

Humbert, Ludger

Das Schulfach Informatik in der Grundschule – notwendig oder "nice to have"

Grey, Jan [Hrsg.]; Schmitz, Denise [Hrsg.]; Gryl, Inga [Hrsg.]; Best, Alexander [Hrsg.]; Kuckuck, Miriam [Hrsg.]; Humbert, Ludger [Hrsg.]: *Informatische Bildung in der Grundschule. Befunde, Diskussionen, Erfahrungen.* Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 27-40



Quellenangabe/ Reference:

Humbert, Ludger: Das Schulfach Informatik in der Grundschule – notwendig oder "nice to have" - In: Grey, Jan [Hrsg.]; Schmitz, Denise [Hrsg.]; Gryl, Inga [Hrsg.]; Best, Alexander [Hrsg.]; Kuckuck, Miriam [Hrsg.]; Humbert, Ludger [Hrsg.]: *Informatische Bildung in der Grundschule. Befunde, Diskussionen, Erfahrungen.* Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 27-40 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-347898 - DOI: 10.25656/01:34789; 10.35468/6203-02

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-347898>

<https://doi.org/10.25656/01:34789>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. diesen Inhalt nicht bearbeiten, abwandeln oder in anderer Weise verändern.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to alter or transform this work or its contents at all.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der:


Leibniz-Gemeinschaft

Das Schulfach Informatik in der Grundschule – notwendig oder „nice to have“

Abstract

Bereits in der Frühzeit der Einrichtung erster Informatikstudiengänge in den Vereinigten Staaten von Amerika und Dänemark finden sich Überlegungen zur Notwendigkeit, Informatik einen Platz in der Allgemeinbildung zuzugestehen. Diese Überlegungen finden ihren Ausdruck in Unterrichtsmaterialien und ersten Schulbüchern. Viele der Materialien wurden ohne die Notwendigkeit des Einsatzes von Informatiksystemen erstellt. Auch daher ist ein Blick in diese Überlegungen heute noch gewinnbringend.

Die Argumentation führt zu der Forderung nach dem Hauptfach Informatik, um so auf einer fachlich ausgewiesenen Basis zeitlos gültige Elemente der Wissenschaft Informatik für Schüler:innen aufschließbar und mit Lebensweltbezug gestalten zu können. Daher kommt der hinter der Forderung nach einer Verankerung im schulischen Pflichtbereich auch die fachmethodische und fachdidaktische Argumentation aus der Frühzeit eine bis heute bedenkenswerte Rolle zu.

In der Diskussion zur Einrichtung erster Informatikstudiengänge in den Vereinigten Staaten von Amerika und Dänemark (ab ca. 1960) finden sich Überlegungen zur Notwendigkeit, Informatik einen Platz in der Allgemeinbildung zuzugestehen (G.E. Forsythe 1963). Diese Überlegungen führen zu ersten Schulbüchern (A.I. Forsythe u.a. 1969; Balzert 1976, 1978) und zu Materialien für das Unterrichten von Informatik (DVV – Pädagogische Arbeitsstelle 1984; UVM – Undervisningsministeriet 1985). Viele dieser Materialien wurden ohne die Notwendigkeit des Einsatzes von Informatiksystemen zur Unterstützung der Entwicklung von Informatikkompetenzen bei den Schüler:innen erstellt. Auch deshalb ist ein Blick in diese Überlegungen heute durchaus gewinnbringend.

1 Was ist Informatik?

Die Etablierung der Informatik als eigenständige, wissenschaftliche Disziplin durch Herauslösung aus anderen Wissenschaften (in Deutschland namentlich der Mathematik, der Physik, der Elektrotechnik und den Wirtschaftswissenschaften) wird begleitet von Begründungen zur Eigenständigkeit. Zugleich

finden wir zu diesem Zeitpunkt deutliche Hinweise auf die bildende Qualität der Informatik. Im angelsächsischen Sprachraum wird die Wissenschaft *Informatik* mit *Computer Science* (CS) bezeichnet¹. Für unseren Zusammenhang ist die Aussage, die 1991 in einem Beitrag mit dem Titel: *Computer SCIENCE and Mathematics in the Elementary Schools* – und damit bezogen auf die Grundschule – veröffentlicht wurde, bedeutsam: „In der Informatik geht es nicht um Maschinen, genauso wie es in der Astronomie nicht um Teleskope geht“ (Fellows 1991, 2; Übersetzung durch den Autor)².

In dem Beitrag *SIGACT trying to get children excited about CS* wird die Art der notwendigen Auseinandersetzung aller Schüler:innen mit der Informatik weiter spezifiziert:

„Was sollen unsere Kinder – die Öffentlichkeit der Zukunft – in den Schulen über Informatik lernen? Wir müssen mit dem Mythos aufräumen, dass es in der Informatik um Computer geht. In der Informatik geht es genauso wenig um Computer wie in der Astronomie um Teleskope, in der Biologie um Mikroskope oder in der Chemie um Becher und Reagenzgläser. In der Wissenschaft geht es nicht um Werkzeuge, sondern darum, wie wir sie nutzen und was wir dabei herausfinden“ (Fellows & Parberry 1993, 7; Übersetzung durch den Autor).

Gerade dem letzten Punkt widmen wir uns – ebenfalls aus historischer Perspektive – in Abschnitt 3.3.

2 Was macht die Informatik?

Um eine Wissenschaft zu charakterisieren, sind der Gegenstand (oder die Gegenstände) und die Methoden, mit denen die Wissenschaft arbeitet, deutlich zu bestimmen. Für die Informatik kann festgestellt werden, dass *Informatik* ein Kofferwort aus *Information* und *Automatik* darstellt. Eine einfache Definition stellt den Zusammenhang her: in der Informatik geht es um die automatische Verarbeitung von Information. Ob Information tatsächlich durch Automaten verarbeitet werden kann, ist davon abhängig, wie der Begriff Information definiert wird. Daher werden die Begriffe Daten, Wissen und Information in Abschnitt 3 näher betrachtet. Die Definition von Informatik wurde 1957 von Karl Steinbuch vorgenommen, der mit dem „Informatiksystem *Quelle*“ im SEG-In-

1 Die Bezeichnung ist geschichtlich bedingt und wird auch kritisch gesehen: „Computing science follows this paradigm in studying information processes. The European synonym for computer science – informatics – more clearly suggests the field is about information processes, not computers“ (Denning 2005, 28).

2 Das Zitat wird fälschlich dem niederländischen Informatiker Edsger W. Dijkstra zugeschrieben, der vergleichbare Aussagen gemacht hat (siehe *Disputed in*: https://en.wikiquote.org/wiki/Computer_science).

formatikwerk³ eines der ersten Informatiksysteme entwickelt (Steinbuch 1957). Wie die seinerzeitige Berichterstattung zu den damit verbundenen Prozessen (und Einschätzungen), die wir mit Informatisierung bezeichnen (Nora & Minc 1979), deutlich macht, fehlen offensichtlich geeignete Charakterisierungen für die damit geleistete Arbeit (Der Spiegel 1958). In der öffentlichen Diskussion wird aktuell für diese Prozesse der Begriff *Digitalisierung* verwendet. Eine Begründung zur fachlich falschen Verwendung des Begriffs *Digitalisierung* findet sich in dem Beitrag von Schmitz im vorliegenden Sammelband.

3 Ingredienzien der informatischen Bildung

Um klar herauszuarbeiten, welche bildende Kraft der Informatik zufällt, gilt es zunächst, Begriffsklärungen vorzunehmen (siehe Abschnitt 3.1), um dann der informatischen Modellierung, dem „Herz der Informatik“ die notwendige Aufmerksamkeit zu schenken (siehe Abschnitt 3.2).

3.1 Daten, Wissen, Information

In den Überlegungen zur Begrifflichkeit kommt der Information eine zentrale Rolle zu – ein Begriff, der eine gewisse Unschärfe aufweist und daher als Gegenstand zu ggf. fehlerhaften Interpretationsmöglichkeiten geradezu einlädt.

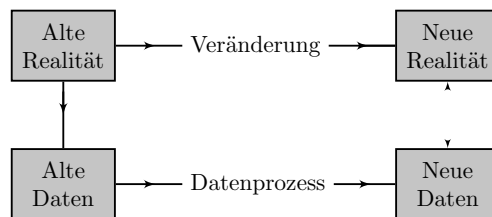


Abb. 1: Information → Daten → Datenverarbeitung → Daten → Information (nach Caeli 2018, 17; Übersetzung durch den Autor)

Also gilt es zunächst, den Begriff Information auszuschärfen und damit seiner Beliebigkeit zu begegnen: In der Wissenschaft Informatik gehen wir von *Daten* aus, die immer eine syntaktische Dimension haben, da sie gemäß gewisser Regeln erzeugt werden⁴. Die folgende semantische Ebene wird mit dem Be-

³ SEG – Standard Elektrik AG

⁴ Bezüglich des Begriffs Daten sind sich die Informatiker:innen einig. Allerdings existieren verschiedene, konkurrierende Ansätze zur Einordnung der Begriffe Wissen und Information. Wir verwenden hier die von der Informationswissenschaft aufgerichtete Trias Daten, Wissen, In-

griff *Wissen* assoziiert, dass den Daten auf dieser Ebene eine Bedeutung zugeordnet wird. Betrachten wir Daten als „Fakten“, kommen mit dieser Ebene Beziehungen – ja: ein Beziehungsgeflecht – zwischen den „Fakten“ dazu. Auf der letzten Ebene wirken die so bedeutungstragenden Daten und führen zu Aktionen bei denen, die die Ergebnisse zur Entscheidungsfindung heranziehen. Diese Ebene wird fachlich mit Pragmatik bezeichnet und in dieser Sicht als *Informationsebene* ausgewiesen. Diese Zusammenhänge wurden nach unserer Kenntnis erstmalig in (Naur 1966) dargestellt (siehe Abb. 1) und erläutert:

„Wir beginnen mit der Realität. Wir sind an einer Veränderung dieser Realität interessiert. Aber es ist oft so unbequem, direkt in eine neue Realität überzugehen. Deshalb machen wir einen Übergang zu Daten
→ operieren mit diesen Daten
→ führen einen Datenprozess durch
→ holen einige neue Daten
mit einem entsprechenden Bezug zur neuen Realität. Mit Datenprozessen gewinnen wir Einblick in den möglichen Lauf der Welt. Wir simulieren eine neue Realität.“
(Naur 1966 zit. nach Caeli 2018, 17; Übersetzung durch den Autor)

Einige dieser Überlegungen wurden in (Humbert 2019) diskutiert.

3.2 Informatische Modellierung

Informatik dient der Transformation lebensweltlicher Situationen und damit zusammenhängender Probleme von der Informationsebene in die Datenebene, einer Prozessierung auf der Datenebene und der Interpretation der sich dadurch ergebenden neuen Daten. Auf der Ebene der Prozessierung werden Operationen auf den Daten durchgeführt, die im Ergebnis zu neuen Daten führen, die als Information auf der pragmatischen Ebene zur Problemlösung beitragen. Die Form der Problemlösung durch die Bereitstellung und Nutzung von Algorithmen und Daten(strukturen) ist nicht neu, wohl aber die Abarbeitung der Algorithmen auf den Daten durch Informatiksysteme, die eine automatische Datenverarbeitung ermöglichen.

Der beschriebene Prozess stellt das „Herz der Informatik“ dar. Im Unterschied zu anderen (deskriptiven) Modellierungen vor allem in den Naturwissenschaften wird durch die informatische Modellierung „die Welt verändert“. Dieser Prozess kann nur durch eigene kreativ-konstruktive Erfahrungen so durchdrungen werden, dass ein reflexiver Umgang mit den informatischen Modellierungen Dritter eröffnet wird. Da es sich um einen zyklischen Prozess handelt, erhalten wir einen informatischen Modellierungskreis (vgl. Abb. 2).

formation (Kuhlen 2013; zum Begriff Information vergleiche auch Weizenbaum 2001, 5–6). Andererseits sind die Begriffe Syntax, Semantik und Pragmatik sowohl in ihrer Bedeutung als auch in der Beziehung zueinander in der Informatik konsensfähig.

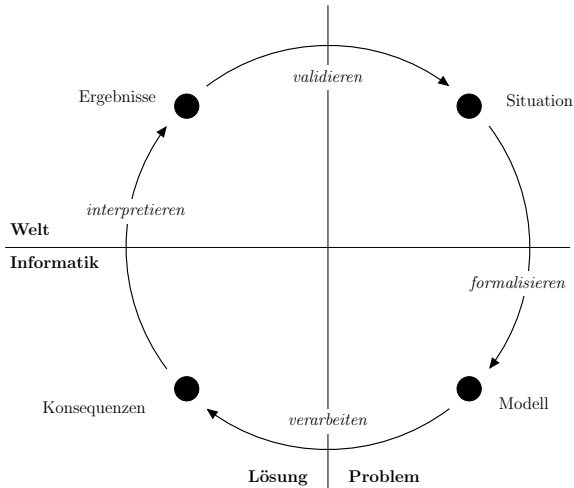


Abb. 2: Modellierungskreis der Informatik (Humbert, Best u. a. 2020a, 92)

Im Rahmen des Pilotprojekts *Informatik an Grundschulen* (IaG) wurde die informatische Modellierung als unterrichtsplanungsleitendes Prinzip weiterentwickelt, um die Gestaltung lernförderlicher Szenarien zu ermöglichen (Humbert, Magenheimer u. a. 2020b, 109; (KR04–KR05) – Modul Kryptologie – Handreichung für Lehrkräfte).

3.3 Menschen, Probleme, Werkzeuge

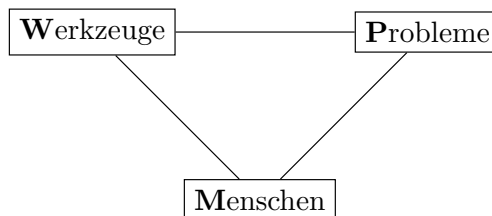


Abb. 3: People, problems, and tools as fundamental elements in problem solving (Caeli 2021, 48; Übersetzung durch den Autor)

Der „Weltsicht“ auf Menschen, Probleme und Werkzeuge, die im Informatik-kontext und vor allem aus der informatikdidaktischen Perspektive zu berücksichtigen sind, fällt eine zentrale Rolle zu. Auch hier werden wir bereits bei

Naur fündig: Peter Naur erläutert 1965 die Kanten (Verbindungen zwischen den Knoten) der Abb. 3:

- **[WP]** Werkzeuge zur Lösung von Problemen, die niemand als Probleme versteht, sind bedeutungslos.
- **[PM]** Probleme existieren nur aufgrund des menschlichen Bewusstseins.
- **[MW]** Werkzeuge existieren nur dann als Werkzeuge, wenn manche Leute sie für geeignet halten, um Probleme zu lösen.

Elisa Nadire Caeli betrachtet in ihrer Dissertation die aktuellen Überlegungen, *computational thinking* als verpflichtendes Element in der Schule zu etablieren. Sie analysiert historische Quellen auf Beiträge zur aktuellen Diskussion und erläutert die Abb. 3 im Kontext der Gestaltung von Lehr-/Lernprozessen (Caeli 2021, 55; Übersetzung durch den Autor):

- **[WP]** Werden die Werkzeuge verwendet, um Probleme zu lösen, die die Lernenden/Studierenden als Probleme verstehen?
- **[PM]** Lösen Lernende/Studierende wissentlich ein Problem, das für den Menschen relevant ist?
- **[MW]** Verstehen Lernende/Studierende Werkzeuge als geeignete Dinge, um Probleme zu lösen, und denken sie darüber nach?

Elisa Nadire Caeli dokumentiert die Einschätzung von Peter Naur zur Nutzung von Werkzeugen im Informatikunterricht:

„Darüber hinaus veranschaulichte Naur anhand des Dreiecksmodells aus Menschen, Problemen und Werkzeugen [siehe Abb. 3], wie diese drei Elemente interagieren und dass die Konzentration beispielsweise auf die Programmierung als Werkzeug unsere Kreativität einschränken könnte. Daher können Schüler:innen, anstatt Werkzeugnutzung zu lernen, von informatiksystemfreien Lernszenarien profitieren, um ihr Denken auf kreative Weise zu entwickeln, die losgelöst von bestimmten Werkzeugen ist.“ (Caeli 2021, 64; Übersetzung durch den Autor)

Diese Einschätzung haben wir zum Anlass genommen, weiter zu recherchieren und in der Folge den Beitrag (Humbert u.a. 2018) zusammengestellt, der auf (Kay 1991a) bzw. (Kay 1991b) verweist. Alan Kay hat mit der Vision eines Tablet-Informatiksystems für Kinder (Kay 1972) und der Entwicklung der Programmiersprache Smalltalk (als Squeak heute auch für Schüler:innen in der Grundschule im Einsatz; Ingalls u.a. 1997) konstruktive Nutzungsmöglichkeiten von Informatiksystemen für die Integration in Bildungsprozessen ersonnen. Andererseits formuliert er aber sehr deutlich: „Jeder weiß, daß die Musik nicht im Klavier steckt. Sie entspringt dem Menschen – seinem Bedürfnis, Stimmungen, Empfindungen und Vorstellungen auf besondere Weise, nämlich durch Melodien, Rhythmen und Harmonien zu gestalten und mitzuteilen“ (Kay 1991b, 136). Joseph Weizenbaum macht deutlich, dass Lehrkräfte

in die Lage versetzt werden müssen, die informatische Modellierung zu verstehen, um die Zukunft bewältigen zu können:

„[...] dass man mit Hilfe von Computersimulationen viele Phänomene veranschaulichen und erklären kann, die sonst ziemlich kompliziert zu erklären sind und oft keine eigene visuelle Realität haben. Und in der Tat ist die Modellbildung eine Grundform der Arbeit mit dem Computer. Das können mathematische oder physikalische, aber auch soziale, wirtschaftliche oder psychologische Modelle sein. Wichtig ist nun aber, dass man sich darüber im Klaren ist, was ein Modell ist, was es leisten kann und was es nicht ist bzw. wo seine Grenzen sind. [...] Dabei war wichtig, was in dieses Modell eingebaut wurde. Noch wichtiger aber ist, was bei der Modellbildung unberücksichtigt geblieben ist. [...] Ohne zu übertreiben, halte ich dies für die wichtigste Erkenntnis, die ein Lehrer, der Computersimulation einsetzt, vermitteln kann, nämlich deutlich zu machen, wo die Grenzen der jeweiligen Modelle liegen. Das gilt in ganz besonderem Maße für die Simulation gesellschaftlicher oder psychologischer Prozesse.“ (Weizenbaum 1988, 4–5)

„Eine Frage, eine ganz wichtige Frage, ist die folgende: Auf welcher Ebene wollen wir den Kindern den Computer erklären? Auf englisch gesagt: At what level of explanation? Sollen wir ihnen erklären, wie man ein Computerspiel, vielleicht einen Flugzeugsimulator, der viel Spaß machen könnte, bedient? Sollen wir den Kindern den Computer auf dieser Ebene erklären? Dann kann man vielleicht etwas sagen über Computersprachen, besonders höhere Computersprachen. Wie funktioniert der Computer, daß er diese Sprache versteht? Dann gibt es das, was wir machine language, also Maschinensprache nennen – ja, und wie funktioniert das? Da muß man die Schalter des elektrischen Gerätes, seine Architektur, erklären. Das ist nicht besonders schwer, muß ich sagen, aber man muß sich entscheiden, man muß sagen: Diese Ebene wollen wir. Wenn man das gesagt hat, muß man auch seine Idee verteidigen, indem man begründet, daß es gerade diese Ebene der Erklärung ist, mit der man beginnen bzw. aufhören sollte. Warum gerade diese Ebene? Wenn man sagt: Nein, sie sollten auch lernen, wie diese Schalter und diese Architektur funktionieren, dann dauert es nicht lange, bis wir in der Quantenmechanik – ich meine das ganz ernst –, bis wir in der Physik sind.“ (Weizenbaum 2001, 81–82)

Über Fragen der Zielstellung hinaus stellt sich die Frage nach dem „Warum“. Diese Frage wird bereits vor zwei Generationen gestellt und es werden Antworten gegeben:

„Bezüglich der Frage, warum Informatik in die Schule gehört, habe ich herausgefunden, dass Peter Naur vor 50 bis 60 Jahren argumentierte, dass jeder lernen sollte, Daten, ihre Natur und ihre Verwendung in einer demokratischen Gesellschaft zu verstehen. Seine Begründung war, dass die Informatik, ähnlich wie das Sprachenlernen und die Mathematik, ein wichtiges Hilfsmittel für eine Reihe allgemeiner Aktivitäten ist, die für unser allgemeines Leben und für alle Disziplinen relevant sind. Er erklärte, dass die Menschen die Informatik verstehen müssten, um Entscheidungen in unserer Gesellschaft beeinflussen zu können, und erklärte daher – veranschaulicht

durch Beispiele, wie sich die Informatik auf das Leben aller Menschen aus seiner eigenen Zeit und der von ihm erwarteten Zukunft auswirkt –, dass dieses Verständnis in der Pflichtschulbildung vermittelt werden sollte.“ (Caeli 2021, 62–63; Übersetzung durch den Autor)

Alexander B. Cannara und Stephen A. Weyer stellen 1974 fest,

„[Informatik] hat für die Bildung im *Primarbereich* viel zu bieten:

1. das Konzept, dass Ideen als Anweisungssequenzen formalisiert werden können,
2. Methoden zur Modellierung von Prozessen der realen Welt, und
3. Metaphern zur Verknüpfung von maschineller Daten- und menschlicher Informationsverarbeitung.“

(Cannara & Weyer 1974, 272; Übersetzung durch den Autor)

Dass die frühen Überlegungen von Peter Naur – obwohl klar am Fach, an der Wissenschaft Informatik orientiert – durchaus eine klare erziehungswissenschaftliche Zielstellung aufweisen, dokumentiert Elisa Nadire Caeli sehr deutlich – auch die Einschätzung, dass Änderungen im Bildungssystem Jahrzehnte benötigen, um wirksam zu werden, findet sich bereits in den frühen Texten:

„Der Großteil meiner historischen Studien konzentriert sich auf Naurs fachspezifische Bildungstheorien. Diese Theorien können als Fortsetzung von Klafkis allgemeinpädagogischen Theorien gesehen werden, da sie beide gesellschaftliche und demokratische Gründe für die Einbeziehung von Fächern in die Pflichtschulbildung in einer allgemeinen Bildungsperspektive und nicht für spezifische Berufsziele betonen. Darüber hinaus betonen sowohl Klafki als auch Naur die Projektaktivität im Hinblick auf die Entwicklung von Kompetenzen in einem anwendungsorientierten Kontext, anstatt sich Wissen oder Lernkonzepte außerhalb ihres Kontexts anzueignen. Dies ist einer der Gründe, warum Naurs fachdidaktische Theorien für eine kritisch-konstruktive Bildungsperspektive gut geeignet und wertvoll sind. Naur rechnete damit, dass es Jahrzehnte dauern würde, bis das Fach Datalogie in die Pflichtschule aufgenommen werden würde. Obwohl Pioniere den Grundstein für das Fach legten und Lösungsansätze für Herausforderungen detailliert beschrieben, beschlossen Politiker und Entscheidungsträger in Dänemark, das neue Fach nicht umzusetzen. Heute besteht jedoch ein erneutes Interesse an einem ähnlichen Thema [...], das darauf abzielt, dass jeder digitale ‚Technologien‘ versteht. Daten sind ein unvermeidliches Thema, und in dieser Hinsicht ist Naurs Denken wertvoll und inspirierend.“ (Caeli 2021, 64; Übersetzung durch den Autor)

4 Fazit der historischen Betrachtungen

Parallel zur Etablierung der Wissenschaft Informatik werden Überlegungen zum Bildungswert dieses Faches angestellt. Da Informatik sowohl strukturwissenschaftliche wie auch ingenieurwissenschaftliche aber auch – bezogen auf die Auswirkungen informatischer Modellierungen auf die Welt – sozial- und

gesellschaftswissenschaftliche Eigenschaften aufweist, führt jede Zuordnung zu etablierten Schulfächern zu Abstrichen und läuft damit der dem Fach innewohnenden, aber spezifisch ausgeprägten Multiperspektivität zuwider – ja: konterkariert geradezu die aus dem Fach entspringende Weltsicht.

Aus den Überlegungen von Peter Naur und Alan Kay werden konkrete Ideen zur Umsetzung in der Schule abgeleitet. An einigen Stellen werden erste curriculare Einflüsse wirksam, die in Dänemark vom Schulministerium durch Unterrichtsmaterialien ergänzt um didaktische Hinweisen entwickelt und disseminiert werden. Allerdings gelingt die Einflussnahme nur sporadisch und wird später oftmals von einer Nutzungsperspektive abgelöst. Doch betonte bereits Peter Naur, dass es einige Jahrzehnte dauern könnte, bis seine Ideen wirksam umgesetzt werden (siehe Abschnitt 3.3).

Alan Kay „erleidet“ das gleiche Schicksal, wie vor ihm bereits Seymour Papert, der den „Krankheiten des Bildungssystems“ durch ein in den Bildungsprozess eingespeistes Informatiksystem (bei Seymour Papert die Programmiersprache Logo) begegnen wollte (Agalianos u. a. 2006, 4).

Als Konsequenz von Bemühungen zur Beförderung der Informatik in der Schule ausschließlich durch die Einbeziehung von Informatiksystemen kann festgehalten werden, dass die von Peter Naur 1965 attestierte Problematik (siehe Abschnitt 3.3, Abb. 3 und seine Erläuterungen) die Werkzeugsicht darstellt und damit zur Bildung nur wenig beizutragen in der Lage ist. Umgekehrt werden die Werkzeuge dann nützlich, notwendig und bildungsförderlich, sobald Schüler:innen im Problemlöseprozess die Notwendigkeit der automatischen Abarbeitung ihrer Überlegungen zur Lösung mittels eines Informatiksystems einschätzen können.

Zentral für die mit der informatischen Bildung einhergehenden Zieldimensionen sind die im Phänomenbereich 3 (Humbert & Puhlmann 2004) angesiedelten Überlegungen, dass Informatikkonzepte auch ohne expliziten Bezug zu Informatiksystemen im Alltag der Schüler:innen eine wichtige Rolle spielen. Hier geraten namentlich regelbasierte Strukturen, wie soziologisch relevante Gruppenphänomene bei/unter Menschen in den Blick; es geht um die Auflösung von Wartesituationen (durchaus bis hin zum Halteproblem; Turing 1936) und damit einhergehend den prinzipiellen Grenzen der Informatik.

Orientieren wir uns bei der curricularen Gestaltung darüber hinaus an den fundamentalen Ideen der Informatik (Schwill 1993), wird deutlich, dass auch hier gilt: das Verständnis für Informatikkonzepte und damit die Entwicklung von Informatikkompetenzen muss für alle Menschen durch altersgemäße Zugangswege ermöglicht werden, also auch im Elementar- und im Primarbereich. Die dargestellten Überlegungen führen in der Konsequenz dazu, dass Informatik als verbindliches Schulfach ab Klasse 1 der Grundschule allen Schüler:innen die Möglichkeiten und Chancen der informatischen Bildung eröffnen kann.

5 Zur Gestaltung von Informatik in der Schule

Wenn wir die in der historischen Perspektive dargestellten Anforderungen als kritisch-konstruktive Gestaltungshinweise für ein zeitinvariantes Bildungsgut betrachten, stellen wir – gerade für den Grundschulbereich – fest, dass in den zurückliegenden fünf bis sechs Jahrzehnten auf der Ebene der Informatikartefakte⁵ gewaltige Veränderungen zu beobachten sind. Sind also die historischen Gestaltungsüberlegungen heute überhaupt noch zielführend?

Nun, hier helfen Vergleiche:

- Die Überlegungen von Peter Naur gehen deutlich über die mit dem sogenannten *computational thinking* einhergehenden Ansätzen (Wing 2016) hinaus, wie in der Dissertation (Caeli 2021) herausgearbeitet wird. Bereits Naur zeigt in seinen Überlegungen, dass informatische Bildung Teil allgemeinpädagogischer Überlegungen ist und didaktisch-methodisch so zu gestalten ist, dass gesellschaftliche und demokratische Bezugspunkte berücksichtigt werden müssen (siehe Abschnitt 3.3).
- Die mit *Computer Science Unplugged* (Bell, Fellows, und Witten 2006) angestrebten – durchaus zeitinvarianten – Erkenntnisse der Informatik gehen vom Fach und den Denkzeugen des Faches aus (Haefner u.a. 1987) – das Sinnkriterium der fundamentalen Ideen der Informatik (Schwill 1993) fordert hingegen, dass Problemsituationen der Schüler:innen als Bezugspunkt (auch für einen gelingenden Informatikunterricht) berücksichtigt werden müssen.
- Informatische Modellierung als Herzstück der Informatik (Thomas 2002) und einer prozessorientierten Charakterisierung der Arbeit im Fach, wie von Humbert und Puhlmann (2004) dargestellt wird, hat in der Informatik Tradition: der Querschnittsfachausschuss „Modellierung“ der Gesellschaft für Informatik, der seit 1998 die gleichnamige Tagung durchführt.
- Mit dem Pilotprojekt *Informatik an Grundschulen* (IaG) wurde erfolgreich die Umsetzung der in (MSB-NW 2017) dokumentierten Projektziele ohne den Einsatz von Informatiksystemen realisiert und evaluiert. Die Erweiterung um einen sinnvoll gestalteten Informatiksystemeinsatz konnte ebenfalls erprobt werden, so dass gerade für Grundschulen Umsetzungsvorschläge zur Entwicklung von Informatikkompetenzen bei Schüler:innen gezeigt werden konnten.
- Allerdings stellt sich das bereits an anderer Stelle verdeutlichte Problem der Qualität der Qualifikation der Lehrkräfte (Haselmeier u.a. 2016; Haselmeier 2018, 2019). Dazu wurde eine GI-Empfehlung verabschiedet, die dem Einfluss der Informatik auf alle Bereiche der Arbeit aller Lehrkräfte auf einer

5 Als Artefakte werden Ergebnisse der Arbeit von Informatiker:innen bezeichnet – dazu gehören die Elemente der Modellierung in Form von Informatiksystemen.

wissenschaftlichen Basis in der ersten Phase der Lehrkräftebildung Rechnung trägt (Diethelm 2021).

6 Internationale Entwicklungen

Als Konsequenz der bisher angestellten Überlegungen stellt sich die Frage: Gibt es internationale Entwicklungen, die unsere Erkenntnisse berücksichtigen?

In England wurde mit dem Schulfach *Computing* ab Klasse 1 der Grundschule ein eigenständiges Fach eingeführt, das durchgängig die komplette Bildungsbiographie begleitet. In Singapur beginnt Informatik bereits in der Vorschule (Landtag Nordrhein-Westfalen 2015, 4). „The Japan News“ dokumentiert (The Yomiuri Shimbun 2016), dass in Japan Informatik ab der Grundschule verpflichtend eingeführt wird.

In vielen Ländern wurde in den zurückliegenden Jahren Informatik als verpflichtendes Element der allgemeinen Bildung ab der Grundschule etabliert, oder es wurde beschlossen, dies zu tun: Schweiz, UK, Polen, Slowakei, Slowenien, USA, Indien, Südkorea, Israel, Australien und Neuseeland (nach Baumgartner u. a. 2016, 108–109). Mit Serbien führt ein weiteres europäisches Land Informatik als verpflichtendes Schulfach ab der Grundschule ein (Ivanji 2020) die Liste der Länder, die in den zurückliegenden Jahren einen (eigenständigen) Pflichtbereich zur Etablierung informatischer Bildung ab der Grundschule eingerichtet haben bzw. dies planen, wird länger und länger.

7 Resümee

Informatik stellt mit der informatischen Modellierung eine konstruktive Möglichkeit zur Gestaltung der Welt bereit. Die analytische Dimension eröffnet den Horizont zum Verstehen, während Gestaltungsüberlegungen die Selbstwirksamkeit erfolgreich auf der operativen Ebene umsetzbar Änderungen zur Folge haben (Humbert & Müller 2023). Die Wirkmacht der Informatik als Bildungsgut kann letztlich nur bildungsbegleitend mit einem sowohl fachlich fundierten als auch auf die konkrete Lebenswelt bezogenen Informatikunterricht durch die komplette Bildungsbiographie erfolgreich eingelöst werden. Integrative Ansätze sind gescheitert, da eine fachlich ausgestaltete Grundlage bei den Lehrkräften und in der Folge bei den Schüler:innen unzureichend entwickelt wurde.

Literatur

- Angelos, A., Whitty, G. & Noss, R. (2006): The Social Shaping of Logo. In: *Social Studies of Science*, 36(2), 241–267.
- Balzert, H. (1976): *Informatik: 1. Vom Problem zum Programm – Hauptband*. München: Hueber-Holzmann Verlag.
- Balzert, H. (1978): *Informatik: 2. Vom Programm zur Zentraleinheit – Vom Systementwurf zum Systembetrieb – Hauptband*. München: Hueber-Holzmann Verlag.
- Baumgartner, P., Brandhofer, G., Ebner, M., Gradingner, P. & Korte, M. (2016): Medienkompetenz fördern – Lehren und Lernen im digitalen Zeitalter. In: M. Bruneforth, L. Lassnigg, S. Vogtenhuber, C. Schreiner & S. Breit (Hrsg.): *Nationaler Bildungsbericht Österreich. Band 1*. Graz: Leykam, 95–131.
- Bell, T., Fellows, M. & Witten, I. (2006): *Computer Science Unplugged*. Online unter: <https://t1p.de/4y242> (Abrufdatum 11.12.2023).
- Caeli, E. (2018): *Datalogi som menneskelig aktivitet: Et oplæg om Peter Naur*. Online unter: <https://t1p.de/uild> (Abrufdatum 11.12.2023).
- Caeli, E. (2021): *Computational Thinking in Compulsory Education: Why, What, and How?: A Societal and Democratic Perspective*. PhD Dissertation, Aarhus, DK: Graduate School at the Faculty of Arts, Aarhus University.
- Cannara, A.B. & Weyer, S.A. (1974): *A Study of Children's Programming*. In: K. Brunnstein, K. Haefner & W. Händler (Hrsg.): *Rechner-Gestützter Unterricht: RGU'74 – Fachtagung*; 12. bis 14. August 1974 Hamburg. Wiesbaden: Springer, 272–281.
- Denning, P.J. (2005): Is Computer Science Science? In: *Communication of the ACM*, 48(4), 27–31.
- Der Spiegel (1958): Das Hirn. In: *Der Spiegel*, 12(10).
- Diethelm, I. (2021): *Informatische Bildung für alle Lehrkräfte – Position des GI-Arbeitskreises Lehrkräftebildung*. In: L. Humbert (Hrsg.): *Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen*: 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 8. bis 10. September 2019 Oldenburg. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 311.
- DVV – Pädagogische Arbeitsstelle (1984): *Das VHS-Zertifikat Informatik – Informationsbroschüre mit Lernzielkatalog*. Bonn: DVV.
- Fellows, M.R. (1991): *Computer SCIENCE and Mathematics in the Elementary Schools*. Online unter: <https://t1p.de/xj7w> (Abrufdatum: 11.12.2023).
- Fellows, M.R. & Parberry, I. (1993): SIGACT trying to get children excited about CS. In: *Computing Research News*, 5(1).
- Forsythe, G.E. (1963): Educational implications of the computer revolution. In: W.F. Freiburger & W. Prager (Hrsg.): *Applications of Digital Computers*. Boston: Ginn, 166–178.
- Forsythe, A.I., Keenan, T.A., Organick, I.E. & Stenberg, W. (1969): *Computer Science: A First Course*. New York: Wiley.
- Gesellschaft für Informatik e.V. (2019): *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich: Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V.* Online unter: <https://t1p.de/y4ljq> (Abrufdatum: 11.12.2023).
- Haefner, K., Eichmann, E.H. & Hinze, C. (1987): *Denkzeuge: Was leistet der Computer? Was muß der Mensch selbst tun?* Basel: Birkhäuser.
- Haselmeier, K. (2018): Im Babylon der Informatik: (Begriffs-)Verwirrung und Konsequenzen für die Begegnung mit informatischen Unterrichtsgegenständen. In: *LOG IN, Diskussion*, 38(189/190), 51–56.
- Haselmeier, K. (2019): *Informatik an Grundschulen – Stellschraube Lehrerbildung*. In: A. Pasternak (Hrsg.): *Informatik für alle*: 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 16.-18. September 2019 Dortmund. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 289–298.

- Haselmeier, K., Fricke, M., Humbert, L., Müller, D. & Rumm, P. (2016): Informatikunterricht im Primarbereich – ohne qualifizierte Lehrkräfte geht es nicht. In: M. Thomas & M. Weigend (Hrsg.): Informatik für Kinder: 7. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik; 20. Mai 2016 Nordstedt. Universität Münster: Books on Demand, 103–112.
- Humbert, L. (2019): #PflichtfachInformatik ab der 1. Klasse der Grundschule – Informatik gehört auf jedes Zeugnis. *wissensschule.de*. Online unter: <https://t1p.de/f6dn> (Abrufdatum 11.12.2023).
- Humbert, L. & Müller, D. (2023): „Hätte ich gewusst, dass dies Informatik ist, dann hätte ich...“. In: L. Hellmig & M. Hennecke (Hrsg.): Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit: 20. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 20.bis 22. September 2023 Würzburg. Bonn: GI, 55–70.
- Humbert, L. & Puhlmann, H. (2004): Essential Ingredients of Literacy in Informatics. In: J. Magenheimer & S. Schubert (Hrsg.): Informatics and Student Assessment. Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics (LNI). Bonn: Köllen Druck+Verlag GmbH, 65–76.
- Humbert, L., Best, A., Micheuz, P. & Hellmig, L. (2020a): Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern. In: Informatik Spektrum, 43, 85–93.
- Humbert, L., Magenheimer, J., Schroeder, U., Fricke, M. & Bergner, N. (2020b): Handreichung für Lehrkräfte: Handreichungen und Unterrichtsmaterial. Hinweise zur Schulung/Fortbildung. Online unter: <https://t1p.de/iu9z> (Abrufdatum: 11.12.2023).
- Humbert, L., Müller, D., Fricke, M., Haselmeier, K. & Siebrecht, D. (2018): „Because the music is not inside the piano“: Ist informatische Bildung ohne Informatiksysteme wünschenswert. In: LOG IN, Praxis & Methodik, 38(189/190), 67–72.
- Ingalls, D., Kaehler, T., Maloney, J., Wallace, S. & Kay, A. (1997): Back to the Future. The Story of Squeak, A Practical Smalltalk Written in Itself. In: E.S. Loomis, T. Bloom & A.M. Berman (Hrsg.): Proceedings of the 1997 ACM SIGPLAN Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages & Applications; 5. bis 9. Oktober Atlanta, Georgia. Atlanta: ACM, 318–326.
- Ivanji, A. (2020): Digitalisierung Serbien: Vom Agrarstaat zur Digitalnation. Online unter: <https://t1p.de/dq8i> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Kay, A.C. (1972): A Personal Computer for Children of All Ages. In: J.J. Donovan & R. Shields (Hrsg.): Proceedings of the ACM annual conference; ACM National Conference 1972. New York: ACM. Online unter: <https://t1p.de/vgeh> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Kay, A.C. (1991a): Computers, Networks and Education. In: Scientific American, 265(3), 100–107. Online unter: <https://t1p.de/khc6> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Kay, A.C. (1991b): Neue Informationssysteme und Bildung. In: Spektrum der Wissenschaft, November, 136–143.
- Kuhlen, R. (2013): Information – Informationswissenschaft. In: R. Kuhlen, W. Semar & D. Strauch (Hrsg.): Handbuch Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation, 6. Aufl., Berlin: Walter de Gruyter, 1–24.
- Landtag Nordrhein-Westfalen (2015): Ausschussprotokoll Apr 16/971 – Ausschuss für Schule und Weiterbildung: Anhörung im Ausschuss für Schule und Weiterbildung am 26. August 2015 – 72. Sitzung (öffentlich). Düsseldorf: Haus des Landtags. Online unter: <https://t1p.de/05yk> (Abrufdatum 12.12.2023).
- MSB-NW (2017): Informatik an Grundschulen – Ziele: Pilotprojekt zur Erprobung von Konzepten zur informatischen Bildung im Rahmen des Sachunterrichts an Grundschulen. Online unter: <https://t1p.de/pods> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Naur, P. (1965): The Place of Programming in a World of Problems, Tools, and People. In: W.A. Kalenich (Hrsg.): IFIP Congress – Information Processing, Proceedings of the Third International Conference on Information Processing. Washington: IFIP, 195–199.

- Naur, P. (1966): Plan for et kursus i datalogi og datamatik. Online unter: <https://t1p.de/h87p3> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Schwill, A. (1993): Fundamentale Ideen der Informatik. In: ZDM, 25(1), 20–31.
- Simon, N. & Minc, A. (1979): Die Informatisierung der Gesellschaft. Veröffentlichungen der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung. Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- Steinbuch, K. (1957): Informatik: Automatische Informationsverarbeitung. In: SEG-Nachrichten (Technische Mitteilungen der Standard Elektrik Gruppe) – Firmenzeitschrift, 4, 171.
- The Yomiuri Shimbun (2016): Plan to make programming mandatory at schools a step to foster creativity. In: The Japan News. Tokyo. Online unter: <https://t1p.de/8355> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Thomas, M. (2002): Informatische Modellbildung – Modellieren von Modellen als ein zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht. Dissertation, Universität Potsdam, Didaktik der Informatik. Online unter: <https://t1p.de/6v1lx> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Turing, A. M. (1936): On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. In: Proc. Lond. Math. Soc., 2(42), 230–265.
- Undervisningsministeriet (UVM) (1985): Datalære 1985. Undervisningsvejledning for folkeskolen. København: J. H. Schultz A/S. Online unter: <https://t1p.de/cl4u> (Abrufdatum: 12.12.2023).
- Weizenbaum, J. (1988): Kinder, Schule und Computer. Online unter: <https://t1p.de/dd5s> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Weizenbaum, J. (2001): Computer und Schule. In: J. Weizenbaum (Hrsg.): Computermacht und Gesellschaft – Freie Reden. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 80–97.
- Wing, J. M. (2016): Computational Thinking, 10 years later. Online unter: <https://t1p.de/sm2c> (Abrufdatum 12.12.2023).

Autor

Humbert, Ludger, StD (i. R.) Prof. (em.) Dr. rer.nat. Dipl.-Inf.
ludger.humbert@udo.edu

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

Entwicklung informatischer Bildung,

Etablierung und Erweiterung eines Pflichtfachs Informatik