprechende Struktur zu einer reflektierten Unterrichtsplanung, die mit der Didaktischen Analyse von Klafki gut kombinierbar ist. Der Lehrende hat unter Berücksichtigung der Elemente verschiedener Bedingungsfelder seine Entscheidungen in den jeweiligen Entscheidungsfeldern so zu treffen, dass die gewünschten Folgen erreicht werden können.

Bedingungsfelder

1. Soziale, situative, kulturelle Voraussetzungen

sozio-ökonomische	finanzielle und wirtschaftliche Rahmenbedingungen	Klassenstärken, Ausstattung mit Lernmitteln, etc.
sozio-ökologische	Einlagerung des Unterrichts in ein räumliches Umgebungsgeflecht	Stadt- oder Landschule, Verkehrsverbindungen, Lärmbelästigung, etc.
sozio-kulturelle	aus der geschichtlich-geistigen Situation erwachsende Strömungen, Einstellungen etc.	Tabus, Kommunikationsweisen, Sprachformen, Symbole, etc.
ideologisch-normbildende	aus Interessenlagen einzelner gesellschaftlicher Gruppen und Mächte stammende Einflüsse	politische Richtziele im Wandel der Parteienlandschaft, Einfluss der Umweltbewegung etc.
2. anthropologisch-psychologische Voraussetzungen		
Schülerseite:	Lernfähigkeit	Lernstand: Wissen, Können, Haltung, Lernstil, Lerntempo
	Lernbereitschaft	
Lehrerseite:	Lehrfähigkeit	Lehrstand: Wissen, Können, Haltung, Lehrstil
	Lehrbereitschaft	

Entscheidungsfelder (interdependent)

Intentionen	Welche Zielsetzungen hat der Unterricht?	Kognitive, affektive und psychomotorische Lernziele
Lerninhalte	Was wird gelehrt?	
Methoden	Wie wird der Stoff vermittelt?	Gruppenarbeit, Vortrag etc.
Medien	Womit wird der Lernstoff transportiert?	Folie, Tafel, Computer etc.
Folgen des Unterrichts	Welche soziokulturellen und anthropologisch-psychologischen Auswirkungen wird der Lernvorgang haben?	s. o.

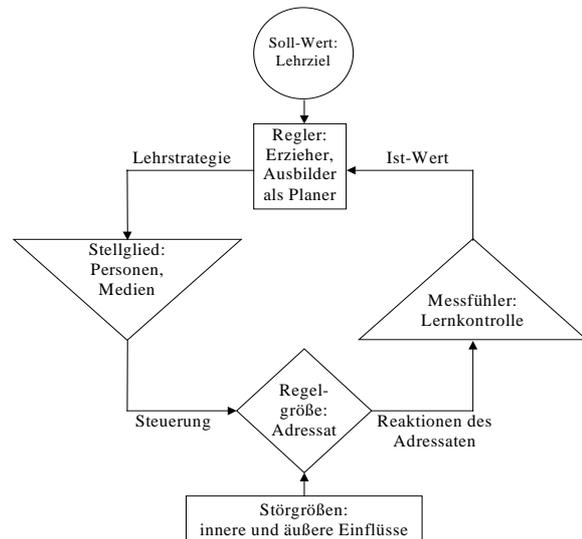
Heimann ist eher pragmatisch orientiert und legt sich auf keine spezifische Lerntheorie fest. Er weist jedoch an einer Stelle ausdrücklich auf Heinrich Roths Werk "Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens" aus dem Jahre 1952 hin, in dem Roth eine unterrichtsbezogene Lerntheorie entwickelt.

Wolfgang Schulz, ein Schüler Heimanns, erweiterte das "Berliner Modell" in einem eigenen lehrtheoretisch-kritischen Ansatz zum "Hamburger Modell", indem er u.a. - in Übereinstimmung mit Klafki - gesellschaftskritische Elemente hinzufügt. Zudem steht es für Schulz außer Frage, dass im Unterricht auch technische Interessen realisiert werden müssen, weil sie zur Grundausstattung junger Menschen im Bereich von Kenntnissen und Fertigkeiten gehören. Die zentralen Lernziele sind für Schulz: Kompetenz, Autonomie und Solidarität.

2.2.2 Kybernetischer Ansatz

In einem bemerkenswerten Gesamtwerk vertritt Felix v. Cube (1965) einen kybernetischen Ansatz zur Erklärung unterrichtlicher Realität. Unter Anwendung von damals sehr aktuellen Methoden der Informationstheorie und der Kybernetik auf den Prozess der Lernens reduzierten Cube und Frank (1969) die Didaktik auf reine Methodik. Dabei soll Unterricht durch ein mathematisches Modell beschreibbar werden. Lerninhalte werden i.d.R. nicht diskutiert.

Basierend auf behavioristischen¹⁶ Lerntheorien wird die Struktur des Lernprozesses als Regelkreis modelliert und mathematisiert. Obwohl der Unterrichtsprozess vermutlich nicht mit einem derart einfachen Modell beschrieben werden kann, zeigen sich drei beachtenswerte Anwendungsbereiche:

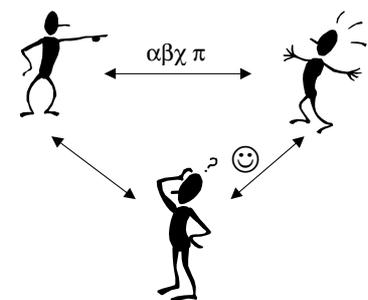


- Lernen kann als Informationsverarbeitung bestimmt werden. Gegebene Informationen werden kognitiv durch den Abruf von gespeicherten Informationen und den Aufbau neuer Strukturen verarbeitet. Inwieweit ist Lernen dann im oder auf einem Computer simulierbar?
- Die kybernetischen Modellvorstellungen können zur Optimierung und Evaluierung von Lehrveranstaltungen verwendet werden. Insbesondere beim Einsatz von computerbasierten Medien können Soll- und Istwerte im Unterricht verglichen werden und didaktische Entscheidungen beeinflussen. Insofern kann die Technologie zur rationalen Bewältigung von didaktischen Problemen beitragen (v. Cube 1965, S. 172ff).
- Multimediale, voll-automatisierte Lehr-/Lernprogramme können mit dem Ansatz entwickelt und strukturiert werden. Dies führte zum computerunterstützten Unterricht CUU, der sicherlich sehr kritisch zu betrachten ist.

2.3 Interaktion als Leitbegriff

Mit dem Interaktionsbegriff wird ein Phänomen belegt, das von der grundsätzlichen Einbezogenheit des Menschen in soziale Beziehungen ausgeht. Dabei wird unterstellt, dass Menschen in sozialen Beziehungen auf der Grundlage von Symbolen sinnverstehend handeln.

Im Zentrum symbolischer Interaktion steht der sinnverstehende Austausch von kulturellen Bedeutungen (Informationsaustausch). Interaktion findet auf jeder Ebene gegenseitig und allseitig statt.



¹⁶ Der Behaviorismus ist eine psychologische Schule in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Sie fordert die Verifizierbarkeit aller psychologischen Erkenntnisse und beschränkt sich daher auf Untersuchungen zu dem Beobachtbaren. Wichtige Vertreter sind Pawlow, Thorndike und Skinner.

Die Menschen als sinnverstehend miteinander Handelnde rücken in den Mittelpunkt von Analyse und Planung.

Unterricht wird daher nicht nur als Bedingung der Möglichkeit für gegenseitiges Sinnverstehen kultureller Bedeutungen angesehen, sondern ist selbst bereits als Verständigungsprozess zu organisieren, d.h. die Individuen handeln sinnverstehend und aufeinanderbezogen im Medium Kultur. Meinungsverschiedenheiten, Differenzen und Konflikte sind ebenso als konstitutiv anzusehen, wie gegenseitiges Verstehen.

Einer an Interaktion orientierten Theorien- und Modellbildung der Didaktik kommt es primär auf die Erforschung der Wirklichkeit¹⁷, ihrer Strukturen und gesellschaftlichen Bedingungsbeziehungen an. Vier Begriffe markieren in der Literatur den systematischen Horizont, in dem die didaktische Bedeutung von Interaktion entwickelt wird: Interaktion, Kommunikation, Handeln, Kritik.

Zur *Interaktion* führt das Wörterbuch zur Psychologie (1989) aus:

"allgemeine und umfassende Bezeichnung für jede Art wechselseitiger Bedingtheit, z.B. im sozialen Verhalten, wo zwei oder mehrere Versuchspersonen durch Kommunikation einander beeinflussen können und das gemeinsame Verhalten als Ergebnis der Interaktion angesehen werden kann"

Klaus Mollenhauer (1972) hebt hervor, dass die Interaktion aufgrund von Symbolen realisiert wird, wobei die Geste als einfachstes Symbol gilt. Daher kommen Sprache, Gestik und Mimik eine zentrale Rolle im didaktischen Prozess zu. In der Sprache finden alle kulturellen Darstellungen ihre symbolische Konkretion¹⁸. Interaktion ist eine dynamische, kulturbedingte Beziehung zwischen Individuen und damit nur bedingt planbar. Sie öffnet den Lehr- und Lernprozess jedoch für neue inhaltliche und beziehungsbestimmte Impulse durch die handelnden Subjekte. Unterricht wird verstärkt zum Kommunikationsprozess; beispielsweise in informatischen Projekten.

Watzlawick et al. (1972) verstehen unter menschlicher *Kommunikation* eine Mitteilung (message). Eine Aneinanderreihung von Mitteilungen wird hier als Interaktion bezeichnet. Die grundlegende Bedeutung von Kommunikation für die Interaktion (und damit für Lehr- und Lernprozesse) kann durch drei entscheidende Grundphänomene dargestellt werden (Watzlawick et al. nennen noch zwei weitere):

- Man kann nicht nicht kommunizieren, d.h. auch das Schweigen oder Ignorieren ist eine kommunikative Äußerung.
- In jeder Kommunikation ist ein Inhalts- und ein Beziehungsaspekt zu erkennen. Die Inhaltsebene wird in der Schule weitgehend durch das Curriculum festgelegt. Auf der Beziehungsebene kommt die Art und Weise zum Tragen, wie diese Information im Lehrer-Schüler-Verhältnis vermittelt wird (hierzu zählen auch Unterrichtsformen und Unterrichtsartikulationen).
- Auf einer dritten - metakommunikativen - Ebene werden die unbewusst geäußerten Beziehungselemente aufgedeckt, bewusst gemacht und hinsichtlich ihrer Intention und des Umgangs mit ihnen in der Gruppe bearbeitet. Auf der Beziehungs- und Metaebene spielen sich nach Ansicht der modernen Sozialwissenschaften diejenigen Prozesse ab, die in der klassischen Pädagogik als Erziehung bezeichnet werden.
- Die Interpunktion der Kommunikationsabläufe durch die Kommunikationspartner bestimmt die Natur einer Beziehung, d.h. beispielsweise, dass der Lehrer einerseits mit

¹⁷ An dieser Stelle muss auf eine konstruktivistische Sichtweise in der Psychologie hingewiesen werden, nach der nicht DIE Wirklichkeit existiert, sondern jedes Individuum sich seine Wirklichkeit konstruieren muss. Diese gewinnt aktuell nach und neben der behavioristischen und kognitivistischen Sichtweise an Bedeutung.

¹⁸ Sprache ist mir ihrer automatisierten Verarbeitung eine fundamentale Idee der Informatik (vgl. Schwill 19xx und Claus 19xx). Das Modellieren von semantischen Modellketten ist für die Informatik sehr typisch (Thomas 200x). Interaktion ist einer der vier Leitlinien zur Informatischen Bildung verankert (GI 19xx).

einer Aussage "Das ist falsch." mittels seiner fachlichen Autorität ein Zeichen setzen kann oder andererseits mit der Frage "Stimmen alle mit der Antwort überein?" eine Metakommunikation anregen kann. Interpunktionen können als alltägliche und notwendige Regelungsmomente in Interaktionen angesehen werden.

Menschliches *Handeln* lässt sich als sinnhafte, gewollte, ziel- oder zweckgerichtete, aus Motiven oder Antrieben ergebende Einwirkung auf die Umwelt definieren. Handeln kann auch Unterlassen bedeuten (Wörterbuch der Soziologie). Soziales Handeln wirkt sich vor allem auf den Beziehungsaspekt aus (Watzlawick 1972). Handlungsorientierter Unterricht, in dem die zwischen dem Lehrer und den Schülern vereinbarten Handlungsprodukte die Organisation des Unterrichtsprozesses leiten, kann nach Meyer (1989) zu einer fortschreitenden Emanzipation der Lernenden führen.

In gleicher Vielschichtigkeit werden die Begriffe kritisch bzw. Kritik verwendet, für die drei Ebenen angegeben werden können:

- Vernunftkritisch¹⁹: dieser Begriff geht auf Immanuel Kant (1724-1804) zurück. Der Intention nach ist gemeint, dass kulturelles und soziales Handeln an moralischen Prinzipien ausgerichtet werden soll. Insbesondere in der Sozialisationsforschung von Piaget (1896-1980) und Kohlberg (1927-1989) spielt die Forderung der Entwicklung der moralischen Urteilsbildung - auch in Schule und Unterricht - eine große Rolle.
- Gesellschaftskritisch: Mollenhauer (1972) betont die Notwendigkeit eines kritischen Handelns im Sinne einer Herausforderung der *eigenen* Vernunft und des sinnverstehenden Handelns unter dem Anspruch der Emanzipation. Dies bedeutet auch, dass didaktische und pädagogische Bemühungen gegebenenfalls den Zwängen und den Verhinderungen, die in allen Organisationen gegeben sind, entgegenwirken.
- Methodenkritisch: Bei Brezinka (1972) heißt es "Die Wissenschaft beginnt nicht mit Tatsachen, sondern mit Problemen und Lösungsversuchen". Mit diesem Ansatz drückt Brezinka aus, dass Wissenschaftler zunächst ein Problem formulieren und anschließend Hypothesen (Lösungsansätze) entwickeln, anhand derer die Phänomene der Wirklichkeit geprüft werden. Hypothesen können falsifiziert, aber nie verifiziert werden (K. Popper 1902-1994). Verbesserten Hypothesen kann der Charakter von Gesetzmäßigkeiten zugestanden werden (Theoriebildung). Methodenkritik ist im Informatikunterricht insbesondere beim Prozess der Modellierung erforderlich.

2.4 Folgerungen zu den Ansätzen der allgemeinen Didaktik

Die drei allgemeindidaktischen Leitbegriffe "Bildung", "Lernen" und "Interaktion" gilt es bei der Konstruktion eines Informatikunterrichts, und verstärkt auch in der Hochschullehre, immer wieder in den Blickpunkt zu rücken. Dabei können die Begriffe und die mit ihnen verknüpften Ansätze zum einen auf den zu konkretisierenden Unterricht angewendet werden.

Zum anderen haben A. Schwill (1991) und R. Baumann bereits auf einen Zusammenhang zwischen Informatik und Didaktik hingewiesen, in dem der Computer zum "didaktisch ausgebildeten" Lehrer wird oder auch der Computer als "Schüler" betrachtet werden kann, dem beispielsweise Erkenntnisse aus Forschungen zur Wissensrepräsentation und Informationsverarbeitung beigebracht werden müssen.

erteilt Unterricht und ist didaktisch vorgebildet	wird unterrichtet	Methodische Bezeichnung
Lehrer	Schüler	Traditioneller Unterricht
Informatiker	Computer	Programmierung
Computer	Schüler	CUU

¹⁹ Humbert versucht den Vernunft-Begriff auf die Informatik anzuwenden (Humbert 2003).

Auffällig ist auch, dass dem Begriff der Kultur und der Auseinandersetzung mit Kultur, in den Ansätzen zu allen drei allgemeindidaktischen Leitbegriffen eine hohe Bedeutung zugewiesen wird. Es ist folglich zu untersuchen, inwieweit Gegenstände und Methoden der Informatik Kulturgut für einen Bildungsprozess zur Verfügung stellen (s. Thomas 2002).

Unterricht ist ein komplexes Gefüge von Elementen und Variablen, die sich wechselseitig beeinflussen. Man kann die Unterrichtsplanung prinzipiell von jedem Element aus beginnen, sofern bei allen Überlegungen der Aspekt Unterricht schon mitbedacht wird. Das heißt, dass es keine Reflexion über Lernziele, Lerninhalte, Gegenstände, Themen oder Arbeitsformen "an und für sich", also losgelöst von einem konkreten Bezugsrahmen, geben kann, der immer von der Gesamtheit aller für Planung und Durchführung des jeweiligen Unterrichts bedeutsamen Elemente gebildet wird. Dabei darf nicht übersehen werden, dass nicht alle Elemente in gleicher Weise beeinflusst bzw. verändert werden können.

Obwohl die Begriffe Thema, Inhalt und Gegenstand häufig nicht scharf voneinander getrennt werden, soll an einem Beispiel kurz auf die prinzipiellen Unterschiede hingewiesen werden. Ein Thema für eine Unterrichtseinheit benennt i.d.R. einen Inhalt, der an einem Gegenstand vermittelt wird, und zeigt die für die Stunde maßgebende didaktische Perspektive auf.

Computersimulation als Hilfsmittel zur Erkenntnisgewinnung über das Verhalten dynamischer Wirkungsgefüge

Gegenstände der Unterrichtseinheit sind hier "dynamische Wirkungsgefüge". An diesen Gegenständen sollen die Schüler sich mit der "Computersimulation" als Inhalt beschäftigen und diese als "wissenschaftliche Methode zur Erkenntnisgewinnung" kennen lernen.

Neben Auswahl und zeitlicher Verteilung des Stoffes ist die Planung und Formulierung von Lernzielen der wichtigste Vorgang der Unterrichtsplanung. Die Beantwortung der Frage "Was will ich mit dieser Unterrichtseinheit genau erreichen?" regelt in Verbindung mit den Lerninhalten die Planung der restlichen Dimensionen.

Es wird nun der Teil eines Fragenkataloges „Gesichtspunkte für die Planung von Unterricht“ dargestellt, der sich aus den skizzierten Erkenntnisse der allgemeinen Didaktik ergibt und zur Legitimation eines Gegenstands für eine bestimmte Lerngruppe herangezogen werden kann. Er beansprucht weder Vollständigkeit noch Absolutheit. Jeder Lehrende muss einen ähnlichen Fragenkatalog für sich individuell zusammen stellen. Es geht jeweils darum, die wesentlichen Elemente einer Unterrichtsplanung in einen begründeten und begründbaren Zusammenhang zu bringen.

2.4.1 Lern- und Lehrvoraussetzungen

(vgl. auch Strukturanalyse der Berliner Didaktik)

2.4.1.1 Wer wird unterrichtet?

- Welche Vorkenntnisse und Fertigkeiten der Schüler können Sie voraussetzen?
- Welche sachlichen Voraussetzungen müssen im Hinblick auf Ihr Unterrichtsvorhaben bereitgestellt (wiederholt, gesichert oder ergänzt) werden?
- Sind Vorwissen (aus anderen Fächern, Massenmedien, aus Privatlektüre) oder Voreinstellungen und Vorurteile bei Schülern zu vermuten und für die Planung zu berücksichtigen?
- Wird die Arbeitshaltung der Schüler gefördert oder beeinträchtigt durch
 - die Einstellung zum Fach?

- das Verhältnis zum Lehrer?
 - das Interesse am speziellen Gegenstand?
 - die Bereitschaft (Fähigkeit) zu bestimmten Aktions- und Sozialformen?
 - die Vorliebe für ein Medium?
 - die kraß unterschiedliche Leistungsfähigkeit einzelner Schüler?
 - Sonderbelastungen (Lage der Stunde, des Klassenraums, vorausgehende oder nachfolgende Klassenarbeit, Sportstunde u.a.)
- Inwiefern muß die (verschiedene) soziale Herkunft der Schüler in Rechnung gestellt werden (Sozialschicht, Wohngegend, Schullaufbahn)?
 - Wie ist die Gruppensituation zu beurteilen und zu berücksichtigen?
 - Welche für das Unterrichtsvorhaben tauglichen Arbeitsverfahren beherrschen die Schüler bereits? (Gesprächsführung; Arbeitsteilung; Auswertung einer Karte, eines Diagramms, einer Statistik; Anordnung und Auswertung von Versuchen u. a. m.).
 - Ergeben sich Schwierigkeiten oder Hindernisse für die Anwendung einer Unterrichtsform durch Klassenfrequenz, die Sitzordnung, den Klassenraum oder die Auswahl bzw. Kombination der Schüler in dieser Stunde?

2.4.1.2 Wer unterrichtet?

- Reflektieren Sie
 - Ihr eigenes Interesse
 - besondere Sachkenntnisse oder auch geringere Vertrautheit mit der Sache
 - Einstellungen
 - Beherrschung bestimmter Methoden
 - Schwierigkeiten mit anderen
 - Ihren Kontakt zu den Schülern
 - Ihre Kenntnis der Fragen, Interessen, Bedürfnisse, Erfahrungen und Erwartungen der Schüler.
- Welche medialen Voraussetzungen sind an Ihrer Schule gegeben?
- Welche Möglichkeiten bieten sich unter Berücksichtigung der Festlegungen und Freiräume der Richtlinien, Curricula und schulinternen Vereinbarungen?

2.4.2 Didaktische Gegenstandsanalyse

(Anwendung der Kriterien von Klafki zur Bestimmung von Bildungsgütern, der Kriterien zur Allgemeinbildung von Bussmann/Heymann o.a.)

2.4.2.1 Was soll und kann der Schüler an diesem Gegenstand lernen?

- Wie läßt sich dieser Stoff als Gegenstand von Unterricht legitimieren?
- Wofür ist der Gegenstand repräsentativ? (z.B. für welchen bestimmten Sinn- und Sachzusammenhang, für welches Phänomen, Prinzip, Gesetz, Problem oder Kriterium?)
- Welche Methode, Technik oder Haltung läßt sich in der Auseinandersetzung mit ihm gewinnen?
- Welche allgemeine erzieherische Bedeutung kommt ihm zu?
- Welchen konkreten "Gebrauchswert" kann dieser Gegenstand/ dieses Thema für die Schüler haben?

2.4.2.2 Wie ist der Gegenstand strukturiert?

Man kann nicht in allen Fällen davon ausgehen, dass der Lehrer den zu vermittelnden Stoff auf Anhieb beherrscht. Zudem ist zu bedenken, dass Sachzusammenhänge bereits wissenschaftlich umstritten bzw. offen sein können. In beiden Fällen wären etwa folgende Vorarbeiten zu leisten: Man wird sich über die Sache selbst informieren, d.h. umfangreiches Material und Informationen sammeln und zusammenstellen. Das Zusammenstellen der Informationen dient dazu, sich selbst in die Materie einzuarbeiten, Bezüge oder Verbindungen zu anderen Sachverhalten zu erkennen, um das Wesentliche des Sachverhalts zu erarbeiten.

- Wie komplex ist der Sachverhalt?
- Welcher Art ist die Sachsystematik (etwa logischer Zusammenhang, Kausal- oder Wirkungszusammenhang)?
- In welchem größeren Zusammenhang steht der Sachverhalt?
- Unter welchen Teilaspekten ist er zu betrachten, wie hängen sie untereinander zusammen?

2.4.2.3 Wie ist der Gegenstand didaktisch zu reduzieren?

- Welcher (Teil-) Aspekt bzw. welche (Teil-) Aspekte sollen betrachtet werden?
- Wie ist die Auswahl der Aspekte zu begründen?
- Wie ist der Gegenstand zu elementarisieren?
- Wie lässt sich der Gegenstand zugänglich machen (im Hinblick auf den Erfahrungshorizont der Schüler, besondere Lernschwierigkeiten, Möglichkeiten der Veranschaulichung)?

2.4.2.4 Welche Lernziele sollen erreicht werden?

Die Festlegung von Lernzielen ist eine pädagogische und didaktische, letztlich schulpolitische Aufgabe. Ziele sind Ausdruck und Resultat eines Konsens gesellschaftlicher Gruppierungen mit differenzierten Ansprüchen.

- Richtziele als sehr allgemeine Zielformulierungen sind schulpolitisch gewollte Willenserklärungen; sie sind Interpretationen weitgehend zugänglich. Sie fixieren weder informatische Inhalte noch bestimmen sie, ob Kenntnisse vermittelt, Fertigkeiten entwickelt oder Einstellungen erzeugt werden sollen. Richtziele für den Informatikunterricht wurden bereits im Zusammenhang mit den Artikeln 28 und 29 der Landesverfassung genannt (s.o.).
- Grobziele sind so konkret, dass sie in gewisser Weise didaktische und thematische Entscheidungen implizieren. Die Auswahlkriterien bleiben jedoch subjektiv und von der aktuellen pädagogischen Situation beeinflusst. Zum Beispiel:
Die Schülerinnen und Schüler sollen Informationssysteme in kompetenter Weise erstellen, nutzen und bewerten können. Dazu gehört im Einzelnen
 - ein Verständnis für die einzelnen Schritte und ihre Abfolge bei der Planung von Informationssystemen entwickeln,
 - das Erkennen von Aufgaben und Problemen, die auf Datenbanken abgebildet und so gelöst werden können,
 - das Wissen um den Aufbau und die Funktionsweise von Datenbanken sowie die Darstellung von Information durch Daten.
- Feinziele beschreiben genau das angestrebte Schülerverhalten. Feinziele werden teilweise operationalisiert, d.h. angestrebte Verhaltensweisen, erlaubte Hilfsmittel, Zeitangaben und Beurteilungsmaßstäbe werden genau festgelegt. Operationalisierte Lernziele bieten den Vorteil eines von vornherein fixierten und überprüfbaren Endverhaltens. Für die tägliche

Unterrichtspraxis erweist sich der Prozess der Operationalisierung für den Lehrer jedoch als sehr/zu zeitaufwendig.

Die Schüler sollen innerhalb von 15 Minuten eine Prozedur Quadrat, die ein Quadrat mit beliebiger Seitenlänge stiftorientiert zeichnet, formulieren und mit Hilfe der Programmiersprache LOGO implementieren. In der Prozedur soll die bekannte Anweisung REPEAT verwendet werden.

In Anlehnung an B. Blooms (1956) "Taxonomy of Educational Objectives" unterscheidet man häufig Dimensionen von Lernzielen, die unterschiedliche Verhaltensanforderungen in kognitive, affektive und psychomotorische Zielbereiche beschreiben²⁰. Es gibt natürlich keine rein kognitiven, rein affektiven oder rein psychomotorischen Lernziele, so dass sich beispielsweise Formulierungen wie "Fähigkeit und Bereitschaft entwickeln" bewährt haben. Die leichter durchführbare Operationalisierung von Lernzielen im kognitiven Bereich birgt die Gefahr, dass die anderen beiden Bereiche vernachlässigt werden. Der Wert der Taxonomien liegt daher für den Lehrenden in der Überprüfung seiner Ziele auf Einseitigkeit oder Vernachlässigung, insbesondere der affektiven, Komponente.

- Kognitive Lernziele lassen sich entsprechend der Komplexität des angestrebten Endverhaltens unterscheiden. Denkbare Stufen sind Wissen, Verstehen, Anwendung, Analyse, Synthese, Evaluation. Der "Strukturplan für das Bildungswesen" des Deutschen Bildungsrates (1970) schlägt folgende Hierarchien vor:
 1. Wissen, unterschieden nach:
 - a) blosser Reproduktion von Gelerntem,
 - b) Verständnis
 2. Reorganisation, d.h. eine eigene Verarbeitung und Anordnung des Stoffes,
 3. Transfer²¹, bei dem Grundprinzipien des Gelernten auf neue ähnliche Aufgaben übertragen werden, und
 4. Problemlösendes Denken und entdeckende Denkverfahren. Dabei handelt es sich - aus Sicht des Lernenden - um eigenständige, neue Leistungen wie neue Fragen stellen oder konstruktive Kritik üben.

Diese Lernzielhierarchien dienen dazu, den Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe zu bestimmen. Daher finden sich ähnliche Hierarchien in den einheitlichen Prüfungsanforderungen der KMK²².

- Affektive Lernziele lassen sich nach dem Grad der Verinnerlichung angestrebten Verhaltens gliedern, also in Beachtung, Beantwortung, Wertung, Wertzuordnung, persönliche Festlegung durch Werte oder Wertkomplexe. Affektive Lernziele sind nur langfristig aufbaubar und stark von der Schülerpersönlichkeit abhängig. Sie werden meist für Unterrichtssequenzen oder -reihen formuliert.
- Psychomotorische Lernziele können nach dem Grad der Koordination zwischen psychischer und muskulärer Aktivität unterschieden werden in: Imitation, Manipulation, Präzision, Handlungsgliederung, Naturalisierung.

²⁰ Hannappel (1992, S. 110) warnt davor, die Taxonomie von Bloom nach nur oberflächlicher Betrachtung zu verwenden, da die Bezeichnungen teilweise sehr missverständlich wären.

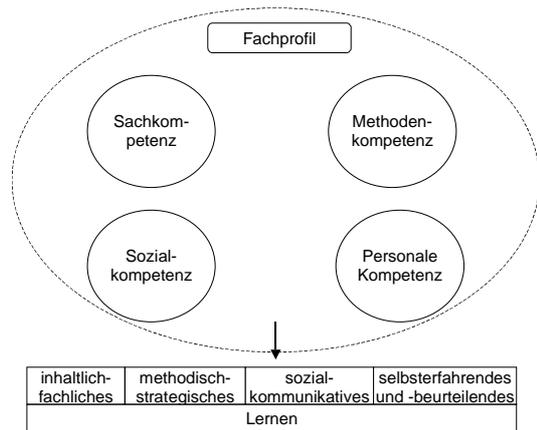
²¹ Beim Transfer wird zwischen kontext-abhängigen und kontext-freiem Transfer unterschieden (vgl. Bruner 1960). Letzterer konnte empirisch noch nicht nachgewiesen werden (vgl. hierzu Argumentationen zur Verankerung des Faches Latein im Schulkanon).

²² Hannappel merkt hierzu an: "Wir bezweifeln allerdings die Eignung der verwendeten Taxonomien für Zwecke der Vereinheitlichung; sie erlauben nur Schätzungen von geringer Exaktheit und geringer Reliabilität; [...] Ein einheitliches Niveau von Prüfungsanforderungen ist allerdings auch wenig wünschenswert, wenn kein einheitliches Niveau des Unterrichts besteht." (S. 104).

Eine extreme Lernzielorientierung von Unterricht erweist sich häufig als problematisch, da der Spielraum im konkreten Unterrichtsgeschehen für den Lehrer und den Schüler zu stark eingeengt wird. In jeder Unterrichtsstunde muss der Lehrer sich bei Spontanreaktionen der Schüler fragen, ob die gezeigte Motivation direkt verwertbar ist oder auf spätere Stunden verschoben werden muss, in denen sie gegebenenfalls wieder mühsam aufzubauen ist.

Kompetenzen bezeichnen ein Vermögen des einzelnen Menschen, das ihn befähigt, sein persönliches, berufliches und gesellschaftliches Leben verantwortlich und persönlich befriedigend zu führen und seine Umwelt mitzugestalten. Kompetenzen können nicht antrainiert werden, sondern werden im individuellen Entwicklungsprozess selbst aufgebaut und verbessert. Es lassen sich vier Kompetenzbereiche unterscheiden:

- Sachkompetenz, zielt auf den Erwerb sachlicher Kenntnisse und Einsichten, deren Anwendung und Verknüpfung in lebensnahen Handlungszusammenhängen,
- Methodenkompetenz, bezeichnet die Fähigkeit, den eigenen Lernprozess bewusst, zielorientiert, ökonomisch und kreativ zu gestalten,
- Sozialkompetenz, meint die Fähigkeit, in wechselnde sozialen Situationen, bei unterschiedlichen Aufgaben und Problemen die eigenen Ziele erfolgreich im Einklang mit den anderen Beteiligten zu verfolgen, und



- Personale Kompetenz, umfasst zentrale Einstellungen, Werthaltungen und Motivationen, die das Handeln des Einzelnen beeinflussen (Selbstvertrauen, Selbstwertgefühl, ...).

Vom Kompetenzansatz ausgehend werden fachliche Ziele und Inhalte auf das Lernen der Schüler bezogen, wobei vier Dimensionen unterschieden werden:

- Inhaltlich-fachliches Lernen: inhaltliches Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten wie Zusammenhänge erkennen und erklären können, fachliche Kategorien verstehen, fachlich urteilen können, ...
- Methodisch-strategisches Lernen: Lern- und Arbeitstechniken und Lernstrategien wie Planen und organisieren, Strukturieren, ...
- Sozial-kommunikatives Lernen: Erfahrungen des "Ichs" in der Gemeinschaft des sozialen Miteinanders, z.B. Zuhören, Kooperieren, Diskutieren, Integrieren, Leiten, ...
- Selbsterfahrendes und selbstbeurteilendes Lernen: Einschätzung der eigenen Stärken und Grenzen, Werthaltungen aufbauen, Identifikation aufbauen, ...

3 Grundsätze der methodischen Gestaltung

Lehre und Unterricht bestimmt sich nicht allein durch die Auswahl der Unterrichtsinhalte und –gegenstände für eine Lerngruppe sondern ebenso durch die Methodik, d.h. wie der Unterricht gestaltet und durchgeführt wird. Die Art und Weise, wie Lernende und die Unterrichtenden in angemessener Form miteinander und mit den Inhalten umgehen, soll langfristige Einstellungen und ein vertieftes Verständnis der Informatik, ihrer Anwendungen und Auswirkungen bewirken. Wichtige Aspekte sind die Verständigung, wie man an Problemstellungen herangeht, die Einigung, wie die Tätigkeit organisiert und kontrolliert wird, die Absprache, wie eine größere Aufgabe aufgeteilt wird, die Klärung, was als Lösung eines Problems akzeptiert wird, und der Umgang mit Fehlern von Mensch oder Maschine. Gerade im Informatikunterricht gehört das Auftreten von Fehlern zum Entwicklungsprozess. Diese müssen in sorgfältiger und kritischer Diskussion aufgefangen und thematisiert werden. Dazu gehört, als methodisches Prinzip auch, dass die Schüler lernen, mit den Ergebnissen ihrer eigenen Arbeit und der Arbeit anderer Gruppen differenziert bzw. kritisch konstruktiv umzugehen. Ein solches Unterrichtskonzept bedeutet für Lehrkräfte, dass sie inhaltlich flexibel, methodisch offen und für Belange von Lernenden zugänglich sind.

3.1 Lernpsychologie

Die Lernpsychologie untersucht menschliche Lernvorgänge und bildet eine wichtige Bezugswissenschaft der Didaktik. An dieser Stelle werden wir nur einige für den konkreten Unterricht interessanten Aspekte vorstellen. Eine Übersicht zu Lehr- und Lernprozessen mit ausführlichen Literaturangaben findet man bei Kron (1994)²³.

Wichtige Strömungen der Lernpsychologie sind der Behaviourismus, der Kognitivismus und der Konstruktivismus.

Die psychologische Schule des *Behaviourismus* erhebt den Anspruch, dass alle psychologischen Erkenntnisse in Experimenten verifizierbar sein müssen. Man beschränkt sich daher auf die Erklärung beobachtbarer Phänomene. Das Hauptziel des Behaviourismus liegt in der Bereitstellung von Theorien zur Vorhersage bestimmter Reaktionen in einer gegebenen Situation.

Die ursprünglich aus Tierversuchen von Pawlow (1849-1936) gewonnenen Erkenntnisse zur Ausbildung von Verhaltenskonditionierung (Speichelfluss) durch Kopplung von neutralen Reizen (Glockenton) und unbedingten Reizen (Vorlage von Futter) wurde von Watson (1913) auf die Lernpsychologie übertragen. Durch Thorndike (1913) wurde das Konzept der Verstärkung pawlowscher Kopplungen eingeführt, das schließlich von Skinner (1938) zu einer Theorie der operanten Konditionierung systematisiert wurde (Verstärkung durch Hinzufügen von angenehmen oder Entfernen von unangenehmen Reizen).



²³ Wir orientieren uns in diesem Abschnitt an der Darstellung in Hubwieser (2000).

Für den Unterricht lässt sich aus den Erkenntnissen behaviouristischer Lerntheorien ableiten:

- angenehme Lernumgebung mit entspannter, aufmerksamkeitsfördernder Atmosphäre schaffen,
- kontinuierlich, aber differenziert loben,
- Bestrafungen vermeiden,
- Abwehrreaktionen und Angsterzeugung vermeiden.

Als Gegenströmung zu behaviouristischen Lerntheorien entstanden kognitivistische Lerntheorien, die sich mehr für die lernbedingten (inneren) Änderungen der Strukturen im Gehirn des Lernenden interessierten. Während der Behaviourismus vorwiegend zur Erklärung der Auslösemechanismen von Gefühlen und relativ primitiven Verhaltensweisen dienen kann, beschäftigt sich der Kognitivismus mit höheren geistigen Prozessen, indem innere elektrochemische Vorgänge von Neuronen, Rezeptoren und Effektoren (Muskeln) modelliert werden. Wegbereiter waren die "Erregungskreise"²⁴ von Hebb (1949), "kognitive Landkarten" von Wertheimer (1945) et al., das Konzeptmodell von Bruner (1957) sowie die "propositionalen Netzwerke"²⁵ von J.R. Anderson (1976/1995).

Als Praxistip lässt sich aus den Erkenntnissen der kognitiven Psychologie ableiten:

- Lehrstoff in übergeordnete Sinnzusammenhänge einzuordnen,
- strukturierte Darbietung der Lerninhalte, so dass die Aneignung erleichtert wird,
- möglichst viele Anknüpfungspunkte an bekanntes Wissen anbieten.

In letzter Zeit gewinnt ein gemäßiger²⁶ *Konstruktivismus* immer mehr an Einfluss im Bereich der pädagogischen Psychologie, dessen Forderungen in einem "Primat der Konstruktion" zusammengefasst werden und ausdrückt, dass Lernen nur über die aktive Beteiligung der Lernenden möglich ist ("Konstruktion" statt "Instruktion"). Nach den grundlegenden Vorschlägen zur Arbeitsschule von Kerschensteiner (1950), zum entdeckenden Lernen von Bruner (1961), zur Projektmethode von Dewey (1964) und zum Epochenunterricht von Wagenschein (1970) haben sich mittlerweile verschiedene konstruktivistische Strömungen herausgebildet (Reinmann-Rothmeier, Mandl, Gerstenmaier, Dubs 1995/96).

Zentrale Forderungen aus diesen Ansätzen für den Unterricht sind:

- handlungsorientierte Auseinandersetzung mit dem Stoff,
- Problemlösemethoden möglichst selbst erschließen lassen,
- der Lehrer fungiert vorwiegend als Organisator und Berater,
- Lernen soll wirklichkeitsnah erfolgen,
- denselben Stoff aus verschiedenen Perspektiven erschließen.

Zu den wichtigsten individuellen Lernfaktoren gehören das Gedächtnis, die Aufmerksamkeit und Lernstörungen.

²⁴ Hebb versuchte Lernen durch Modellierung elektrochemischer Vorgänge im Gehirn zu erklären. Die wichtigste Rolle in diesen Modellen spielen Neuronen, die Rezeptoren und Effektoren verbinden. Diese Neuronen übertragen elektrochemische Impulse, wobei zwischen zwei Impulsen eine Erholungspause notwendig ist. Zur Speicherung von Impulsen sind daher Kreisläufe von Impulsen notwendig, die als stabile Erregungskreise Ergebnisse von elementaren Lernvorgängen im Gehirn repräsentieren (einem Flip-Flop vergleichbar).

²⁵ Die propositionalen Netzwerke für das menschliche Denken ähneln der objektorientierten Sichtweise im Softwareentwurf. Bei der logischen Programmierung lassen sich vergleichbare Strukturen zur Repräsentation von Wissen nutzen.

²⁶ Der radikale Konstruktivismus geht davon aus, dass der Mensch seine Realität aus der Interpretation seiner Wahrnehmungen vollständig selbst konstruiert.

Unser Gedächtnis, unsere Aufmerksamkeit, die einem Sachverhalt gewidmet wird, und Lernstörungen beeinflussen das Lernen.

- Für das Gedächtnis, die Menge der im Gehirn erreichbar gespeicherten Information, wird häufig ein drei-komponentiges Modell angegeben:
 - Sensorisches Gedächtnis: für Sekundenbruchteile werden alle eingehenden externen Signale gepuffert
 - Kurzzeitgedächtnis: Eine kleine Menge von Informationen (ca. 7 Einheiten) kann für Sekunden bis Minuten behalten werden. Durch Wiederholen kann die Speicherdauer erhöht werden.
 - Langzeitgedächtnis: Information wird dauerhaft und vernetzt gespeichert, indem die Nervenzellen bio-chemisch verändert werden.

Die klare Strukturierung von Lerninhalten, das Aufzeigen von Verknüpfungen und das frühe Wiederholen von neuen Stoffen fördern die Verankerung im Langzeitgedächtnis.

- Unter Aufmerksamkeit versteht man das Bewusstsein, dass ein Prozess abläuft oder ein Objekt vorhanden ist. Die Aufnahmefähigkeit des Gedächtnisses wird stark vom Grad dieser Aufmerksamkeit beeinflusst. Der Lehrende sollte daher ein größtmögliches Maß an Aufmerksamkeit aufbauen und aufrechterhalten, also
 - Lernstörungen vermeiden,
 - Ermüdungen berücksichtigen,
 - Wichtiges hervorheben,
 - eine entspannte Atmosphäre schaffen.

- Zu einzelnen Lernstörungen lassen sich bestimmte Lehrstrategien angeben:

Name	Beschreibung	Ursache	Vermeidungsstrategie
passives Vergessen	Erregungen oder biochemische Muster verschwinden von selbst	Freigabe veralteter Informationen	Wiederholen, Üben
aktive Hemmung	unmittelbar aufeinanderfolgende Lernvorgänge können sich gegenseitig stören	Schutz vor der Überlastung des Gehirns	Pausen, Abwechslung, Portionierung
Ranschburgsche Hemmung	das zeitlich benachbarte Lernen ähnlicher Gegenstände kann zu deren dauerhafter Verwechslung führen	Einordnungsprobleme	Abwechslung in den Themen und Methoden
Verzerrung	beim Einordnen in das Langzeitgedächtnis können Umstrukturierungen in Richtung einer Ähnlichkeit mit Bekanntem auftreten	Einordnungs-erleichterung	Erleichterung der Einordnung durch Anschaulichkeit, Betonung neuer Sachverhalte
Verdrängung	für das "Seelenheil" gefährliche Informationen werden versteckt	Schutz vor seelischen Problemen	positive emotionale Belegung der Unterrichtsthemen, Verbalisierung von Tabus und Problemen, keine Strafen

Zusammenfassend seien die wichtigsten Ergebnisse der Lernpsychologie für einen Unterricht genannt:

- Erzeugung einer entspannten Atmosphäre
- Einordnung der Lerninhalte in größere Sinnzusammenhänge
- Förderung der aktiven Auseinandersetzung mit dem Stoff
- Anbieten verschiedener Perspektiven und Zugänge zum Thema
- Erzeugung möglichst wirklichkeitsnaher Problemsituationen
- Altersgemäße Darstellung der Lerninhalte

Aus den Erkenntnissen der Lernpsychologie lassen sich eine Reihe weiterer Prinzipien ableiten, die bei der Planung und Durchführung von Unterricht beachtet werden sollen.

- Ohne eine angemessene Motivierung ist jedes unterrichtliche Bemühen sinnlos. Es wird unterschieden zwischen
 - Lernmotivation (Auseinandersetzung mit der Welt) und Leistungsmotivation
 - intrinsische (zielt auf die Sache selbst) und extrinsische (zielt auf Lob, gute Noten) Motivation
 - Eingangs- und Verlaufsmotivierung.

Es ist zu beachten, dass eine Überlagerung von intrinsischer und extrinsischer Motivation zu störenden Interferenzeffekten führen kann. Erfolgreiches Lernen bedingt und erzeugt Motivation.

Zur erfolgreichen Motivierung und zur Aufrechterhaltung von Motivation lassen sich eine Reihe von Tipps für die Praxis nennen:

- Erwartungshaltung der Schüler beachten
- Überraschungsmomente anbieten
- keine überhöhten Erwartungen wecken
- möglichst intrinsisch motivieren
- spontane Interessen berücksichtigen
- auf Folgerichtigkeit des Stundenverlaufs achten
- Teilerfolge möglichst früh verdeutlichen und Teilergebnisse sichern

Der Informatikunterricht ermöglicht in vielfältiger Weise, aktuelle Bezüge aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler und der ihnen mittelbar bekannten Berufswelt aufzugreifen, um eine tragfähige Motivation für erfolgreiche Lernprozesse zu schaffen.

- Die Kreativität der Schüler ist Voraussetzung für die Neukonstruktion von Wissen. Kreativität bezeichnet nach Beer (1970) einen Komplex produktiver Kräfte, sie ist anspruchsvoll, schöpferisch und jene Fähigkeit, die den Menschen zu originellen, neuen Leistungen und Werken beflügelt. Kreativität kann nur in einer freien und offenen Atmosphäre entstehen, in der Schüler als eigene Persönlichkeiten akzeptiert und gelegentliche Fehlschläge akzeptiert werden. Kreativität wird behindert durch autoritäre Haltungen, spöttische und zynische Bemerkungen, Überbetonung von Belohnungen und übermäßiges Streben nach Gewissheit oder Genauigkeit. Gerade im Informatikunterricht bietet sich die Gelegenheit durch Aktivität der Schüler, flexible Unterrichtsplanung und positive Aufnahme von Beiträgen sowie Ideen und Kritik der Schüler Kreativität zu erzeugen.
- Die moderne Lernpsychologie betont mit ihrem Konzept der kognitiven Netze (Anderson 1976) die Bedeutung der Einordnung des Lernstoffes in übergeordnete Zusammenhänge. Durch eine klare, innere Gliederung des Gelernten wird dieser Vorgang unterstützt. In der Darbietung des Lernstoffes sollen also inhaltliche Unterteilungen, Teilschritte, Abhängigkeiten und Abstraktionen ersichtlich werden, die dem Lernenden die Aufnahme

erleichtern. Nach Kopp (1970) gibt es drei mögliche Arten von „innerem Gefüge“ des Lehrstoffs:

- das logische Beziehungsgefüge. Hier handelt es sich um kausale Abhängigkeiten, Gedankenketten, Funktionszusammenhänge u.a.: z.B. vom Problem zum Programm.
- die erlebnisgebundene Ganzheit. Dabei wird ein konkretes Bezugssystem betrachtet, das mit den Sinnen erfasst wird: z.B. der Rechner vor mir mit seiner Tastatur, dem Bildschirm, ...
- das zweckgerichtete Beziehungsgefüge, z.B. die Struktur eines Textverarbeitungssystems anhand seiner Anwendung zum Schreiben eines Briefes

Eine notwendige Strukturierung kann nun zum einen anhand von inhaltlichen Kriterien (Schwerpunkte setzen, Begriffsbildung, ...) oder zum anderen anhand von methodischen Kriterien (Strukturierung von Unterricht, Medien, ...) erfolgen.

- Übung heisst das Gelernte durch Wiederholung zu festigen und vom Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis zu übertragen. Übungen müssen ebenso motiviert werden, wie die Beschäftigung mit neuem Stoff, damit sie erfolgreich sind.
- Veranschaulichung soll beim Lernenden Assoziationen wecken, die ihn bei der Auswahl von Wichtigem und beim Erkennen von Strukturen unterstützen. Ein wichtiges Veranschaulichungsmittel ist die Sprache, die durch beispielsweise Lautstärke, Sprechtempo, Artikulation, Gestik, Mimik und assoziierend wirkende Wörter bestimmt ist. Zur Veranschaulichung von Lerninhalten können Medien eingesetzt werden, jedoch hat die originale Begegnung den höchsten Grad an Anschaulichkeit.

Variabler und flexibler Einsatz von Lehrmethoden, Medien und Sprache, insbesondere für ähnlich strukturierte Lerninhalte, erhöhen den Lernerfolg. Differenzierung, d.h. die Auflösung des Kursverbandes auf inhaltlicher und methodischer Ebene, berücksichtigt die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Lernenden.

3.2 Lehr- und Lernmethoden

Lehren und Lernen kann durch Variation von Sozial- und Aktionsformen ansprechend gestaltet werden, so dass die Motivation während des Lernprozesses gestützt, erneuert und verstärkt wird. Vorlesungen, in denen nur Bücher ohne weiterführende Anmerkungen durch den Dozenten „verlesen“ werden haben ihre Legitimation im Zeitalter der Kopierer und elektronischen Informationsverarbeitung verloren. Nur ein Teil der Ziele einer Informatikausbildung kann durch das Arbeiten der Lernenden mit dem Computer erreicht werden. Andere wichtige Ziele beziehen sich auf Fähigkeiten zur Problemanalyse, zur sprachlich und begrifflich genauen formalen Beschreibung von Lösungsansätzen und zur Zusammenarbeit und Kommunikation mit anderen Lernenden.

3.2.1 Strukturierung von Unterricht und Lehre

Es gilt als selbstverständlich, dass eine Unterrichtseinheit gut gegliedert sein soll. Lernen soll sich in Lernschritten vollziehen. Jede Konzeption von Lehre hat ihre Vor- und Nachteile, aber es ist sicherlich vorteilhaft, sich mit den verschiedenen Konzepten auseinandergesetzt zu haben. Letztlich verbleibt es jedoch beim einzelnen Lehrer, für eine bestimmte Lerngruppe und ein bestimmtes Thema geeignete Verfahren entwickeln zu müssen.

Welches Unterrichtsverfahren bietet sich beispielsweise bei Berücksichtigung einer Leitlinie „Informatische Modellierung“²⁷ für den Schulunterricht an? Die Antwort scheint relativ leicht zu fallen, da die Vorgehensmodelle der Informatik einen Rahmen für ein Unterrichtsverfahren vorgeben, der alle anderen informatischen Modelle integrieren kann. Ähnlich den Naturwissenschaften könnte der Unterrichtsverlauf als ein Problemerkennungs- und

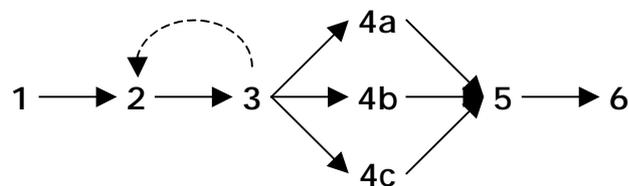
²⁷ Zur Legitimation dieser Leitlinie s. Thomas 2002

Problemlöseprozeß gestaltet werden. Es bietet sich beispielsweise ein offenes und problemorientiertes Unterrichtsverfahren, wie das von Heinrich Roth, an (vgl. Thomas 1996, S. 17f; s.a. Meyer 1994, S. 183ff). Wir ordnen diesem Verfahren die Schritte des „einfachen“ Phasenmodells zu.

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. Stufe der Motivation | • Problem |
| 2. Stufe der Schwierigkeit | • Problemanalyse |
| 3. Stufe der Lösung | • Entwurf |
| 4. Stufe des Tuns und Ausführen | • Implementierung |
| | • Überprüfung, Installation, Abnahme |
| 5. Stufe des Behaltens und Einübens | ↗ |
| 6. Stufe des Bereitstellens, der Übertragung und der Integration des Gelernten | ↗ |

Offensichtlich lässt sich das klassische Wasserfall-Phasenmodell der Informatik gut in die ersten vier Stufen des pädagogischen Schemas von Roth integrieren. Problematisch ist jedoch, dass die letzten beiden Stufen nicht unmittelbar erfasst werden. In der Unterrichtspraxis wird dieser Eindruck häufig bestätigt, da im Vergleich zu anderen Schulfächern, die Übungsphasen nicht ausreichend repräsentiert sind. Um diese Phasen zu erfassen, wird meist ein neues Projekt durchgeführt, in dem die Stufen 5 und 6 für das vorhergegangene Projekt berücksichtigt werden. Es ist eine Aufgabe der Fachdidaktik für dieses Problem zukünftig weitere Lösungsansätze zu erarbeiten.

Iterierte oder objektorientierte Vorgehensmodelle, zeichnen sich dadurch aus, dass Rücksprünge zu vorhergegangenen Phasen möglich sind oder die Grenzen zwischen den Phasen fließend sind. Im Informatikunterricht ist sicherzustellen, dass Ergänzungen zu „vorhergehenden“ Phasen auch im entsprechenden Modell berücksichtigt werden. Wenn beispielsweise während der Entwurfsphase neue Anforderungen an das System als sinnvoll erscheinen, muss die Anforderungsdefinition angepasst werden (in Rücksprache mit den Auftraggebern). Das pädagogische Stufenschema von Roth muss also einen Rückschritt von Stufe 3 zu Stufe 2 zu lassen. Dies ermöglicht eine erneute Anwendung und damit eine Einübung von Lerninhalten, so dass die obigen Aussagen zu den Stufen 5 und 6 etwas relativiert werden können. Weitere Durchlässigkeiten zwischen den Stufen, wie dies in der objektorientierten Softwareentwicklung möglich ist, würden wir für den Schulunterricht eher nicht empfehlen, da dies rasch zu einer Vernachlässigung der Dokumentationen einzelner Phasen der Softwareentwicklung führt, die nicht der Implementierung zuzuordnen sind. Damit würde aber eine Programmierlastigkeit des Informatikunterrichts (genauer: die Kodierung) verstärkt.



Schrittfolgen in einem möglichen Unterrichtsverfahren

Für die vierte Stufe des „Tuns und Ausführens“ lassen sich für den Informatikunterricht drei alternative Wege aufzeigen (in Anlehnung an Koerber 1989):

- 4a: Kodieren eines neuen Quellprogramms
- 4b: Modifizieren eines bestehenden Programms oder Prototyps
- 4c: Verwenden eines Standard-Programms ohne größere Modifikationen

Damit stellt das Unterrichtsverfahren gleichzeitig eine Methode zur Lösung von Problemen mit Hilfe von Informatiksystemen dar, die nicht stets das „Rad neu erfinden“ muss.

Eine Auseinandersetzung mit informatischen Fragestellungen muss jedoch nicht zwingend einem konstruktiv-problemlösenden Unterrichtsverfahren nachgehen, sondern kann z.B. auch historisch-problemorientiert erfolgen. Dabei sollen die Schüler den Weg der Erkenntnisgewinnung oder der Evolutionsgeschichte der Informatik, möglichst anhand von historischem Quellenmaterial, nachvollziehen. Ausgehend von einer Fragestellung, z.B. „Wie kann eine Maschine mathematische Grundoperationen ausführen?“ oder „Inwieweit kann ein Informatiksystem (natürliche) Sprache verarbeiten?“, werden exemplarisch spannende Episoden, wichtige Entwicklungen und gesellschaftliche Aspekte aus der Geschichte der Informatik erschlossen, wobei insbesondere die Modellketten unterschiedlicher Typen innerhalb der Informatik sichtbar werden (z.B. bei Rechenmaschinen oder Sprachklassen). Auch bei diesem Vorgehen bietet sich eine Orientierung am Stufenmodell von Roth an, um eine „reine“ Wissensvermittlung zu vermeiden.

Die didaktischen Fähigkeiten des Lehrers zeigen sich dabei in der Auswahl geeigneter Probleme, deren Komplexität einerseits so hoch sein sollte, dass sie von den Schülern ohne die zu erlernenden Konzepte nicht oder nur unter erheblich höherem Aufwand geleistet werden können. Andererseits darf der intellektuelle Horizont der Schüler nicht überschritten werden. Im Sinne von Edelmann (1986) wären Probleme, die sich durch Anwendung von Strategien oder durch Systemdenken lösen lassen, optimal.

Für die konkreten Unterrichtssequenzen hat sich ein individuell anzupassendes Artikulationschema bewährt, in dem Feinziele, Lerninhalte, Unterrichtsformen, Medien und der geschätzte Zeitbedarf in Kurzform für den Lehrenden angegeben werden. Sogenannte "Sollbruchstellen" kennzeichnen inhaltsbezogene Zeitpunkte, an denen eine Unterrichtsstunde sinnvoll beendet werden kann.

Beispiel: „Umstellung auf EDV“

AF	Verlauf der Einzelstunde	Medien	Zeit
LV	Computereinsatz in nahezu allen Lebensbereichen Betriebe stellen auf EDV um (z.B. Autohaus) Lagerverwaltung, Buchhaltung, Werbeabteilung => Modellieren von Aufgaben und Problemen mit einem Computer als Kulturtechnik	Folie EDV Tafel	5
UG	Gründe für die Umstellung auf EDV <ul style="list-style-type: none"> - höhere Effizienz bei der Verwaltung von Ressourcen - Entlastung der Mitarbeiter von Routinetätigkeiten - Verringerung der Betriebskosten - Bewältigung großer Datenmengen - Einhaltung von Terminen Auswirkungen des Einsatzes von EDV <ul style="list-style-type: none"> - Veränderung des Arbeitsmarkts (Digitale Revolution) - Höhere Qualifikation des Personals erforderlich Bestimmt der Mensch den Computer oder umgekehrt?	Tafel	5
LV	Vorgehen bei der Umstellung auf EDV Spezialisten analysieren Hard- und Softwarebedarf Software life cycle als Vorgehensmodell	Tafel o. Folie	15
PA	Erstellen Sie anhand des AB eine Anforderungsdefinition für eine Banküberweisungs-Software (in Stichworten)	AB_Softwareentwicklung Überweisungsformulare	10
UG	Ausgehend von den Schülerlösungen werden gemeinsam Aspekte der Anforderungsdefinition kurz skizziert	Tafel	10
HA	Erörtern Sie die Vorzüge und Nachteile des Einsatzes von EDV in einer bestimmten Firma aus der Sicht des Chefs, aus der Sicht eines Angestellten und aus der Sicht eines Kunden.		

3.2.2 Arbeitsformen

Unterricht wird wesentlich durch die Wechselwirkungen zwischen Lehrer und Schülern sowie der Schüler untereinander geprägt. Traditionell wird zwischen Aktionsformen, die die Schüler während des Unterrichtens entfalten können, und Sozialformen, in denen Unterricht stattfindet, unterschieden.

Die äußere Form der Interaktion zwischen Lehrer und Schülern wird als Sozialform bezeichnet. Man unterscheidet genau vier Sozialformen (Meyer 1994):

- Frontalunterricht (FA)
- Gruppenarbeit (GA)
- Partnerarbeit (PA)
- Einzelarbeit (EA): inklusive der Hausaufgabe (HA)

Gruppenarbeit und Partnerarbeit können arbeitsteilig oder arbeitsgleich erfolgen. Bei Einzelarbeit oder Hausaufgaben spricht man häufig von aufgabengleich oder differenziert.

Die Vielzahl der möglichen Lern- und Lehrmethoden (Aktionsformen) lassen sich nach Uhlig (1953/54) in drei Kategorien anordnen, denen wir exemplarisch Arbeitsformen zuordnen können.

Lernmethode nach Uhlig	Lehrmethode	Arbeitsformen Beispiele
rezeptiv	darbietend	Lehrervortrag (LV) Schülervortrag (SV) Demonstrationsexperiment (DE)
geleitet-produktiv	anleitend	Fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch (FG) Gelenktes Unterrichtsgespräch (UG) Schülerexperiment (SE) Computerunterstützter Unterricht (CUU)
selbständig-produktiv	anregend	Diskussion (DI) Freies Unterrichtsgespräch (FG) Textarbeit (T) Rollenspiel (RS) und Planspiel (PS)

In einem *Planspiel* oder *Rollenspiel* erfahren Lernende Wirkungszusammenhänge bei arbeitstechnischen Problemstellungen. Denkbar sind Rollenspiele beispielsweise zur Präzisierung des Algorithmusbegriffes oder zum detaillierten Nachvollziehen der Funktionsweise von Protokollen in Kommunikationsnetzen. Planspiele sind komplex gemachte Rollenspiele mit klaren Interessengegensätzen und hohem Entscheidungsdruck.

Das *entwickelnde* oder das *gelenkte Unterrichtsgespräch* ermöglichen gegenüber stärker lehrerzentrierten Unterrichtsformen den Lerneraktivitäten durch eine flexible Gesprächsführung einen angemessenen Raum zu geben.

Vorträge sind in der Sekundarstufe I nur in geringem Umfang und geringer Häufigkeit - etwa bei Zusammenfassungen und historischen Einordnungen - angebracht. In der Oberstufe und im Studium sollten Vorträge von Lernenden zunehmend fester Bestandteil des Unterrichts werden. Lehrerzentriertere Unterrichtsformen sind im Informatikunterricht z. B. zur Einführung von Software und Benutzungshinweisen sinnvoll.

Partner- oder Gruppenarbeit sind demgegenüber zu bevorzugende Unterrichtsformen. Durch geeignete Gruppenbildung sowie durch differenzierte Aufgaben- und Hilfestellungen für die jeweiligen Gruppen können unterschiedliche Vorerfahrungen oder individuelle Lernbedingungen in besonderer Weise berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist das arbeitsteilige Durchführen komplexerer Vorhaben im Team eine wichtige Arbeitsform in der Informatik. Gruppenarbeit stellt an die Lernenden wie auch an die Unterrichtenden besondere

Anforderungen, da der Unterrichtsprozess detailliert organisiert und abgesprochen werden muss. Besonders bei arbeitsteiliger Gruppenarbeit im Rahmen eines Softwareprojekts sind fundierte Absprachen Voraussetzungen für das Gelingen. Da die Ergebnisse arbeitsteiliger Gruppenarbeit allen Beteiligten verfügbar gemacht werden müssen, um eine sinnvolle Weiterarbeit der Teilgruppen und einen vergleichbaren Lernstand zu ermöglichen, kommt Protokollen und Dokumentationen der Arbeit und ihrer Ergebnisse eine sehr wichtige Funktion zu.

Die *Einzelarbeit* ermöglicht dem Lerner die eigenständige Auseinandersetzung mit informatischen Problemstellungen und eine kritisch-reflektierende Kontrolle seiner Arbeitsweise. Die Lehrkraft kann Schüler individuell ansprechen und fördern; die sonst zurückhaltenden Schüler können ermutigt und hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit genauer beobachtet werden. Gerade Erfahrungen im Informatikunterricht zeigen, dass eine Gruppe von hochmotivierten Schülern die Einzelarbeit bevorzugt. Diese Schüler erreichen leicht durch ihre höhere Lernaktivität einen zunehmenden Wissens- und Erfahrungsvorsprung gegenüber den anderen Schülern. Dieser Erscheinung und der damit zumeist einhergehenden negativ zu bewertenden Isolation einiger Schüler hat die Lehrerin bzw. der Lehrer von Anfang an entgegenzuwirken. Durch entsprechende Unterrichtsorganisation lässt sich zudem vermeiden, dass ein Teil der Schüler frühzeitig den Anschluss verliert.

Hausaufgaben und Übungen ergänzen die Arbeit im Unterricht. Sie dienen zur Festigung und Sicherung des im Unterricht Erarbeiteten sowie zur Vorbereitung des Unterrichts. Für das Schulfach Informatik gilt besonders, dass die Hausaufgaben Gelegenheit zu einer selbstständigen Auseinandersetzung mit begrenzten neuen Aufgaben bieten. Sie tragen damit dazu bei, dass Schülerinnen und Schüler fähig werden, Lernvorgänge selbst zu organisieren sowie Arbeitstechniken und Arbeitsmittel selbst zu wählen und einzusetzen.

Die Notwendigkeit, Auswirkungen von Informatiksystemen für Lerner erfahrbar zu machen, legen *Betriebserkundungen oder -praktika* z.B. in Banken, Verkehrsunternehmen, Rechenzentren nahe. Die unterrichtliche Einbindung von Betriebserkundungen ist nur mit entsprechender Vor- und Nachbereitung sinnvoll. Insbesondere sollten Möglichkeiten genutzt werden, Arbeitsabläufe in Betrieben mit und ohne Einsatz computergesteuerter Verfahren gegenüberzustellen. Sind Betriebserkundungen nicht möglich, können multimediale Medien einen Ersatz darstellen.

3.2.3 Projekte im Informatikunterricht²⁸

Ein themen- und projektorientierter Unterricht bietet die Möglichkeit, ein breites Spektrum der Ziele und der auszubildenden Kompetenzen im Informatikunterricht zu erreichen, dabei sollen die Themen einen konkreten Bezug zur Erfahrungswelt der Schüler haben.

3.2.3.1 Projekte als methodische Großform der Pädagogik

Das Projekt gehört nach Meyer (1994) ebenso wie der Lehrgang, der Workshop und das Training zu den "methodischen Großformen". Der Begriff des Projekts im Bereich von Schule und Unterricht geht auf Arbeiten von J. Dewey und W.H. Kilpatrick in den 20er Jahren zurück. Sie definieren ein Projekt als

„planvolles Handeln von ganzem Herzen, das in einer sozialen Umgebung stattfindet“.

Etwas sachlicher spricht man von einem Projekt bei einer längeren, fachübergreifenden oder fächerverbindenden Unterrichtseinheit, die durch Selbstorganisation der Lerngruppe gekennzeichnet ist und bei der der Arbeits- und Lernprozess ebenso wichtig ist wie das Ergebnis oder Produkt, das am Ende des Projekts steht.

Nach H. Gudjons (2001) sind folgende Merkmale für den Projektunterricht charakteristisch:

²⁸ In diesem Abschnitt orientieren wir uns an der Darstellung in Schwill 2001a.

- Situationsbezug und Lebensweltorientierung: Projektthemen entstammen der Lebenswelt der Schüler und sind inhaltlich nicht an Fachwissenschaften und somit auch nicht an Schulfächer gebunden.
- Orientierung an Interessen der Beteiligten: Wünsche, Bedürfnisse und Abneigungen der Projektbeteiligten (Lehrer und Schüler) beeinflussen den Projektverlauf. Nicht immer sind die Bedürfnisse von Lehrern und Schülern in Einklang. Vom Geschick des Lehrers hängt es dann ggf. ab, in den Schülern für seinen Vorschlag Interesse zu wecken.
- Selbstorganisation und Selbstverantwortung: Dies ist eines der wichtigsten Merkmale, das den Projektunterricht vom traditionellen Unterricht abgrenzt. Schüler und Lehrer bestimmen gleichberechtigt Ziel, Planung, Durchführung und Bewertung des Projekts. Wichtige Elemente zur Realisierung dieses Merkmals sind regelmäßig eingeschobene Reflexionsphasen (sog. Fixpunkte), bei denen sich die Schüler über den Stand ihrer Aktivitäten unterrichten und die weiteren Schritte planen. Ferner sollten diese Phasen zur Diskussion über gruppeninterne Prozesse, wie z.B. den gegenseitigen Umgang, Diskussionsstile, Sympathien und Antipathien genutzt werden.
- Gesellschaftliche Praxisrelevanz: In Projekten soll die Wirklichkeit nicht nur beobachtet, gespeichert, analysiert oder simuliert sondern auch verändert werden, und seien die Veränderungen auch noch so klein. Dieser Aspekt hilft zu verhindern, dass Projektarbeit zur „Bastelarbeit in der Dachkammer“ degeneriert.
- Zielgerichtete Projektplanung: Projektarbeit ist kein Lernen mit offenem Ende; stets steht am Ende ein gewisses Ziel, auf das man sich durch fortlaufende Planung und Korrektur bisheriger Aktivitäten zu bewegt und nach dessen Erreichen das Projekt endet.
- Produktorientierung: Am Schluss des Projekts steht nicht nur wie beim traditionellen Unterricht ein schwer bezifferbarer Lernerfolg sondern vor allem ein vorzeigbares Produkt (z.B. ein Film, ein Bericht, ein Modell, ein Programm mit Dokumentation), das der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird und sich der öffentlichen Bewertung und Kritik stellen muss.
- Einbeziehen vieler Sinne: Dieses Merkmal betrifft in erster Linie die Wiedervereinigung von Denken und Handeln (Lernen als ganzer Mensch), also das Entwickeln und Einbeziehen körperlicher Fähigkeiten und handwerklicher Fertigkeiten in den Unterricht, der traditionell vor allem durch geistige Tätigkeit geprägt ist.
- Soziales Lernen: Gemeinsames Lernen und Handeln in Gruppen durch Kommunikation der Schüler untereinander und mit dem Lehrer als gleichberechtigtes Mitglied. Beim Projektunterricht ist nicht nur das Ziel von Bedeutung sondern auch der Weg dorthin. So kann ein Projekt auch dann ein Erfolg sein, wenn das Ziel nicht (vollständig) erreicht wird, die Schüler aber gelernt haben, Konflikte zu lösen und kooperativ zu arbeiten. Dieser Aspekt gewann vor allem Ende der 60er Jahre zunehmende Bedeutung, als der Projektunterricht durch die Bestrebungen zur Reform des allgemeinbildenden Schulwesens systemkritischen Charakter erlangte: „Projekte sollten durch soziales Lernen ein Gegengewicht zum traditionellen leistungsorientierten Lernen schaffen“. Dies hat schließlich dazu geführt, dass ein projektorientierter Unterricht (s.u.) heute in allen Schulformen seinen festen Platz in Form von Projekttagen und -wochen gefunden hat.
- Interdisziplinarität: Projektunterricht ist fachübergreifend oder fächerverbindend. Fachübergreifendes Arbeiten geht von einem Schwerpunktfach aus und greift Inhalte und Themen (benachbarter) Wissenschaften integrierend auf, während fächerverbindendes Arbeiten zwei oder mehrere Fächer als gleichberechtigte Projektpartner bedingt.

Offenbar ist es im traditionellen schulischen Bildungssystem nahezu unmöglich, einen Projektunterricht durchzuführen, der alle obigen Merkmale erfüllt. Ursachen sind vor allem

die gesetzlichen Rahmenbedingungen wie Curricula, fachliche und zeitliche Zergliederung des Unterrichts, Bewertungsmaßstäbe sowie das Lehrer-Schüler-Verhältnis. Werden dennoch Ansätze des Projektunterrichts realisiert, so spricht man zur Unterscheidung von *projektorientiertem Unterricht*.

3.2.3.2 Projekte in der Softwareentwicklung

Im Unterschied zu anderen Schulfächern, wo das Projekt bzw. der projektorientierte Unterricht als Unterrichtsmethode fungiert, ist der Projekt-Begriff innerhalb der Informatik auch wissenschaftlich als Methode verankert.

Traditionell konkretisieren sich projektartige Aktivitäten bei der Softwareentwicklung anhand des Software Life Cycle (Phasenmodell). Dieses Vorgehensmodell besteht aus den Entwicklungsphasen Analyse, Entwurf, Implementierung und Test sowie den nachgestellten Phasen zur Überprüfung und Wartung. Die Phasen sollen dabei sequentiell durchlaufen werden.

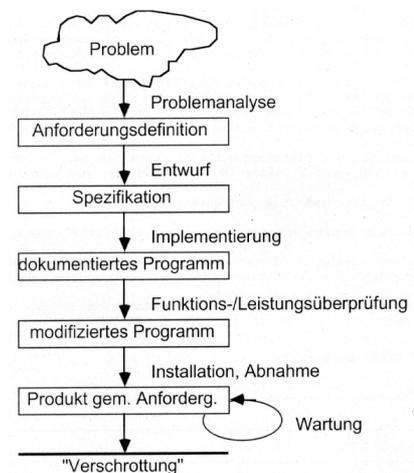
Die Analyse mündet in die Erstellung des sogenannten Pflichtenhefts, in dem die genauen Anforderungen wie Funktionsumfang, Schnittstellen, Performance (Laufzeit, Speicherbedarf) und Umfang der Dokumentation festgehalten werden und damit die Vertragsbasis zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern bildet.

Auf der Grundlage des Pflichtenhefts wird in der Entwurfsphase die Architektur des Softwareprodukts festgelegt. Dazu werden eine schrittweise Zerlegung in einzelne Komponenten durchgeführt und die genauen Aufgaben der einzelnen Komponenten und ihre Schnittstellen zueinander definiert.

Die programmtechnische Umsetzung der Komponenten in eine konkrete Programmiersprache gemäß der Methoden des Programmierens im Kleinen ist Aufgabe der Implementierungsphase.

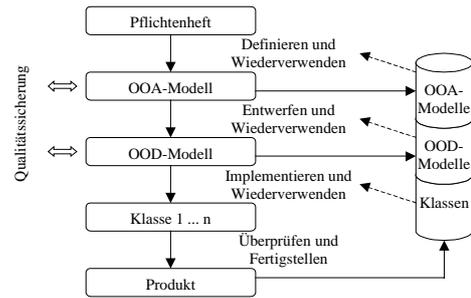
Die Testphase besteht aus mehreren Teilphasen. Nach dem Einzeltest der Komponenten folgt der Integrationstest, bei dem die Komponenten sukzessive zum kompletten Programm zusammengesetzt werden. Systemtest und Abnahmetest stellen sicher, dass das Produkt die im Pflichtenheft aufgeführten Anforderungen erfüllt. Während der Systemtest durch das Entwicklungsteam vorgenommen wird, erfolgt der Abnahmetest durch die Auftraggeber.

Die Einsatz- und Wartungsphasen beginnen mit der Installation des Produktes und umfassen Tätigkeiten wie Fehlerkorrektur, Portierung, Verbesserung und Erweiterung der Software.



Der wesentliche Nachteil von Analyse- und Entwurfstechniken bei traditionellen Vorgehensmodellen wie dem Phasenmodell, dem Prototypenmodell oder dem evolutionären Modell (vgl. Appelrath 1998), ist der Strukturbruch zwischen der Analyse und dem Entwurf, da Ergebnisse der Analyse nicht direkt in Entwurfsmodelle umgesetzt werden können. Objektorientierte Softwareentwicklungsmethoden zeichnen sich hingegen durch einen durchgängigen Entwicklungsprozess von der Analyse bis zur Wartung aus. Ziel ist es, die Struktur des Problembereichs möglichst genau auf die Implementierung abzubilden. Softwaresysteme werden nicht mehr dadurch entwickelt, dass Funktionskomplexe in Prozeduren und Module zerlegt werden, sondern indem der Systemkern durch Abstraktionen der Realität gebildet wird. Oberstes Prinzip ist es, Objekte stets nur von außen zu betrachten und ihren inneren Aufbau zu ignorieren. Die innere Struktur der Objekte muss nur dem Konstrukteur klar sein. Die bekanntesten objektorientierten Softwareentwicklungsmethoden sind die von Shlaer/Mellor, Coad/Yourdon, Booch, Rumbaugh (OMT) und Jacobson.

Objektorientierte Softwareentwicklung gliedert sich in Analyse-, Design-, Implementierungs- und Testphasen. Die Grenzen zwischen den einzelnen Phasen sind jedoch fließend. Viele objektorientierte Softwareentwicklungsmethoden basieren auf dem evolutionären Modell, bei dem die Phasen iterativ und durch Erweiterung des Vorhandenen durchlaufen werden. Nach jedem Durchlauf entsteht ein funktionsfähiges Zwischenprodukt, das im nächsten Durchlauf um zusätzliche Funktionalitäten erweitert wird.



Mitte der 90er Jahre entwickelten Booch, Rumbaugh und Jacobson eine vereinheitlichte Modellierungsnotation, die Unified Modeling Language (UML). UML stellt eine Vielzahl verschiedener Diagrammtypen zur Verfügung, die zum Festhalten von Entwürfen und als Kommunikationsgrundlage zwischen Entwicklern genutzt werden: Strukturdiagramme, Verhaltensdiagramme und Implementierungsdiagramme.

Objektorientiertes Vorgehen ist vor allem für größere Softwareprojekte geeignet. Bei der Entwicklung von kleineren Programmen kann der Aufwand zur Analyse und zum Entwurf jedoch unangemessen hoch sein. Da die Aktivitäten insbesondere der objektorientierten Analyse nicht "mechanisierbar" sind, sondern vom Entwicklungsteam viel Intuition, Fingerspitzengefühl und praktische Erfahrung verlangen, ist sehr sorgfältig abzuwägen, wann und wie der Einsatz objektorientierter Methoden im Informatikunterricht sinnvoll ist. Besteht jedoch das Ziel, objektorientierte Softwaredesigner auszubilden (beispielsweise in einem Hochschulstudium), erscheint es sinnvoll auch mit der objektorientierten Sichtweise in der Ausbildung zu beginnen.

3.2.3.3 Projekt und Projekt

Der Informatikunterricht scheint für die Projektmethode besonders geeignet. Platt formuliert: Weil Informatiker projektartig arbeiten, gehört Projektarbeit auch in den Informatikunterricht. Daher bietet sich hier die einzigartige Möglichkeit, Projektunterricht als Lehr- und Wissenschaftsmethode organisch zu verbinden.

Diese Überlegung verquickt allerdings den pädagogischen und den informatischen Projektbegriff!

Das Projekt in der Informatik ist eine Methode zur Verbesserung der Produkte und zur Leistungs- und Effizienzsteigerung. Bei pädagogischen Projekten ist hingegen der Arbeits- und Lernprozess mindestens ebenso wichtig, wie das Ergebnis oder das Produkt, d.h. die Ausbildung der Fähigkeit zu kooperativem Arbeiten und Konfliktlösung wird betont. Offenbar sind die Intentionen des pädagogischen und des informatischen Projektbegriffs damit diametral entgegengesetzt, denn die Leistungsorientierung eines informatischen Projekts soll durch ein Projekt im pädagogischen Sinne (soziales Lernen) ja gerade abgemildert werden.

Diese unterschiedlichen Auffassungen des Projektbegriffs konkretisieren sich auch in der Rolle der Teamarbeit: Während die Teammitglieder in pädagogischen Projekten für die gesamte Projektlaufzeit konsequent kooperieren, erledigen die Mitglieder informatischer Projekte ihre Aufgabe über weite Strecken unabhängig voneinander in Einzelarbeit. Ja, es ist sogar das Ziel gängiger Software-Engineering-Methoden (z.B. Modularisierung), die Gruppe möglichst frühzeitig zu zerschlagen und die Teammitglieder voneinander zu trennen, um im Hinblick auf die gewünschte Leistungssteigerung eine möglichst optimale Parallelisierung der Entwicklungsaktivitäten zu erzielen.

Konsequenz: Teilnehmer an pädagogischen Projekten bleiben Generalisten, behalten stets den Überblick über das Gesamtprojekt und können ihren eigenen Beitrag einordnen; Teilnehmer

an informatischen Projekten werden zu Spezialisten ausgebildet, die nur noch einen sehr groben Überblick über das Gesamtsystem besitzen können. Dieser Effekt ist pädagogisch bedenklich. Strategien zur Vermeidung solcher negativen Begleiterscheinungen durch geschickte Zusammenstellung von Modulteams sowie durch weitere organisatorische Maßnahmen sind erforderlich.

Eines der wichtigsten Lernziele des Projektunterrichts ist jedoch die Fähigkeit zu kooperativer Arbeit und zur Konfliktlösung in Gruppen. Die klassischen Teamstrukturen bei Informatikprojekten, etwa die hierarchische Organisation oder das Chef-Programmierer-Team scheinen unter diesem Aspekt für die Schule ungeeignet, da sie entweder zwischen den Schülern hierarchische Beziehungen herstellen oder auf Expertentum einzelner Schüler basieren. Es wird daher eine Teamstruktur favorisiert,

- in der alle Teammitglieder annähernd gleichberechtigt sind und
- die möglichst über die gesamte Projektlaufzeit zwischen allen Teammitgliedern Berührungspunkte (Zwang zur Kommunikation, gemeinsame Ziele) erhält.

Dies lässt sich in einem Informatikprojekt nach Schwill realisieren, indem beispielsweise einzelnen Phasen des software life cycle unterschiedliche Sozialformen zugeordnet werden (z.B. Problemanalyse im Klassenverband, Implementierung in Einzelarbeit) und die Schülerinnen und Schüler im Wechsel unterschiedliche Aufgaben übernehmen (Protokollführung, Schnittstellenüberwachung, Dokumentation, Präsentation).

3.2.3.4 Bestimmung eines Projektthemas

Gemäß der demokratischen Intention eines pädagogischen Projekts sollten die Lernenden bei der Wahl der Aufgabenstellung weitestgehend beteiligt werden. Zwei mögliche Vorgehensweisen:

- Der Lehrer stellt verschiedene Themen zur Auswahl. Jeder Themenvorschlag besteht mindestens aus der Aufgabenstellung, den Abgabeterminen für die Anforderungsdefinition und das Gesamtprodukt und einem Rahmen für das Sollkonzept. Die Schüler einigen sich untereinander auf ein Thema. Vorteil dieses Verfahrens: Der Lehrer kann Projekte initiieren, die er bereits früher einmal erprobt hat und die so weit vorstrukturiert sind, dass der Projekterfolg gewährleistet ist.
- Die Schüler machen in einem Brainstorming-Verfahren selbst Vorschläge und entscheiden sich unter Beteiligung des Lehrers für ein Thema. In diesem Fall geht dem Phasenmodell noch eine „Problemfindungsphase“ voraus, die bis zu einer Woche dauern kann. Hier muss der Lehrer für eine intensive Auseinandersetzung der Schüler mit den vorgeschlagenen Themen sorgen, um Fehlentscheidungen zu vermeiden. Eine Möglichkeit zur Durchführung des Entscheidungsprozesses besteht darin, die vorgeschlagenen Themen jeweils ein bis zwei Schülern zur Grobanalyse zu übertragen, die danach der Klasse in Vortragsform präsentiert wird. Der Lehrer hat kraft seiner Erfahrung zu beurteilen, ob das gewählte Projektziel erreichbar erscheint oder ob schwer vorhersehbare Probleme bei der Durchführung auftauchen können. Von dem Ergebnis dieser Diskussion hängt es ab, ob alle Beteiligten später mit dem Ergebnis zufrieden sind. Es ist empfehlenswert, diesen Ansatz auf die letzten Klassen der Sekundarstufe II zu beschränken.

Beispiel

B. Koerber hat einer 10. Klasse für ein Projekt im Informatikunterricht folgenden umfangreichen Katalog von Projektvorschlägen vorgelegt:

Probleme aus Wirtschaft und Verwaltung:

- *Buchhaltung im schulinternen Getränkeladen*
- *Buchhaltung und Statistik im schulinternen Eisladen*
- *Simulation eines Versandhandels*
- *Simulation eines Girodienstes.*

Probleme von Datenbanken und Informationssystemen:

- *Erstellen eines Fach-Auskunftssystems*
- *Erstellen einer Lehrerdatei zur Information für Schüler*
- *Berechnung der Zensuren zum Mittelstufenabschluß mit Beratung*

Probleme aus künstlerischen Bereichen:

- *Kunst und Konstruktion mit Computern*
- *Komponieren mit dem Computer*
- *Dichten mit dem Computer.*

Probleme aus der Linguistik:

- *Sprachübersetzung einfacher Art mit Computern*
- *Erstellen von Kreuzworträtseln mit Computer.*

Nach eingehender Diskussion und Informationssammlung wählten die Schüler schließlich das Projekt „Kunst und Konstruktion mit dem Computer“, wobei sie allgemeine graphische Muster, Tapeten und Stoffmuster sowie Stickmuster in unterschiedlichen Arten und Formen nach eigenen Vorgaben und zufallsgesteuert mit dem Rechner erzeugen wollten.

Es folgen einige Kriterien für die Auswahl von informatischen Projektthemen im Informatikunterricht:

- **Realitätsbezug** Themen sollten aus dem unmittelbaren Umfeld der Schüler stammen.
- **Realisierbarkeit** Die Anforderungen an das Informatiksystem sollten für die Problemlösung erfüllt sein und die Fachräume den Schüler ggf. zugänglich sein.
- **Vorarbeiten** Der Zeitaufwand für Vorarbeiten (Literaturbeschaffung, Erarbeitung von weiteren Kenntnissen) sollte nicht zu hoch sein.
- **Modularisierbarkeit** Das Thema sollte im Hinblick auf eine arbeitsteilige Erarbeitung der Lösung möglichst gut zerlegbar sein, wobei die Einzelbausteine noch hinreichend komplex sein sollten.
- **Reduzierbarkeit / Erweiterbarkeit** Das Thema sollte zur Not so weit reduzierbar sein, dass die vereinfachte Version noch „eine runde Sache“ ist und alle Beteiligten zufrieden stellt. Andererseits sollten bei gutem Projektfortschritt Erweiterungsmöglichkeiten vorgesehen werden können.
- **Vorgehensmodell** Möglichst alle Phasen des gewählten Vorgehensmodells sollten bei der Projektbearbeitung sichtbar werden. Dabei ist darauf zu achten, daß eine neue Phase erst begonnen wird, wenn die ggf. erforderlichen Schlussdokumente der vorherigen Phase vorliegen.
- **Rahmen der Anforderungsdefinition** Die Problemstellung sollte noch genügend Freiraum für eigene Präzisierungen lassen und den Schülern Anreize zu selbständigen Forschungen und Entdeckungen geben. Eine abgelieferte Anforderungsdefinition ist umgekehrt daraufhin zu überprüfen, ob sie die geforderte Verbindlichkeit besitzt und als Vertragsgrundlage geeignet wäre, ob also die Schüler alle Freiheiten und Unexaktheiten durch präzise Festlegungen eliminiert haben.

3.2.4 Anfangsunterricht in der Schule

In jedem Fach ist Anfangsunterricht reizvoll und anspruchsvoll zugleich, sowohl auf der Lehrer- wie auf der Schülerseite. Die Erwartungshaltung der Lerner an das "neue Fach"

Informatik sind im Allgemeinen sehr unterschiedlich. Ein Teil der Kursteilnehmer hat beispielsweise bereits Programmiererfahrungen gemacht und erwartet detaillierte Informationen zur Programmierung. Diese Schüler zeigen teilweise eine Selbstüberschätzung bezüglich ihrer Informatikkenntnisse (bzw. was sie für Informatik halten) und mangelnde Kooperationsbereitschaft. Andere Schüler mit geringen Vorkenntnissen wünschen sich einen Einblick in die Informatik, eine Anleitung zur Bedienung und Nutzung des Computers und möchten ein gewisses Verständnis für die Funktionsweise des Computers erwerben. Ein programmiersprachlicher oder technikorientierter Einstieg in die Informatik könnte diese Gruppe demotivieren.

Der Ansatz zu einer für alle Schüler verbindlichen ITG im Fachunterricht anderer Fächer ist im Grunde die Einsicht, dass das Sek-II-Fach Informatik einerseits zu spät einsetzt, andererseits zu spezielle Inhalte vermittelt, um alle Schüler aller Schulformen zu erreichen. Doch das Schreiben kleiner Programme etwas im Mathematikunterricht zeigt nichts über die Mächtigkeit und Grenzen moderner Softwaresystem, und das Manipulieren kleiner Datenmengen bringt keine Erfahrungen über die Auswirkungen der Existenz von Datenbanken, die über die Kommunikationsnetze von jedem zu erreichen sind. Ein in einer Informations- und Wissensgesellschaft notwendiges Verständnis dieser Sachverhalte ist nicht ohne Fachkenntnisse zu vermitteln.

Selbst wenn wir also annehmen, dass die ITG-Bildung in der Sekundarstufe I ihre Ziele erreicht und damit die Schüler einerseits den Umgang mit Computern auf elementare Weise erlernen, andererseits ihre Kompetenz zur Beurteilung der Folgen der Informationstechnologien verbessert wird, sind wohl vorwiegend die Gegenstände im Informatikunterricht zu verändern als die Inhalte und Ziele.

So lassen sich für den Informatikunterricht zwei Zeitpunkte und Situationen für einen Anfangsunterricht aufzeigen (unter Vernachlässigung einer eventuellen informatischen Bildung in der Primarstufe):

- Anfangsunterricht im Wahlpflichtbereich der Klasse 9, wobei die Schüler i.d.R. keine ITG vermittelt bekommen haben. Hier stellt sich das Problem, dass eine informatische Grundbildung vermittelt werden muss, die entweder den (derzeitigen) Inhalten der Informatik in der Oberstufe nicht vorweg greift oder in der Jahrgangsstufe 11 gegebenenfalls zu nach Vorerfahrungen differenzierten Informatikkursen führt. Diese Problematik ließe sich durch ein verpflichtendes Fach Informatik für alle Schüler der Sekundarstufe I lösen, dass den Anforderungen in einer Informations- und Wissensgesellschaft gerecht wird.
- Anfangsunterricht in der Jahrgangsstufe 11, d.h. die Schüler haben in der Sekundarstufe I keinen Informatikunterricht erteilt bekommen. Sie bringen also nur ihre gegebenenfalls in einer ITG erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten als Voraussetzungen mit.

Der Anfangsunterricht eines Schulfaches hat das Ziel und den Anspruch,

- das Interesse der Schüler für dieses Fach zu wecken,
- ihre Erwartungshaltungen zu berücksichtigen, um Motivationen zu erhalten,
- ein reduziertes, aber unverfälschtes und abgerundetes Bild der Informatik zu vermitteln (insbesondere für Schüler der Klasse 11, die Informatik aus organisatorischen Gründen häufig abwählen) und
- eine Grundlage und Vorschau für ggf. nachfolgende Kurse zu liefern.

Aufgrund dieser Zielsetzung und der oben skizzierten Voraussetzungen sollten Themen für den Anfangsunterricht besonders sorgfältig geplant werden. Die mit den Themen verbundenen Inhalte sollten den Schülern leicht zugänglich sein, um das Maß der notwendigen außerinformatischen Sachinformationen beschränken zu können, und möglichst Aspekte gesellschaftlicher Bereiche berühren, die im Erfahrungsbereich der Schüler liegen.

Ansonsten gelten für Themen im Anfangsunterricht dieselben Leitlinien wie für Themen im fortgeschrittenem Unterricht.

3.2.5 Differenzierung

Differenzierung ist eine Maßnahme, um die inhomogenen Lerngruppen des Anfangsunterrichts in Informatik zu berücksichtigen. Der Begriff kann in Anlehnung an Schröder (1990) wie folgt definiert werden:

Differenzierung ist die Auflösung des heterogenen Klassenverbands zugunsten homogener Gruppen in Bezug auf die Leistungsfähigkeit, die Vorkenntnisse oder die Interessensrichtung der Schüler.

Man unterscheidet "äußere Differenzierung" als formale Auflösung des Klassenverbandes in getrennt unterrichtete Gruppen (z.B. das Kurssystem der Oberstufe) und "innere Differenzierung" (Binnendifferenzierung) als die gruppeninterne Differenzierung unter einer gemeinsamen Lehrkraft.

Die stark inhomogenen Lerngruppen des Anfangsunterrichts in Informatik erfordern es, von allen Möglichkeiten zur Differenzierung Gebrauch zu machen, um einerseits gemeinsam an einem Thema arbeiten zu können und andererseits den unterschiedlichen Voraussetzungen und Motivationen der Schüler gerecht zu werden. Projektarbeit kann in einem Anfangsunterricht auftreten, darf ihn jedoch nicht prägen, da er gerade Anfängern ein Ausweichen vor "echten", kreativitätsfordernden Problemlösungen ermöglicht, indem diese an andere Schüler vergeben werden, und damit ein weitgehend einheitlicher Lernfortschritt gefährdet wird.

Gerade im Anfangsunterricht hat es sich bezüglich der Vorerfahrungen im Bereich des Programmierens bisher gezeigt, dass es wichtig ist, die einzelnen Phasen des Problemlösungsprozesses zu trennen. Insbesondere sollte eine Implementierung, also die Umsetzung eines Algorithmus in ein Programm, als eigenständiges Problem behandelt werden.

Eine sehr effiziente Differenzierungsmöglichkeit besteht darin, am selben Problem unterschiedliche Perfektionsgrade verwirklichen zu lassen (Prototyping). Beginnend mit einer reduzierten Problemstellung wird das Grundproblem prinzipiell gelöst. Erweiterungen der Problemstellung beschäftigen sich mit z.B. zeitintensiven Arbeiten der grafischen Gestaltung. In diesem Zusammenhang können Programmierumgebungen hilfreich sein, die den Weg vom Problem zum Programm verkürzen (z.B. Grafik-Bibliotheken, Visuelle Entwicklungsumgebungen, Niki, Kara). Alle Schüler können in dieser Umgebung einfache Programme formulieren, die das Gewünschte liefern. Einzelne Schüler können die Lernumgebung selbst untersuchen, verändern oder durch eigene Programme ersetzen.

3.3 Unterrichtsmedien

Einerseits werden im Informatikunterricht grundlegende informatische Konzepte vermittelt, die im Rahmen einer schulischen Medienerziehung unverzichtbar sind. Andererseits werden Medien im Informatikunterricht als Vermittler im Kommunikationsprozess des Unterrichts verwendet. Die Trennung der Funktion eines Mediums in Unterrichtsgegenstand oder Lehr- und Lernmittel ist gerade im Informatikunterricht häufig nicht möglich und auch nicht sinnvoll.

Medien ergänzen, illustrieren die Lehrabsicht und unterstützen eigenverantwortliches und individualisiertes Lernen. Folgende Aufgaben lassen sich für den Einsatz von Medien im Unterricht nennen:

- Informationsvermittlung (Entlastung des Lehrers)
- Motivation (z.B. durch Aktivität, Anschauung, Emotionalität, Ästhetik)

- Initiation und Steuerung von Lernprozessen (Differenzierung, Individualisierung, Übung)
- Erkenntnis- und Problemerschließung (Akzentsetzung, Aufnahmeerleichterung)

In empirischen Untersuchungen, etwa durch kontrollierte Unterrichtsexperimente, müssen diese Funktionen für die einzelnen Medien in Abhängigkeit von Thematik, Zielsetzung und Adressatengruppe präzisiert werden. Hier ist die Fachdidaktik zu intensiver Forschung aufgefordert.

Unterricht wird maßgeblich durch den Einsatz unterschiedlicher Medientypen bestimmt. Jedes Medium hat seine Vor- und seine Nachteile.

Die *Wandtafel* ist situativ jederzeit einsetzbar, sie ist methodisch und thematisch vielfältig zu verwenden. Das Tafelbild dient der Information, der Veranschaulichung, der Ergebnissicherung, der Kontrolle und als Arbeits- sowie Denkhilfe. Tafelbilder sind i.d.R. gegenüber Overhead-Folien zu bevorzugen, wenn die Darstellung entwickelt werden soll. Häufig wird man in Computerkabinetten keine klassische Kreidetafel sondern ein sogenanntes "White-Board" vorfinden, mit dem gegebenenfalls störende Einflüsse von Kreidestaub auf die technische Anlage vermindert werden sollen. Zudem kann ein White-Board auch als Projektionsfläche für Projektoren und mit entsprechendem Zubehör zur elektronischen Erfassung von Tafelbildern verwendet werden. Nachteilig an White-Boards sind die recht hohen Kosten für geeignete Bord-Marker.

Ein Tafelbild sollte korrekt, übersichtlich, sorgfältig gestaltet, verständlich sein und viele andere Eigenschaften aufweisen. Die bequeme Verwendung der Wandtafel kann zu einer geringeren Planungsbereitschaft führen als es beispielsweise für vorbereitete Folien der Fall ist. Die grafische Qualität von ungeplanten, situativen Tafelbildern fällt jedoch meist geringer aus, sachliche Fehler können vorkommen, auf Symmetrie und Flächenaufteilung wird wenig Wert gelegt. Schon während des Lehrstudiums müssen gestalterische Probleme behandelt werden.

Das *Lehrbuch* stellt traditionell das wichtigste für den Lerner bestimmte Medium dar. Es hat sowohl fachspezifischen, als auch didaktischen und methodischen Ansprüchen zu genügen. Ein primär für die Hand des Schülers bestimmtes Lehrbuch sollte sich in seiner Konzeption prinzipiell an folgenden Kriterien orientieren:

- Übereinstimmung mit den Rahmenlehrplänen. Bei strenger Auslegung der ministeriellen Vorgaben ist die Behandlung von Lerninhalten (insbesondere in Abiturprüfungen) ausgeschlossen, die außerhalb des derzeit gültigen Rahmenlehrplans angesiedelt sind. Rahmenlehrpläne sollten daher obligatorische und optionale Inhalte aufweisen und offen für nicht explizit genannte Inhalte formuliert werden. Diese Zielsetzung lässt sich auf Schulbücher übertragen.
- Fachlich-sachliche Richtigkeit. Schulbücher werden zwangsläufig von der entsprechenden Fachsystematik beeinflusst, wobei der Lehrstoff eine schulartspezifische Elementarisierung erfährt. Didaktische Reduktion bedeutet, dass Aussagen über informatische Zusammenhänge, auf das Niveau der Leser zugeschnitten, als sachlich richtig akzeptiert werden können. Kurz gefasste und prägnant formulierte Definitionen und Erläuterungen klären zwar eindeutig den Sachverhalt, bergen jedoch die Gefahr, dass der Schüler nur eine reproduzierende Rolle übernimmt.
- Adressatengemessenheit. Schulbuchtexte sollten sich durch eine Gestaltung auszeichnen, die geeignet ist, die Lernenden für das betreffende Fach zu motivieren. Veranschaulichungen und Anschaulichkeit sollten nicht aufgrund einer überspitzten sprachlichen Korrektheit des Ausdrucks verhindert werden, da ansonsten Schüler zu einer aufgeblasen, pseudowissenschaftlichen Ausdrucksweise neigen können und bei den älteren rasch das Interesse durch Lawinen von Sätzen und Definitionen vernichtet wird. Die Sprache des Schulbuches sollte sich daher an der Erfahrungswelt und dem Auffassungsvermögen der Schüler ausrichten.

- Didaktisches Konzept. Schulbücher sollten sich nicht nur an fachdidaktischen Konzepten orientieren, sondern auch allgemeindidaktischen Gesichtspunkten Rechnung tragen:
- Berücksichtigung wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Problem,
- Hinführung zu informatischen Grundbegriffen, d.h. eine stufenweise Präzisierung von Grundbegriffen im Sinne einer weitergehenden Abstrahierung und Systematisierung des Lernstoffs (z.B. Ausschärfung des Begriffs "Rekursion").
- Querverbindungen zu anderen Disziplinen und Bezug zum Alltag: Ein gutes Schulbuch wird dem Leser vielfältige Tätigkeitsformen nahe legen (Berechnungen, Beschreibungen, Sammeln von Information, Erstellen und Interpretieren von Modellen im allgemeinen Sinne), um den Lernenden auf eine selbständige Erkenntnistätigkeit vorzubereiten.
- Methodische Gestaltung. Die Effektivität des Unterrichts ist mit Sicherheit durch die im Lehrbuch vorstrukturierte Lernorganisation wesentlich mitbestimmt. Möglichkeiten der Einübung und Selbstkontrolle tragen zu einer spontanen Aktivierung der Schüler bei. Optische Hervorhebung sollten funktionsorientiert eingesetzt werden.

Im Lehrbuch ist einer jener Faktoren zu sehen, die in der Vorgabe von Materialien und Hilfsmitteln die Lehrertätigkeit am stärksten beeinflussen. Der Unterricht und das Lerntempo werden letztendlich allerdings letztendlich durch die methodische und inhaltliche Gestaltung des Lehrers bestimmt. Es ist derzeit zu bedauern, dass nur wenige Schulbücher für den Informatikunterricht existieren, die den obigen Ansprüchen gerecht werden. Im Informatikunterricht werden daher meist in der Erstellung arbeitsaufwendige Arbeitsblätter und im Unterricht zeitintensive Diktate eingesetzt. Letztere haben jedoch den Nachteil, dass sich neben Schreibfehlern auch sachliche Unzulänglichkeiten in den Hefteintrag "einschleichen".

Arbeitstransparente enthalten (optische) Informationen die im Vergleich zum Tafelbild permanent verfügbar sind und dementsprechend spontan in den Stundenverlauf eingebaut werden können. Der ständige Blickkontakt mit den Schülern und deren gleichgerichtete visuelle und auditive Beeinflussung fördern Konzentration und Aufmerksamkeit. Andererseits werden Schüler durch einen ausufernden Einsatz von Arbeitstransparenten überfordert. Für den Umgang mit Arbeitstransparenten lassen sich verschiedene Arbeitstechniken aufzeigen.

- Abdecktechnik. Den Schülern werden nur die für die unmittelbare Unterrichtssituation entscheidenden Teilinformationen vorgestellt. Andere Inhalte des Arbeitstransparentes werden abgedeckt. Diese Technik bietet sich beispielsweise zur Wiederholung des Stundenverlaufs oder bei der Behandlung von Tabellen oder Schemata an.
- Markierungstechnik. Einzelinformationen in einer komplexeren Darstellung werden durch Unterstreichen, Umrahmen bzw. mittels Pfeile betont, ihrer Bedeutung gewertet und einander zugeordnet.
- Aufbautechnik. Das sukzessive Übereinanderlegen mehrerer Arbeitstransparente bedingt eine dynamische Entwicklung eines Sachverhalts. Passmarken auf den einzelnen Folien legen die Reihenfolge fest. Mit dieser Variante der stufenweisen Informationsdarbietung wird die Informationsmenge dosiert und mit zunehmender Komplexität dargeboten.
- Ergänzungstechnik. Das lediglich die Grundinformation enthaltende Transparent wird im Unterrichtsverlauf nach und nach ergänzt.

Projektionen von Applikationen aus transparenter Folie Styropor o.ä. mit einem Tageslichtschreiber können im Informatikunterricht dynamische Prozesse veranschaulichen.

Beispiel: (Schwill 1993a)

Petri-Netze zur Beschreibung und Analyse von nebenläufigen Prozessen können auf einem Arbeitstransparent in der üblichen Notation (Stellen, Transitionen) dargestellt werden. Die Marken (Abstraktionen der zu betrachtenden Objekte) lassen sich durch Heftzwecke darstellen, die entsprechend den Schaltregeln an den Transitionen die Stellen durchlaufen. Aufgrund der Analyseergebnisse zusätzlich notwendig erscheinende Stellen und Transitionen können im Sinne der Aufbautechnik mit transparenten Applikationen hinzugefügt werden.

Die meisten Schulfächer verfügen über ein Sortiment von meist *mechanischen Unterrichtsmitteln*, mit denen ausgewählte Inhalte enaktiv veranschaulicht und vermittelt werden können. In der Informatik sind solche Anschauungsmittel noch weitgehend unbekannt, oder sie werden approximativ durch den Rechner visualisiert (z.B. Modellrechner, Sortierverfahren), mit den negativen Effekten auf Sensitivität und Aktivität. Es gibt jedoch bereits einige Entwicklungen zur Vermittlung elementarer Begriffsinhalte der Informatik (z.B. Pegs+Blocks von Deborah Weber-Wulff und Tim Wöhrle 1996).

Im Informatikunterricht gewinnt die Untersuchung typischer Strukturen von *Softwaresystemen*, wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation oder Datenbanksysteme, immer mehr an Bedeutung. Mit einem Ansatz der Dekonstruktion von speziellen, exemplarischen Softwaresystemen versucht die AG Didaktik der Universität Paderborn (Magenheim 1999/2000.) dieses Ansinnen didaktisch-methodisch zu unterstützen, wobei die Systemanalyse und Objektorientierte Modellierung gegenüber der Implementierung betont wird. Hypertextsysteme und Skriptsprachen können einerseits zur Einführung in die Informationsstrukturierung und -darbietung genutzt werden und andererseits als Beispiele für formale Sprachen mit einer unmittelbar sichtbaren, "visuellen" Semantik dienen.

Der Stellenwert des *Computers* im Informatikunterricht begründet sich einerseits aus seiner Funktion als Gegenstand des Erkenntnisinteresses, andererseits ist er auch als Werkzeug zur Informations- und Wissensverarbeitung notwendig. Seine Universalität hebt ihn dabei über andere Werkzeuge heraus. Das praktische Arbeiten der Schüler fördert das individuelle und entdeckende Lernen und ist eine Voraussetzung für ein tieferes Verständnis des universellen Werkzeugcharakters des Computers.

In der Regel sollten so viele Computerarbeitsplätze zur Verfügung stehen, dass höchstens zwei Jugendliche an einem Gerät arbeiten. Die Geräte sollten möglichst vernetzt sein. Zur Vermeidung von Handhabungsproblemen ist darauf zu achten, dass die Anwendungssoftware eine dem aktuellen Stand entsprechende Benutzungsoberfläche aufweist. Sollen Hausaufgaben mit dem Computer bearbeitet werden, muss abgesichert werden, dass alle Schüler Zugang zu einem Computer haben, gegebenenfalls sind in der Schule Zugangsregelungen für die Computerarbeitsplätze zu schaffen.

Die Universalität des Werkzeugs Computer können Schülerinnen und Schüler im Umgang mit einer *Programmiersprache* erfahren. Eine zu frühe Verknüpfung von Algorithmen und Datenstrukturen kann dabei zu Schwierigkeiten führen, welche die eigentlich grundlegenden Ideen der Problemlösung überdecken. Deshalb ist es insbesondere bei Schülern der Sekundarstufe I angemessen, wenn die Visualisierung von Algorithmen, und interaktives Arbeiten ermöglicht werden. Die Programmiersprache sollte durch eigene Bausteine erweitert werden können, im fortgeschrittenen Informatikunterricht die flexible Datenmodellierung unterstützen und eine von Schülern der jeweiligen Altersstufe überschaubare und verstehbare Syntax besitzen.

Programmiersprachen werden zur Implementierung von Modellen verwendet. Jeder Programmiersprache liegt ein Denkschema (Rechenmodell) zugrunde. Dessen wichtigste Bestandteile sind das theoretisch-mathematische Modell, auf dem es basiert, der unterschiedliche Variablenbegriff mit den Operationen auf Variablen sowie die elementaren Programmbausteine und die Konstruktionsmechanismen, mit denen man sie zu Programmen

zusammensetzt. Auf der Basis der Denkschemata unterteilt man die Programmiersprachen in die Kategorien

- Funktionale Sprachen (Haskell, ML), mit der Möglichkeit einer kompakten, die Schüler jedoch teilweise überfordernden Darstellung rekursiver Datenstrukturen. Ein Programm wird als eine Menge von Funktionen, die durch Ausdrücke definiert werden, aufgefasst, die jeweils Mengen von Eingabewerten in Mengen von Ausgabewerten abbilden.
- Imperative Sprachen (Basic, Pascal, C, Java), die auf dem Von-Neumann-Rechner basieren und damit ein Grundverständnis für die Funktionsweise der Hardware erziehen.
- Prädikative Programmiersprachen (Prolog), die aufgrund ihrer Nähe zur natürlichen Sprache gut zur Formulierung von Wissensbasen geeignet sind. Die Syntax ist minimal, die Semantik erfordert ein zumindest grundlegendes Verständnis der Prädikatenlogik.

Objektorientierte Sprachen wie Java und C++ sind meist imperative Sprachen, die die objektorientierte Softwareentwicklung unterstützen. Diese Sprachen liegen nach Schwill (1995) und Füller (1999) nahe am menschlichen Weltbild. Schwierigkeiten bereiten dagegen erfahrungsgemäß die höheren Konzepte der Objektorientierung wie dynamische Bindung, Vererbung oder Polymorphie. Eine Alternative für objektorientierte Sprachen sind objektbasierte Sprache wie JavaScript, die auf den Begriffen Objekt, Eigenschaften und Methoden aufbauen und als Einstieg in die Objektorientierung geeignet sind.

Für die Schulausbildung existiert noch kein optimales Sprachparadigma, so dass mehrere Sprachen für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden sollten. Ob sich dieses Problem mit Mischformen wie Logo oder Makrosprachen lösen lässt, muss durch entsprechende Unterrichtsversuche gezeigt werden. Wenn man es überhaupt als Problem ansieht.

Lernumgebungen und Simulatoren (Niki, Toontalk, Agentsheets) können entwickelte Modelle visuell ansprechend simuliert werden. Ein interessantes Beispiel ist der programmierbare Marienkäfer Kara der ETH Zürich, der direkt über die Eingabe eines endlichen Automaten gesteuert wird. Zu diesem Medientyp gehören auch die zahlreichen Visualisierung von Algorithmen, der Turingmaschine, des logischen Schließens in Prolog (ProVisor) u.v.m.

Weitere Medien sind Arbeitsbögen, Filme, Betriebsbesichtigungen, Brett- und Computerspiele, Kreuzworträtsel, Tages- oder Fachzeitschriften, Videonetzwerk, pädagogisches Netzwerk, usw. Entscheidend für den Einsatz im Unterricht ist jeweils eine sinnvolle didaktisch-methodische Einordnung in die Gesamtplanung eines Kurses

3.4 Lernerfolgsüberprüfungen

Lernerfolgsüberprüfungen sind ein kontinuierlicher Prozess. Bewertet werden alle von den Lernenden im Zusammenhang mit dem Unterricht erbrachten Leistungen, insbesondere schriftliche Arbeiten, mündliche Beiträge, kurze schriftliche Arbeiten und praktische Leistungen. Die aktive Mitarbeit im Unterricht ist für die Einschätzung der Schüler ebenfalls zu berücksichtigen. Bewertet werden der Umfang der Kenntnisse, die methodische Selbstständigkeit in ihrer Anwendung sowie die sachgemäße, schriftliche und mündliche Darstellung. Bei der schriftlichen und mündlichen Darstellung ist in allen Fächern auf sachliche und sprachliche Richtigkeit, auf fachsprachliche Korrektheit und auf eine der Aufgabenstellung angemessene Ausdrucksweise zu achten. Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit in der deutschen Sprache werden angemessen bewertet.

Leistungsbewertung setzt voraus, dass die Schüler in Lernsituationen Gelegenheit hatten, die entsprechenden Anforderungen im Umfang und Anspruch kennen zu lernen. Dabei muss der Unterricht so gestaltet sein, dass neben Reproduktion auch komplexere Leistungen gefordert werden können. Für den Informatikunterricht ist zu beachten, dass problemlösende Leistungen gegenüber weniger anspruchsvolleren Leistungen nicht übergewichtet werden.

Die Bewertung ihrer Leistungen muss den Schülerinnen und Schülern auch im Vergleich mit den Mitschülern transparent sein.

Die Lernerfolgsüberprüfung ist für Lehrkräfte ein Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden seines Unterrichts zu überprüfen und zu modifizieren und dient gleichzeitig als Grundlage für die weitere Förderung der Schüler, für ihre Beratung und für die Beratung der Erziehungsberechtigten. Im Sinne der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung sollen die Fachlehrer ihre Bewertungsmaßstäbe untereinander offen legen, exemplarisch korrigierte Arbeiten besprechen und gemeinsam abgestimmte Klausur- und Abituraufgaben stellen.

In den **schriftlichen Arbeiten/Klausuren** können die Schüler ihre Sach- und Methodenkompetenzen nachweisen. Es sollte darauf geachtet werden, dass unterschiedliche Aufgabentypen verwendet werden. Mögliche Aufgabentypen sind:

- Analyse einer Problemstellung
- Entwurf einer Lösungsstrategie
- Vervollständigen, Variation oder Verallgemeinerung eines Programms
- Analyse von Lösungsansätzen unter dem Gesichtspunkt der Effizienz
- Analyse und Beurteilung von Veröffentlichungen zu der Problematik Informatik und Gesellschaft
- Erläutern informatischer Grundbegriffe
- Entwurf eines Modells als Abbild bzw. Darstellung eines realen Systems
- Beschreiben und Beurteilen grundlegender Verfahren

Bei schriftlichen Arbeiten ist neben der inhaltlichen Qualität die Verwendung der Fachsprache und die angemessene Form der Darstellung zu bewerten. Der Einsatz des Computers ist möglich, bringt aber spezifische Probleme mit sich. Es muss sicher gestellt werden, dass Begünstigung oder Behinderung der Schüler untereinander ausgeschlossen sind, alle Täuschungsversuche, insbesondere durch unerlaubte Datenbenutzung, unmöglich sind, bei Funktionsstörungen den Schülern kein Nachteil entsteht. Der Einsatz des Computers bei schriftlichen Arbeiten ist nicht zwingend notwendig. Lernziele, die sich auf den Umgang mit Geräten beziehen, lassen sich im Bereich „Sonstige Leistungen“ besser überprüfen.

Bei der Planung von Klausuren sollte ein möglichst breites Spektrum schriftlich überprüfbarer Ziele angestrebt werden. Als allgemeines Prinzip für die Konstruktion von Klausuren ist zu beachten, die einzelnen Aufgaben und Teilaufgaben nach wachsendem Schwierigkeitsgrad anzuordnen, sofern dies thematisch realisierbar ist. Die Formulierung einer Aufgabe soll Art und Umfang der geforderten Leistung genau und für die Schüler verständlich beschreiben.

Sonstige Leistungen können durch mündliche Beiträge, praktische und kurze schriftliche Arbeiten erbracht werden. Neben Sach- und Methodenkompetenz lassen sich in diesem Beurteilungsbereich insbesondere Sozial- und Personalkompetenz beurteilen. Aufgrund der besonderen Stellung der Projektarbeit für den Informatikunterricht werden im Folgenden die Möglichkeiten zur Leistungsbewertung dargestellt.

Man kann zwischen zwei **Zensierungsmodellen** (Algorithmen zur Zuordnung von Punkten) unterscheiden (Baumann 1996):

- Bei gruppenorientierter Zensierung wird die Zensur nach dem Rangplatz vergeben, den die vom Schüler erbrachte Leistung innerhalb der Lerngruppe einnimmt. Eine gruppenbezogene Zensierung ist also erst nach Durchführung der Leistungserhebung möglich. Das heisst u.a., dass der Schüler, der eine bessere Note haben will, dafür sorgen muss, dass die anderen Schüler ihre Note nicht steigern können.
- Bei kriterienorientierter Zensierung wird bereits vor der Durchführung der Leistungserhebung festgelegt, für welche Punktzahl es welche Zensur gibt. Die KMK-Beschlüsse (1968) schreiben eine kriterienorientierte Zensierung vor. In den einheitlichen

Prüfungsanforderungen für die Abiturprüfung (EPA) heißt es beispielsweise: „Die Note ausreichend soll nur erteilt werden, wenn der Prüfling annähernd die Hälfte (mindestens vier Zehntel) der erwarteten Gesamtleistung erbracht hat.“ Die Leistungsanforderungen werden unter anderem durch die Rahmenlehrpläne und die EPA festgelegt.

In der Praxis wird man die gruppenorientierte Zensierung als Korrekturmöglichkeit zur vorgeschriebenen kriterienorientierten Zensierung hinzunehmen, wenn beispielsweise – trotz aller Sorgfalt - Formulierungen im Aufgabentext missverständlich ausgefallen sind.

Da informatische Projektarbeiten oft als Gruppenarbeit angefertigt werden und deshalb Leistungen nicht einzelnen Schülerinnen und Schülern zugeordnet werden können, gestaltet sich die Bewertung in diesem Bereich meist schwierig. Um die Leistungsbewertung zu erleichtern, ist es notwendig, dass in einer angemessenen Dokumentation festgehalten wird, welche Teilaufgaben von einzelnen Schülern in kooperativer Weise bearbeitet wurden. Es muss sicher gestellt werden, dass alle Schüler einer Gruppe an der Lösung aktiv mitarbeiten. Es sollte nicht nur das Unterrichtsprodukt Grundlage der Bewertung sein. Vielmehr kommt dem Prozess der Lösungsfindung und der Zusammenarbeit zwischen den Schülern besondere Bedeutung zu. Die Probleme bei der Beurteilung von Projekten lassen sich u. a. durch folgende Maßnahmen überwinden:

- Der Lehrer beteiligt sich von Zeit zu Zeit an der Arbeit der Projektgruppe. Dabei kann er sich durch Fragen Anregungen usw. ein Bild über die bereits geleistete Arbeit, über das Verständnis und das Leistungsvermögen der einzelnen Gruppenmitglieder verschaffen.
- In bestimmten Etappen und am Ende sollen Mitglieder der einzelnen Gruppen dem gesamten Kurs über ihre Arbeit berichten. Das ist so einzurichten, dass jeder Schüler wenigstens einmal vorträgt.
- Eine gute Gliederung und die Zuweisung von Teilaufgaben an einzelne Gruppenmitglieder lässt eine differenziertere Beurteilung zu.
- Zur informatischen Projektarbeit gehört eine ausführliche Dokumentation.

Da der Unterricht im Schulfach Informatik zu einem großen Teil mit Methoden des projektorientierten Unterrichts realisiert wird, sind im Folgenden einige Kriterien zur Feststellung der individuellen Leistung eines Schülers innerhalb einer Projektgruppe festgehalten.

Soziale Fähigkeiten

- setzt sich für gemeinsame Ziele ein
- motiviert andere Gruppenmitglieder
- gibt anderen Schülerinnen und Schülern Unterstützung und Hilfe
- geht auf Meinungen anderer ein
- legt Informationen offen und gibt Informationen weiter
- gibt anderen konstruktive Rückmeldungen

Fachliche Fähigkeiten

- verwendet eine fachlich angemessene Lösungsmethode
- löst Aufgaben sachlich richtig und vollständig
- erarbeitet praktisch umsetzbare Ergebnisse
- kommt zu origineller Aufgabenlösung
- löst Aufgaben ökonomisch und rationell
- kann erworbenes Wissen und bekannte Methoden richtig anwenden
- kann das Gelernte einordnen und reflektieren

Organisatorische Fähigkeiten

- Konkretisierung der Gesamtaufgabe
- Planung der Arbeit

- plant Kontrollen über die einzelnen Arbeitsabschnitte und Teilleistungen
- koordiniert Arbeiten und Einzeltätigkeiten
- kontrolliert Arbeitsablauf und -ergebnisse
- bewältigt unerwartete Schwierigkeiten
- Einhaltung von Verabredungen

Dokumentation

- dokumentiert Arbeiten vollständig und nachvollziehbar
- gliedert Dokumentationen logisch und formal richtig
- formuliert sachlich richtig
- gestaltet Dokumentation anschaulich

Präsentation

- gliedert Ausführungen klar
- Beherrschung der Fachsprache
- verständliche Ausdrucksweise
- sicheres Auftreten und Verhalten
- freies Sprechen
- Angemessenheit des Medieneinsatzes
- Einhaltung von Zeitbegrenzungen
- Erreichung der Ziele der Präsentation
- Anteil an der Präsentation

Für die mündliche Prüfung gelten im Grundsatz die gleichen Anforderungen wie für die schriftliche Prüfung. Die Prüflinge sollen selbständig eine Aufgabe lösen und in einem zusammenhängendem Vortrag ihre Lösungen „verteidigen“. Die Prüfungsaufgabe sollte „einen einfachen Einstieg erlauben, aber so angelegt sein, dass jede Note erreicht werden kann.“(EPA für das Abitur). Der Prüfling solle im Vortrag möglichst nicht unterbrochen werden. In einem zweiten Prüfungsteil sollen vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge in einem Prüfungsgespräch angesprochen werden, wobei der Vortrag des Prüflings eine Ausgangsbasis bilden kann. Unsitten beim Prüfen sind:

- den Prüfling belehren und unterrichten zu wollen,
- Herumhacken auf speziellen Bezeichnungen,
- starres Festhalten am eigenen Prüfungskonzept,
- kurzschrittige Fragetechnik und ständiges Weiterhelfen,
- Abschweifen vom Prüfungsgegenstand,
- zu rasches Eingreifen, zu häufiges Unterbrechen,
- Verharren auf dem gleichen Anforderungsniveau.

Nach der EPA sollen in der mündlichen Prüfung, zusätzlich zu den Anforderungen der schriftlichen Prüfung, Leistungen wie die sprachliche Darstellung in dem Vortrag und das sachgerechte Eingehen auf Fragen und Einwände bewertet werden. Baumann (1996, S. 219)

kritisiert die weitestgehende Gleichsetzung der Anforderungen an die mündliche und schriftliche Prüfung und fordert insbesondere eigenständige Aufgabentypen und Beurteilungskriterien. Seiner Erfahrung nach werden in der mündlichen Abiturprüfung meist verkürzte „schriftliche“ Aufgaben gestellt, mit entsprechenden negativen Auswirkungen für den Prüfling.

Das spezifische der mündlichen Prüfungssituation liegt in der Kommunikation zwischen Prüfer und Prüfling. Rückfragen seitens des Püfers, aber auch vom Prüfling ausgehend, erlauben eine wesentlich flexiblere Gestaltung der Prüfung als bei der schriftlichen Variante. Erfahrene Prüfer können einerseits verborgenen Fähigkeiten des Prüflings auf die Spur kommen und andererseits feststellen, ob der Prüfling den Inhalt und die Zusammenhänge verstanden hat. Verstehen heißt unter anderem die Wiedergabe eines Sachverhalts in eigenen Worten oder im Dialog wie dies in Referaten oder simulierten Prüfungsgesprächen im Unterricht geübt werden sollte. Baumann formuliert in bewusster Übertreibung: „In der **schriftlichen** Prüfung zeigt der Prüfling, ob er informatische Begriffe und Methoden anwenden kann, in der **mündlichen**, ob er sie versteht.“

Die Aufgabenstellung für die mündliche Prüfung kann offener bzw. weiter formuliert sein als die für eine schriftliche. Damit erhält der Prüfling Gelegenheit zu zeigen, dass er die Problemstellung so weit überblickt, um die entscheidenden Aspekte selbst zur Sprache zu bringen oder sich – zumindest während der Vorbereitung – auf mögliche Weiterführungen einzustellen. Die Informatik ist reich an weittragenden Ideen, fruchtbaren Gedanken, bedeutsamen Problemen, wichtigen Prinzipien und ergiebigen Anwendungsmöglichkeiten. Im Prüfungsgespräch könnte, und sollte, auf solche Zusammenhänge eingegangen werden, da Informatik sich nicht in algorithmischen Problemlösen oder Methoden der Softwareproduktion erschöpft, sondern einen wichtigen gesellschaftlichen Beitrag leistet.

Elemente einer Aufgabenstellung in der mündlichen Prüfung können sein:

- einen Begriff, einen Algorithmus oder eine Methode zu erläutern,
- Vergleiche zwischen Begriffsinhalten oder Algorithmen darzustellen und/oder
- eine Sachanalyse durchzuführen und den Sachverhalt zu bewerten.

3.5 Pattern Language

Der Architekt Christopher Alexander schockierte in den 70iger Jahren die Welt der Architektur und Künste mit seinen Büchern „A Pattern Language: Towns – Buildings – Construction“ (1977) und „The Timeless Way of building“ (1979). Seiner Ansicht nach könnte man eine exzellente Architektur schaffen, indem man eine erfahrungsbasierte Sammlung sorgsam formulierter Regeln, die er Patterns nennt, anwendet. Diese Design Pattern sind erstaunlich einfach, auch für Laien verständlich und spannen bei Alexander einen weiten Bogen von der Stadtgestaltung, über Wohnsiedlungen, der Gestaltung von Häusern und einzelnen Räumen.

Ein Pattern beschreibt mögliche Lösungen für übliche Probleme in einem bestimmten Kontext und schildert die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Lösungen. Dabei wird versucht, einzelne Pattern in einen Zusammenhang zu bringen, so dass eine Art „Syntaxdiagramm“ entsteht.

Each pattern describes a problem that occurs over and over again in our environment, and then describes the core of the solution to that problem, in such a way that you can use this solution a million times over, without ever doing it the same way twice. (Alexander 1977)

Pattern sind folglich keine Rezepte sondern Hinweise mit bewährten Lösungsvorschlägen. Alexander unternimmt mit seiner „Pattern Language“ einen Versuch, das Wissen von Jahrzehnten und Jahrhunderten in einer strukturierten Form zu sammeln und darzustellen.

Viele Software-Entwickler haben begeistert das Konzept der Pattern für ihren Bereich aufgegriffen. So entstanden Patterns für Problemstellungen des objektorientierten Softwaredesigns, die in der Praxis schnell zu guten Ergebnissen führten und trotzdem abstrakt genug sind, um in vielen Situationen wieder verwendbar zu sein (Gamma et al. 1995). Die Softwareentwickler waren maßgeblich am Erfolg des Pattern Konzepts beteiligt, da ihre Pattern über das Internet diskutiert wurden und zu evaluierbaren Produkten führten.

Da Pattern Language eine Methode ist, um erfahrungsbasiertes Wissen zu kommunizieren, bot es sich an, Erkenntnisse zum Lehren im Allgemeinen und zu Informatik im Speziellen in Form von pedagogical pattern festzuhalten und weiterzugeben. Während Fricke/Völter (2000) pedagogical pattern für Ausbilder in der Industrie zur Gestaltung von Seminaren erstellten, stellte Joseph Bergin vierzehn pedagogical pattern für einen Computerkurs zusammen.

Als Beispiel folgt das „Early Bird“ – Pattern von J. Bergin (2000), um den grundsätzlichen Aufbau eines Pattern darzustellen.

Early Bird
pedagogical pattern #34
(Version 2.1, July 2000 v. J. Bergin)

Organize the course so that the most important topics are taught first. Teach the most important material, the "big ideas," first (and often). When this seems impossible, teach the most important material as early as possible.

PROBLEM/ ISSUE

The typical course has many important topics. Many times they are interrelated. It is difficult to decide how to order topics so that students will appreciate the "big ideas" in the course. If you delay important topics until late in the course, spending much time on preliminaries, students may get the wrong idea about relative importance. You will also not be able to reinforce the big ideas frequently through follow up exercises and discussions.

AUDIENCE/ CONTEXT

This has very wide applicability to almost every domain.

FORCES

Students need to see where they are headed. They need to see that detail presented early in the course will relate to important ideas.

Students need to know what are the few Big Ideas from each course. They need to be able to separate the key concepts from the detail that support them.

Students often remember best what they learn first. This can be both positive and negative, of course. Important (big) ideas can be introduced early, even if they can't get complete treatment immediately.

SOLUTION

First identify the most important ideas in the course. "Mine" the course for its most important ideas. These ideas become the fundamental organizational principle of the course. Introduce these big ideas, and especially their relationships at the beginning of the course and return to them repeatedly throughout the course.

Here we order class topics in order of importance and find ways to teach the most important ideas early.

If design is more important than programming, then find a way to do design as early as you can. If functions are more important than if-statements in programming then do them first. If objects are more important than functions, then do them first.

DISCUSSION/ CONSEQUENCES/ IMPLEMENTATION

The most important things in a course or curriculum receive more focus from the instructor and the students, since you have opportunities to return to them again and again. Students can be made more aware of what is paramount.

Implementation is difficult. Often only simple aspects of an important idea can be introduced early. Sometimes it is enough to give important terms and general ideas. Some "big" ideas are thought of as advanced. It is difficult to introduce some of these early. Hard thought and preparation are needed in curricular design. Sometimes a really big, but difficult, concept can be introduced incompletely. Then as other material that relates to it is covered, the relationship to the big idea is carefully explored.

However, if you can't introduce the big idea at the beginning, then make certain that nothing you do early is inconsistent with the big idea or impedes its easy learning. For example, if you teach procedural decomposition early in a course, it will impede the learning of object-orientation. This is because the thought processes that lead you to a procedural decomposition are different (and inconsistent with) the ideas of OO.

You need to be able to analyze deeply what are the consequences of developing material in a particular order. It is often helpful here to have a forum in which ideas can be discussed and refined. It is also often necessary to develop your own materials, which requires time and effort.

SPECIAL RESOURCES

Time and deep thought are clearly required. Discussion groups with other educators who share similar ideas about the most important concepts in a domain are very helpful.

RELATED PATTERNS

It may be necessary to [Spiral](#) to give some needed background on the important topics. A [Lay of the Land](#) example can be used to show the students an example of a big idea in action. If there are many important ideas it can be [Larger Than Life](#). A [Fixer Upper](#) can be a good way to get started. It must emphasize the big idea of course. If the idea is complex, use a [Toy Box](#) example to introduce it. You may need to use [Occam](#) to extract its essential core and build an example around that. Interrelated ideas can often lead to components of a [Tool Box](#).

Note: This pattern is actually recursive, as patterns themselves are a really big idea.

EXAMPLE INSTANCES

Teaching objects first (or at least early). Teaching design first. Teaching concurrency first in operating systems. Teaching user requirements first in Database. Teach recursion before loops. Of course, these are my definitions of what is most important. You may disagree, but then it is your course, so discover and implement your own "firsts."

The book Karel the Robot, by Richard Pattis was designed with this pattern in mind as a way of teaching procedural programming (procedures first). Its successor, Karel++, attempts to do the same with Objects (classes first).

CONTRAINDICATIONS

It may be a mistake to try to use this pattern with material that has clear prerequisite ideas to the important ideas. This would be especially true if the relationship between the prerequisite idea and the big idea is especially subtle or if the prerequisites are especially difficult to master. Then again a clever use of [Toy Box](#) or [Lay of the Land](#) might let you do what seems difficult in presenting topics early.

REFERENCES

Karel the Robot, Richard Pattis, Wiley, 1981

Karel++, Joseph Bergin, Mark Stehlik, James Roberts, Richard Pattis, Wiley, 1997.

Der eilige Leser möge zumindest in einer ruhigen Stunde die hilfreichen Zusammenfassungen zu Beginn der einzelnen Pattern von Fricke/Völter und J. Bergin lesen, so dass er bei auftretenden pädagogischen Problemen weiß, wo er gegebenenfalls Hinweise zu möglichen Lösungen erhalten kann. Dass er dabei viele bekannte Probleme und Lösungen entdeckt ist nur natürlich, da der Mensch nach C. Alexander bewusst und unbewusst Pattern verwendet.

Das Konzept der Pattern ist nicht unumstritten. Häufig wird kritisiert, dass kreatives Design von Häusern, Software, Unterricht o.ä. sich nicht in Formen und Regeln zwingen lässt. Jede Maßregelung würde die Schaffung von Neuem verhindern. Alexander entgegnet, dass auch die gesprochene und geschriebene Sprache ein Katalog von Regeln und Elementen sei, wie

diese Elemente miteinander funktionieren. Der Schriftsteller nutzt die Elemente und Regeln der Sprache, um Prosa und Poesie zu schaffen. Umso mehr Pattern ein Architekt oder ein Pädagoge kennt, desto mehr wird sein „Werk“ davon profitieren.

3.6 Fragen zur Unterrichtsorganisation

Die Eigenart des Lernprozesses verlangt, dass der Unterricht in Phasen gegliedert wird. Es gibt eine Reihe von Artikulationsmöglichkeiten, die sich als hilfreich erwiesen haben. Zu warnen ist aber vor jeder Art von Schematismus. Es genügt nicht, die Schritte (Stufen, Phasen) zu benennen, die jeweiligen Stoffelemente müssen der Gliederung zugeordnet werden. Beachten Sie bitte, dass die einzelnen Schritte nicht Addition einzelner Stoffelemente, sondern Progression zu einer zentralen Einsicht bzw. zu gesicherten Fertigkeiten sind.

3.6.1.1 Welche Lernschritte ergeben sich aus der Planung?

- Welche Lernschritte müssen getan werden?
- In welche Abfolge sollen sie gebracht werden?
- Wo soll der Schwerpunkt liegen?
- Wie lange sollen die einzelnen Phasen dauern?
- Sollen die einzelnen Schritte des Lernprozesses den Schülern bewusst gemacht werden?
- Wie sollen sie bewusst gemacht werden?
- Können einzelnen Unterrichtsphasen Teillernziele zugeordnet werden?
- Wo ist der Unterricht sinnvoll abzuschließen, wenn sich der Unterrichtsplan in der vorgesehenen Zeit nicht verwirklichen läßt?
- Lassen sich bei Offenheit für Schüleraktivitäten und -reaktionen alternative Stundenverläufe planen?

3.6.1.2 Welche Sozial- bzw. Aktionsformen sollen gewählt bzw. praktiziert werden?

- Welcher Art ist die Beziehung der intendierten Sozial- und Aktionsformen a) zu den Lernzielen, b) zum Entwicklungsstand der Schüler?
- Was kann von den Schülern, was mit den Schülern erarbeitet werden?
- Sollen die Schüler selbständig arbeiten, einzeln oder in Gruppen?
- Wie wird die Gruppierung vorgenommen?
- Welche Unterrichtsformen sind den verschiedenen Phasen der Unterrichtseinheit angemessen?
- Kann Denkanstößen der Schüler nachgegangen, das Verfahren ggf. gewechselt, der Unterrichtsgang geändert werden?
- Wie kann auf unterschiedliche Schülerreaktionen bzw. -aktionen reagiert werden?

3.6.1.3 Für welche Medien entscheiden Sie sich?

- Begründung der Auswahl.

3.6.1.4 Welche Formen der Ergebnissicherung sollen eingesetzt werden?

- Welche überprüfbaren Tätigkeiten der Schüler können zeigen, ob Kenntnisse, Einsichten oder Fertigkeiten erreicht worden sind?

- Welche Signale sind darüber hinaus zu beobachten, die zumindest mittelbar erkennen lassen, dass die Schüler einen Sachverhalt verstanden haben oder von einer Fragestellung betroffen sind?
- Ist eine immanente, eine phasenweise oder eine abschließende Lernerfolgskontrolle angebracht?
- Wie können die Teilziele überprüft werden?
- Wie soll die Wandtafel eingesetzt werden?
- Wie wird das Erarbeitete (Erkenntnisse, Fertigkeiten) festgehalten, geübt, vertieft, verknüpft?
- Wie lassen sich die Unterrichtsergebnisse für alle Schüler so weit sichern, daß sie eine gemeinsame Plattform für die Weiterarbeit bieten?

3.6.1.5 Welche Hausaufgaben ergeben sich aus der Planung der Stunde?

- Welcher Art sind die intendierten Hausaufgaben, festigend, übend, vertiefend, ergänzend, weiterführend?
- Können die Schüler bei der Festlegung der Hausaufgaben beteiligt werden?
- Welche alternativen Hausaufgaben bieten sich an, falls die Stunde an einer anderen Stelle als der beabsichtigten geschlossen werden muß?
- Wie sollen Hausaufgaben verwertet werden?

4 Sequenzen zur Informatik

4.1 Informatische Modelle zur Strukturierung von Anfangsunterricht in der Schule²⁹

Die für die Informatik typischen Modelle können dem Anfangsunterricht in dem Schulfach Informatik eine Struktur geben, die zu einem vollständigeren Bild der Wissenschaft Informatik bei den Schülern führt. Die Leitlinie "Informatische Modellbildung" erweist sich für einen Informatikunterricht zur Enkulturation des allgemeinen Modellierens von Modellen als geeignet und legitimiert den Informatikunterricht für den allgemeinbildenden Schulkanon. Es erscheint jedoch erforderlich, einen Konsens hinsichtlich der Fachsprache und eines Kerncurriculums für den Informatikunterricht zu erzielen.

4.1.1 Eine allgemeinbildende Leitlinie für einen Informatikunterricht

Es ist immer wieder beeindruckend, dass nahezu zeitgleich mit der Einrichtung von Informatikstudiengängen in Deutschland erste Ansätze für ein entsprechendes Schulfach entstanden. Allerdings hat sich der Informatikunterricht mehrfach in seiner inhaltlichen und methodischen Ausgestaltung gravierend gewandelt. Eine Ursache dürfte ein bis heute fehlender Konsens zum Verständnis der sehr dynamischen Wissenschaft Informatik sein.

Für den Informatikunterricht an deutschen Schulen wurde zunächst der Schwerpunkt auf das Verständnis der Hardware gelegt. Rasch traten Algorithmen und ihre Implementierung in den Vordergrund. Mit diesen Inhalten der Informatik gelang dem Schulfach in den 70iger Jahren auch der Einzug in die gymnasiale Oberstufe³⁰. Als Reaktion auf Forderungen nach mehr lebensweltlicher Orientierung von Unterricht entstanden in den 80igern sogenannte anwendungsorientierte Ansätze, die ein Schulfach Informatik mit dem gesellschaftlichen Stellenwert informatischer Kenntnisse begründeten (Riedel 1979).

Mit den anwendungsorientierten Ansätzen rückten in der Fachdidaktik Informatik die Begriffe des "Modells" und der "Modellbildung" in den Vordergrund, wobei je nach Autor unterschiedliche Begriffsverständnisse zu finden sind. Die für den Informatikunterricht postulierte Leitlinie "Informatische Modellierung" der GI-Empfehlung für ein "Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen" (2000) wird wie folgt erläutert:

'Im Informatikunterricht bedeutet "Modellierung" im wesentlichen die Abgrenzung eines für den jeweiligen Zweck relevanten Ausschnittes der Erfahrungswelt, die Herausarbeitung seiner wichtigen Merkmale unter Vernachlässigung der unwichtigen sowie seine Beschreibung und Strukturierung mit Hilfe spezieller Techniken aus der Informatik. Informatische Modelle spielen bei der Konstruktion und Analyse von Informatiksystemen die Rolle von Bauplänen. [...] Die bei der Analyse von Informatiksystemen kennen gelernten Modellierungstechniken ermöglichen den Schülern dabei auch ganz allgemein die Strukturierung umfangreicher Datenbestände und die Orientierung in komplexen Informationsräumen.'

Diese Leitlinie stellt die Vorbildfunktion informatischer Modelle für das zu erstellende Informatiksystem in den Vordergrund, während ein Thema "Modellieren und Simulieren" eher die Abbildung eines Systems intendiert. In der Leitlinie werden vor allem Modelle zur Entwicklung von Informatiksystemen hervorgehoben. Ansätze, die ein "Modellieren und Simulieren" unter Einsatz eines Modellbildungssystems mit dem Ziel der

²⁹ Dieser Abschnitt enthält eine überarbeitete Fassung eines Beitrags zur GI-Tagung INFOS-03 (Thomas 2003).

³⁰ Vereinbarungen zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II (1972) i.d.F. vom 16.06.2000

Erkenntnisgewinnung über ein System durchführen (Daldrup/Gorny 1989; Herper 2001) sind auf alle Schulfächer anwendbar und begründen somit nicht das Fach Informatik³¹.

Betrachtet man die fachdidaktischen Ansätze und die fachcurriculare Literatur, lässt sich feststellen, dass zwar Modelle und Modellbildung für einen Informatikunterricht zunehmend betont werden, es fehlt jedoch ein Konsens, was unter informatischer Modellbildung zu verstehen ist. Es werden nur vereinzelt informatische Modelle als Inhalte allgemeindidaktisch begründet und es existiert bisher keine umfassende, anerkannte Systematik zum Modellbegriff der Wissenschaft Informatik. Es bestätigt sich der Eindruck, dass die Modelle der Fachwissenschaft in den einzelnen Konzepten nur unzureichend, teilweise sogar einseitig, berücksichtigt werden.

Diese Diskrepanz ist eine Ursache dafür, dass sich Informatikunterricht häufig an der Systematik einer Programmiersprache orientiert oder - schlimmer noch - zu einer Produktschulung verkommt. Dieses hat jedoch kaum allgemeinbildenden Wert³². Dem Informatikunterricht scheint es bisher nicht zu gelingen, im Anfangsunterricht ein abgerundetes Bild der Informatik zu vermitteln.

Die Überschrift dieses Abschnitts impliziert dreierlei: es existieren "informatische Modelle", diese bilden ein Bildungsgut, d.h. sie sind von einem allgemeinbildenden Wert, und sie können zur Strukturierung eines Anfangsunterrichts nützlich sein.

4.1.2 Modelle und Modellieren in der Informatik

Die Wissenschaft Informatik prägt mit ihren Denkweisen und Produkten unsere heutige Gesellschaft. Modelle haben in der Informatik einen zentralen Stellenwert. Insbesondere das Modellieren von Modellen findet sich in der Informatik in sehr umfassender Weise wieder. Dies wird einsichtig, wenn man einerseits, auf der Basis eines allgemeinen Modellbegriffs, die Vielfalt der Informatik darstellt und zum anderen den Gebrauch des Modellbegriffs in der Sprache von Informatikern untersucht (Thomas 2002).

Nicht nur, dass die Informatik zahlreiche unterschiedliche Modelltypen aufweist, so wird auch das Wort "modell" in der Wissenschaft sehr häufig verwendet. In ca. 80% von 150 untersuchten Skripten zu Vorlesungen der Kerninformatik wird das Wort "modell" in irgendeiner Flexionsform verwendet. Für den Sprachgebrauch unter Informatikern lässt sich eine Systematik zu Modellbegriffen aufstellen, die für die drei Teilbereiche der Kerninformatik zu fünf Hauptmodelltypen führt, die mit ihren Untermodellen ein breites Spektrum informatischen Modellierens aufzeigen.

Informatische Modelle in der Fachsprache

Architekturmodelle	Von-Neumann, MIMD, neuronales Netz Turingmaschine, Automaten Client-Server, OSI-Schichten Imperatives und deklaratives Konzept
Vorgehensmodelle	Wasserfallmodell Prototypen- und evolutionäres Modell Objektorientierte Modellierung
Entwurfmodelle	Aufgabenmodell / Anforderungsanalyse Modellierungssprachen (Struktogramm, UML, ...) Datenmodelle (hierarchisches, relationales, ...)
Untersuchungsmodelle	Analyse (Verifikation, O – Kalkül) Simulation (Blackbox und Whitebox Testen)
Mentale Modelle	Metaphern Konzeptuelle Modelle Fundamentale Ideen

³¹ Natürlich kann die Modellierung dynamischer Systeme ein Thema im Informatikunterricht sein, jedoch dürfen die Originale der Modellbildung nicht zum Schwerpunkt werden.

³² Nicht legitimierbar dürfte auch ein Informatikunterricht sein, der einseitig problemlösendes Denken über Programmiermodelle wie Niki oder Kara schult, da die Schüler ein stark verfälschtes Bild von der Informatik erhalten.

Unter Verwendung der Allgemeinen Modelltheorie (AMT) von Stachowiak (1973) offenbart sich, dass im Sprachgebrauch von Informatikern vorwiegend semantische und graphische Modelltypen verwendet werden. Technische Modelle im Sinne der AMT werden eher als Systeme bezeichnet.

Es zeigt sich, dass die Informatik mit nahezu allen Modelltypen arbeitet, gearbeitet hat oder vermutlich arbeiten wird, die im Allgemeinen und im Kulturell-tradierten verwendet werden. Auch die vier allgemeinen Zwecke von Modellierung nach Wüstneck (1963) (logische Erfüllung, phänomen-orientierter Erkenntnisgewinn, Ersetzungsfunktion, Produktionsvorlage) sind in der Informatik aufweisbar. Auffällig ist zudem, dass in der Informatik "Ketten" von aufeinander

aufbauenden Modelltypen in charakterisierender Art und Weise bewusst verwendet werden. Modelle werden zu Originalen, wobei die "Realität" nicht mehr betrachtet werden muss.

Da die Wissenschaft Informatik dem Schulfach Informatik als universitäres Leitfach zugeordnet werden muss³³, gilt es, informatische Modelle und informatisches Modellieren in seiner Vielfalt im Unterricht aufzuzeigen. Dies bedeutet nicht, dass die Inhalte und die Struktur der universitären Lehre direkt auf die Schule zu übertragen sind, aber die Fachbegriffe, Gegenstände und Inhalte stammen aus der Fachwissenschaft. Aus diesen sind diejenigen auszuwählen und auf das jeweilige Schülerniveau didaktisch zu reduzieren, die sowohl zu einem korrekten und vollständigen Bild der Wissenschaft beitragen als auch allgemeinbildenden Kriterien genügen.

Sicherlich arbeiten auch andere Wissenschaften mit Modellen. Dies ergibt sich aus der allgegenwärtigen Verankerung von Modellen in unserer Kultur. In der Informatik scheinen jedoch nahezu alle Modelltypen, die wir Menschen einsetzen, verwendet zu werden. Eine Ursache ist vermutlich, dass der Mensch Modelle zur Unterstützung seiner Informationsverarbeitung einsetzt. Diese wird jedoch im Allgemeinen als Gegenstand der Informatik bezeichnet (Duden 2001). Es ist daher zu erwarten, dass in einem Informatikunterricht einerseits das Wesen des allgemeinen Modellierens von Modellen als Kulturtechnik und andererseits das Wesen der Wissenschaft Informatik durch eine Orientierung an informatischen Modellen sehr gut erfasst werden kann.

4.1.3 Enkulturation des Modellierens von Modellen als Bildungsziel

Kultur ist die Gesamtheit der geistigen und künstlerischen Lebensäußerungen einer Gemeinschaft. Sie enthält Gebilde, mit denen ein Mensch sein Leben realisiert: natürliche und künstliche Sprachen, moralische Verhaltensmuster, Arbeitsformen mit ihren Werkzeugen und Methoden, Technik, Wissenschaft, Kunst u.v.m. Es gibt kein Menschsein außerhalb der Kultur, da der Mensch in seiner Unvollkommenheit die Kultur als Schutzschild gegen die Komplexität des Lebens benötigt. Aus pädagogischer Perspektive kann Kultur als Mittel zur

Modelltypen in der Informatik

Modelltypen der AMT	Informatische Modelle
Graphische Modelle	Piktogramm Entity-Relationship-Datenmodell Petri-Netz
Technische Modelle	Abakus Hollerith-Zählmaschine BSCW
Semantische Modelle	Daten, Signale Fundamentale Ideen Formale Sprachen Programmiersprachen

³³ Diese These stützt sich unter anderem rein pragmatisch auf die inhaltliche Ausrichtung traditioneller Unterrichtsfächer, die i.d.R. einen starken Bezug zu den gleichnamigen Fachwissenschaften aufweisen.

Entwicklung des jungen Menschen zum mündigen Erwachsenen gesehen werden. Allerdings prägt die Kultur den Menschen nur, wenn der Mensch kulturell produktiv wird. In diesem Sinne spricht W. Loch (1969) von einer Enkulturation³⁴ des jungen Menschen.

Das Modellieren von Modellen ist eine Kulturtechnik, die der Mensch seit Jahrtausenden verwendet und die ihn handlungsfähig macht. In der Wissenschaft Informatik werden Modelle in umfassender Vielfalt an Modelltypen eingesetzt, um geistige Tätigkeiten des Menschen zu unterstützen und zu ersetzen. Diese Vielfalt wird in den einzelnen Lehrplänen und fachdidaktischen Ansätzen zum Informatikunterricht bisher unzureichend berücksichtigt und nicht systematisiert. Dabei könnten informatische Modelle - und insbesondere der für die Informatik typische, konstruktive Umgang mit Modellen - zu einer Enkulturation von Modellen im Allgemeinen beitragen. Beispielsweise gehört Sprache, ihre Struktur, ihre Konstruktion und ihre automatisierte Verarbeitung, zu den wichtigsten Gegenständen der Informatik (Claus 1990). Sie bildet die Grundlage bei der Produktion und Nutzung von Informationstechnik. Dies bestätigt auch der Befund, dass im Sprachgebrauch der Informatiker vorwiegend semantische und grafische Modelltypen der AMT verwendet werden. Claus postuliert, dass

"ein umfassenderer Sprachunterricht - aber aus Informatik-Sicht und nicht aus Sicht der heutigen Sprachwissenschaften! - ein schnelleres Verständnis bei Jugendlichen für viele Problemdarstellungen und Lösungen und für die Weiterentwicklungen in der Datenverarbeitung" (S. 47)

wecken kann.

Kulturgüter werden nach Klafki (1974) zu Bildungsgütern, wenn sie stellvertretend das Besondere für viele Kulturgüter darstellen. Klafki nennt insgesamt sieben Erscheinungsformen, von denen hier drei für informatische Modelle skizziert seien:

- Das Fundamentale des Modellierens von Modellen kann der Schüler aufgrund der Vielfalt informatischer Modelle erfahren. Durch Vergleich unterschiedlicher Modelltypen kann das Grundlegende einer Modellbildung herausgearbeitet werden. Man vergleiche die Ausführungen zur AMT.
- Andererseits kann an bestimmten informatischen Modelltypen das Exemplarische für den jeweiligen Modelltyp dargestellt werden, so dass Vor- und Nachteile deutlich werden.
- Eine Auseinandersetzung mit semantischen Modellketten innerhalb der Informatik kann typische Momente der menschlichen Informationsverarbeitung bewusst machen.

Für eine detailliertere Begründung können die sieben Erscheinungsformen von elementaren Bildungsgut hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit auf informatische Modelle überprüft werden (vgl. Thomas 2002, S. 67ff). Die Merkmale der Allgemeinbildungsbegriffe von Klafki sowie von Busmann und Heymann können auf informatische Modelle und auf das informatische Modellieren von Modellen mit Erfolg angewandt werden, so dass eine Leitlinie „Informatische Modellbildung“ als allgemeinbildend gelten darf. Mit der Anwendung der Kriterien von Busmann und Heymann auf die Informatik beschäftigt sich aktuell u.a. die Arbeitsgruppe um Helmut Witten (2003). Ich greife an dieser Stelle nur zwei Kriterien heraus, um den Bildungswert informatischer Modelle und ihrer Modellierung anzudeuten:

- Der Mensch arbeitet in seinem ganzen Leben mit Modellen. Insofern kann eine Auseinandersetzung mit den verschiedensten Modelltypen und insbesondere ihrer Konstruktion eine Vorbereitung auf zukünftige Lebenssituationen in einer Wissensgesellschaft darstellen.
- Informatische Modelle unterstützen in besonderer Weise die Übernahme von Kulturgütern, da es zumeist Modelle zur Informationsverarbeitung sind. Es wird also eine Grundlage gelegt, um sich neues Wissen modellierend zu erschließen.

³⁴ Enkulturation erfasst auch die Sozialisation des Menschen, d.h. den Erwerb von sozialen Beziehungen.

Informatische Modelle stellen folglich ein Bildungsgut zur Enkulturation des Modellierens von Modellen dar. Sie lassen sich an interessanten und anspruchsvollen Themen konstruktiv und explorierend erschließen.

4.1.4 Konsequenzen für den Informatikunterricht

Unsere Untersuchungen bestätigen, dass die Informatische Modellbildung ein durchgängiges Prinzip in der Informatik darstellt. Als eine der allgemeinbildenden Säulen des Informatikunterrichts sollte sie sich über alle Jahrgangsstufen erstrecken. Allerdings ist die Säule breiter als bisher angenommen.

Akzeptiert man diese Erkenntnis, so sollten möglichst alle Modelltypen - insbesondere die Hauptmodelltypen der Fachsprache - in einem Informatikcurriculum berücksichtigt werden. Dabei bilden die von uns erstellten Systematiken eine (zu ergänzende) „Checkliste“, die zur Absicherung und Strukturierung wesentlicher Inhalte und Methoden der Informatik für einen Informatikunterricht dienen können. Am Beispiel des Anfangsunterrichts werden wir nun einige mögliche Konsequenzen für den Informatikunterricht zur Diskussion zu stellen.

Anfangsunterricht soll das Interesse der Schüler für ein Fach wecken, wobei die Erwartungen der Schüler aufzugreifen sind. Mindestens ebenso wichtig ist jedoch die Vermittlung eines unverfälschten und abgerundeten Bilds der Informatik³⁵. Folglich müssten möglichst alle Hauptmodelltypen in der Einführungsphase des Informatikunterrichts behandelt werden.

Bereits im ersten Quartal des Anfangsunterrichts bietet sich ein projektartiges Vorgehen an, das sich an einem einfachen *Vorgehensmodell*, dem Wasserfallmodell, orientieren kann. Im Rahmen der Erstellung einer Anforderungsdefinition können sich die Schüler mit *mentalen Modellen* der Nutzer auseinandersetzen. Bei der Planung von Benutzerschnittstellen können gezielt einfache Metaphern oder konzeptuelle Modelle von den Schülern entworfen werden, um die beim späteren Anwender gewünschten mentalen Modelle zu erzeugen³⁶. In dieser Analyse-Phase kann auch die immer wieder geforderte Auseinandersetzung der Informatik mit ihren Auswirkungen auf die Gesellschaft sach- und problemgerecht integriert werden. Die Erstellung eines Sollkonzepts kann vom Lehrer unterstützt werden, indem er einzelne Bausteine vorgibt und/oder ein Beispiel zu einer anderen Problemstellung bespricht.

Einfache *Entwurfsmodelle*, wie Struktogramme oder erweiterte Flussdiagramme³⁷, werden als Planungshilfen zum Verständnis und zur Konstruktion eines Informatiksystems erfahren. Den Computern zugrundeliegende *Architekturmodelle* und die grundsätzliche Arbeitsweise von Computern kann den Schülern ausgehend vom imperativ-prozeduralen Rechenmodell verdeutlicht werden. Eine häufig vernachlässigte Phase der Softwareentwicklung ist ein systematisches Testen der Komponenten³⁸. Hierbei können einfache *Untersuchungsmodelle*, die sich am Blackbox- oder Whitebox-Testen (Myers 1995) orientieren, verwendet werden.

³⁵ Konsequenterweise verbietet sich ein Anfangsunterricht, der eine Schulung für Office-Produkte nahe legt, wie er beispielsweise im Informatikunterricht der Klasse 11 in Brandenburg aufgrund des aktuellen Rahmenlehrplans durchgeführt wird. Auch im Anfangsunterricht der Wahlpflichtkurse darf der Schüler die Informatik nicht nur als Design von Webseiten erfahren.

³⁶ z.B. "Beim Klicken auf dieses Piktogramm geschieht im Rechner jenes." Zur Strukturierung von Piktogrammen s. Stauffer 1987

³⁷ Für Flussdiagramme existieren keine Symbole für Schleifen. Dieses Problem kann jedoch mittels geeigneter Elemente, wie wir sie bei Arno Pasternak im Unterricht gesehen haben, gemildert werden.

³⁸ nicht zu verwechseln mit dem Trial and Error-Verfahren mancher Entwurfs-/Implementierungsversuche

Übersicht zum 1. Quartal für einen Anfängerkurs in der gymnasialen Oberstufe (3-stündig)

Stunde	Thema/Inhalte	Modelle
1	Ein Autohaus stellt auf EDV um - Benutzerschnittstellen - Auswirkungen des Einsatzes von EDV	Phasenmodell (Software Life Cycle) Mentale Nutzermodelle
2/3	Automaten im Alltag und ihre Modellierung am Beispiel eines Fahrkartenautomaten	Zustandsgraph EVA Black-Box-Testen
4	Darstellen von Algorithmen mit Struktogrammen	Imperatives Rechenmodell Struktogramm
5/6	Entwicklung von Rechenhilfsmitteln Vom Höhlenbewohner bis Alan Turing	Technische Modelle
7-9	Alan Turing und die Turingmaschine - Berechenbarkeit, Entscheidbarkeit Universalität der Turingmaschine - Binärkodierung und Dualzahlensystem - universelle Turingmaschine (Idee)	Maschinenmodell Untersuchungsmodell Kodierungsmodelle Stellenwertsystem
10-11	Können Computer denken? Turing Test, Chinesisches Zimmer, Eliza Arbeitsweise von Eliza	Mentales Modell deklaratives Rechenmodell Patternmatching
12	Erfindung des Computers - Zuse, Neumann, u.a.	Technische Modelle Architekturmodell
13	Softwareentwicklung	Rechenmodelle Programmiersprachen Vorgehensmodelle
14/15	Grundlagen der Objektorientierung - Objekt, Klasse, Methode - Parameter, Datentyp,	Fundamentale Ideen oo-Vorgehensmodell
16/17	Klassendefinitionen für einen Ticketautomaten - Variablen, Datenübergabe - Konstruktoren - bedingte Anweisung	Fundamentale Ideen
18/19	Objektinteraktion am Beispiel einer Digitaluhr - Objekte erzeugen Objekte - Abstraktion, Modularisierung - Teile und herrsche - Überladen - boolescher Ausdruck, modulo - Verketteten von Zeichenketten	Objektdiagramm Fundamentale Ideen
20	Objektinteraktion in einem Mail-System - Debugger	-

Im zweiten Quartal folgt ein vorläufig abschließender Abschnitt zu Objektsammlungen (Array, ArrayList), in dem auch Schleifen und Bibliotheken angesprochen werden. Die vorgesehenen Projektbeispiele sind ein elektronisches Notizbuch und ein Auktionshaus. Grundsätzliche Fragestellungen zu den Zielen von Informatik sollen nun innerhalb eines Themas zur Künstlichen Intelligenz spiralcurricular vertieft werden, bei dem das logisch-deklarative Rechenmodell wieder in den Vordergrund rückt (Kristin/Steup 1999). Hier können Themen aus der Sprachverarbeitung und das Thema Datenbanken integriert werden.

An den Anfangsunterricht, der wesentliche Aspekte informatischer Modellbildung in einem Halbjahr behandeln sollte, können sich in historisch-genetischer Abfolge komplexere Probleme und Modelle anschließen. Die objektorientierte Entwicklung großer Programme unter Verwendung von CASE-Tools (z.B. Fujaba) und die Behandlung formaler Sprachen im Zusammenhang mit der Erstellung von Sprachübersetzern erfordern den Einsatz unterschiedlichster informatischer Modelle. Bei den Vorgehensmodellen lassen sich die jeweiligen Nachteile im Zusammenhang mit erweiterten Problemstellungen herausarbeiten und entsprechende Vorgehensmodelle hinzufügen. Dabei erfährt der Schüler die begrenzte Gültigkeit (Anwendbarkeit) eines Modells und bekommt ein erstes, abgerundetes Bild zur Wissenschaft Informatik. Die objektorientierte Modellierung kann im Rahmen eines Projekts zur Softwareentwicklung aufgegriffen werden, in dem CASE-Tools eingesetzt werden, die den Anteil der Implementierung gegenüber der Modellierung reduzieren.

Das Modellieren von Modellen als Charakterzug der Informatik, die Modellketten mit graphischen, semantischen und technischen Modellen gemäß der AMT können dem Schüler vermutlich nur unter intensiver Verwendung des Modellbegriffs deutlich werden. Gleiches gilt für die Hauptmodelltypen, ihre Untermodelle und die jeweiligen (historisch-genetischen) Folgemodelle. Für den Schulunterricht ist daher ein Konsens zur Begrifflichkeit erforderlich. Hier ist dringend herauszuarbeiten, welche Modellbegriffe im Informatikunterricht verwendet werden sollen, wann diese erstmals eingesetzt werden und in welchem Zusammenhang die ausgewählten Begriffe stehen.

4.1.5 Schlussplädoyer

Einige Informatiklehrer werden sagen: "Das machen wir doch schon seit Jahre so!". Leider haben trotzdem viele Schüler ein falsches oder zumindest unvollständiges Bild von der Informatik. Andere Lehrer sind vielleicht der Ansicht, dass die Modellierungsfähigkeiten bereits ausreichend in den Naturwissenschaften geprägt werden. Die Informatik zeichnet sich jedoch durch ein konstruktives und kreatives Modellieren von Modellen und die große Vielfalt an Modelltypen aus. Die Vielfalt an Modellen kann dem Informatikunterricht in einer Leitlinie „Informatische Modellbildung“ eine allgemeinbildende Relevanz geben, da das Modellieren von Modellen mit unserem Menschsein verknüpft ist.

Obwohl die obige Skizze in dem vorgeschlagenen Zeitraum realisierbar ist, wird offensichtlich, dass an den Schulen zuwenig Pflichtstunden für einen vertiefenden Informatikunterricht zur Verfügung stehen, insbesondere in der Sekundarstufe I, wenn man dort alle Schüler erreichen möchte³⁹. Zudem ist die informatische Modellbildung nur eine - wenn auch bedeutende - Leitlinie für einen allgemeinbildenden Informatikunterricht. Es gilt, weitere postulierte Leitlinien aus fachwissenschaftlicher und allgemeindidaktischer Perspektive genauer "unter die Lupe" zunehmen, um die Argumente für einen verpflichtenden Informatikunterricht in der Sekundarstufe I zu schärfen.

Die Fachdidaktik Informatik ist gefordert, ein bundesweites Kerncurriculum zu entwickeln, das allgemeindidaktisch legitimierte Inhalte aus der Informatik in eine genetische Abfolge setzt, die "jederzeit" ein abgerundetes Bild zur Informatik vermittelt.

4.2 Simba – USI - Schlüsselkonzepte der Informatik

von Sandra Nitz

³⁹ I.d.R. gibt es für den Informatikunterricht nur Wahlpflichtstunden in der Sekundarstufe I.