

Informatik lehren – zeitgemäße Ansätze zur nachhaltigen Qualifikation aller Schülerinnen¹

Ludger Humbert

Didaktik der Informatik
Universität Dortmund
D-44221 Dortmund
humbert@ls12.cs.uni-dortmund.de

Abstract: Ziel des Beitrags ist die Darstellung von Ergebnissen grundlegender Überlegungen zur Konstruktion und Umsetzung von Informatikcurricula. Die Gestaltungsmöglichkeiten werden auf dem Hintergrund durchgeführter und geplanter Studien untersucht und einer ersten Bewertung unterzogen.

1 Motivation

Als zentrale Klammer eines *problemlösenden* Informatikunterrichts kommt der *Informatischen Modellierung* eine anerkannte Rolle in der Fachdidaktik Informatik zu. Dies zeigt nicht zuletzt die Ende 2000 von der *Gesellschaft für Informatik* in den Empfehlungen für ein Gesamtkonzept formulierte gleichlautende *Leitlinie* [GI00, S. 379]². In der Fachwissenschaft wird die Modellierung in den Anfängervorlesungen zunehmend objektorientiert gelehrt. Dabei werden notwendige Elemente aus dem Themenbereich "Algorithmen und Datenstrukturen" integrativ thematisiert [IS97]. Dem allgemein bildenden Informatikunterricht liegen naturgemäß andere Ziele zugrunde, als der Berufsausbildung von [Diplom-] Informatikerinnen oder der Ausbildung in den ab 1997 eingeführten Informatikberufen.

Bei den im Folgenden berücksichtigten Untersuchungen beschränke ich mich auf Informatikunterricht in der gymnasialen Sekundarstufe II.

2 Ziele des Informatikunterrichts in der allgemein bildenden Sekundarstufe II

Die Zieldimensionen des Unterrichts in der allgemein bildenden Sekundarstufe II sind durch zwei Richtungen charakterisierbar: zum Einen wird eine propädeutische, aber exemplarische fachliche Qualifikation gefordert, zum Anderen sollen mehr und mehr Elemente allgemeiner fachübergreifender Fähigkeiten ausgebildet werden.

Die Informatik befindet sich als Integrationswissenschaft an der Schnittstelle zwischen theoretischer Durchdringung und Anwendung, so dass aus der Informatik heraus Anwendungen in anderen Fachzusammenhängen gesucht, erschlossen und bearbeitet

¹Im Text wird – abgesehen von Zitaten – durchgängig das *generische Femininum* verwendet. Männer mögen sich dadurch nicht ausgeschlossen fühlen.

²Die weiteren Leitlinien sind

- Interaktion mit Informatiksystemen,
- Wirkprinzipien von Informatiksystemen,
- Wechselwirkungen zwischen Informatiksystemen, Individuum und Gesellschaft.

werden können. Die *fünf C* "communication, cooperation, collaboration, coordination, concurrency" [BB92] als zentrale Kategorien eines neueren Informatikselbstverständnisses machen deutlich, dass die Fachwissenschaft inzwischen ihre Basis stärker begrifflich konturiert.

Die sichtbare Informatisierung der Gesellschaft ist in vollem Gange. Informatiksysteme befinden sich im unmittelbaren Lebensumfeld und damit im Erfahrungs- und Erlebensbereich aller Menschen. Zunehmend wird es (auch im Alltag) notwendig sein, Bindeglieder zwischen Anwendungen zu konfigurieren, um sie dem eigenen Bedarf anzupassen [Ro99, Research Goals]. Die Vernetzung macht Information zum unübersehbaren Produktionsfaktor moderner Gesellschaften und durchdringt alte und neue gesellschaftliche Formationen. Gesellschaftlich betrachtet ist eine solide, fachlich begründete Basis durch das Schulfach Informatik für alle Menschen zu schaffen. Es steht zu erwarten, dass Informatik-Curricula in Zukunft breit umgesetzt werden.

Annahmen

Folgende wissenschaftliche Fragestellungen sind Grundlage der Forschungsarbeit:

1. Zugänge zu größeren Problemklassen
Welche Zugänge erweisen sich als erfolgreich und zukunftsweisend, so dass die Chance besteht, dass Schülerinnen im Rahmen des Informatikunterrichts eine von aktuellen Moden unabhängige informatische Bildung erfahren?
2. Strukturierung der Fachinhalte unter fachdidaktischen Gesichtspunkten
Auf welche Weise kann eine Abfolge von Fachinhalten so strukturiert werden, dass nachhaltig informatische Bildung vermittelt wird?
3. Einfluss des Informatikunterrichts auf das Bild der Informatik bei Schülerinnen
Wie verändert ein bewusst auf die Zielsetzung "Generierung eines validen Bildes der Informatik als Wissenschaft" orientierter Informatikunterricht die Sichtweise der Schülerinnen auf die Informatik? Welches Bild der Informatik wird im Informatikunterricht vermittelt?

Auf dem Hintergrund der forschungsleitenden Fragestellungen kann das folgende Forschungsprogramm abgeleitet werden:

Die Evaluation von Konzepten ist konstitutives Element für die weitere Entwicklung der Fachdidaktik. Sie sollte sich auf empirische Untersuchungen stützen. Vor der breiten Einführung von allgemein bildenden, verpflichtenden Informatikkursen sollte die Qualität des Unterrichts stärker als bisher betrachtet werden. Die vorgestellten Ansätze werden als *nachhaltig* bezeichnet, weil die zu schaffende Basis nicht nur für aktuelle Lehr-/Lernprozesse umzusetzen ist, sondern den Schülerinnen Möglichkeiten eröffnen soll, grundlegende konzeptionelle Elemente der Informatik und ihrer Anwendung bei der Gestaltung der eigenen Zukunft berücksichtigen zu können.

3 Zur informatischen Modellierung

Bezüglich informatischer Modellierungsstrategien und -konzepte für den unterrichtlichen Umsetzungsprozess sollte die Zieldimension "Problemstellungen hinsichtlich verschiedener Lösungsstrategien resp. Modellierungen analysieren können" für alle Schülerinnen der gymnasialen Sekundarstufe II Berücksichtigung finden [HS01].

Die propädeutische Ausrichtung von Kursen in der gymnasialen Oberstufe darf nicht außer Acht lassen, dass Schülerinnen vom Schulfach Informatik auch Hilfen für die Entwicklung eigener Perspektiven im Hinblick auf die Nutzung von Informatik-

systemen erwarten. Dies führt dazu, dass die Klasse der Problemstellungen, die im Unterricht konkrete Bearbeitung erfahren, nicht nur fachlich begründet, sondern auch an den Interessen der Schülerinnen orientiert werden muss. Bei einem anspruchsvollen, auf Problemlösen zielenden Informatikunterricht stellt die informatische Modellierung die Mittel zur Verfügung, mit deren Hilfe Problemstellungen bearbeitet werden.

3.1 Das Modulkonzept

Die Strukturierung der in der Vermittlung bedeutsamen inhaltlichen Dimensionen sollte in enger Verzahnung mit informatischen Fachkonzepten vorgenommen werden. Allerdings darf in schulisch bildenden Prozessen nicht eine fachlich erschöpfende Bearbeitung von Informatikfachthemen erwartet werden. Im Gegenteil ist die Bearbeitung fachlicher Themen auf verschiedenen Abstraktionsniveaus zu unterschiedlichen Zeitpunkten der schulischen Bildungsprozesse wieder aufzunehmen. Damit sind im Rahmen eines spiralförmigen Curriculums valide, didaktisch gestaltete Informatikinhalte zu vermitteln. Die quantitative Ausprägung der für die Umsetzung des Modulkonzepts verpflichtenden Anteile sollte aufgrund der aktiven und weiterhin sehr dynamischen Weiterentwicklung auf der Anwendungsseite auf ein Drittel des Anteils an der gesamten Unterrichtszeit beschränkt bleiben. Das solchen quantitativen Überlegungen durchaus Raum zugestanden wird, zeigen die im Zusammenhang mit G8 im Saarland dokumentierten Überlegungen: "[...] konzentrieren sich aufs Wesentliche und klopfen nur 60 Prozent der Unterrichtszeit fest. Der Rest ist dem Üben, Vertiefen, Wiederholen und dem Einfallsreichtum der Lehrer überlassen" [FR01]. Aktuell bedeutsamen Anwendungsbereichen, aber auch den persönlichen fachlichen Stärken und Interessen der Schülerinnen und der Unterrichtenden, muss im Schulfach Informatik eine Entfaltungsmöglichkeit gegeben werden. Dies gilt vor allem, sobald in projektorientierten und fachübergreifenden Zusammenhängen gearbeitet wird. Das zweite Drittel ist damit dem Anwendungszusammenhang auf informatischer Basis zuzugestehen. Die Arbeit in vernetzten Strukturen setzt soziale Fähigkeiten voraus, denen im Zusammenhang mit schulischen Aneignungsprozessen explizit Unterrichtszeit zugestanden werden muss. [Gf00, S. 8] führen aus: "wird [von den befragten Unternehmen] die Vermittlung von sozialen und kommunikativen Fähigkeiten wie Team- und Führungsfähigkeiten ange-mahnt."

Um die fachlichen Anforderungen zu strukturieren, bietet sich ein modularisiertes Konzept an. Bei der Sequenzierung ist zu bedenken, dass die Arbeit der Schülerinnen mit dem konkreten schulischen Intranet auf einer informatischen Fachbasis zu erfolgen hat. Daraus folgt, dass dem Modul *Informatiksysteme verantwortlich nutzen und ver-stehen* eine prioritäre Rolle zugestanden werden muss. Elemente dieses Moduls müssen vor Beginn der Arbeit mit den schulischen Informatiksystemen erschlossen werden.

Der Berücksichtigung der historischen Dimension der Module sollte integriert Rechnung getragen werden. Elemente der Geschichte der Informatik, vergleichende Überlegungen im Zusammenhang mit Ausprägungen für konkrete Implementierungen, programmiersprachliche Konstrukte, sowie Überlegungen zu graphischen Benutzungsoberflächen und zum Recht auf informationelle Selbstbestimmung sollten im Zusammenhang mit konkreten Problemstellungen und Modellierungen thematisiert werden. Ausgangspunkt des Informatikunterrichts sind Problemstellungen, die formuliert werden und zu denen nach erfolgter Modellierung reflektierend zurückgekehrt wird. Damit stellt die Problemorientierung die methodische Klammer des Informatikunterrichts dar.

Informatiksysteme verantwortlich nutzen und verstehen

Die zunehmende Nutzung komplexer vernetzter Informatiksysteme im schulischen Zusammenhang sollte dazu führen, dass die Hintergründe für Regelungen in den Blick genommen werden. Die erweiterte Nutzung hat zur Folge, dass unabdingbare Regelungen für Räume, Informatiksysteme und vernetzte Systeme aufgestellt werden (durch die Systembetreuung, die Schulgemeinde, die Schulträger, den Gesetzgeber). Diese Regelungen basieren auf dem *Schutz der Persönlichkeit und der Möglichkeit, ein Leben in eigener Verantwortung zu gestalten* und der *Vermeidung unnötiger Belastung und Schädigung der technisch-administrativen Infrastruktur*. Bei allen Nutzerinnen muss soviel Hintergrundwissen vorhanden sein, dass die Umsetzung dieser Anforderungen nicht durch *Gehorchen und Befolgen*, sondern durch Einsicht in die gesellschaftlichen und technischen Hintergründe (Themenbereich Rechnernetze und Verteilte Systeme) ermöglicht wird. Bei der Arbeit mit elaborierten Lernumgebungen (CSCL-Systeme), die zunehmend Bestandteil schulischer Intranetstrukturen sind, müssen Rechte Dritter beachtet werden. Durch Einsicht in schutzwürdige Belange (Netiquette) kann z. B. das Veröffentlichende oder Kopieren von geschützten Materialien wirksamer verhindert werden als ausschliesslich durch Verbote.

Wenn Betriebssysteme handlungsorientiert erschlossen werden, ist dafür Sorge zu tragen, dass jedes Element auf der Folie der Verallgemeinerung und Zukunftssicherheit eine unterrichtliche Umsetzung erfährt. Dies kann z. B. dadurch erreicht werden, dass Betriebssystemfunktionen über betriebssystem- und plattformunabhängige [Skript-] Sprachen für explorative Unterrichtseinheiten genutzt werden. Dies eröffnet damit gleichzeitig die Erarbeitung curricularer Elemente, die hochgradig portabel sind und es den Schülerinnen erlauben, erarbeitete Elemente zur Automatisierung von Betriebssystemfunktionen zu nutzen.

Mit der Entwicklung graphischer Benutzungsoberflächen ist ein aktueller Stand zur Benutzung von Informatiksystemen erreicht, der in den nächsten Jahren eine Erweiterung erfahren wird. Soll Informatikunterricht zukunftsweisende Impulse setzen, so ist hier durch die Trennung der verschiedenen Ebenen bei der Modellierung von Informatiksystemen z. B. mit dem MVC-Konzept eine Möglichkeit aufzuzeigen, wie zukünftige Entwicklungen berücksichtigt werden können, ohne die erarbeiteten Fachkonzepte obsolet zu machen.

Modellierung – zentrales Tätigkeitsfeld informatischer Arbeit

Bei der Modellierung gilt es herauszuarbeiten, wozu die Modellierung vorgenommen wird. Die Modellierung ist zur Exploration und Deskription des existierenden Informatiksystems der Schule am konkreten Schülerarbeitsplatz hilfreich. Damit kann die Verbindung zu dem Modul *Informatiksysteme verantwortlich nutzen und verstehen* hergestellt werden. Mit der Modellierung sollte die Möglichkeit eröffnet werden, über motivierende Probleme hinaus Klassen von Problemen zu bearbeiten. Es ist notwendig, Unterschiede zwischen der Modellierung in der Informatik und der Modellierung in anderen technisch-wissenschaftlichen Gegenstandsbereichen durch Rückwirkung des Modells "auf die Welt" deutlich werden zu lassen. Als Ergebnis (Produkt) der informatischen Modellierung werden z. B. Arbeitsabläufe nicht nur theoretisch, sondern konkret beeinflusst, verändert oder gar obsolet gemacht.

Es gibt nicht nur eine informatische Modellierung, sondern verschiedene, die sich dadurch auszeichnen, dass der Gegenstandsbereich jeweils durch eine besondere "Brille" betrachtet wird, um besonders effektive Modellbildungsstrategien anwenden zu können. Die dadurch vorgenommene Reduktion sollte im konkreten Fall themati-

siert werden. Schülerinnen kann die durch die jeweilige Modellierung "abgeschnittene" oder "ausgeblendete" Sicht verdeutlicht werden, indem z. B. eine konkrete Problemstellung mit verschiedenen Sichten betrachtet und bearbeitet wird.

Methoden und Veranschaulichungen, die auf eine ganz spezielle Modellierung beschränkt sind, haben nur einen begrenzten Zukunftswert. Heute werden umfangreiche Probleme nicht mehr mit SADT oder der Jackson-Methode *behandelt*. Andererseits haben ERM oder Und-Oder-Bäume weiterhin ihren Platz bei bestimmten Anwendungsfällen. Hier ist von Fall zu Fall zu entscheiden, welche konkrete Darstellung als sinnvoller und notwendiger Beitrag zur Modellierung unterrichtlich verankert werden sollte. Allerdings sollte eine Orientierung an fachlichen Standards vorgenommen werden, wobei eine sinnvolle didaktische Gestaltung angestrebt werden muss.

Erkenntnisse der theoretischen Informatik im Anwendungskontext

Theoretische Überlegungen der Informatik haben unmittelbare Konsequenzen. Sie sind notwendig zum Verständnis grundlegender *Wirkprinzipien von Informatiksystemen*, lassen sich einsetzen, um Strukturen zu verdeutlichen und zu modellieren. Die Verbindung mit nicht-naturwissenschaftlichen Fachinhalten kann über das gemeinsame Feld der Kategorisierung von Sprachen erschlossen werden. Fragen, die die Zukunft der Schülerinnen objektiv betreffen, berühren die Komplexität möglicher Informatiksysteme, die Chancen der Sprachübersetzung natürlicher Sprachen, die prinzipiellen Grenzen informatischer Modellierung und bieten sich für fachübergreifende Ansätze aus dem Bereich der Philosophie geradezu an.

Wissensbasierte Modellierung

Nach einer Phase der Unklarheit kann festgestellt werden, dass unter den Informatikerinnen inzwischen Einigkeit über die Definition einiger zentraler Begriffe hergestellt wurde, die sich nicht exakt definieren lassen und sicher auch weiterhin kontrovers diskutiert werden: Daten, Wissen und Information. Für Schülerinnen sollte deutlich werden, dass es notwendig ist, einen validen Begriffsapparat zu benutzen, der es gestattet, in einer Gemeinschaft einen Inhaltsbereich gestaltend zu erschließen. Die zum Standardrepertoire der Informatik gehörenden Begriffe Syntax, Semantik und Pragmatik stellen einen informatischen Zugang zur Bestimmung dieser Begriffe bereit. Im Zusammenhang mit der zunehmenden Bedeutung großer Datensammlungen (z. B. im Zusammenhang mit dem Internet) ist die Akquisition von Wissen leichter denn je. Die Modellierung muss von der Anwendung auf die dahinter liegenden Strukturen und Modellvorstellungen verlagert werden. Damit kann z. B. aus der *Black-Box* Suchmaschine eine *White-Box* entwickelt werden. Allerdings sind gerade die bei der konkreten Modellierung auftretenden Schwierigkeiten nicht ohne beachtlichen unterrichtlichen Aufwand zu lösen. Der besondere Variablenbegriff der wissensbasierten Modellierung bedarf der ausführlichen Fundierung, sollen die Erkenntnisse nicht an der Oberfläche bleiben.

In diesem Zusammenhang sollten die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für die Arbeit mit großen Datenbeständen beispielhaft illustriert werden: Persönlichkeitsschutz, Datenschutz und Datensicherheit – zur interessen geleiteten Bewertung des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung und ihrer rechtlichen Dimension.

Der Gewinnung von Daten und dem Gewinnen von Information sind die beiden Endpunkte der Nutzung von Informatiksystemen zuzuordnen – zum Einen in Richtung auf die Vorbereitung der maschinellen Verarbeitung und zum Anderen in Richtung auf die Benutzung eines Informatiksystems.

Objektorientierte Modellierung

Die objektorientierte Beschreibung von konkreten Informatiksystemen liefert ein Modell für die erfolgreiche Implementierung von Funktionalität. Inzwischen existiert ein zunehmender Fundus an Ideen für Problemstellungen, die sich im Schulfach Informatik für die objektorientierte Modellierung anbieten. Im Zusammenhang mit dem Teilgebiet Rechnernetze und Verteilte Systeme, mit ereignisgetriebenen Systemen, mit graphischen Benutzungsoberflächen, mit Interaktion und Kommunikation und nicht zuletzt mit Simulation kommt der objektorientierten Modellierung eine hervorragende Bedeutung zu, die unterrichtlich erfolgreich umgesetzt werden kann. Allerdings sind die verpflichtenden Schwerpunkte: *einfache Algorithmen und Datenstrukturen* und der *Variablenbegriff* explizit zu thematisieren. Oftmals wird bei der Konstruktion neuer curricularer Elemente zu wenig berücksichtigt, dass notwendige Voraussetzungen aus dem Fundus der bekannten Modellierungen weiterhin berücksichtigt werden müssen und vor allem ihren zeitlichen Tribut im Unterrichtsprozess fordern.

Aus dem Bereich der objektorientierten Modellierung bieten sich an mehreren Stellen Übergangsmöglichkeiten zu anderen Modellierungen an: z. B. kann mit der Anbindung von Datenbankschnittstellen auf umfangreiche Datenbestände zugegriffen werden; außerdem sind Erweiterungen verfügbar, die die Nutzung von Elementen der funktionalen Modellierung erlauben.

Als fakultative Schwerpunkte im Zusammenhang mit der objektorientierten Modellierung bieten sich die Bereiche Nebenläufigkeit, Dokumentenbeschreibungssprachen (Äquivalenz von Dokumenten- und Datenstruktur) geradezu an.

Funktionale Modellierung

Funktionen als Argumente von Funktionen sind neben speziellen Möglichkeiten der Anwendung von Operationen auf Listen von Funktionen die zentralen Elemente der funktionalen Modellierung. Anwendungsfälle für den Informatikunterricht kränkten bisher an der Nähe zur Mathematik, die von vielen Kolleginnen und Schülerinnen nicht positiv annotiert wurden. Es sollte der Versuch unternommen werden, die Integration funktional modellierter Elemente an den Stellen zu unternehmen, die im Modellierungsprozess sinnvoll und angemessen sind.

Bemerkungen zum Modulkonzept

Die vorgestellten Module stellen einen Rahmen dar, der nicht mit einer Sequenz verwechselt werden darf. Bei der Gestaltung konkreter Kurse ergeben sich Verzahnungsmöglichkeiten zwischen verschiedenen Modulen. Beispiele für modulübergreifende Fragestellungen:

Mit der prädikativen Modellierung ist es möglich, das Konfigurationsmanagement von Betriebssystemen unterrichtlich zu untersetzen.

Die Größe von Dateien sollte nicht nur über die vom Betriebssystem zur Verfügung gestellten Anzeigemöglichkeiten, sondern auch über plattformübergreifende und -unabhängige [Skript-] Sprachen herausgefunden werden.

[De96,Folie P1b] verdeutlicht, wie im Informatikunterricht im Zusammenhang mit der Thematisierung von Internet-Protokollen automatentheoretische Elemente in den Unterrichtszusammenhang eingebunden werden.

Eine Verschränkung der Module in der Gestaltung des Unterrichts ist notwendig. Die Ausprägung der inhaltlichen Umsetzung variiert mit der konkreten Problemstellung, mit der sich die Schülerinnen modellierend, handelnd, gestaltend und reflektierend auseinandersetzen.

3.2 Zur Evaluation des Konzepts

Im Forschungszusammenhang wurden und werden Unterrichtsreihen praktisch umgesetzt und prozessbegleitend evaluiert. Neben Verfahren zur Lernerfolgskontrolle und Leistungsbewertung werden andere Möglichkeiten zur Evaluation auf dem Hintergrund der Forschungsfragen eingesetzt. In der Unterrichtsforschung ist nicht alles nur durch eine Erhebungstechnik adäquat erfassbar. Jede Methode hat ihre spezifischen Stärken und Schwächen, so dass in der Literatur zur Evaluationsforschung ein Methodenmix empfohlen wird.

Bei der Umsetzung konzeptioneller Elemente zur Gestaltung des Informatikunterrichts wurden die Überlegungen durch Diskussionen und unterrichtspraktische Erfahrungen im Zusammenhang mit der Ausbildung der Informatikstudienreferendarinnen im Studienseminar für das Lehramt für die Sekundarstufe II in Hamm erheblich bereichert. Ergebnisse der Ausbildung wurden als Beitrag zur Entwicklung der Informatiklehrerinnenausbildung dokumentiert (siehe [Hu00]).

Untersetzung der Fragestellungen in Untersuchungsvorhaben – Dokumentation erster Ergebnisse

Zu Untersuchungen im Zusammenhang mit der *Fragestellung 1*:

Zunächst gilt es, Entscheidungen zu treffen bzgl. des fachlichen Bereichs, der zu Beginn im Anfangsunterricht in der Sekundarstufe II bearbeitet werden soll. Modellierung als fachdidaktischer Rahmen des Informatikunterrichts eröffnet eine breite Palette von Möglichkeiten. Als Beispiele seien genannt: Wissensbasierte Modellierung, Modellierung von Automaten, Objektorientierte Modellierung, Rechnernetze und verteilte Systeme. Mit dem Ansatz *Modellierung von Automaten* wurden bereits umfangreiche Erfahrungen gesammelt und dokumentiert.

Hilfen für den Unterricht

Karel the Robot [Pa81], Hamster, NIKI, oder wie diese didaktisch reduzierten Programmierumgebungen auch immer genannt werden, sind für den Anfängerunterricht im Schulfach Informatik entwickelt worden und erfreuen sich bis heute breiter Nutzung in Informatikkursen. Im Gefolge von *Karel* sind Unterrichtsmaterialien und Schulbücher veröffentlicht worden, die im Unterrichtsalltag genutzt wurden (und werden). Auch andere zur Verfügung gestellte *Umgebungen*, wie z. B. die aktualisierte Fassung von *Karel*, [RNH00] werden als Grundlage für den praktischen Unterricht angeboten. Vorteile dieses Ansatzes: Anknüpfen an vorhandene Vorstellungen bei den Schülerinnen; die Analyse von Problemstellungen ist unabdingbar, um Situationen adäquat zu modellieren. Die Beschreibung mittels Automatengraphen eignet sich gut als Hilfsmittel für den Unterricht. Problem des Ansatzes: Verallgemeinerung (Erweiterung) der Modellierung auf andere Bereiche ist nicht ohne weiteres möglich: mit dieser Modellierung ist nur eine begrenzte Klasse von Problemen (endliche Automaten) zugänglich.

Für Handreichungen (wie die im Zusammenhang mit Richtlinien in Nordrhein–Westfalen 1999 allen Schulen mit gymnasialer Oberstufe zur Verfügung gestellten Materialien: z. B. [Cz99]) gilt: eine unterrichtliche Nutzung der Materialien ist nur auf einer fachlichen Grundlage möglich. Die angebotenen Unterrichtshilfen für den Informatikunterricht zeichnen aus, dass sie typischerweise in wenigen Kursen erprobt wurden; i. d. R. wird keine empirisch gestützte Evaluation der Materialien durchgeführt, bevor sie breit eingesetzt werden.

Im Zusammenhang mit konkreten Problemstellungen sollen Modellierungsstrategien und Fachkonzepte erarbeitet und eingesetzt werden. Die selbstständige Arbeit der

Schülerinnen zur Modellierung und Lösung einer konkreten Problemstellung benötigt eine Grundlage, die an verschiedenen Beispielen erlernt und geübt werden muss. Zu jeder Modellierung gehören sowohl sprachliche, wie auch graphische Vereinbarungen, die es erlauben, den Modellierungsprozess in geeigneter Weise darzustellen und abzubilden, und damit verschiedenen Lerntypen gerecht werden. [Jo98] verdeutlicht den Stellenwert graphischer Hilfsmittel bei der Modellierung im Informatikunterricht und zeigt den Einsatz von CRC-Karten zur Unterstützung kommunikativer Prozesse auf der Ebene der Lerngruppe. Im Zusammenhang mit Objektorientierter Modellierung bieten sich ausgewählte Elemente der Beschreibungssprache UML als eine graphische und standardisierte Form der Darstellung an, die den gesamten Modellbildungsprozess begleiten.

Für die Untersuchungen zur Konkretion und Sequenzierung (*Fragestellung 2*) wurde der Anfangsunterricht in Informatikgrundkursen gestaltet und prozessbegleitend evaluiert. Dazu wurden u. a. ausgewählte Unterrichtsstunden des Informatikunterrichts der Jahrgangsstufe 11 zur objektorientierten Modellierung mit Hilfe der Videoanalyse dokumentiert und untersucht. Die Analyse zeigt, dass *ausgewählte* Elemente der graphischen Beschreibung zur Unterstützung der Orientierung im Lehr-/Lernprozess fruchtbar gemacht werden können. Die Abstraktionsleistungen werden im dokumentierten Unterrichtsprozess von den Schülerinnen erbracht. Es wird deutlich, dass der Modellierungsprozess neben der Abstraktionsleistung eine begriffliche Sicherheit erfordert. Die begriffliche Exaktheit konnte von den Schülerinnen nur mit Mühe erreicht werden. Bei Lernerfolgskontrollen zeigt sich, dass dennoch eine große Unsicherheit in der Definition von zentralen Begriffen, wie Klasse und Objekt, Attribut und Wert eines Attributs, allgemeines Fachkonzept und konkrete Umsetzung besteht.

Fragestellungen 1 und 3:

Empirischer Rahmen für die durchgeführten und geplanten Untersuchungen zum Bild der Informatik bei Schülerinnen: Gemessen wird die "Einschätzung der Informatik durch Lernende". Als Kontrollgröße ist die fachdidaktische Orientierung "Informatisches Modellieren mit historischer Reflexion" als Grundlage des Unterrichts anzusehen. Der intervenierende Faktor ist in den aktuellen Regeln der Abiturzulassungsordnung zu sehen. Zur Datenerhebung wurden Befragungen mit Fragebögen von Schülerinnen des 11. Jahrgangs in fünf Informatikgrundkursen im Laufe des Schuljahres 1999/2000 durchgeführt und werden im Rahmen eines Längsschnitts im Schuljahr 2000/2001 fortgesetzt. Nach einer ersten Auswertung von Fragebögen eines Informatikkurses wurden in einem Gruppeninterview (Leitfadeninterview) im Februar 2000 ausgewählte Schülerinnen zum Informatikunterricht befragt. Erste Ergebnisse dieser Untersuchungen (Fragebogenauswertung und Analyse des Gruppeninterviews) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Grundlage war die Frage nach der Herausbildung eines Bildes der Informatik bei den Schülerinnen. Das Bild entwickelt sich sowohl durch den Informatikunterricht als auch auf dem Erfahrungshintergrund der Schülerinnen außerhalb des Informatikunterrichts. Dem Informatikunterricht kommt eine wichtige Bedeutung zu, indem er Korrektiv für falsche Vorstellungen, Erwartungen und Ängste ist. Es konnte herausgefunden werden, dass Schülerinnen z. B. Sorge vor der Zukunft zum Ausdruck bringen, weil sie sich nicht in der Lage sehen, abzuschätzen, dass es prinzipiell unlösbare Problemklassen gibt. Im Hintergrund einiger Antworten stehen Einschätzungen über die individuelle und gesellschaftliche Zukunftsbedeutung der Informatik, die durch verhaltene Hoffnungen, aber auch durch Unsicherheit geprägt sind.

Zusammen mit einem validen Bild der Wissenschaft Informatik werden für die Schülerinnen zukünftige Entwicklungen einschätzbar. Damit erfährt die Herausbildung des Bildes eine Zukunftsbedeutung für die individuelle Lebensgestaltung. Für die hier (zusammenfassend) wiedergegebenen Ergebnisse wurden fünf Informatikgrundkurse befragt (Fragebögen) – mit einem halben Grundkurs wurde ein leitfadengesteuertes Gruppeninterview durchgeführt und transkribiert. Im Längsschnitt werden einige Schülerinnen weiter untersucht. Dies soll Aussagen über die Änderung des entwickelten Bildes der Informatik als Wissenschaft bei den Schülerinnen durch den Informatikunterricht ermöglichen und kann so eine Planungsbasis für weitere Untersuchungen darstellen.

Zur weiteren Untersuchung der *Fragestellungen 1 und 2* werden zur Zeit Interviews mit Informatiklehrerinnen durchgeführt. Diese Befragungen sind noch nicht abgeschlossen. Erste Ergebnisse der Interviews mit erfahrenen Informatiklehrerinnen.

Population: ca. 20 Informatiklehrkräfte, bisher (Stand Mai 2001) zwölf Interviews durchgeführt und in Teilen ausgewertet:

Bei der handlungsorientierten Umsetzung von Fachkonzepten in konkrete, ablauffähige Ergebnisse treten bei vielen Schülerinnen Probleme auf. Diese liegen nach Einschätzung der bisher Befragten u. a. darin begründet, dass eine gewisse Routine im Umgang mit konkreten Informatiksystemen eine notwendige Voraussetzung für die erfolgreiche Arbeit im Informatikunterricht darstellen. Das beginnt bei der Bedienung der konkreten in der Schule zur Verfügung stehenden Informatiksysteme, ihrer Benutzungsoberfläche und ihren Nutzungsbedingungen. Es setzt sich über die arbeitsökonomische Bedienung eines Texteditors oder eines Entwicklungssystems bis hin zur Kenntnis der Syntax einer bestimmten Programmiersprache fort. Dazu zählen auch Kenntnisse bezogen auf Hilfsmöglichkeiten für die Fehlersuche im eingegebenen Quellcode, seien es nun syntaktische oder durch unangemessene Modellierung verursachte Fehler. Diese zum Teil komplexen Voraussetzungen können nicht sämtlich *nebenbei* oder integriert erworben werden. Der Weg aus dieser unbefriedigenden Situation besteht nach Meinung einiger der interviewten Kolleginnen darin, mit Informatikwerkzeugen zu arbeiten, die die Modellierung unterstützen und Rahmen für die Umsetzung der Modellierung in ablauffähige Programme liefern, die dann nur noch gefüllt werden müssen.

Der fachliche Paradigmenwechsel zur Objektorientierten Modellierung befindet sich in der Phase der Konsolidierung und beginnt, seine umfassende Struktur nach und nach zu entfalten. Die interviewten Lehrerinnen setzen zunehmend auf "Offene Standards". Einige Rückmeldungen lassen deutlich werden, dass "moderne Programmiersprachen" auf ihren didaktischen Wert untersucht werden sollten, *bevor* sie für den schulischen Einsatz propagiert werden.

4 Handlungsbedarf

Aus den bisher durchgeführten Studien läßt sich ein großer Bedarf nach weiteren Studien ableiten, der nicht im Rahmen dieser Forschungsarbeiten bewältigt werden kann. Schwerpunkte sollten dabei in einer breit angelegten Studie über die Wirksamkeit des Informatikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe, aber auch in der Längsschnittuntersuchung von Schülerpopulationen gesetzt werden. Dabei sollte ein besonderes Augenmerk auf die Evaluation der Team- und Kooperationsfähigkeit der Schülerinnen gelegt werden.

In der Untersuchung zur Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in

Deutschland für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) wird im Kapitel 9 *Schlussfolgerungen* für den Bereich Aus- und Weiterbildung festgestellt: "Zur Steigerung der Attraktivität des Standorts Deutschland für software-intensive Branchen muss kurz-, mittel- und langfristig die Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl von qualifizierten Arbeitskräften auf allen Qualifikationsebenen gesichert sein. ... Mittel- und langfristig kann das Personalproblem nur durch eine strukturelle Änderung der traditionellen Ausbildung ... selbst, sowie deren Integration mit anderen Aus- und Weiterbildungsangeboten im Sinne eines lebenslangen Lernmodells nachhaltig gelöst werden. Somit müssen konkrete Maßnahmen folgendes beinhalten: [...] Bereits frühzeitig muss die Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit Themen der Informationstechnologie und ein selbstverständlicher Umgang mit diesen Kommunikationsmedien gefördert werden. Diese Grundlagen müssen bereits in den Schulen flächendeckend vermittelt werden ... Dieser Forderung ist auch durch entsprechende Maßnahmen bei der Aus- und Weiterbildung von Lehrern Rechnung zu tragen. [...]

Es gibt wohl in keinem Bereich ähnlich verzerrte Vorstellungen über die Berufsbilder wie in der Informatik. In der breiten Öffentlichkeit werden mit dem Berufsbild Informatiker oder Softwareentwickler immer noch technikbegeisterte Programmierer verstanden. Unter diesem Eindruck kann es nicht verwundern, dass insbesondere Frauen sich nur sehr begrenzt für ein derartiges Studium interessieren." [Gf00,S. 185ff]

Literaturverzeichnis

- [BB92] Brauer, W.; Brauer, U.: Wissenschaftliche Herausforderungen für die Informatik: Änderung von Forschungszielen und Denkgewohnheiten. In: Langenheder, W.; et. al. (Hrsg.): *Informatik cui bono?* Berlin : Springer, 1992, S. 11–19
- [Cz99] Czischke, J.; et. al.: *Von Stiften und Mäusen*. 1. Aufl. Bönen : DruckVerlag Kettler GmbH, 1999
- [De96] Deckers, J.: *Das Internet: Medium und Inhalt für den Informatikunterricht*. Mai 1996. – 2. Staatsarbeit für das Lehramt für die Sekundarstufe II, Informatik <http://www.deckers-online.de/examen/>
- [FR01] Big Point des Kleinen in der Kultusminister-Liga. Das Saarland stellt im Sommer flächendeckend auf das achtjährige Gymnasium um. In: Frankfurter Rundschau, 26. April 2001, <http://www.frankfurter-rundschau.de/fr/221/t221011.htm>
- [GI00] GI: Empfehlung der Gesellschaft für Informatik e.V. für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen. In: *Informatik Spektrum* 23 (2000), Nr. 5, S. 378–382.
- [Gf00] GfK Marktforschung GmbH; et. al.: *Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland*. http://www.dlr.de/IT/IV/Studien/evasoft_abschlussbericht.pdf. Dezember 2000. – Studie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung
- [He99] Hein, H.-W.: "Big Brother is scanning you". In: *Spektrum der Wissenschaft* (1999), Nr. 3, S. 106–109

- [HS01] Humbert, L.; Schubert, S.: Fachliche Orientierung des Informatikunterrichts in der Sekundarstufe II / Fachbereich Informatik, Universität Dortmund. 2001. – Forschungsbericht. Im Druck
- [Hu00] Humbert, L.; et. al.: *Grundlegende Unterrichtskonzepte der Informatik und ihre Umsetzung in der zweiten Phase der Lehrerinnenausbildung. Zur Verzahnung von Theorie und Praxis.*
Beitrag zum Workshop zur Lehrerbildung, GI-Jahrestagung 2000, Berlin, 19. September 2000 <http://didaktik.cs.uni-potsdam.de/HyFISCH/WorkshopLehrerbildung2000/Papers/Humbert.pdf>
- [IS97] Informatik Spektrum. *Themenheft zu Objektorientierung in der Ausbildung.* Heidelberg : Springer. Dezember 1997
- [Jo98] Jochum, H.: *Objektorientierung zur Analyse, zum Design und zur Programmierung am Beispiel eines Strategiespiels mit einem Schwerpunkt in arbeitsteiliger Gruppenarbeit.* 1998. – 2. Staatsarbeit für das Lehramt für die Sekundarstufe II, Informatik <http://bscw.hagen.de/pub/german.cgi/d204238/>
- [Pa81] Pattis, R. E.: *Karel the Robot: A Gentle Introduction to the Art of Programming.* New York : John Wiley & Sons, 1981.
<http://www.mtsu.edu/~untch/karel/index.html>
- [RNH00] Reichert, R.; et. al.: Ein spielerischer Einstieg in die Programmierung mit Java. Kara to Java – erste Schritte beim Programmieren. In: *Informatik Spektrum* 23 (2000), Nr. 5, S. 309–315
- [Ro99] Rossum, G. van: *Computer Programming for Everybody (Revised Proposal) A Scouting Expedition for the Programmers of Tomorrow.*
<http://www.python.org/doc/essays/cp4e.html>. July 1999. – CNRI