

Informatik und die klassischen Naturwissenschaften – Partner oder Kontrahenten?

Die Gesellschaft für Informatik hat sich im September 2004 in einem Memorandum zur Schulinformatik dafür ausgesprochen, Informatik in der Sekundarstufe I als Pflichtfach an allen allgemein bildenden Schulen einzuführen, die Informatik in der gymnasialen Oberstufe zu stärken und sie als vollwertiges Prüfungsfach an weiterführenden Schulen zuzulassen. Im Beitrag wird der informationsorientierte didaktische Ansatz erläutert, der den Informatikunterricht aus Sicht der Allgemeinbildung in die Nähe der klassischen naturwissenschaftlichen Fächer rückt und seine gleichberechtigte Zuordnung zum mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld rechtfertigt.

Vorbemerkungen

Vor 100 Jahren kämpften die Naturwissenschaften um den Einzug in die allgemein bildende Schule und gründeten zur Bündelung ihrer Kräfte den Deutschen Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e. V. Auch sie hatten sich – wie heute die Informatik – gegen die damals traditionellen Fächer durchzusetzen und immer wieder ihre Legitimation nachzuweisen.

Otto Brüggemann schrieb über jene Zeit in seinem Buch „Naturwissenschaft und Bildung – Die Anerkennung des Bildungswertes der Naturwissenschaften in der Vergangenheit und Gegenwart“: „Das Gymnasium hatte zu Beginn des Jahrhunderts als humanistische Altsprachenschule seine Form gefunden, der Bildungskanon war fixiert, über alles, was nicht aufgenommen worden war, was aber dennoch als neuer Lehrgehalt in die Schule drängte und Ansprüche auf Berücksichtigung anmeldete, war das Verdammungsurteil des bloß „Nützlichen“, des „Animalischen“ gesprochen.“ Und an anderer Stelle dieses Buches schrieb er: „Die immer wieder unternommenen Versuche zur Aufwertung der Mathematik und der Naturwissenschaften im Gymnasium scheiterten an der Intransigenz der maßgebenden Männer in den Schulverwaltungen.“ [6] So sah die Situation vor 100 Jahren aus – und heute?

Wir sind heute wieder am Beginn eines Jahrhunderts, und es ist m. E. schon erstaunlich, wie wenig man an diesen beiden Sätzen von Otto Brüggemann ändern muss, um aktuelle, heute nicht die Naturwissenschaften, sondern die Informatik als Schulfach betreffende Aussagen zu erhalten.

Die Naturwissenschaften haben sich inzwischen voll entfaltet und an den allgemein bildenden Schulen etabliert. Heute ist es die Informatik, die an die Schulpforte klopft und einen gleichberechtigten Platz im Fächerkanon beansprucht.

Die Gesellschaft für Informatik hat diesen Anspruch zuletzt im September 2004 in einem Memorandum zur Schulinformatik [9] formuliert und sich dafür ausgesprochen, Informatik in der Sekundarstufe I als Pflichtfach an allen allgemein bildenden Schulen einzuführen, die Informatik in der gymnasialen Oberstufe zu stärken und sie als vollwertiges Prüfungsfach an weiterführenden Schulen zuzulassen. Aber nicht als Konkurrenz, sondern als notwendige Ergänzung zu den klassischen Naturwissenschaften, deren Einsichten und Entdeckungen vor ca. 50 Jahren die Geburt der Wissenschaft Informatik erst ermöglichten.

Derweil ist das „Kind“ Informatik herangewachsen, ist größer, reifer und selbstbewusster geworden und hat – wie jeder Heranwachsende – sein Antlitz stetig verändert.

Der informationsorientierte didaktische Ansatz

In dem Bestreben, den spezifischen Beitrag der Informatik zur Allgemeinbildung herauszuarbeiten und insbesondere jenen Beitrag sichtbar zu machen, den andere Fächer nicht erbringen können, wurde Mitte der 90er Jahre immer deutlicher, dass der Algorithmus, der bis dato als zentraler Begriff des Informatikunterrichts galt, nicht weit genug greift.

Baumann schrieb dazu in seiner „Didaktik der Informatik“: „Die neue Informatik-Didaktik steht unter der Devise 'Vom algorithmischen zum systemorientierten Denken' (...) Wichtiger als der Begriff des Algorithmus ist für die Informatik der des Wissens.“ Er kam zu dem Fazit: „Algorithmus ist ein genuin mathematischer Begriff, das so genannte algorithmische Denken gehört in den Mathematikunterricht. Für Informatik, verstanden als Wissenschaft von Entwurf und Gestaltung von Informatiksystemen ist der Algorithmusbegriff – in der konkreteren Form der Programmierbarkeit – zwar wichtig, aber nicht konstitutiv.“ [2]

Vor diesem Hintergrund entwickelte ich 1994 auf den 1. Fachdidaktischen Gesprächen der TU Dresden das Konzept für einen informationsorientierten didaktischen Ansatz¹, das den Gedanken von Baumann sehr nahe kommt:

In einem zeitgemäßen Informatikunterricht steht meines Erachtens nicht der Algorithmus, sondern die Information als dritte Grundgröße der realen Welt neben Stoff und Energie im Mittelpunkt. ... Informatische Bildung ist jener Teil der Allgemeinbildung, der die Welt unter informationellem Aspekt betrachtet, während die naturwissenschaftlichen Fächer den stofflichen oder energetischen Aspekt in den Mittelpunkt ihres Unterrichts stellen. (vgl. [3], [5])

Information ist dabei im umgangssprachlichen Sinne zu verstehen: als Bedeutungsinhalt einer Aussage, Belehrung, Benachrichtigung, Botschaft, Mitteilung, Nachricht o. ä. Eine zwar unscharfe Begriffsbildung, die für die meisten Informatiker aber ausreichend und zudem für die Wissenschaft Informatik besser geeignet ist als der quantitative Informationsbegriff von Shannon. Letzterer ist rein technischer und syntaktischer Natur, und Peter Rechenberg sagt von ihm mit Recht, dass er „für die heutige Informatik überflüssig, ja irreführend (ist).“ [11]

Was Information nicht ist, das hat Norbert Wiener schon 1948 erkannt: „Information ist Information, weder Materie² noch Energie.“ [13]. Uwe Aßmann und Theo Ungerer bezeichneten diesen Ausspruch von Norbert Wiener in ihrem Artikel „Informatik in der Schule“ als **Informatisches Grundgesetz** und konstatierten: „Das ist es, was die frühen Kybernetiker entdeckten: Information ist eine dritte Grundgröße der Natur, wohl zu unterscheiden von den beiden anderen Größen, Materie und Energie. ... Seit der Entdeckung des informatischen Grundgesetzes jedoch prägt der Umgang mit der Information als dritter Grundgröße sowohl die Wissenschaft als auch die Technik und verändert damit laufend unsere gesellschaftliche Umgebung. Wesentliche Elemente des Lebens (Kommunikation, Umgang mit Wissen, Problemlösung) laufen nicht auf der Ebene von Energie und Materie ab, sondern gehorchen eigenen Naturgesetzen, eben denen der Informatik. ... Tragisch ist, dass, obwohl das informatische Grundgesetz schon vor über 50 Jahren entdeckt wurde, die Informatik gegenüber den sich mit Materie und Energie beschäftigenden Wissenschaften eine untergeordnete Rolle spielt.“ [1]

Die folgenden wesentlichen Merkmale von Information ersetzen zwar keine exakte Definition, charakterisieren den Begriff Information aber näher:

- Information kann nicht „an sich“ existieren, sondern ist immer an ein Trägermedium gebunden – das kann Stoff (Papier, Stein, Tafel u. a.) oder Energie (elektromagnetische Wellen, Radiowellen, Schallwellen u. a.) sein.
- Information wird auf dem Trägermedium auf der Basis eines zwischen Sender und Empfänger vereinbarten Codes repräsentiert, der durch einen Zeichenvorrat, die

¹ von Hubwieser später als informationszentrierter didaktischer Ansatz bezeichnet [10]

² (lat.: *materia* = »Stoff«)

Kombinationsregeln für die Zeichen (Syntax) und ihre Zuordnung zu bestimmten Sinngehalten (Semantik) charakterisiert ist.

- Information kann vernichtet werden, indem ihre Repräsentation auf dem Trägermedium gelöscht wird.
- Information kann verarbeitet, gespeichert und transportiert werden, weil ihre Repräsentation auf dem Trägermedium verarbeitet, gespeichert und transportiert werden kann.

Die Informatik widmet sich der automatischen Informationsverarbeitung. Ihre Aufgabe ist es, durch Abstraktion und Modellbildung von speziellen Gegebenheiten sowohl der technischen Realisierung existierender Datenverarbeitungsanlagen als auch von Besonderheiten spezieller Anwendungen abzusehen und dadurch zu den allgemeinen Gesetzen, die der Informationsverarbeitung zugrunde liegen, vorzustoßen sowie Standardlösungen für Aufgaben der Praxis zu entwickeln. [8]

Information und Informatik im Fächerkanon

„Orientieren wir uns“, so schließt Sprengel, „an diesen drei Grundgrößen (Stoff, Energie und Information) und den klassischen Disziplinen, so ergibt sich schon fast zwangsläufig ein System, in welches die klassischen Naturwissenschaften eingebunden sind: Chemie als die Lehre von den Stoffen und deren Wandlung, Physik als die Lehre von der Energie und deren Wandlung, Informatik als die Lehre von der Information und deren Verarbeitung. Biologie als die Lehre vom Zusammenwirken von Stoff, Energie und Information in lebenden Systemen und Technik als die Lehre vom Zusammenwirken von Stoff, Energie und Information in unbelebten Systemen.“ [12]

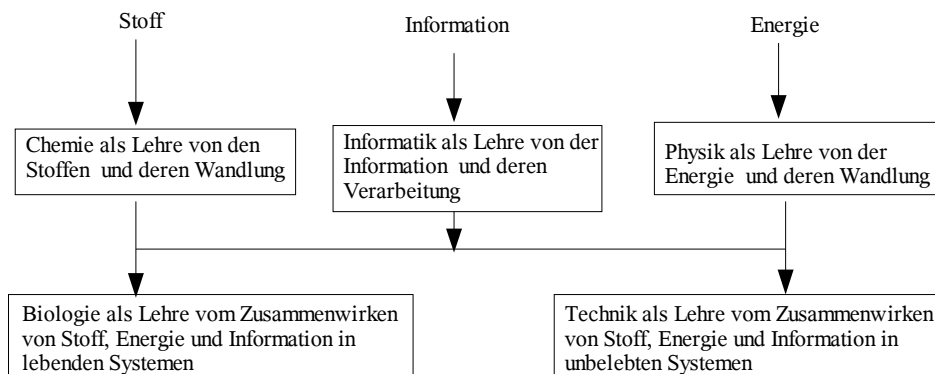


Abb. 1: Informatik im Fächerkanon

Zunächst war dieser neue didaktische Ansatz auch nur ein weiterer Legitimationsversuch für das Schulfach Informatik, aber – so scheint es heute – ein zukunftssträchtiger, der inzwischen in den Rahmenplänen mehrerer Bundesländer (Bayern, Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen u. a.) und in den Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen aufgegriffen und weiterentwickelt wurde. Im Sinne einer dialektischen Negation bewahrt der neue Ansatz das Positive früherer didaktischer Ansätze der Informatik, wie den strikten Anwendungsbezug bei der Auswahl der zu lösenden Probleme und die Sicht auf Informatiksysteme als soziotechnische Systeme.

Der Ansatz rückt den Informatikunterricht aus Sicht der Allgemeinbildung in die Nähe der klassischen naturwissenschaftlichen Fächer und rechtfertigt seine gleichberechtigte Zuordnung zum mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld. Zugleich impliziert diese Zuordnung, dass sich der Informatikunterricht nicht in der Bedienung von Geräten und Software von ausgewählten Anwendungen erschöpfen kann, sondern – wie die naturwissenschaftlichen Fächer – Hintergrundwissen über Grund-

lagen, Methoden, Anwendungen, Arbeitsweisen und die gesellschaftliche Bedeutung von Informatiksystemen zu vermitteln hat.

Information ist aber nicht nur eine der drei Grundgrößen, um die uns umgebende Welt zu beschreiben, sondern zugleich das wesentliche Element, um gesellschaftliche Prozesse zu erfassen. Über den Begriff der Information ist somit die Chance gegeben, eine Brücke zwischen naturwissenschaftlichen, sozialwissenschaftlichen, sprachlichen und technischen Fächern zu schlagen und fächerverbindendes und fachübergreifendes Lernen zu ermöglichen.

Wie eine solche Brücke konkret aussehen kann, habe ich auf der INFOS'05 in Dresden an der Unterrichtseinheit „Sprachen und Sprachkonzepte“ erläutert, die – angeregt durch Volker Claus – in Mecklenburg-Vorpommern für die Sekundarstufe I konzipiert wurde. [4] Er postulierte auf der INFOS'95 Informatikunterricht als Sprachenunterricht und schlug vor: „Die Analyse und die Verwendung von Sprachen unterschiedlichster Art sollen (ausgehend von Sprachen der Informatik) den allgemein bildenden Kern für das neu orientierte Schulfach Informatik bilden, das die Darstellungsmittel, die Ausdrucksfähigkeit, die Ziele und die Wirkungsweisen sprachlicher Gebilde aus der Informatik sowie der Logik, der Mathematik und teilweise aus den Sprachfächern vorstellt und miteinander verknüpft.“ [7]

Das Paradigma der Informationsverarbeitung

Ein Blick in die Geschichte der Kommunikation vom Rauchzeichen bis zur automatisierten Informationsverarbeitung zeigt, dass jegliche vom Menschen gesteuerte Verarbeitung und Übermittlung von Information mit folgendem Schema (Abb. 2) beschrieben werden kann:

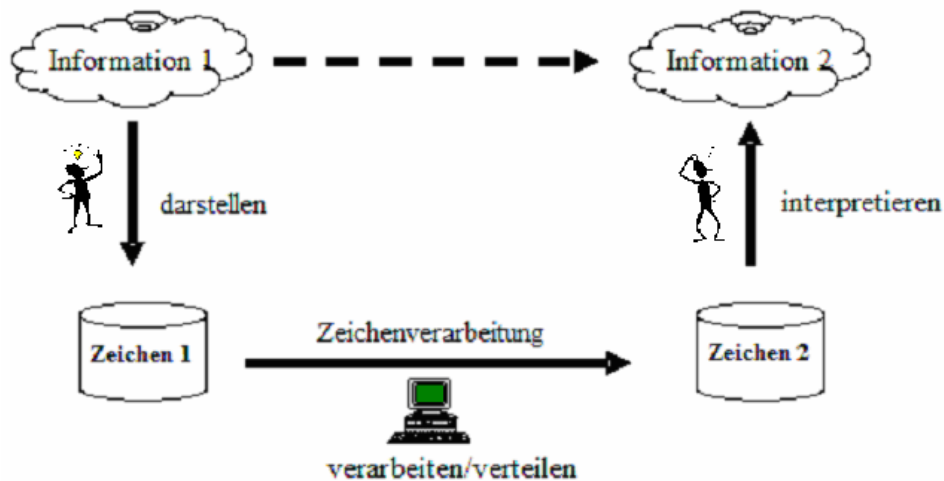


Abb. 2: Schema der Informationsverarbeitung

- Vor jeglicher Verarbeitung wird Information mit Hilfe geeigneter Darstellungstechniken auf Trägermedien dargestellt – das kann Stoff (Papier, Stein, Tafel u. a.) oder Energie (elektromagnetische Wellen, Radiowellen, Schallwellen u. a.) sein.
- Die Darstellungen auf dem Trägermedium sind durch einen Zeichenvorrat, die Kombinationsregeln für die Zeichen (Syntax) und ihre Zuordnung zu bestimmten Sinngehalten (Semantik) charakterisiert.
- Auf solchen Darstellungen operieren dann Verarbeitungs- und häufig auch Transportprozesse, um daraus neue Darstellungen zu erzeugen,

- Durch Interpretation der neuen Darstellungen entsteht dann neue Information, die mit dem vorhandenen Wissen zu neuem Wissen verschmilzt (vgl. [10])

Bei der vom Menschen gesteuerten **automatisierten** Informationsverarbeitung müssen die Zeichen dazu lediglich maschinell verarbeitbar, also Daten sein, die in Informatiksysteme ein- und von ihnen nach der Verarbeitung ausgegeben werden. Derartige Informatiksysteme bilden das Pendant zu den stoff- und energiewandelnden Maschinen, die die Menschen sich schon weitaus früher zur Erleichterung ihres Lebens geschaffen haben. Im Gegensatz zu jenen wurden Informatiksysteme, die Teile der geistigen Arbeit des Menschen automatisieren, aber erst Mitte des letzten Jahrhunderts möglich, als die mathematisch-naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Voraussetzungen dafür erfüllt waren.

Das hier dargestellte Schema der maschinellen Informationsverarbeitung ist in zahlreichen didaktischen Diskussionen – insbesondere aber in den Arbeiten von Hubwieser – Ausgangspunkt für die Bestimmung möglicher Lerninhalte des Informatikunterrichts. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit oder strenge Kategorisierung arbeitete er folgende potentiellen Lerninhalte für den Informatikunterricht heraus: [10]

Darstellung von Informationen	<ul style="list-style-type: none"> - Repräsentationen, auf denen Verarbeitungsprozesse operieren (Daten): Datentypen und -strukturen, Trägermedien, Darstellungsregeln (Syntax) - Repräsentation von Informationen über den Ablauf von Verarbeitungsprozessen (Verarbeitungsvorschriften): Programme und Programmiersprachen - Modelle von Informatiksystemen (Systembeschreibungen): zeitliche Abläufe, Dekomposition in Subsysteme, Kommunikation mit der Außenwelt und zwischen den Subsystemen
Verarbeitung und Transport von Repräsentationen	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz- und Anwendungsmöglichkeiten von Systemen zur automatischen Verarbeitung von Information - Zeitliche und räumliche Struktur von Informatiksystemen: Ablauf (Parallelität), Komponenten, Verteilung, Kooperation - Wechselwirkungen von Informatiksystemen mit ihrer Umgebung in zeitlichem, räumlichem, menschlichem und gesellschaftlichem Kontext: Geschichte, Entwicklung, Betrieb, Bedienung, Ergonomie, Auswirkungen auf die Arbeits- und Berufswelt
Interpretation von Repräsentationen	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretationsregeln: Semantik und Pragmatik von Sprachen - Schutz vor unerlaubten oder unerwünschten Interpretationen: Datenschutz, Zugriffsrechte, Verschlüsselung - Möglichkeit zur Fehlinterpretation: Manipulationsmöglichkeiten, Darstellungsfehler

Der Arbeitskreis Bildungsstandards Informatik des Fachausschusses „Informatische Bildung in Schulen“ leitete aus dem Paradigma der maschinellen Informationsverarbeitung folgende Inhaltsstränge und prozessbezogenen Kompetenzen für den Informatikunterricht ab:

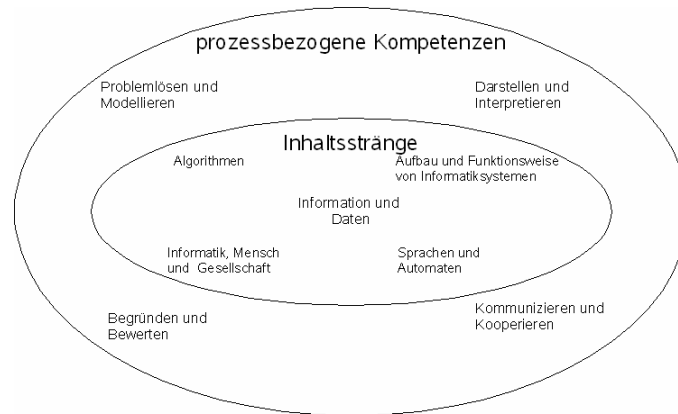


Abb. 3: Inhaltsstränge und prozessbezogene Kompetenzen

Im Sinne eines informationsorientierten (informationszentrierten) didaktischen Ansatzes steht dabei der Inhaltsstrang *Information und Daten* im Mittelpunkt.

Literatur

- [1] U. Aßmann - Th. Ungerer: Informatik in der Schule. – In: Informatik-Spektrum, Band 24, Nummer 6, Dezember 2001, S. 401-405
- [2] R. Baumann: Didaktik der Informatik. Klett Verlag, Stuttgart 1996
- [3] N. Breier: Informatische Bildung als Teil der Allgemeinbildung. – In: LOG IN 14 (1994) H. 5/6
- [4] N. Breier: Informatik im Fächerkanon allgemein bildender Schulen – Überlegungen zu einem informationsorientierten didaktischen Ansatz. In: Unterrichtskonzepte für informatische Bildung, 11. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Dresden, 2005, LNI-Proceedings, Vol. P-60, S. 67-78
- [5] N. Breier - P. Hubwieser: An Information-Oriented Approach to Informatical Education. Informatics in Education, Volume 1 (2002), pp. 31-42
- [6] O. Brüggemann: Naturwissenschaft und Bildung – Die Anerkennung des Bildungswertes der Naturwissenschaften in der Vergangenheit und Gegenwart“, Quelle & Meyer, Heidelberg 1967
- [7] V. Claus: Informatik in der Schule als Sprachenunterricht. – In: Tagungsband der 6. GI-Fachtagung Informatik und Schule – Infos’95, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1995
- [8] V. Claus: Was ist Informatik? <http://www.ti.informatik.uni-kiel.de/~valkema/Studienfuehrer2004/node3.html> (letzter Zugriff: 2.05.2005)
- [9] Gesellschaft für Informatik: Empfehlungen für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen. Bonn 2000
- [10] P. Hubwieser: Didaktik der Informatik: Grundlagen, Konzepte, Beispiele. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2000
- [11] P. Rechenberg: Zum Informationsbegriff in der Informationstheorie. – In: Informatik Spektrum 14, Oktober 2003, S. 317-326
- [12] H.-J. Sprengel: PC oder Telekommunikation? – In: Schulverwaltung MO Nr. 11/97, S. 303-305
- [13] N. Wiener: Kybernetik – Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und in der Maschine. Econ-Verlag Düsseldorf 1992, Original (Cybernetics), 1948

Prof. Dr. Norbert Breier
Sprecher des GI-Fachausschusses „Informatische Bildung in Schulen“

Universität Hamburg
Fachbereich Erziehungswissenschaft
Binderstr. 34
20146 Hamburg
Norbert.Breier@uni-hamburg.de