

Abstraktion, System, Design  
Zur Perspektive von Bildung, aus informatischer Sicht

Frieder Nake & Susanne Grabowski

Dass Erfahrung das A und Reflexion das O der Bildung sind, können wir wohl als eine Binsenwahrheit annehmen. Der Verweis auf John Dewey (1938) und die Reformpädagogik dürfte im Kontext der Medienpädagogik hierfür hinreichen. Wir spielen mit der Sprache und notieren beiläufig, dass wir Erfahrung er-fahren. Wir fahren von hier, wo wir jetzt sind, nach dort, wo wir jetzt nicht sind, dann aber sein möchten. Dies ist nicht mehr als jargon-getränktes Reden in Metaphern.

### **Metapher und Anekdote zur Einstimmung**

Der Wandergesell als pädagogisches Muster mag uns bei solchem Sprechen in den Sinn schießen. Er avanciert mit seinem Wanderstock direkt zum A und O der Bildung. Der Tramp wäre sein Freund, der Vagabund, der Herumstreicher, der Flüchtling wohl auch – all jene also, die in körperlicher Bewegung sind, freiwillig oder unfreiwillig, und sich dabei wohl kaum das Nachdenken über ihr Fahren verbieten lassen werden. Alle bilden sie sich, ständig, ob sie wollen oder nicht, und ob eine Institution das will oder nicht. Am Abend sitzt man zusammen, in der Station am Pilgerpfad im nördlichen Spanien.

Zwischenruf! Woher wohl kommt es, dass viele Menschen sich in aktueller Zeit einige Wochen lang, freiwillig und gern, den Mühen eines Pilgerpfades aussetzen? Mag das ihr Hunger nach einer Art von Bildung sein, die dem anscheinend populären informationstechnischen Pfad, dem *ePfad*, krass und diametral, wie es scheint, entgegengesetzt ist? Dieser nämlich hat mit dem wörtlich genommenen Fahren, das durchaus zu Zeiten einem Schleppen des Körpers ähnlicher sein mag als dem freien Gedankenflug, den wir mit Bildung verbinden mögen, erst einmal schier gar nichts am Hut, wenn er auch dessen virtuelle Variante um so extensiver fördert. Dringt da eine verborgene Entwicklungsgeschichte an die Oberfläche?

Im Frühjahr des Jahres 2005, Schnee lag noch auf den Gipfeln der Pyrenäen, machte sich ein Bremer Student der Kulturwissenschaft im Süden Frankreichs auf den Weg nach Santiago de Compostella, auf den Jakobspfad. Ein tausend Kilometer Fußmarsch mit Gepäck auf dem Buckel lagen vor ihm. Der alte Pilgerpfad war wieder entdeckt, schön hergerichtet und bekannt gemacht worden.

Unser Mann machte sich in durchaus ungewöhnlicher Absicht auf den Weg. Die Erfahrung des eigenen Körpers, der Landschaft, des Wetters, der Menschen, der Kultur, der Zufälligkeiten, die

der Tag und die Nacht bringen würden – ja, selbstverständlich, das alles mochte vor ihm liegen. So wie, in anderer Metapher, Teiche, Seen, Meere, auch Länder und Territorien, ungesehene Weite, wie man sagt, vor dem nach Wissen und Bildung Verlangenden liegen, wenn der sich auf die Reise begibt.

Unser Mann aber trug besonderes Gepäck im Rucksack, das Gepäck jedes Dienstreisenden heute: den Laptop, das Notebook. Das Wandern des Tages nämlich, das er wanderte Gut, so hatte er beschlossen, galt es auf besondere Weise am Abend zu durchdringen, zu formen, festzuhalten, mitzuteilen und allgemein bekannt zu machen: informationstechnisch.

Er hatte Vorsorge getroffen, von Tag zu Tag ein elektronisches Tagebuch zu führen, laufend uns allen, allen überhaupt mitzuteilen, wo er sei, was ihm bemerkenswert erschienen war entlang des Pfades des heutigen Tages. Knappe Mitteilungen wurden dies, deutlich stellte der Scholar einzelne Beobachtungen heraus. Ein paar Fotos schmückten jede der täglich hinzu kommenden Seiten. Das digitale, stilisierte Bild des Pfades zeigte auf dem Computermonitor, wie weit er vorgedrungen war, was er noch vor sich hatte. Jeder, bekannt oder nicht, hatte Gelegenheit, etwas zu sagen, mitzuteilen, zu grüßen, zu kommentieren. Alle konnten wir alles lesen. Das private Erfahren in Kälte und Hitze, in Not und Freud breitete unser Fahrensmann vor uns aus.

Das Internet wurde zum Träger eines Gespinnstes von Zeichenströmen und -prozessen, die unseren Wanderer zunehmend umgarnten. So manches Mal, dachte ich beim Verfolgen seiner Spuren, wird er zu Mittag im Geiste schon formuliert haben, was er am Abend uns Neugierigen mitteilte und so mit uns teilte. In Echtzeit, jedenfalls sehr zeitnah.

Jede, die in Unterrichtssituationen Informationstechnik verwendet, wird ähnliche Geschichten hervorkramen können. Der Pilgerer mit dem Staub an den Schuhen und den Daten im Notebook dient uns als Metapher für die Erörterung des Fahrens und Erfahrens.

Wir werden Zeichen und ihre Prozesse in den Mittelpunkt unserer folgenden Betrachtung stellen, werden gewisse Stränge aktuellen Diskurses im Vorüber aufnehmen, um sie gegenwärtig zu haben. Die überragende Bedeutung der Erfahrung für jedes Lernen und damit auch jede Didaktik ist der Punkt, von dem aus wir auf den Computer blicken, jene Maschine, die die digitalen Medien prägt und bestimmt. Wenn wir ihn aus Lernumgebungen, aus Lebenswelt nicht mehr wegdenken können, wenn er Lernumgebung *ist* (wie manchmal der Fall) – was wird dann aus der Erfahrung? Wird jeder Pilgerer das Notebook mit sich herumtragen oder wird er am abendlichen kargen Rastplatz alles vorfinden, was ihn mit der Welt verbindet? Und was geschieht dabei der Erfahrung?

## **Der Computer, die semiotische Maschine**

Nach der Perspektive von Bildung zu fragen und dabei den Blickpunkt in der Informatik zu setzen, was wir hier – *horribile dictu* – vorhaben, das könnte zum unsinnigen Vorhaben erklärt werden.

Sollte Bildung uns nämlich ein Geschehen und ein Ziel sein, die auf das Ganze, den ganzen Menschen, die umfassende Persönlichkeit aus sind, auf all das vielleicht, was die Form ausmacht, „in der die Individuen an der Kultur teilhaben“ (Fuhrmann 2002:36), dann macht es wenig Sinn, disziplinäre Scheuklappen aufzusetzen und, so ausgestattet, das angesprochene Gesamt erfassen zu wollen. Zuständig für Bildung als Praxis – und um die geht es – stellt Werner Sesink entschieden fest, ist und bleibt die Pädagogik. Denn einzig sie fragt umfassend nach dem Sinn des Lernens (Sesink 2004:117). Alle anderen üben sich höchstens in Aspekten.

Dennoch sich informatisch borniert über Bildung zu äußern, kann dann sinnvoll nur noch geschehen, wenn in analytischer Absicht Verschiedenes zusammengetragen werden soll, ein Mosaik quasi, das als solches gar keinen höheren Anspruch erhebt.

Nun hat Werner Sesink im erwähnten Buch einen Aufsatz publiziert, der hierzu vieles enthält und tendenziell Abschließendes sagt (Sesink 2004a). Dankbar sei das zur Kenntnis genommen. Sesinks Pointe ist, dass Pädagogik und Informatik „Kinder der Aufklärung“ seien (Sesink 2004a:131). In einem anderen Kapitel im selben Sammelband geht er soweit zu sagen, dass Technologie, Informationstechnologie in Sonderheit, selbst Aufklärung sei (Sesink 2004:102f).

Die Befriedigung, die den Informatiker bei solchen pädagogisch ausgewiesenen Sätzen befallen mag, ist von kurzer Reichweite. Einen Gedanken daneben begegnet er der Dialektik der Aufklärung und findet sich vielleicht rasch in einem Traum von der Bildung als Entzauberung, der umschlägt in den Traum von der Verzückung. Dem informatischen Tun wohnt ja, neidvoll wird die Welt ringsum es anerkennen müssen, ein berechtigter Stolz inne. Denn das radikal informatische Vorgehen, das sich um sich und *seinen* Sinn, nicht um den Sinn der anderen dreht, dieses informatische Tun gelangt stets bis zur messerscharfen Beschreibung eines Programms. Dessen erfolgreicher Lauf bringt mit dem Operieren der Maschine letzte Klarheit, und diese wundervolle, nicht hinweg zu diskutierende Klarheit, die Realität setzt, ist der Grund informatischen Stolzes. Niemand sonst erreicht ihn so endgültig.

Dieser Stolz aber nun bricht sich an der Sinn-Frage. Ob die Maschine nämlich Menschenleben vernichtet oder Ästhetisches herstellt, davon war leider nicht die Rede. Wer hat nicht alles während der letzten vierzig Jahre, und wie stark, darauf aufmerksam gemacht! Freund Weizenbaum stets vorn dabei, und viele sich mit Recht auf Günther Anders stützend (Weizenbaum 1978, Anders 1956).

Was klar wird, wird eben nur klar. Das merkte im Tractatus doch Wittgenstein schon an. Entzauberung öffnet verborgene Welten für unsere Augen, zertrampelt sie aber auch mit unseren Füßen (Fried 2002:16). In diesem Sinne mag der cyclopische Blick des Informatikers auf die Landschaft der Bildung vielleicht doch mehr als nur den Jubelruf „eLearning!“ oder „Blended Learning!“ oder halt, vor wenigen Jahren noch, „Programmed instruction!“ hervorbringen.

Wir werden einen kleinen Anlauf nehmen, um dann auf drei Pfeiler informatischen Denkens und Handelns hinzuweisen, die dem aufklärerischen Denken geschuldet sind und doch satte Erfahrungsrelevanz besitzen, vielleicht mit der Zeit gar sinnträchtig geworden sind. Als erstes wenden wir uns dem Alltäglichen, also wenig Verstandenen zu: dem Computer.

Computer sind Maschinen zum Auswerten berechenbarer Funktionen. Das bedeutet erstens, sie sind Maschinen. Und zweitens: Maschinen von besonderer Art. Ihr Maschinencharakter lässt Computer in der Moderne wurzeln, im Industrialismus. Ihre besondere Art aber entfernt sie aus der Moderne.

Die maschinelle Wurzel der Computer verweist auf die Arbeit, genauer: die Lohnarbeit, das Konstituens bürgerlicher Gesellschaft und kapitalistischen Wirtschaftens. Ständig geht es hier darum, dass der Einkäufer der Arbeitskraft, der Kapitalist, mehr aus seinem Einkauf herauschlagen muss als sein Konkurrent, bei Strafe des Untergangs. Als in der Mitte des 19. Jahrhunderts schon die Maschinenarbeit in großen Sälen voller Textilmaschinen einem zur Automatisierung drängenden Höhepunkt zustrebte, da wurde an den wenigen dort noch anwesenden Arbeitern und Arbeiterinnen deutlich, dass die Überwachung des Laufes der Maschinen wichtiger geworden war als ihr Betreiben. Kognitive Operationen traten in den Vordergrund gegenüber sensumotorischen, mentale gegen manuelle.

Hundert Jahre danach, Mitte des 20. Jahrhunderts, war die geistige Tätigkeit des Rechnens so genau durchschaut und entzaubert worden, dass Maschinen sie übernehmen konnten. Die Abstraktionen der Mathematiker hatten zu einer funktionalen Beschreibung des Rechnens geführt, die jede Berechnung erfassen konnte, wenn diese solchen Namen verdiente. Das Werk von Alan Turing und Alonzo Church und einigen anderen hatte das erbracht. Gleichzeitig beschrieben die neuen Formalismen eine Art des Rechnens, nach der kein lebender Mensch je rechnen würde.

Die in solch einer Abstraktion schlummernde Erfahrung dürfte von ungeheurer Bedeutung sein: willst Du eine geistige Operation ein für alle Male formal genau erfassen, so denke weit weg von ihr, denke keinesfalls an ihren typischen wirklichen Ablauf, denn Du kennst ihn ohnehin nicht, kannst ihn nicht beobachten. Denke vielmehr ganz von ihrem Ergebnis her, von der Beziehung, die sie zwischen den vorab gegebenen und den gesuchten Größen stiftet.

In unseren Augen unterliegt es keinem Zweifel, dass seit den Arbeiten und Erfolgen der Vordenker des Computers die Kunst und die Mathematik nahe aneinander gerückt sind, noch näher, als sie es ohnehin schon waren. Die mächtige Erfindung aus dem Denken, die Formgebung einer Idee, das war Stoff der Mathematik geworden. Erfahrungswelten rückten durch die bald folgende praktische Maschinisierung in die Reichweite der Menschen, die ihnen bis dahin völlig fremd und unzugänglich gewesen waren. Was es noch verlangte, um aus dem Labor in die Kultur zu gelangen, das war der *Zugang* zur Maschine der Berechenbarkeit.

Er kam schon Mitte der 1980er Jahre, als Computer in der Form des sog. Personal Computers (der süße kleine Macintosh erschien 1984) zur Ware wurden. Hiermit ging einher die Redeweise vom Computer als Werkzeug, die eine gewisse Berechtigung hat, aber nur metaphorisch sinnvoll ist. Lehrer liebten sie.

Zu dieser Zeit war längst deutlich, dass der Anlass für diese Maschinenwelt – das Berechnen berechenbarer Funktionen – nur ein Fall einer noch allgemeineren Funktionalität war. Der Computer entpuppte sich als die semiotische Maschine, die Maschine also für die Kontrolle über und die Bearbeitung von Zeichenprozessen.

Das war sensationell und umwerfend, und alle, die davon erfuhren, spürten, dass etwas Großartiges geschah, auch wenn ihre dumpfe Ahnung oder emphatische Umarmung am Kern der Sache vorbei gehen mochten. Eben gerade nicht mehr die Unmittelbarkeit, mit der der Handwerker und oft auch noch der Maschinist mit ihren Instrumenten auf einen Gegenstand einwirkten, war die Sache der Stunde. Eingriff und Wirkung wurden getrennt, radikal auseinander getrieben. Das Dazwischen und das Vorab, als welche die Programme sich aus der Welt der Dinge verabschiedeten, um dann um so wirkungsvoller und mächtiger auf diese in allen ihren Fasern zurückzuschlagen, die symbolischen Beschreibungen fürs Denken statt der haptischen Eingriffe fürs Handeln – dies war die Botschaft, mit der die Welt der semiotischen Maschine aufwartete. In ihrer Entfaltung trieb sie die Welt der Dinge und der Arbeit an den Rand der Gesellschaft.

So recht deutlich aber wurde der semiotische Charakter des Computers erst, als er sich als Medium aus der Maschine, die er war, entpuppte. (Schelhowe 1997)

Eine Warnung sei angebracht. Zeichen sind Relationen. Sie werden von Menschen für Zwecke der Beschreibung, der Repräsentation, der Kommunikation hergestellt. Ihre stoffliche, wahrnehmbare Komponente wird in Relation zu dem gesetzt, das bezeichnet wird. Wir können nicht anders, als diese Relation zu komplettieren, indem wir interpretieren und so Bedeutung schaffen.

Maschinen aber können nicht interpretieren. Ihnen fehlt jedweder Zugang zur Erfahrung der Lebenswelt, zum Wissen von der Endlichkeit des Lebens. Wenn solche Maschinen also auf Zeichen angesetzt werden, so können sie mit diesen nur in stark reduzierter Form umgehen: mit Signalen.

In der Zeichenart Signal fällt das Bezeichnende mit dem Bezeichneten zusammen. Die Bezeichnungsfunktion reduziert sich auf einen Auswahlakt. Mit dem Verlust der Zuordnung geht auch die Wurzel des Interpretationsvorganges verloren. „Bedeutung“ ist bei Signalen in der Maschine reduziert auf die Bestimmung der einzigen Operation, für die das Signal steht (vgl. Nake 2004).

Solcher Art sind maschinelle Vorgänge jedoch immer. Nur in extremer Reduktion von Situation und Kontext gewinnen Menschen soviel an Formalismus, dass Maschinen möglich werden, die funktional äquivalente Operationen ausführen. Die semiotische Maschine Computer operiert erfolgreich in Zeichenprozessen, ohne Zeichen wirklich bearbeiten zu können. Sie ist damit der Menschenwelt, uns semiotischen Tieren (Felix Hausdorff) eng auf die Pelle gerückt. Bei einigen Zeitgenossen hat das zu Jubelarien über das Artifizielle Anlass gegeben.

### **Die Moderne, eine Semiotisierung**

Die grandiose Entwicklung der Maschinenwelt geht einher mit der Entwicklung der modernen Wissenschaften, deren Basis und Resultat sie ist. Sie gehört zum Zeitalter der Aufklärung, des bürgerlichen Staates, kurz: der Moderne. In all ihren furchtbaren Verwerfungen und Strömen von Blut, Bergen von Leichen, schreitet diese moderne Welt in ihren Kernländern von einem Triumph zum nächsten. Immer leichter wird ihr Gang, da sie alle einst festen, heiligen Verhältnisse auflöst. „All that is solid melts into air“, lautet die englische Übersetzung einer berühmten Stelle im Kommunistischen Manifest (Berman 1982: 89).

Aus etwas ungebührlicher historischer Ferne können wir diesen Prozess des großen kapitalistischen Schreckens als den Prozess der zunehmenden Semiotisierung von Welt begreifen.

Am deutlichsten tritt das in den Medien und ihrer Entwicklung zu Tage sowie innerhalb einzelner Wissenschaften und im Kanon der Wissenschaften. In starker Vergrößerung lässt sich dieser Prozess der letzten 500 Jahre als der einer Begleitung, dann tendenziellen Ersetzung stofflicher Prozesse durch semiotische Prozesse beschreiben. Längst werden alle Warenprozesse von Zeichenprozessen (meist „Informationen“ genannt) begleitet. Viele Produktionsprozesse werden in Simulationen geplant oder von solchen begleitet, um das

stoffliche Geschehen zu kontrollieren. In jedem Falle aber hat die moderne Produktion die Vorgänge in den Produktionsstätten und Warenströmen in Form von Datenströmen verdoppelt.

Die Wissenschaften selbst nun aber sind geradezu Triumphe der partiellen Ersetzung von Welt durch Zeichenwelten. Was immer der besondere Aspekt sei, unter dem eine Disziplin den Weltphänomenen auf den Leib rückt, sie schafft sich ihre Begriffe, Modelle, Annahmen, Messungen, Formalismen, alles Semiotisierungen, die in eben jenen Disziplinen zu Methoden führen, vermeintlich Welt zu bearbeiten, tatsächlich jedoch Zeichen. Physik, Mathematik, Geschichte, Theologie – wir können nehmen, was wir wollen, überall das gleiche Bild.

So erweist sich die Moderne als das Programm einer grandiosen Semiotisierung der Welt. Mit dem Computer entstand eine Maschine, die solche Prozesse dann auch noch operational macht.

Es bedarf in diesem Zusammenhang kaum noch eines Hinweises auf virtuelle Welten und Gemeinschaften, Computerspiele, kriminelle Handlungen, Netzexistenzen, um den Sturm der Semiotisierung zu spüren.

### **Auf die Spitze getrieben: Konnektivität**

Zehn Jahre nach dem Erscheinen des *computer for the rest of us* (Macintosh) erlebt das Internet 1994 mit seinem Dienst *world wide web* (WWW) einen Durchbruch in den meisten Ländern der Welt, der einen bisher einmaligen Wandel der Medien bedeutet. Viele der Erscheinungen und Erfahrungen dürften jedem Leser und jeder Leserin bekannt sein. Nie hat die Menschheit Vergleichbares erlebt. Innerhalb kürzester Zeit ist die Weltbevölkerung (außer Afrika und die Armutregionen anderswo) mit einander verbunden, so dicht, wie es unvorstellbar war. Kultur wird nicht bleiben, was sie war.

Gewisse technische Infrastruktur-Maßnahmen (physikalische und symbolische Netzwerke) und Absprachen über internationale Protokolle haben dazu geführt, dass ein beispielloses Maß an Konnektivität herrscht. Sie ist zunächst technischer Natur, führt aber in der Anwendung zu neuer, kulturumwälzender Verbundenheit von Individuen, Institutionen, Organisationen. „Verbunden sein“ ist ein neuer Wert menschlichen Daseins geworden.

Schule, Bildungseinrichtungen, Politik reagieren brav, tapfer und hilflos mit dem Ruf nach „Medienkompetenz“. Junge Menschen aber erobern diese Welt auf ihrer technischen Basis schlicht durch praktische Alltags-Erfahrung, ohne sich um pädagogische Aufregung zu kümmern. Das war vorauszusehen (Wilkens 2000). Dort aber, wo es noch Arbeit gibt, hoch abstrakte wohl gar, wird die arbeitende von spielerischer Tätigkeit durchsetzt, einer anderen Seite semiotisch flüchtiger Existenz (Keller 1998).

## **Abstraktion, System, Design: Prinzipien informatischer Art**

Der einzelne Computer ist eine semiotische Maschine. Das weltweite, dynamische, heterogene Netz solcher semiotischen Maschinen, wogend wabernd, allgegenwärtig mit wenigen Clicks neue Welten öffnend, semiotisch alles geprägt, ohne dass wir dessen bewusst werden müssten, ist im Sinne von Lewis Mumford (1977) eine Mega-Maschine. Sie weist Ähnlichkeiten und Unterschiede zum Telefonnetz auf.

Mit dem Telefongerät (ob nun schnurlos oder mit Steckdose) verschaffe ich mir Zugang zum unsichtbaren, fast überall vorhandenen weltumspannenden Telefonnetz. Dieses Medium bliebe nutzlos für mich, wenn ich nicht mit dem Gerät Zugang bekäme. Ganz entsprechend verhält es sich mit dem PC als Zugangsgerät zum Internet bzw. zu einem der darauf vorhandenen Dienste. Gleichzeitig sehen wir aber auch den Unterschied: Der PC ist immer auch dann nutzbar, wenn er vom Netz genommen wird. Die Funktion eines Telefonapparates hingegen schrumpft ohne Netz beträchtlich.

Der PC *am* Netz wird Teil des Mediums und zeigt sich medial. Der PC *ohne* Netz wird instrumental genutzt. Mit der Wahl eines Anwendungsprogramms steht die dadurch bestimmte, i.d.R. komplexe Funktion ganz im Vordergrund. Im täglichen Betrieb sind beide Funktionen, die instrumentale und die mediale, die auf einen Gegenstand einwirkende und die mit vielen Aspekten von Kommunikation vermittelnde, aufs Engste verzahnt. Kaum brauchen wir zu betonen, dass die Verantwortung für diese erstaunliche Flexibilität im semiotischen Charakter der Maschine Computer liegt, die in ständigem Wechsel als Medium und Instrument genutzt wird.

Der semiotische Charakter hinwiederum wird in drei Prinzipien konkret, die das Arbeiten mit Computern prägen: Abstraktion, System und Design. Diese Prinzipien stehen – mehr oder minder offen – hinter dem, was Menschen tun, wenn sie Computer verwenden. Wir wollen sie kurz beleuchten.

*Abstraktion.* Mein Computer ist eine so konkrete und einzige Maschine wie nur jede konkrete und einzige Maschine eine ist. Eine konkret gegebene berechenbare Funktion wertet er an bestimmten Stellen ihres Definitionsbereiches aus. Mehr nicht. Die Funktion muss durch ein Programm gegeben werden, die Stelle des Definitionsbereiches durch Eingabedaten. Zusammen bilden sie die Software.

Jede Software abstrahiert von einem Phänomen, einem Ding, einem Prozess, einem Verhältnis, von vielerlei Gegebenheiten in der Welt. Dort gibt es eine Situation, Farben, Formen, Gewichte, Preise, Wesen, Verläufe, Höhen und Tiefen – all das sind auch bereits Abstraktionen. Es gibt vielleicht eine Fabrik. Ein Materiallager. Die Belegschaft. Sie werden modelliert, wie man sagt.

Es gibt Gebäude mit Zimmern und Gegenständen und Beleuchtung. Auch sie können beschrieben werden. Müssen beschrieben werden, falls etwas berechnet werden soll.

Was immer es sei in der Welt, wenn es Gegenstand von Berechnungen werden soll, muss von den meisten seiner Eigenschaften abstrahiert werden. Die Dinge in der Welt müssen vor dem Computer in die Knie gehen und zu Zeichen werden. Dies ist die erste Abstraktion. Welcher Art die Zeichen sind, ist zunächst gleichgültig. In letzter Instanz wird das von den Eingabegeräten abhängen. Vorwiegend und letzten Endes werden aber die abstraktesten, die symbolischen Zeichen gewählt.

Sind die Dinge der Welt zu Beschreibungen abstrahiert worden, setzt die nächste Art von Abstraktion ein: die Zeichen werden auf ihre syntaktische Ebene reduziert. Die Manipulierbarkeit muss hervorgekehrt werden und sie verlangt die syntaktische Abstraktion. Hier angelangt, wären wir auf der Ebene der Mathematik. Zu operationalen Signalen wird das Ganze, wenn noch die algorithmische Abstraktion vorgenommen wird. Was immer nämlich mit den auf ihre syntaktische Dimension abstrahierten Zeichen geschehen soll, es muss sich um berechenbare Operationen handeln.

Semiotische, syntaktische, algorithmische Abstraktion stellen die großen Passagen dar, denen Weltvorgänge und -dinge stets unterworfen werden müssen, bevor sie als Software auf dem Computer erscheinen können.

Eine Einschränkung oder Erweiterung ist hier jedoch zu vermerken: die interaktive Verwendung von Software setzt dem Verdikt der Berechenbarkeit Grenzen. Der Mensch bricht in die Abläufe auf dem Computer in einer Weise ein, die die funktionalen Abläufe, betrachten wir sie als ganze, in einen ständigen Wechsel zwischen Operationen des Computers (Prozessors) und Eingriffen des Menschen bringt. Damit aber wird der Computer zur Maschine für tendenziell nicht-berechenbare Funktionen!

Die Erweiterung dessen, was auf dem Computer passieren kann, hat neben das alte Paradigma der Berechenbarkeit das jüngere der Interaktivität gesetzt. Das Zertrümmern der monolithischen Programme, die als großartige Automaten anzusprechen waren, in Mosaiken oder Schotterhaufen hat die Voraussetzung dafür geschaffen, dass Menschen ohne entwickelte Vorkenntnisse mit sehr komplexer Software umgehen können. Diese Entwicklung setzt den zweiten wesentlichen Aspekt der Arbeit mit Computern in Szene. Und gerade sie, die Interaktion, können wir nur als eine lose semiotische Koppelung verstehen (Nake & Grabowski 2001).

*System.* Die Entitäten auf einem Computer werden zu komplexen Hierarchien und Netzwerken zusammengestellt, zu Systemen. Auf allen Ebenen von Software ist der System-Gedanke

vorhanden. Er ist wesentlich für ein auch nur rudimentäres Verständnis. Jedes Anwendungsprogramm ist heute ein riesenhaft ausgedehntes, oft vom Einzelnen erst nach langen Monaten über- und durchschaubares System von relativ unabhängigen Einheiten. Diese spielen aufs Feinste einander zu. Entwurf von Software bedeutet, auf unterschiedlichen Ebenen das beabsichtigte Geschehen abstrakt als System zu beschreiben.

Ganz „unten“ herrscht die maschinennahe Systemsicht vor. Vorgänge sind hier solche von Daten, Datenstrukturen, Operationen und Kontrollstrukturen. Ganz „oben“ dagegen herrscht die anwendungsnahe Systemsicht. Die Abstraktion von den Gegebenheiten der Welt ist noch nicht soweit fortgeschritten, dass nicht noch wenigstens in den Begriffen des Anwendungsfeldes gedacht werden könnte. Jede Benutzungsoberfläche eines Anwendungspaketes stellt einen solchen Fall dar. Dennoch ist auch hier schon die Betrachtung der Verhältnisse als System notwendig.

*Design* ist der dritte Aspekt beim Umgang mit Computern. Alles kann hier auch anders sein, als es ist. Die Welt der Software ist eine Welt der Möglichkeiten, die allerdings in jedem nächsten Augenblick sofort auch in den Modus der Wirklichkeit und Wirksamkeit fallen können. Fast im Handumdrehen können gewünschte Änderungen bewerkstelligt werden. *Design* zeichnet sich gerade dadurch aus, dass es auf Realien drängt, sich auch in Realien zeigt, diese aber sofort wieder einziehen kann. Die semiotische und die spielerische Natur der Computerdinge und des Computerumgangs zeigen sich noch einmal anders in dieser Zwischenschicht des *Design*, von der Max Bense als einer Art der Mit-Realität sprach.

Der Abstraktionsgrad der Systeme ist oft so weit fortgeschritten, dass die Welt (als semiotische, man beachte!) zum Entwurf ihrer selbst geworden ist, der parametrisiert verwendet werden kann. „Muster möglicher Welten“ hieß eine herrliche Festschrift einst (Walther & Harig 1970), die mit Software nichts zu tun hatte, eher mit Dichtung und Kunst, mit Entwerfen. Ahnen wir etwas? „Die Welt als Entwurf“ nannte Otl Aicher (1991), der Designer, eine Sammlung von Einsichten seiner praktischen Erfahrungen.

Ist es Zufall, dass die *Pattern Languages* des Architektur- und Planungstheoretikers Christopher Alexander (1979) schließlich ihren Weg in die Software-Konstruktion fanden, wo sie erst lebendig wurden, weil es hier um Zeichenwelten geht? Und schon gar kein Zufall dürfte es sein, dass einige Autoren ernsthaft von der Informatik als einer Gestaltungswissenschaft sprechen (Rolf 1992).

### **Operational, nicht spekulativ**

Man meint oft, die Besonderheit des Computers sei seine Digitalität. Mit seiner Vernetzung zum Megamedium ist diese Auffassung nicht verschwunden, wenn sich nun auch Konnektivität und

Interaktivität in den Vordergrund schieben. In der Perspektive der semiotischen Maschine erweist sich die Digitalisierung als eine besondere Stufe der Semiotisierung von Welt. Denn die semiotische Transformation vieler stofflich geprägter Beziehungen in zeichenhafte erreichte mit der Digitalisierung die Stufe, auf der sie maschinisiert werden konnten. Dieser Prozess hat mit dem World Wide Web konkrete gesellschaftliche Formen angenommen. Bildung kommt an ihnen nicht vorbei.

Ein epochal-typisches Schlüsselproblem im Sinne Klafkis ist mit Automatisierung, Informatisierung, Digitalisierung und – zusammenfassend – Semiotisierung benannt. Große Verschiebungen in vielen Belangen von Wahrnehmung und Erfahrung gehen damit einher. Oft treten wir nicht mehr mit einem Gegenüber selbst in Beziehung, sondern mit seinem Repräsentanten. Das Modell gilt mehr als sein Anlass oder Ziel. Bildung als Bildung von Sinn zu begreifen, wird zunehmend schwieriger, indem digitale Medien sich in alle Beziehungen einnisten. Mit ihnen gewinnt das Dazwischen Vorrang und allmählich Eigencharakter. Das Medium spricht beim Schaffen von Sinn mit, indem es Raum zur Erschließung und Konstruktion von Sinn ermöglicht oder auch behindert.

Trivial ist die Feststellung, dass Lernen eine zeitliche und eine räumliche Dimension besitzt. Nicht so trivial mag es sein, dass die fast totale Vorherrschaft der Zeit als prägend für Didaktik gebrochen wird. Wo Lernen nämlich zum Aufsuchen von Lernumgebungen wird und Lehren zu deren Vorbereitung, muss Didaktik sich mit Raum befassen. Das heißt aber, dass eine andere Seite der Erfahrungswelt bedeutsamer wird. Der Wanderer auf dem Pilgerpfad erobert und durchquert Raum. Er schafft dadurch sein Bild von jenem Raum, den er vor sich sieht und hinter sich lässt. Er braucht Zeit für das Durchschreiten, das stimmt. Doch diese Zeit ist durch den Raum bestimmt, den er aufsucht und sucht, nicht durch die Uhr des Lehrers und die Klingel der Schule.

Der Wanderer in der Welt der semiotischen Maschine wird Gelegenheit haben, einen bescheidenen Stolz zu empfinden, wenn er einen Gipfel begrifflicher und operationaler Klarheit erklommen hat. Die sinnliche Erfahrung hat ihn auf seinem Weg dahin nie verlassen, denn ständig sorgt die Maschine in Reaktion dafür. Sein Weg ist nach wie vor, oder schon wieder, ein Weg der Aufklärung, die wir doch mit dem Weg der weißen Wolke meinten hinter uns gelassen zu haben. Er begegnet ihr in neuem Gewand, in einer Welt, die es ständig neu zu entwerfen gilt, deren abstrakte Systeme nicht, wie man meinte, sinnlich verarmt sind, ästhetisch dürr und körperlich kantig. Er trifft im Gegenteil auf sinnliche Erfahrungen, die dem Rausch näher scheinen als der verordneten blutleeren Anfass-Didaktik.

Dort, in der Welt der Zeichen, wo er Alice vermutet, scheint es nur dann dünn und beliebig zuzugehen, wenn man sich nicht auf sie einlässt. Tut man das, so stürmt die Fantasie und Begeisterung kennt kaum Grenzen. Doch das wäre eine andere Geschichte.

## **Literatur**

- Aicher, Otl (1991): Die Welt als Entwurf. o.O.: Ernst & Sohn
- Alexander, Christopher (1979): A pattern language. New York: Oxford University Press
- Anders, Günther (1956, 1985): Die Antiquiertheit des Menschen. 2 Bde. München: C.H. Beck
- Berman, Marshall (1982): All that is solid melts into air. The experience of modernity. London, New York: Penguin
- Coy, Wolfgang, Frieder Nake, Jörg-Martin Pflüger, Arno Rolf, Jürgen Seetzen, Dirk Siefkes, Reinhard Strassfeld (Hrsg., 1992): Sichtweisen der Informatik. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg
- Dewey, John (1938): Experience and education. New York: Macmillan
- Fried, Johannes (2002): Erfahrung, Wissen und Gesellschaft – Erfahrungen der Wissensgesellschaft. In Killius et al. (2002): 12-44
- Fuhrmann, Manfred (2002): Bildung. Europas kulturelle Identität. Stuttgart: Philipp Reclam
- Keller, Paula Elvira (1998): Arbeiten und Spielen am Arbeitsplatz. Eine Untersuchung am Beispiel von Software-Entwicklung. Frankfurt/Main: Campus
- Killius, Nelson, Jürgen Kluge & Linda Reisch (2002): Die Zukunft der Bildung. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Mumford, Lewis (1977): Mythos der Maschine. Frankfurt/Main: Fischer Verlag
- Nake, Frieder & Susanne Grabowski (2001): Human-computer interaction viewed as pseudo-communication. Knowledge-Based Systems 14, 441-447
- Nake, Frieder (2004): Das algorithmische Zeichen und die Maschine. In Paul & Latniak (2004): 203-223
- Paul, Hansjürgen & Erich Latniak (Hrsg., 2004): Perspektiven der Gestaltung von Arbeit und Technik. Festschrift für Peter Brödner. München: Rainer Hampp
- Rolf, Arno (1992): Sichtwechsel – Informatik als (gezähmte) Gestaltungswissenschaft. In Coy et al. (1992): 33-47
- Schelhowe, Heidi (1997): Das Medium aus der Maschine. Zur Metamorphose des Computers. Frankfurt/Main: Campus
- Sesink, Werner (2004): In-formatio. Die Einbildung des Computers. Münster: Lit Verlag
- Sesink, Werner (2004a): Informationspädagogik. Transdisziplinäre Perspektiven im Schnittfeld von Pädagogik und Informatik. In Sesink (2004): 112-131
- Walther, Elisabeth & Ludwig Harig (Hrsg., 1970): Muster möglicher Welten. Eine Anthologie für Max Bense. Wiesbaden: Limes
- Weizenbaum, Joseph (1978): Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Wilkens, Ulrike (2000): Das allmähliche Verschwinden der informationstechnischen Grundbildung. Zum Verhältnis von Informatik und Allgemeinbildung. Aachen: Shaker