

Vom Abakus bis Zuse

Marco Thomas

Westfälische-Wilhelms-Universität Münster
Didaktik der Informatik
Fliednerstr. 21
D-48149 Münster
Marco.Thomas@uni-muenster.de

Abstract: Die Geschichte der Informatik birgt ein großes didaktisches Potential, um Schülern im Informatikunterricht die Zusammenhänge zwischen Informationstechnik, der Wissenschaft Informatik und den Veränderungen in der Gesellschaft aufzuzeigen. In diesem Beitrag werden unterschiedliche didaktisch-methodische Funktionen von Geschichte im Unterricht sowie Kriterien zur Auswahl von historischen Inhalten für den Informatikunterricht betrachtet. Verbunden mit der Darstellung ist ein Plädoyer, die Geschichte der Informatik und der Informationsverarbeitung stärker in den Informatikunterricht zu integrieren.

*Wer in die Vergangenheit schaut,
kann die Gegenwart erklären
und die Zukunft abschätzen.*

1 Vorgeschichte

„In dem Wohnzimmer der Eltern eines jungen Berliner Bauingenieurs entsteht in den 30iger Jahren des vergangenen Jahrhunderts eine kolossale Maschine. Feine Metallbleche verschieben sich abhängig von zu den Blechen senkrecht stehenden dünnen Metallstäben. Gesteuert durch den programmierten Geist des Plankalküls werden mathematische Operationen auf Binärzahlen durchgeführt und deren Ergebnisse in bistabilen Speichern festgehalten.“

Während die Machthaber in Deutschland das Potential der 1938 fertig gestellten Rechenmaschine des Bauingenieurs Konrad Zuse verkennen, werden in anderen Ländern die technischen Entwicklungen durch das Militär intensiv gefördert. In rasanten Entwicklungsschritten folgen nach Kriegsende gravierende Veränderungen in der Produktion und den Dienstleistungen der Industriegesellschaft. An einem Dezembermorgen des Jahres 1974 soll die Pokerrunde einiger Studenten der Harvard Universität durch eine Werbebroschüre der Firma MITS beendet worden sein, die einen Bausatz für einen Computer zum Preis von nur 397 Dollar anbot [Cu95]. Bill Gates und seine Kommilitonen erkennen die historische Gelegenheit, ergreifen sie und produzieren heute weltweit verwendete Software.

Die dynamische Entwicklung der Informationstechnik und der mit ihr verbundene Pioniergeist sind auch für viele Schüler faszinierend. Dabei werden als Ursprünge der Informatik häufig nur die technischen Erfindungen angesehen. Am Anfang der Entwick-

lung der Wissenschaft Informatik stehen jedoch insbesondere die theoretischen Überlegungen von Alan Turing. Im Kontext der Informationsverarbeitung reichen die Wurzeln der Informatik weit in die Geschichte der Menschheit zurück.

Welche historischen Ereignisse gehören zur Geschichte der Informatik? Welche Aufgaben kann die Geschichte der Informatik im Informatikunterricht erfüllen? Was darf Geschichte im Informatikunterricht nicht bewirken? Welche Inhalte sind für den Informatikunterricht relevant? Offensichtlich ergeben sich zahlreiche interessante Forschungsfragen, die einen direkten Bezug zur Praxis des Informatikunterrichts haben, aber bisher nur unzureichend untersucht worden sind.

2 Informationsverarbeitung und Menschheitsgeschichte

Die Informatik als akademische Disziplin ist vor allem aus der Logik, der Mathematik und der Elektrotechnik entstanden. Im Duden wird sie als "Wissenschaft von der systematischen Darstellung, Speicherung, Verarbeitung und Übertragung von Informationen, besonders der automatischen Verarbeitung mithilfe von Digitalrechnern (Computern)" [CS01] definiert. Der Umgang mit Daten, die Informationen repräsentieren können und der Umgang mit Informationen selbst, hat in dieser Wissenschaft offensichtlich einen zentralen Stellenwert (vgl. [Br94]).

Information wird neben Energie und Materie als eine der drei wichtigsten Grundbegriffe der Natur- und Ingenieurwissenschaften gesehen. Der Kybernetiker Norbert Wiener [Wi66] bezeichnete Information sogar als dritte wesentliche Erscheinungsform der realen Welt neben Energie und Materie. Inwieweit jedoch "reine Information" ohne Träger aus Materie bzw. Energie existiert und inwieweit sie an der Struktur des Universums beteiligt ist, ist umstritten. Offensichtlich ist Information ein äußerst komplexer Begriff, für den keine universale oder gänzlich zufrieden stellende Definition existiert. Information kann in drei Komponenten Syntax, Semantik und Pragmatik unterteilt werden. Diese Komponenten lassen sich zu einer abgestuften Hierarchie ordnen, von der Verarbeitung (inhaltsleerer) Symbole hin zur Bedeutung von Symbolen für den Menschen (Abbildung 1).

Die Kommunikation, also der wechselseitige Austausch von Daten, die einen festgelegten Bedeutungsinhalt haben, basiert auf den geistigen, informationsverarbeitenden Tätigkeiten des Menschen. Die kulturelle Sprachgemeinschaft und das soziotechnische Umfeld, in die ein Mensch hineingeboren wird, bestimmen die Bedeutung und Intention von Information in der Kommunikation. Der Maschine wird meist nur symbolverarbeitende Tätigkeit zugeschrieben,

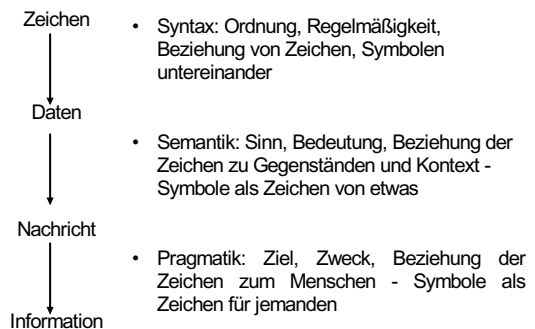


Abbildung 1 nach [Ste99]

der pragmatische Teil bleibt ihr verborgen. Die Frage nach der Automatisierbarkeit symbolverarbeitender Tätigkeiten dürfte als eine zentrale Fragestellung innerhalb der Wissenschaft Informatik gelten. Der Fortschritt der menschlichen Gesellschaft und des einzelnen Individuums hing und hängt direkt mit der Fähigkeit zu einer effizienten Verarbeitung von Information, basierend auf Daten und Nachrichten, zusammen. Entsprechend hat der Mensch stets versucht, mittels Hilfsmitteln und Maschinen, unter Abstraktion und Formalisierung, seine geistigen Tätigkeiten zu unterstützen; sei es, um sich neues Wissen anzueignen oder sich von Routinetätigkeiten zu befreien.

In diesem Sinne reichen die Wurzeln und die grundlegenden Fragestellungen der Informatik wesentlich weiter in die Menschheitsgeschichte zurück, als dies die wenige Jahrzehnte alte Wissenschaft Informatik glauben lässt. Allerdings ist das Interesse der Informatik stark, hinsichtlich der Frage *"What can be (efficiently) automated?"* geprägt (ACM Definition in [De89]), so dass zur Geschichte der Informatik insbesondere die Entwicklungen gezählt werden müssen, die dieser Frage im Hinblick auf die Informationsverarbeitung nachgehen oder Antworten zu dieser Frage stark beeinflusst haben (Schlüsselstellen). Höhlenmalereien würden daher eher nicht zu den Wurzeln der Wissenschaft Informatik zählen. Die Entwicklung von Zahlensystemen – insbesondere des Dualsystems – ist jedoch ein wichtiges Element der (Vor-)Informatik, um die mit den Zahlsymbolen verbundenen Informationen automatisiert manipulieren zu können. Die Ausschreibung des Kempelen-Preises zeigt, dass die Wissenschaft Informatik beginnt, sich stärker mit ihrer Geschichte auseinanderzusetzen.

3 Funktion von Geschichte im Informatikunterricht

Der Informatikunterricht und seine Fachdidaktik sind im Vergleich zu den traditionellen Fächern noch recht wenig gefestigt. Insbesondere die Didaktiken der ebenfalls relativ jungen naturwissenschaftlichen Schulfächer betonen den besonderen Stellenwert der Geschichte einer Wissenschaft für eine breite Grundbildung (z. B. [Wi69], [Pu79], [Ja86]). Zahlreiche Gesichtspunkte und Ziele einer mit Geschichte angereicherten Ausbildung lassen sich diesen fachdidaktischen Beiträgen entlehnen und für einen Informatikunterricht postulieren und analysieren.

Motivation. Auf viele Schüler üben nicht nur Informatiksysteme selbst, sondern auch deren Entwicklungsgeschichte eine große Faszination aus. Der Einsatz ausgewählter spannender Episoden aus der Geschichte der Informatik, beispielsweise der Ausfall von interkontinentalen Datenleitungen, das Versagen von Informatiksystemen in Flugzeugen oder die Entschlüsselung des Geheimcodes der deutschen ENIGMA, erscheint insbesondere in der Sekundarstufe I sinnvoll, um durch ihren "Abenteuercharakter" oder ihre "Aufbruchstimmung" eine größere Motivation, für eine Auseinandersetzung mit grundlegenden informatischen Inhalten, wie der Erstellung von Internet-Protokollen, der Notwendigkeit systematischen Testens oder der Entwicklung von Kodieralgorithmen zu erzielen.

Historischer Exkurs. Immer, wenn der heuristische Weg der Erkenntnisgewinnung und der Problemlösung für den Schüler zu schwierig wird, werden ihm Informationen durch

einen "history lift" gegeben, die gerade ausreichen, um den Weg der Problemlösung weitergehen zu können. Dieses Konzept geht auf den englischen Chemiesdidaktiker John Bradley ([Br75], [Br84]) zurück. Nicht die Autorität des Lehrers, sondern eine historische Persönlichkeit oder Gegebenheit offenbart einen Lösungsansatz. Im Informatikunterricht wird kaum ein Schüler selbstständig auf den Algorithmus für kürzeste Wege für ein entsprechendes Graphenproblem kommen. Eingebettet in einige Hintergrundinformationen zu Edsger W. Dijkstra kann der Algorithmus bekannt gemacht werden. Ein anderes Beispiel ist das Dualsystem, eine wichtige Grundlage heutiger binär-arbeitender Rechnersysteme. Obwohl die Schüler das schriftliche Rechnen mit den Grundoperationen im Dezimalsystem in der Grundschule gelernt haben und das Dualsystem teilweise auch im Mathematikunterricht behandelt wird, fällt es Ihnen häufig schwer, die Kenntnisse vom Dezimalsystem auf das Dualsystem zu übertragen. In diesem Zusammenhang wirkt eine Originalschrift zum Dualsystem von Leibniz (Abbildung 2) einerseits motivierend und andererseits führt die Analyse dieser Schrift zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit den Grundlagen des Rechnens im Dualzahlensystem.

<ul style="list-style-type: none"> ◦ 10000 0 ◦ 10001 9 ◦ 1010 10 ◦ 1011 11 ◦ 1100 12 ◦ 1101 13 ◦ 1110 14 ◦ 1111 15 ◦ 10000 16 ◦ 10001 17 ◦ 10010 18 ◦ 10011 19 ◦ 10100 20 ◦ 10101 21 ◦ 10110 22 ◦ 10111 23 	<p><i>Pour l'Addition</i> par exemple. ☺</p> <p><i>Pour la Sou-</i> <i>straction.</i></p> <p><i>Pour la Mul-</i> <i>tiplication.</i></p> <p><i>Pour la Division.</i></p>	$\begin{array}{r} 110 \parallel 6 \\ 111 \parallel 7 \\ \hline 1101 \parallel 13 \end{array}$ $\begin{array}{r} 101 \parallel 5 \\ 1011 \parallel 11 \\ \hline 10000 \parallel 16 \end{array}$ $\begin{array}{r} 1110 \parallel 14 \\ 10001 \parallel 17 \\ \hline 11111 \parallel 31 \end{array}$ $\begin{array}{r} 1101 \parallel 13 \\ 111 \parallel 7 \\ \hline 110 \parallel 6 \end{array}$ $\begin{array}{r} 10000 \parallel 16 \\ 1011 \parallel 11 \\ \hline 101 \parallel 5 \end{array}$ $\begin{array}{r} 11111 \parallel 31 \\ 10001 \parallel 17 \\ \hline 1110 \parallel 14 \end{array}$ $\begin{array}{r} 11 \parallel 3 \\ 11 \parallel 3 \\ \hline 11 \parallel 3 \end{array}$ $\begin{array}{r} 101 \parallel 5 \\ 11 \parallel 3 \\ \hline 101 \parallel 5 \end{array}$ $\begin{array}{r} 11 \parallel 3 \\ 101 \parallel 5 \\ \hline 1010 \parallel 5 \end{array}$ $\begin{array}{r} 1001 \parallel 9 \\ 1111 \parallel 15 \\ \hline 11001 \parallel 25 \end{array}$ $\begin{array}{r} 15 \parallel 3111 \\ 3 \parallel 3111 \\ \hline 31 \end{array}$
--	--	---

Abbildung 2: Rechnen im Dualsystem nach Leibniz 1705 (aus [Ro92])

Subjektbezug. Jungen werden häufig eher von objektorientierten Inhalten, wie dem Umgang mit komplizierten Formelsprachen, kausal zusammenhängenden Erkenntnissen und technischen Funktionalitäten angesprochen [Co84]. Mädchen hingegen kommen eher solche Inhalte entgegen, die stärker gesellschaftliche und soziale Bezüge haben. Menschliche und gesellschaftliche Aspekte der Informatik(forschungs)geschichte bieten die Chance, Schüler anzusprechen, die eine geringere Objektorientierung aufweisen. Die Verbindung von philosophischen, psychologischen und informatischen Fragestellungen in Forschungsbereichen der Künstlichen Intelligenz führt beispielsweise zu Schüler interessierende, fachübergreifenden Problemen der menschlichen und maschinellen Sprachverarbeitung (vgl. [St99]) und damit zu einer mit Fachwissen begründbaren Entmystifizierung von Computern und Informatiksystemen. Weitere interessante historische Themen sind die "Durchführung von Volkszählungen", verknüpft mit den Entwicklungen von Hollerith und den Datenschutzgesetzen. Erfahrungen zeigen, dass sich durch den Subjektbezug häufig vernachlässigte affektive Lernziele, wie "Keine Angst vor dem

Computer haben" und "Die Arbeitsweise eines Informatiksystems verstehen wollen", in den Unterricht integrieren lassen, wobei „gender-typische“ Interessen- und Lernunterschiede berücksichtigt werden können.

Wissenschaftspropädeutik. Neue Erkenntnisse basieren ebenso wie technische Erfindungen auf vorausgegangenen Arbeiten, die teilweise unabhängig voneinander entstanden sind. Häufig stehen Theorien oder Ansätze nebeneinander oder in Konkurrenz zueinander. Beispielsweise ist es Einsteins großer Verdienst gewesen, die drei großen physikalischen Theorien der Physik miteinander zu verknüpfen, wobei der "Mann vom Patentamt" auf bekannten Erkenntnissen renommierter Fachwissenschaftler aufbaute. Schüler erkennen, dass Entwicklungen nicht geradlinig verlaufen und das Einnehmen bestimmter Sichtweisen eine Entwicklung behindern kann. In der Informatik existieren derzeit noch keine vergleichbar großen Theorien. Als unterschiedliche Entwicklungen gleicher Ausdrucksmächtigkeit können jedoch die drei Rechenmodelle (prädikatives, imperatives und funktionales Programmier-"Paradigma") als Wurzeln eines Stammbaums der Programmiersprachen betrachtet werden ([SS03] S. 166ff). Weitere Äquivalenzen hinsichtlich der Aussagemächtigkeit finden sich in der Chomsky-Hierarchie zwischen Sprache, Grammatik und Automatenmodell. In der Person Alan Turings zeigt sich exemplarisch das Wechselspiel zwischen theoretischen Erkenntnissen (Turingmaschine), technischen Erfindungen (Colossus) und philosophischen Überlegungen (Arbeitsweise von Mensch und Maschine; Turing-Test). Die Betrachtung der Konstruktionen der Rechenmaschinen von Schickard, Pascal, Leibniz und anderen zeigen, dass die technischen Fähigkeiten häufig noch nicht ausreich(t)en, um das Theoretische realisieren zu können.

Wissenschaftliche Methoden. Die Informatik ist in mehrfachem Sinne eine "echte" Wissenschaft [De05]. Sie besteht aus Grundlagenforschung und erzeugt zugleich zahlreiche Anwendungen für die Arbeits- und Lebenswelt. Informatiker simulieren, experimentieren, prüfen und analysieren, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen, wobei das Erkenntnisinteresse vor allem kulturellen Phänomenen gilt [Sc99], insbesondere im Kontext der Informationsverarbeitung. Das Modellieren (von Modellen) ist eine wichtige Methode, ein charakteristisches Element der Informatik. Insbesondere ist erstaunlich, dass sich in der Informatik alle von Wüstneck [Wü63] benannten Zwecke einer Modellbildung wieder finden (vgl. a. [Th02]):

- *logische Modellierung:* Formalisierung und Abstraktion spielen in der Geschichte des menschlichen Denkens eine zentrale Rolle und sind wesentliche Methoden der Informatik. Für die Informatik von besonderer Bedeutung ist die Formalisierung des Rechnens, die Entwicklung von Stellenwertsystemen, die Formalisierung des logischen Schließens und Beweisens sowie der Beschreibung von Abläufen (vgl. [Ba96], S. 50ff). Historische Fragestellungen, wie die vom Mathematiker Wilfried Hilbert 1928 gestellten, nach der Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit und Entscheidbarkeit der Mathematik sowie ihre Beantwortung durch die Pioniere der Informatik Kurt Gödel und Alan Turing, führen zu zentralen Fragestellungen der Informatik. Ungeklärt scheint derzeit noch, wie diese grundlegenden Erkenntnisse im Informatikunterricht behandelt werden sollten, so dass eine hinreichende Durchdringung des Stoffes gewährleistet ist, ohne jedoch das Abstraktionsvermögen der Schüler zu überfordern.

- *erkenntnisorientierte Modellierung*: Das intuitive oder induktive Aufstellen von Hypothesen (Francis Bacon) und ihre deduktive Bestätigung beziehungsweise Falsifikation durch Experimente (Karl Popper) werden als wissenschaftliche Methoden zumeist mit der Naturwissenschaft verbunden. Doch auch in der Informatik werden hypothetische Modelle beispielsweise beim Software Engineering aufgestellt, die auf ihre Tauglichkeit im Prozess der Softwareentwicklung getestet werden.
- *technische Modellierung (Ersetzungsfunktion)*: Die Informatik versucht, die Interaktion zwischen Mensch und Maschine zu verbessern, indem beispielsweise graphische Benutzungsoberflächen GUI entwickelt werden, die dem Nutzer eine virtuelle, ihm bekannt erscheinende Welt vorspielen. Die Auseinandersetzung mit der Entwicklungsgeschichte von GUIs, verbunden mit den Namen Xerox, Apple, Microsoft u. a. sowie anderen Mensch-Maschine-Schnittstellen (HCI), zeigt die Anwendung von Erkenntnissen und Methoden anderer Wissenschaften und Künste in der Informatik. Schüler erkennen die Notwendigkeit wissenschaftsübergreifenden Arbeitens. Die Frage nach Gemeinsamkeiten und Unterschieden menschlicher und automatisierter Informationsverarbeitung untersuchen Kognitionspsychologie und Informatik in enger Kooperation und haben zu Erkenntnissen, aber auch überhöhten Visionen geführt. Bereits die Philosophen der Antike setzten sich mit einer potentiellen Automatisierung menschlicher Tätigkeiten auseinander.
- *maschinelle Modellierung (Produktionsvorlagen)*: In der Informatik werden zur Entwicklung von Hard- und Software verschiedenste Entwurfsmodelle verwendet, die historisch unterschiedliche Sichtweisen bei der Programmierung widerspiegeln und in der UML zusammengefasst wurden. Architekturmodelle verschiedener Rechnerstrukturen wie das Von-Neumann-Modell inspirierten häufig die Hardwarekonstrukteure und Forschungsabteilungen.

Die historische Betrachtung der vielfältigen wissenschaftlichen Methoden in der Informatik, von denen hier nur einige genannt sind, prägt ein korrekteres Bild zum Wissenschaftscharakter der Informatik als es derzeit im Informatikunterricht ausgebildet wird.

Mündigkeit. Eine historische Auseinandersetzung mit der Entwicklungsgeschichte der Informatik kann die Beeinflussung informatischer Forschungen und Entwicklungen durch unterschiedliche Gesellschaftsgruppen, insbesondere von Sicherheitsorganen wie dem Militär, verdeutlichen. Schüler erkennen, welche Ziele mit Forschung verfolgt werden und wie die Forschungsergebnisse verwertet wurden. In der Sekundarstufe I können Wirkprinzipien zur Funktionsweise eines Kommunikationsnetzes am Beispiel der Kommunikation und Ausfallsicherheit des Internets betrachtet werden (vgl. [SS03], S. 257). Wenn die Schüler einige Vorkenntnisse besitzen und zusammengetragen haben, bietet es sich an, die Zielsetzung der Entwicklung des ARPA-Netzes und die getroffenen Lösungen (Paketvermittlung für die Datenübertragung im TCP-Protokoll, Identifizierung der Rechner mit IP-Nummern) zu analysieren, um Lösungswege zu "entdecken" und Maßnahmen für bestehende Probleme (firewall, virensan) verstehen und einsetzen zu können.

Begrenzte Gültigkeit. Die Informatik ist eine sehr dynamische Wissenschaft, die sich mit der Daten- und Informationsverarbeitung, möglicherweise sogar mit der Wissensverarbeitung beschäftigt. Ihre technischen Produkte unterliegen häufig kurzen Lebenszyklen. Während mit einem Buch Informationen über Jahrhunderte erhalten werden, liegt die Lebensdauer von digitalen Informationsspeichern nur bei wenigen Jahrzehnten. In diesem Kontext lassen sich im Informatikunterricht Exkurse zur Entwicklung von Schrift und Zahlen einbinden, mit denen Informationen langfristig repräsentiert werden. Das stark durch Modellieren gekennzeichnete wissenschaftliche Arbeiten in der Informatik beinhaltet meist eine zeitlich begrenzte Gültigkeit der Modelle, was insbesondere in der Softwareentwicklung deutlich wird.

Didaktische Reduktion. Die Stofffülle eines Unterrichtsfaches kann zugunsten grundlegender Gedankengänge zurückgedrängt werden, indem die Geschichte des Faches betrachtet wird.

4 Integration von Geschichte in den Unterricht

Für den Einbezug der Geschichte der Informatik und der Informationstechnik in den Informatikunterricht können unterschiedliche Verfahren und Medien diskutiert werden, zu denen hier nur ansatzweise einige Überlegungen dargestellt werden können.

In der gymnasialen Oberstufe bieten sich – insbesondere im Anfangsunterricht – Module zur Geschichte der Informatik an, die die Vielfalt informatischen Arbeitens die Schüler erfahren lassen sollen (vgl. [Th03]). Ein Ziel ist die Erzeugung eines unverfälschten und möglichst abgerundeten Bildes der Informatik, wobei den Schülern im Unterricht die unterschiedlichen Modelltypen der Informatik begegnen. Die Module können aus selbstständig zu bearbeitenden Lernkursen, beispielsweise zur Turingmaschine ([Hy05]), aus von Schülern einzeln oder in einer Gruppe anzufertigenden Kurzvorträgen, aus zusammengestellten Web-Seiten, aus – leider meist altertümlichen – Lehrfilmen, die in der Regel in den Stadtbildstellen lagern, u. v. a. m. bestehen. Für einen (geschichtsorientierten) Informatikunterricht fehlt derzeit jedoch noch die mediale Aufbereitung zahlreicher grundlegender Inhalte, wie dies für traditionelle Fächer größtenteils bereits gegeben ist.

Das in der Geschichte eines Faches liegende Potential zur Anregung von Denk- und Handlungsaktivitäten bei den Schülern zu nutzen, ist ein Anliegen des historisch-problemlorientierten Unterrichtsverfahren ([Ja86]). Bei diesem Verfahren wird die Geschichte nicht als inhaltliches Randgebiet betrachtet oder als überflüssiger Ballast, den man bezogen auf den aktuellen Stand der Wissenschaft über Bord werfen kann, sondern Geschichte soll den Lehrgang strukturieren. Auf den Informatikunterricht bezogen bedeutet dies unter anderem, dass er sich didaktisch und methodisch nicht vorwiegend an den aktuellen Trends der Wissenschaft Informatik und der Softwaretechnik orientieren darf, sondern eher grundlegenden – Schüler durchaus interessierende – Fragestellungen aus der Geschichte der Informatik nachgehen sollte, beispielsweise: "Wie können Berechnungen auf einer Maschine automatisiert werden?", "Was kann der Computer, wo liegen seine Grenzen?", "Welche Auswirkungen hat der Computer auf mich und die Gesellschaft, welche wird er haben?", „Welche Eigenschaften muss eine Programmier-

sprache haben?“. Die Geschichte muss in direktem Bezug zu den Inhalten stehen, dennoch bestimmt sie nicht(!) die Abfolge der Unterrichtsinhalte. In einigen Fällen kann die Geschichte aber durchaus einige Unterrichtseinheiten strukturieren. Hierzu muss historisches Quellenmaterial ausgewählt und unter didaktisch-methodischen Gesichtspunkten aufgearbeitet werden.

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht wurde auch ein historisch-genetisches Unterrichtsverfahren diskutiert, das sich an der historischen Genese von Begriffen und Theorien ausrichtet ([Pu79]). Es wurden Lehrgänge entwickelt, die sich an den Auswirkungen der Wissenschaft auf die Gesellschaft orientierten und Technik als unterrichtliche Leitlinie nutzten. Ein Ziel dieses Ansatzes liegt in der Überwindung der Trennung von Theorie (Forschung) auf der einen Seite sowie Lehre und Praxis (Anwendung und Technik) auf der anderen Seite. Es wird jedoch berechtigterweise bezweifelt ([Be92], S. 292), ob die historische Genese (naturwissenschaftlicher) Begriffe mit der psychologischen Genese der Begriffe beim Schüler übereinstimmt. Das genetische Arbeiten – im ursprünglichen Sinne Wagenscheins ([Wa99]) – stellt recht hohe Anforderungen an Lernende (Textarbeit) wie Lehrende (Gruppenarbeit) und ist bezogen auf die Unterrichtspraxis teilweise umstritten ([En03]). Für die Informatik könnte die historische Genese von Begriffen wie Algorithmus, Computer, Automat, aber auch Speicher, Daten und Information im Hinblick auf ein genetisches Unterrichtsverfahren untersucht werden.

Fachdidaktiker etablierterer Unterrichtsfächer weisen darauf hin, dass die Geschichte eines Faches nur "Gelegenheitscharakter" im Unterricht haben kann ([Ja86], [St85], [Ri89]). Ausschließlich fachgeschichtliche Lehrgänge würden die "entwicklungs- und lernpsychologischen" Voraussetzungen für das Verständnis von (informatischen) Begriffen immer dann unterschätzen, wenn die gegenwärtigen Auffassungen der Schülertheorien mit historischen Vorstellungen inkonsistent sind, wenn also die Entwicklung kindlicher Vorstellungen nicht der historisch-theoretischen Dynamik folgt. Für den Informatikunterricht bedeutet dies beispielsweise, dass die bereits erwähnten grundlegenden Gedankengänge der Wissenschaft, die mit den Namen Gödel und Turing verbunden sind und zu den Begriffen "Berechenbarkeit" und "Entscheidbarkeit" führen, zwar am Anfang der Entwicklung der Wissenschaft Informatik stehen, aber von den Schülern zu Beginn eines Informatikunterrichts vermutlich selten als Problem gesehen werden. Obwohl aus der Unterrichtserfahrung heraus diese Bedenken der oben genannten Fachdidaktiker – insbesondere hinsichtlich der Begriffe "Berechenbarkeit" und "Entscheidbarkeit" – teilweise bestätigt werden können, stellt sich die Frage, ob es nicht doch didaktisch sinnvoll und methodisch realisierbar ist, zumindest eine intuitive, vorwissenschaftliche Behandlung derart grundlegender Fragestellungen für die Informatik im Unterricht zu verankern, wie dies beispielsweise auch für den Begriff „Algorithmus“ erfolgt. Bezüglich des Einsatzes von Geschichte ist stets Skepsis angebracht, wenn 'historische Erkenntnisprünge' das Lernen erschweren ([Ri89]), d. h. nicht nur überflüssig, sondern sogar ungeeignet sind. Es ist eine Aufgabe der Fachdidaktik exemplarische historische Inhalte für den Informatikunterricht zu finden und gemeinsam mit den Lehrenden an den Schulen Konzepte zu deren methodischen Implementierung in den Unterricht zu entwickeln und zu prüfen.

5 Auswahl von Inhalten zur Geschichte der Informatik

Zahlreiche historische Ereignisse in der Menschheitsgeschichte stehen in Verbindung mit der Automatisierung der Informationsverarbeitung. Es existieren tausende von Webseiten zur Geschichte der Informatik, die von sehr unterschiedlicher Qualität sind. Zur Bestimmung von Schlüsselstellen in der Geschichte der Daten- bzw. Informationsverarbeitung lassen sich vier Kriterien nennen (in Anlehnung an [Ro92], S.12f):

1. War die Entwicklung in der jeweiligen Zeit ein herausragender Meilenstein für die Entwicklung der Gesellschaft?
2. Hat die Entwicklung zu einer Verankerung in der Informatik geführt?
3. Wie veränderten sich Arbeit, Tätigkeit und alltägliches Leben durch den Einsatz einer auf der Entwicklung basierenden informationsverarbeitenden Technik?
4. Welchen Einfluss haben wirtschaftliche, soziale und politische Rahmenbedingungen und Entscheidungen auf die Entwicklung gehabt?

Einige fachdidaktische Beiträge zur Geschichte der Informatik ([Ba96], S. 50ff, [Ro92] u. a.) zeigen eine große Vielfalt an Inhalten auf, die sich zu interdependenten Entwicklungssträngen ordnen lassen. Diese beinhalten i. d. R. eine Externalisierung geistiger, informationsverarbeitender Tätigkeiten des Menschen und haben Einfluss auf die heutige Informatik genommen:

1. Entstehung von Zahlen, Zahlensysteme und Rechenregeln
2. Entwicklung natürlicher und formaler (Schrift-)Sprache
3. Formalisierung von Denken und Abstraktion von Wissen
4. Mechanisierung und Automatisierung geistiger Tätigkeiten (Wahrnehmen, Handeln, Kommunizieren und Interagieren)
5. Erfindung der Computer als universelle Maschinen

Wir können an dieser Stelle leider nicht auf die spannenden Details in der Geschichte der Informatik und der Informationsverarbeitung eingehen. In einer sicherlich unvollständigen Auflistung haben wir versucht, einige Schlüsselstellen aufzulisten, die uns unter Berücksichtigung der obigen Kriterien für den Informatikunterricht bedeutend erscheinen (Tabelle 1) und zur Diskussion anregen sollen.

Entstehung von Zahlen, Zahlensysteme und Rechenregeln

- Zählzeichen: Wortformen, Repräsentant, Ziffernsysteme (vgl. [Kr88])
- indisch-arabisches Dezimalsystem (Al-Khwarizmi, Adam Ries, Medici)
- Dualsystem (Leibniz, China)

Entwicklung natürlicher und formaler (Schrift-)Sprache

- Bilder-, Wort-, Silben- und Lautschriften (vgl. [Ge58])
- Hierarchien formaler Sprachen (Chomsky)
- Programmiersprachen (Plankalkül von Zuse, Maschinencode, Assembler und höhere Sprachen)
- Idee des Compilers (Rutishauser, Glennie)
- Softwarekrise in den 50er Jahren

Formalisierung von Denken und Externalisierung von Wissen

- Klassische Logik (Aristoteles, Existenz anderer Logiken)
- Kalkül (Leibniz)
- Mathematik und Logik (Hilbert, Gödel, Turing)
- Algorithmen (Gauß, Dijkstra uvm.)
- Informationsaufzeichnung (Naturmaterialien inkl. Papyrus, Pergament und Papier, bistabile mechanische, elektrische, elektronische und optische Medien im Vergleich)
- Rechenmodelle/Programmierstile (imperativer, prädikativer, funktionaler Baukasten)
- Datentypen und Konstruktoren (vgl. [SS03])
- Kodierung (ASCII, Cäsar, ENIGMA)
- Hypertext-Systeme (im Mittelalter und im Internet)

Mechanisierung und Automatisierung geistiger Tätigkeiten (Wahrnehmen, Handeln, Kommunizieren und Interagieren)

- Mensch-Maschine-Verhältnis (Aristoteles, Descartes, Leibniz, Freyer, Dreyfus, Weizenbaum u. a.)
- mechanische Rechenhilfsmittel (Abakus, Napierstäbchen, Logarithmischer Rechenstab)
- mechanische "Androiden"
- Lochstreifen/-karten (Jacquard Webstühle, Leierkästen, Hollerith, IBM)
- Kybernetik (Wiener, Frank)
- Herkunft des Wortes "Informatik" (Definitionen der Academie francais, der ACM u.a.)
- Internet (ARPA-Net, Projekt Whirlwind)
- Mensch-Maschine-Schnittstellen (WYSIWYG, GUI, HCI)
- Veränderung der Arbeitswelt (Rationalisierung, IT im Alltag, IT-Berufe)

Erfindung der Computer als universelle Maschinen

- mechanische Rechenmaschinen (Schickard, Pascal, Leibniz, Hahn, Babbage, Zuse u. a.)
- Programmsteuerung (Babbage, Zuse, von-Neumann, Turing, G. Hopper)
- Relaisrechner (Aiken, Zuses Z3)
- Röhrenrechner (COLOSSUS, ENIAC/EDVAC)
- Transistoren- und IC-Computer (INTELS 8080, Altair 8800, Apple II, C64, IBM PC)
- Betriebssysteme (IBM 704, Bill Gates, Linus Thorwald, Apple u.a.)
- Bild der Informatik (vgl. [CS01] S. 301)

Tabelle 1: Potentielle Schlüsselstellen in der Geschichte der Informatik

Literaturverzeichnis

- [Ba96] Baumann, R.: Didaktik der Informatik. Klett Verlag, Stuttgart (1996), S. 50ff.
- [Br75] Bradley, J.: Where does the theory begin?. Educ. chem. 12 (1975), S. 8ff und S. 48ff.
- [Br84] Bradley, J.: History and the teaching of chemistry to the beginner, Educ. chem. 22 (1984) S. 12ff.
- [Br94] Breier, N.: Informatische Bildung als Teil der Allgemeinbildung. Stand und Perspektiven. In: LOGIN, 14. Jg. (1994), H. 5/6, S. 90-93.
- [Co84] Collings, J; Smithers, A.: Person orientation and science choice, Eur. J. Sci. Educ. 6 (1984) S. 55ff.
- [Cu95] Curic, A.: Computer, Hacker, Pioniere. Lingen Verlag, Bergisch Gladbach (1995), S. 149.
- [CS01] Duden Informatik. Meyers Lexikonredaktion. Bearbeitet von V. Claus und A. Schwill, Mannheim 2001.
- [De89] Denning, P.: Computing as a discipline. ACM Communications 32, 1 (Jan 1989), S. 9-23.
- [De05] Denning, P.: Is Computer Science science? IT Profession Column, Communications of ACM, Apr 2005 V4 Draft 1/9/05 WEB.
- [En03] Engelbrecht, A.: Genetisches Lernen zwischen Wunschdenken und Wirklichkeit. In: MNU 56 (2003) Nr. 8, S. 464-470. Rezension des Beitrags in MNU 55 (2004) Nr. 4.
- [Ge58] Gelb, I. J.: Von der Keilschrift zum Alphabet, Grundlagen einer Schriftwissenschaft, Stuttgart, 1958.
- [Hy05] <http://www.hyfish.de/HyFISCH/Informieren/Theorie> – Hyper Forum Informatik in der Schule.
- [Ja86] Jansen, W.: Geschichte der Chemie im Chemieunterricht – das historisch-problemorientierte Unterrichtsverfahren. Teil 1 u. 2. MNU 39, S. 321 und 391 (1986).
- [Kr88] Krämer, Sybille: Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1988.
- [Pu79] Pukies, J.: Das Verstehen der Naturwissenschaften. Braunschweig 1979.
- [Ri89] Ries, F.: Workshop zu Forschungsvorhaben und praktischen Erfahrungen mit dem historisch-genetischen Unterricht. In: K.H. Wiebel (Hrsg.), Zur Didaktik der Physik und Chemie. Tagung 1988. Alsbach 1989.
- [Ro92] Rode, H.: Die Erfindung der universellen Maschine. Metzler Schulbuchverlag GmbH, Hannover 1992.

- [Sc99] Schefe, P.: Softwaretechnik und Erkenntnistheorie. In: Informatik Spektrum, 22. Jg. (1999), s. 122-135.
- [SS03] Schubert, S.; Schwill, A.: Didaktik der Informatik. Spektrum Lehrbuch, 2003.
- [St85] Stork, Zur Rolle der Naturwissenschaftsgeschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht, vor allem im Chemieunterricht. Chem.Ztg. 109, S 293 (1985).
- [St99] Steup, W.; Kristin, K.G.: Künstliche Intelligenz – Versuche zur Realisierung von Geist durch Maschinen WEB (1999).
- [Th02] Thomas, M.: Informatische Modellbildung. Modellieren von Modellen als ein zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht. Potsdam, Diss. 2002. WEB.
- [Th03] Thomas, M.: Objektorientierung und informatische Bildung: Stellenwert und Konkretisierung im Unterricht – mit BlueJ. In: LOG IN Nr. 128/129 (2004), S. 26-31.
- [Wa99] Wagenschein, M.: Verstehen lehren: genetisch – sokratisch – exemplarisch. Beltz Verlag, Weinheim 1991.
- [Wi66] Wiener, N.: Mensch und Menschmaschine – Kybernetik und Gesellschaft. Frankfurt a. Main 1966.
- [Wi69] Wiederkehr, K. H.: Drei Beispiele für naturwissenschaftsgeschichtliche Einblendungen im Chemie- und Physikunterricht. MNU 22, S. 358 (1969).
- [Wü63] Wüstneck, K. D.: Zur philosophischen Verallgemeinerung und Bestimmung des Modellbegriffs. In: deutsche Zeitschrift für Philosophie, 11. Jg. (1963), H. 12, S. 1504-1523.