

Informatik als Grundbildung

Prof. em. H. Wedekind, Informatik, Universität Erlangen-Nürnberg
(wedekind@informatik.uni-erlangen.de)

Die PISA - Studie, deren Ergebnis für Deutschland wenig schmeichelhaft war, lehrt uns, dass drei Grundbildungsarten zu unterscheiden sind: eine sprachliche, eine mathematische und eine naturwissenschaftliche. Sprachliches Ausdrucksvermögen in Wort und Schrift, Beherrschung der Anwendung der vier Grundrechnungsarten und Fähigkeiten zum Erklären einfacher Naturphänomene sind in der Tat grundlegend für eine Kompetenz der Welterschließung und Problembewältigung in der modernen Zeit, die sich auch etwas großspurig „das Informationszeitalter“ nennt. Die Frage, die zu beantworten ist, lautet : Haben sich nicht in den letzten Dekaden aus dem Aspekt der Informationsverarbeitung besondere Erfordernisse herausgebildet, die eine vierte Grundbildungsart, nämlich Informatik als Grundbildung , rechtfertigen lässt? Wir wollen typische, grundbildende Themen der Informatik aufzeigen, um die Frage zu beantworten , was neben den „klassischen Drei“ als Bildungsaufgabe übernommen werden sollte. Spezialbildungen aller Art setzen Grundbildungen voraus. Das Umgekehrte ist nicht der Fall. Eine produktorientierte Informatik-Bildung, wie sie an diversen Schulen angeboten wird, ist eine Spezialbildung, der ersichtlich nur ein mäßiger Erfolg beschieden ist, weil ein Verständnis nicht vorbereitet wurde.“ Vier Jahrzehnte Irrweg gesteuert durch kurzfristige Entwicklungen“ konstatiert der bekannte Schweizer Informatiker, Prof. Nievergelt von der ETH Zürich.

Es ist ein großes Thema der Informatik , unsere gewöhnliche Rede im Alltag in ein Schema zu bringen. Betrachten wir z.B. zwei Schüler, nennen wir sie Hans und Peter, auf einem Schulhof im Gespräch. Sie mögen fünfzehn Jahre alt sein, sind also am Ende ihrer schulpflichtigen Zeit ankommen. Sie gehören demnach einem Jahrgang an , der zum PISA-Test herangezogen wurde. Hans sagt zum Peter : „ Ich gratuliere Dir zum Geburtstag“. Wer diese Sprechhandlung als eine singuläre Aktualisierung eines Schema versteht, der versteht sie nicht nur hier und jetzt auf dem Schulhof. Er versteht vielmehr, allgemein eine Gratulation auszusprechen; er versteht das universelle Schema: „Jemand gratuliert jemandem zu etwas.“ Ein verstandenes Schema erlaubt die Wiederholung einer Aktualisierung, überall und zu jeder Zeit, nicht nur in der geschilderten Schulhofsituation. Beliebig wiederholbare Sprachschemata, wie etwa Rechnerprogramme, sind die Basis der Informatik mit ihrer Automatisierungsabsicht. Ein Schema ist situationsunabhängig. Schüler im Alter von fünfzehn wissen, dass „gratulieren“ ein Tuwort (Verb) ist. Wenn sie sich einer Informatik-Grundbildung unterzogen haben, ist ihnen auch bekannt, dass Verben als Prozedur aufgefasst werden können, aber als Prozedur-Schema etwas anders hingeschrieben werden: „gratulieren (jemand, jemandem, zu etwas)“. Wer die unbestimmten Wörter „jemand“, jemandem“, „zu etwas“ durch genauere Bestimmungen ersetzen will, der schreibt: „gratulieren (Autor, Adressat, Anlass)“. Auf dem Schulhof war von Hans die Aktualisierung <ich, Dir, Geburtstag> erzeugt worden. Vollständig lautet die Aktualisierung, wenn auch die Pronomina durch Namen ersetzt werden: „gratulieren < Hans, Peter, Geburtstag > “. Es gibt nun eine beliebige Menge solcher Aktualisierungen , z. B :“ gratulieren < Maria, Hans , gute Note >“ etc. So wie Schemata für Verben erstellt werden, ist eine Schematisierung auch für Hauptwörter (Substantiva) in einfachen Fällen problemlos durchzuführen. Der Satz : „ Hans ist ein guter Schüler“ kann zu „Schüler (Namen, Qualität)“ schematisiert werden. Man nennt so etwas ein Datenschema , manchmal auch Datenbankschema.

Mit ihrem zentralen Thema „ Schema-Aktualisierung“ ragt die Informatik weit hinein in die Welt der Bildung. Bildung, ganz allgemein gesprochen, kann als ein großes Arsenal

erworbener Schemata, plus eine Fähigkeit zum Selbsterwerb, plus eine nicht unbedeutende Gedächtnisleistung angesehen werden. Nur mit Schemata kann man Aktualisierungen verstehen. Man sagt auch statt „verstehen“, eine Aktualisierung wird unter ein Schema gebracht, sie wird subsumiert. Ohne ein Selbsttätigwerden reduziert sich Bildung (literacy) auf Ausbildung (education). Bildung ist ein Selbstläufer, wenn eine Orientierung gegeben ist. Ausbildung bedarf einer permanenten Auffrischung in Kursen mit „credit points“ als Belohnung in abfragbaren Einheiten. Man sagt im Deutschen „Ich bilde mich“ (Aktivform) und „Ich werde ausgebildet“ (Passivform). Man sagt nicht „Ich werde gebildet“ und „Ich bilde mich aus“. Bildung wie Ausbildung haben das Verfügen über Schemata und den Schemaerwerb gemein. Nur der kleine Teilbereich der computerisierbaren Schemata ist der Gegenstand der Informatik und der gesamten rechnergestützten Informationsverarbeitung, mehr nicht. Das ist wenig im Verhältnis zum Gesamtarsenal der Schemata, die eine Bildung nach unserem Verständnis ausmachen. Das Wenige bedeutet aber heute im Alltagsleben bei der täglichen Problembewältigung sehr viel.

Die bedeutungsvolle Informatik als Grundbildung sitzt genau zwischen der Mathematik und dem Sprachbereich. Als Symbiont zu den beiden anderen wird sie aber gar nicht wahrgenommen und fristet an der Peripherie der Grundbildungen ein kümmerliches Dasein. Besonders deutlich kommt das Aschenputtel „Informatik“ zum Vorschein, wenn es um Fragen der Grammatik geht. Schon früh wird im sprachlichen Unterricht der Begriff „Grammatik“ eingeführt. Man spricht dann über Sprache, um die eigene Muttersprache oder die jeweilige Fremdsprache besser zu verstehen. Man lernt Wortarten wie Haupt- und Tuwort und den Aufbau von Sätzen, etwa die Gliederung in Haupt- und Nebensätze. Es wird unter den Sprachen eine große Unterschiedlichkeit festgestellt, weil eben die sogenannten „natürlichen“ Sprachen verschiedenen Kulturkreisen entstammen. Zu selten wird im Unterricht die Frage nach der Gemeinsamkeit der Sprachen gestellt. Wenn der Satzaufbau zur Debatte steht, beschränkt man sich auf die Feststellung, dass alle indo-europäischen Sprachen eine „Subjekt-Prädikat-Objekt“-Gliederung aufweisen. Die große Frage aber, ob es eine Sprache gibt, die über allen empirischen bzw. natürlichen Sprachen steht und somit transkulturell genannt werden kann, bleibt in einem Schulunterricht ohne Informatik als Grundbildung in der Regel unbeantwortet. Die Antwort auf diese wichtige Frage lautet: Ja, es gibt eine solche Kunstsprache, deren Grammatik „Rationale Grammatik“ genannt wird. Ein Riesenvorteil einer solchen Grammatik ist, dass sie die Grundlage für alle Sprachen darstellt, die unsere Rechner „verstehen“. Eine Rationale Grammatik ist ein Universalschema, das wegen seiner Allgemeingültigkeit viel einfacher sein muss als empirische Grammatiken. Menschen können sich mit Hilfe einer rationalen Sprache nur sehr bedingt unterhalten, dazu ist die Sprache viel zu primitiv. Rechnern kann man aber eine solche Sprache beibringen. Menschen, auch schon junge Menschen, können aber mit Hilfe einer rationalen Sprache Problembewältigung betreiben, wenn ihnen ein Rechner als Mittel zur Verfügung steht.

Eine Rationale Grammatik hat, wie jede empirische Grammatik auch, eine Wort- und Satzlehre. Der einfachste denkbare Satz, der gebildet werden kann, wird Elementarsatz genannt. Der Satz „Hans ist ein guter Schüler“ hat die Struktur eines Elementarsatzes, die im Unterricht erst später in der Logik mit anderen Elementarsätzen zu einem komplexen Satz zusammengesetzt wird. Die Fachausdrücke einer Rationalen Grammatik sind von denen einer empirischen Grammatik verschieden, um Verwechslungen zu vermeiden. „Hans“ wird nicht nur Eigenname, sondern auch Nominator genannt. „guter Schüler“ ist ein Prädikator. „ist“ heißt Kopula, mit der in einer Sprechhandlung Nominator und Prädikator verbunden werden. Man kann nun Tu-Prädikatoren, wie „gratulieren“, von Ding-Prädikatoren, wie „guter Schüler“, unterscheiden. „gut“ ist darin ein Apprädikator, verwandt einem empirisch-grammatischen Adjektiv. „Schüler“ ist ein Eigenprädikator, der hier einer Person, die durch

einen Eigennamen benannt wird, zugesprochen wird. Besonders einschränkend empfindet es jeder sprachbegabte Mensch, dass eine Rationale Grammatik nur zwei Arten von Ausdrucksschemata zur Verfügung stellt: Aufforderungen und Aussagen. Der Aufruf eines Prozedurschemas „gratulieren (Autor, Adressat, Anlass)“ mit „Hans, gratuliere dem Peter zum Geburtstag!“ ist eine Aufforderung, eine Gratulation zu vollziehen oder zu aktualisieren. „Hans ist ein guter Schüler“ ist eine Aussage, aktualisiert aus dem Schema „Schüler (Name, Qualität)“. Auch unsere Rechner kennen nur Aufforderungen und Aussagen nach vorgegebenem Schema. Es geht alles nach Schema F, eine Erkenntnis, die auch so manchem Erwachsenen gut tun würde. Das Fach „Informatik“ auch „Inschematik“ zu nennen, ist schon berechtigt.

Von der Situation auf dem Schulhof nun zu einer Situation in einem Restaurant. Eine Mutter liest ihrem noch nicht schulpflichtigen Kind eine Speisekarte vor. Als es zum Nachtisch kommt, fragt sie: „Willst Du Eis oder Pudding?“. Ein Ober, der nahebei die Unterhaltung verfolgt hat, tritt hinzu und sagt: „Entschuldigung, aber heute gibt es keinen Pudding“. Spontan antwortet das Kind: „Dann will ich Eis“. Ist da ein Wunder geschehen? Der noch nicht Schulpflichtige hat gerade, ohne zu wissen, einen berühmten logischen Schluss vollzogen, der den stolzen Namen „modus tollendo ponens“ trägt. Aus „Es gibt Eis Oder Pudding, aber keinen Pudding“ als Vordersatz erschließt sich das Kind korrekt die Konsequenz „Dann Eis“. Rechnen, z. B. den Übergang von $7 + 5$ zu 12, lernt das Kind später in der Schule. Der „modus tollendo ponens“ bleibt ihm sein Leben lang mit hoher Wahrscheinlichkeit unbekannt, weil Logik aus dem Schulunterricht verbannt wurde. „Logik ist leicht“, sagt man in Deutschland, eigentlich schon seit den Humboldtschen Reformen, weil man glaubt, dass Logik bereits mit der Muttersprache mühelos erlernt wird, wie unser Kind das zeigt. Das Operieren mit Aussagen (Logik) gilt als leicht. Das Operieren mit Zahlen wie in der Arithmetik gilt als schwer und muss deshalb schulisch unterrichtet werden. Das ist aber bloß eine schlichte Deutung dessen, was Logik ist. In den letzten hundert Jahren hat sich in Sachen Logik sehr viel getan. Logik ist heute die Geltungssicherung von behaupteten, komplexen Aussagen und hat eine zentral erzieherische Aufgabe. Statt Geltung kann man auch das stark belastete Wort „Wahrheit“ benutzen, wenn man sich klar ist, dass Wahrheit schwer erarbeitet werden muss und nicht schlicht vom Himmel fällt. Die Geltungssicherung gilt insbesondere für komplexe, zusammengesetzte Aussagen, für die man zur Verknüpfung ein „Oder“, „Und“, „Wenn... Dann“ etc. gebraucht. Das oben skizzierte Gespräch „Mutter–Kind“ ist ein logischer Dialog. Logik hat sich in den letzten hundert Jahren zu einer Erweiterung der Rationalen Grammatik herausgebildet und gehört zum festen Bestandteil einer Informatik als Grundbildung. Dass sich nur ihre berühmte Verwandte, die „Arithmetik“, als Grundbildung manifestiert hat, ist keine List, sondern eine Laune des Schicksals, die es im Informationszeitalter zu korrigieren gilt.

Eine wichtige Aufgabe der Informatik als Grundbildung sollte dem Thema „Namensgebung und Kennzeichnung“ gewidmet sein. „Die Hauptstadt Frankreichs“ ist eine Kennzeichnung, man sagt sogar eine echte Kennzeichnung, weil das Objekt, das so beschrieben wird, existiert und eindeutig ist. Es trägt den Namen Paris. Jede Rechneradresse im Netz, man sagt dazu URL (Unique Resource Locator), ist eine echte Kennzeichnung, weil Existenz und Eindeutigkeit vorliegen. In der Informatik sind echte Kennzeichnungen gang und gäbe. Ein Zusammenbauteil wird z.B. durch seine Komponenten gekennzeichnet. Wichtig ist, im Grundbildungs-Unterricht die große Bedeutung der Kennzeichnung in unserem Leben herauszuarbeiten. Die Objekte unserer Welt sind durchweg namenlos. Geographische und astronomische Gegenstände tragen zuweilen einen Eigennamen. Hinzu kommen noch Lebewesen wie Mensch und Haustier. Zu allen anderen Objekten muss zwecks Benennung eine kennzeichnende Beschreibung aufgebaut werden, die genauso wie Eigennamen

behandelt werden kann. Eigennamen und Kennzeichnungen sind Nominatoren. Der Aufbau von Kennzeichnungen ist schon früh im schulischen Unterricht der Informatik als Grundbildung einzuüben.

Wenn Gegenstände einer Sprache selbst zum Gegenstand des Sprechens werden, ist diese Sprache gesondert als Metasprache auszuzeichnen. Die objektsprachliche Aussage „Peter ist kurz“ soll bedeuten, dass eine Person namens Peter von kleinem Wuchs ist. Auf der Ebene einer Metasprache muss geschrieben werden: „Peter“ ist kurz. Gemeint ist: Das Wort, besser das Wortschema „Peter“, nicht die Person, ist kurz. Nicht nur Wortschemata, sondern ganze Satz-schemata können in einer Metasprache zur Debatte stehen und müssen dann als solche durch ein Anführungszeichen kenntlich gemacht werden. Grammatische Bestimmungen gehören vornehmlich einer Metasprache an. „*Peter*“ ist ein Nominator ist ein metasprachlicher Satz einer rationalen Grammatik. Informatik –Systeme verlangen, dass Sätze und Wörter metasprachlich beschrieben werden. Man spricht dann von Metainformation, ohne die in der Informatik nichts läuft. Der Mathematik und der Sprachlehre sind Ausdrücke, die mit „Meta-“ beginnen, bekannt. Ihr zentraler Stellenwert kann aber in einer Informatik als Grundbildung deutlich profiliert werden. In den Naturwissenschaften sind Meta-Ausdrücke selten anzutreffen. Es gibt keine Metachemie und Metabiologie, und Metaphysik ist keine Naturwissenschaft.

Auch eine Grundbildung hat ihre intellektuellen Höhepunkte. In einer Informatik als Grundbildung ist sicherlich das Thema „Gleichheit und Abstraktion“ ein Paradethema. Eine explizite Darstellung des Abstraktionsvorganges ist ein Kernstück der Lehre. Wenn in einem Text „Margarine“ durch „Butter“ ersetzt werden darf, ohne die Geltung des Textes zu verändern, dann liegt eine Abstraktion von Prädikatoren wie Margarine und Butter zu einem Begriff, nennen wir ihn Streichfett, vor. Abstraktion baut auf der Spezifikation einer Äquivalenzrelation auf. Im Falle von „Margarine“ und „Butter“ spricht man bei einer gleichen sprachlichen Behandlung von Synonymität. Butter und Margarine werden als gleichbedeutend angesehen, obwohl sie konkret sehr unterschiedlich sind. Berühmte Abstraktionen wie: Von der Ziffer zur Zahl, von Folgen zu Mengen, von Termen zu Funktionen betreffen zwar die mathematische Grundbildung. Dass jede gute Schnittstelle der Informatik eine Abstraktion ist im Hinblick auf äquivalent anzusehende Implementierungen, das ist eine Erkenntnis, die früh vermittelt werden sollte. Die explizite Abstraktion verbindet Grundbildungsbereiche miteinander. Ihre Vermittlung ist deshalb eine besondere grundbildende Herausforderung.