

Schelhowe, Heidi

## **Interaktionsdesign. Wie werden Digitale Medien zu Bildungsmedien?**

*Zeitschrift für Pädagogik 57 (2011) 3, S. 350-362*

urn:nbn:de:0111-opus-87309



in Kooperation mit / in cooperation with:

# **BELTZ JUVENTA**

<http://www.juventa.de>

### **Nutzungsbedingungen / conditions of use**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

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

### **Kontakt / Contact:**

**peDOCS**  
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)  
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

# ZEITSCHRIFT FÜR PÄDAGOGIK

Heft 3

Mai/Juni 2011

## ■ *Thementeil*

---

### **Digitale Medien in der Hochschullehre**

## ■ *Allgemeiner Teil*

---

Beeinflussen individuelle Werte Motivation und Lernerfolg bei Schule-Freizeit-Konflikten?  
Eine experimentelle Untersuchung

Methodische Schwächen bei dem Versuch  
Dagmar Hänsels, die Rezeptionsgeschichte  
eines „Schulbuchs“ nachzuzeichnen

Bildung als öffentliches Gut und das Problem  
der Gerechtigkeit

## Inhaltsverzeichnis

### *Thementeil: Digitale Medien in der Hochschullehre*

*Manuela Pietraß*

Digitale Medien in der Hochschullehre – Einführung in den thematischen Schwerpunkt ..... 307

*Claudia de Witt*

Kommunikation in Online-Lerngemeinschaften: Digitale Hochschullehre im Spiegel des Pragmatismus ..... 312

*Frank Fischer/Karsten Stegmann/Christof Wecker/Ingo Kollar*

Online-Diskussionen in der Hochschullehre: Kooperationskripts können das fachliche Argumentieren verbessern ..... 326

*Manuel Pietraß*

Digitale Präsenz – der didaktische Mehrwert der Mediengestaltung ..... 338

*Heidi Schelhowe*

Interaktionsdesign: Wie werden Digitale Medien zu Bildungsmedien? ..... 350

*Heinz-Werner Wollersheim/Maren März/Jan Schminder*

Digitale Prüfungsformate. Zum Wandel von Prüfungskultur und Prüfungspraxis in modularisierten Studiengängen ..... 363

*Deutscher Bildungsserver*

Linktipps zum Thema „Digitale Medien in der Hochschullehre“ ..... 375

## Allgemeiner Teil

*Manfred Hofer/Britta Kilian/Claudia Kuhnle/Sebastian Schmid*

Beeinflussen individuelle Werte Motivation und Lernerfolg bei Schule-Freizeit-Konflikten? Eine experimentelle Untersuchung ..... 385

*Gerhard Eberle*

Methodische Schwächen bei dem Versuch Dagmar Hänsels, die Rezeptionsgeschichte eines „Schulbuchs“ nachzuzeichnen ..... 404

*Johannes Giesinger*

Bildung als öffentliches Gut und das Problem der Gerechtigkeit ..... 421

## Besprechungen

*Walburga Hoff*

Anne Schlüter (Hrsg.): Erziehungswissenschaftlerinnen in der Frauen- und Geschlechterforschung ..... 438

*Anna Lenski*

Christiane Spiel/Barbara Schober/Petra Wagner/Ralph Reimann (Hrsg.): Bildungspsychologie ..... 441

*Heinz-Elmar Tenorth*

Ulrich Binder: Das Subjekt der Pädagogik – Die Pädagogik des Subjekts. Das Subjektdenken der theoretischen und der praktischen Pädagogik im Spiegel ihrer Zeitschriften ..... 443

*Klaus Zierer*

Martin Lehner: Allgemeine Didaktik ..... 445

## Dokumentation

Pädagogische Neuerscheinungen ..... 448

Impressum ..... U3

## Table of Contents

### *Topic: Digital Media in Academic Teaching*

*Manuela Pietraß*

Digital Media in Academic Teaching – An introduction ..... 307

*Claudia de Witt*

Communication in Online Learning Communities: Digital teaching in higher education as reflected by pragmatism ..... 312

*Frank Fischer/Karsten Stegmann/Christof Wecker/Ingo Kollar*

Online Discussions in Academic Teaching: Cooperation scripts as a means of improving specialist debates ..... 326

*Manuela Pietraß*

Digital Presence – the didactic surplus value of media design ..... 338

*Heidi Schelhowe*

Interaction Design: How can digital media be turned into educational media? .... 350

*Heinz-Werner Wollersheim/Maren März/Jan Schminder*

Digital Examination Formats. On the changes in the examination culture and examination practice in modular courses of studies ..... 363

*Deutscher Bildungsserver*

Tips on links relating to the topic of „Digital Media in Academic Teaching“ ..... 375

*Beilagenhinweis:* Dieser Ausgabe der Z.f.f.Päd. liegt ein Prospekt des Hogrefe Verlags, Göttingen, bei.

## Contributions

*Manfred Hofer/Britta Kilian/Claudia Kuhnle/Sebastian Schmid*

Do individual Values Influence Motivation and Learning Success in case of  
Conflicts between School and Leisure Time? An experimental investigation ..... 385

*Gerhard Eberle*

Methodological Weaknesses in Dagmar Haensel's Attempt to Sketch the History  
of the Reception of a „School Book“ ..... 404

*Johannes Giesinger*

Education as a Public Good and the Problem of Justice ..... 421

Book Reviews ..... 438

New Books ..... 448

Impressum ..... U3

## Mitteilung der Redaktion

Nach jahrzehntelanger Mitarbeit für die Zeitschrift für Pädagogik haben Herr Prof. Dr. Andreas Krapp und Herr Prof. Dr. Diether Hopf Ihren Abschied aus dem Herausgeberkreis bekanntgegeben. Die Redaktion bedankt sich im Namen aller Herausgeber und Herausgeberinnen herzlich bei Herrn Krapp und Herrn Hopf für das jahrelange Engagement, die stete Zuverlässigkeit und den besonderen Einsatz für die Zeitschrift für Pädagogik.

Heidi Schelhowe

# Interaktionsdesign: Wie werden Digitale Medien zu Bildungsmedien?

**Zusammenfassung:** Der Computer ist ein Höhepunkt von Abstraktion und Formalisierung. Gleichzeitig aber erlaubt er als neues Medium höchst konkreten Umgang, der nicht einmal mehr die Distanz der Sprache oder die Repräsentation in Bildern benötigt. Interaktionskonzepte der Informatik wie „Be-Greifbare Interfaces“ oder „Body-Interaction“, erlauben immersiven, intuitiven und handlungsorientierten Gebrauch. Wenn Computer der menschlichen Bildung, nicht nur einem zweckgerichteten Handeln, dienen sollen, dann ist mehr zu bedenken, als dass sie intuitiv zu benutzen sind und so erscheinen, als würden sie einen unvermittelten, direkt-manipulativen Umgang ermöglichen. Komplexes Lernen besteht im Hin und Her zwischen Immersion und Reflexion. Beim Design von Software für Bildungsprozesse dürfen Digitale Medien nicht „bloße“ Werkzeuge oder Medien – transparent für den Zugriff auf Information und virtuelle Gegenstände – bleiben; es braucht reflexives Design, durch das der Computer und die hinter ihm verborgenen Modellierungsprozesse selbst sichtbar werden. Die inhärenten Modelle und ihr formalisierter Ausdruck müssen zugänglich und erfahrbar werden. Der Beitrag thematisiert, wie der Computer zum Bildungsmedium werden kann und warum die Erziehungswissenschaft das Design von digitalen Lernanwendungen „informieren“ muss.<sup>1</sup>

## 1. Einleitung

Über das digital gestützte Lernen sind viele Abhandlungen geschrieben worden, in denen die Neuen Medien gepriesen und geschmäht wurden. Es wurde darüber gestritten, ob und wie sich mit Computern ein höherer Lernerfolg erzielen lässt, ob Lernen individualisierbarer, kommunikativer, selbstbestimmter und aktiver werden kann. Manche sind der Auffassung, man solle heute nun die ganze Aufregung vergessen und zu den klassischen Fragen der Erziehungswissenschaften zurückkehren, statt sich mit einem Gerät aufzuhalten, das schließlich nicht mehr und nicht weniger als „nur ein Werkzeug“ (Schelhowe, 2004) sei.

Dabei haben sich in den Disziplinen weitgehend unbemerkt und unreflektiert einige vermutlich viel wesentlichere Änderungen in Forschung und Lehre vollzogen. WissenschaftlerInnen schreiben nahezu ohne Ausnahme ihre Texte auf dem Computer, sie verwenden Textbausteine, gruppieren sie, statt ihre Gedanken linear zu verfertigen und

1 Als Hochullehrerin der Informatik, die gleichzeitig einen erziehungswissenschaftlichen Hintergrund hat, nehme ich hier zwei Perspektiven ein: Mir geht es darum, dass die Informatik sich für die Erziehungswissenschaften, insbesondere für die Medienpädagogik, so weit öffnet und verständlich macht, dass sie anschlussfähig wird für ein Verstehen des Computers als Bildungsmedium. Mir geht es andererseits darum, dass die Informatik über ein naives Verständnis des Computers als Instrument in Lernprozessen hinauskommt und seine Potenziale als Bildungsmedium zu entwickeln und gestalten versteht.

verändern sie fortlaufend. Beim Vortragen verwenden sie „Präsentationssoftware“, die ihre Gedanken in Spiegelstriche zwingt und sie drängt, Illustrationen zu benutzen. Der Zugang zu aktueller Literatur ist einfach geworden, deren Studium hat an Leichtigkeit und Vielfalt gewonnen – und vielleicht an Tiefe verloren? Empirische Methoden sind ohne Erhebung und Auswertung über Computerprogramme kaum mehr denkbar. Eine revolutionär neue Methode ist in vielen Disziplinen dazu gekommen: die der von Software berechneten und darstellbaren Simulationen, aus denen anerkannte wissenschaftliche Erkenntnisse gezogen werden. Unter den Studierenden beginnt sich die Einsicht zu verbreiten, dass Informationen – deren Bewahrung und Vermittlung ein Privileg der Bildungsinstitutionen zu sein schienen – im Netz zu bekommen sind, aktueller, prominenter, vielfältiger, mit globalerer Perspektive als es die lokale ProfessorIn vermitteln könnte. Dies ist sicher nur eine kleine Auswahl dessen, was sich im Zugang und Umgang mit akademischem Wissen in einer digital geprägten Kultur verändert hat.

Was wir unter Wissen verstehen, was wir für intelligent halten, welche Methoden wir für wissenschaftliches Arbeiten akzeptieren, welche Strategien geeignet sind, sich Wissen anzueignen, wie wir mit der Allgegenwärtigkeit von Informationen umgehen: All dies steht neu zur Verhandlung. Um Antworten auf die neuen Herausforderungen zu finden, braucht es auch eine vertiefte Kenntnis der „Tools“ und der Medien und der in ihnen enthaltenen „Einschreibungen“, um ihre Rolle in den Prozessen des Forschens, Lehrens und Lernens angemessen reflektieren zu können. Hinter jeder Verarbeitung von Information, hinter jeder Simulation, hinter jeder „social software“ stehen Modellbildungen und Algorithmen, in Computerprogrammen implementiert, mit denen Daten verarbeitet werden und mit denen das, was wir als (virtuelle) Realität wahrnehmen, strukturiert wird. Bildung in der digital geprägten Kultur bedeutet, sich zu diesen Prozessen reflexiv handelnd, selbst-bewusst ins Verhältnis setzen zu können, etwas mit dem Computer zu tun, statt dass wir „gezwungen sind zu tun, was wir nicht tun wollen“ (Schirmmacher, 2009).

In meinem Beitrag möchte ich folgenden Fragen nachgehen: Was ist das für ein Medium, das unser Denken und die Wahrnehmung unserer Rolle in der Wissenschaft so stark beeinflusst? Was ist geschehen, als der Computer aus den großen Hallen und Rechenzentren hinaus gewandert ist in die Gegenstände unseres Alltags, in unsere sozialen Netzwerke, was ihn zum Spiel- und Lernzeug Nr. 1 für junge Menschen gemacht hat (MPFS, 2009)? Lohnt es die Mühe, seine Geheimnisse der Formalisierung, die hinter den multimedialen und konkret erfahrbaren Oberflächen so perfekt verborgen sind, zu erkunden? Ich möchte argumentieren: Ja, es ist notwendig, dass auch die Erziehungswissenschaft sich mit diesem Medium befasst und ihm auf den Grund geht. Der Computer als technologischer Kern darf nicht nur in seiner Verwertbarkeit und Instrumentalität für Ausbildung und Anwendungen in Lernkontexten Eingang finden. Vielmehr ist er als Bildungsmedium und Medium der Erkenntnis des Selbst und der digital geprägten Gesellschaft zu sehen. Am Beispiel eines über die Software gesteuerten Schwarms von Lichtpunkten möchte ich verdeutlichen, dass es die Mühe wert ist, dass der Umgang mit dem Medium vielfältiger und die Erfahrungen reichhaltiger werden können, wenn man bis zur Algorithmik vorstößt. Dann, so die Hinweise aus einem empirischen



Projekt (Zorn, 2010), kann der Computer auch als „Bildungsmedium“ genutzt werden, ohne dass dies über Belehrung und Instruktion geschehen müsste. Den Computer zum Bildungsmedium zu gestalten, dazu braucht es aber die erziehungswissenschaftliche Reflexion über das Informatik-Design. Sie „informiert“ die Entwickler über das, was über Lernen und über Bildung bekannt ist.

## 2. Interaktion: Der Computer als Digitales Medium

1936 hat Alan Turing in seinem Aufsatz über die Grenzen der Berechenbarkeit (Turing, 1937/1987) den entscheidenden Gedanken entwickelt, dass und wie die geistige Welt der Mathematik mit einer physikalischen Maschine in Verbindung gebracht werden kann (Hodges, 1989). Berechenbarkeit hat er als das definiert, was überzeugend mit dem Modell einer von ihm erdachten Maschine erledigt werden kann. Der tatsächliche Bau der ersten elektronischen Rechenmaschine sollte nur wenige Jahre später durch Konrad Zuse (1993) erfolgen. Sie ist ein Ergebnis jener Wissenschaftsdisziplin, die sich – spätestens mit David Hilbert – am stärksten von der erfahrbaren Welt ablöste und ein eigenes höchst abstraktes, auf Zeichen beruhendes, in sich funktionierendes Regelgebilde erzeugt hatte – der Mathematik. Auf der Grundlage dieser Abstraktionen, gegossen in Regeln, konnte eine „semiotische Maschine“ (Nadin, 1988), die nichts von der äußeren Wirklichkeit „versteht“, gebaut werden und schließlich danach wieder auf die Welt zurückwirken.

Der mit Beginn des 20. Jahrhunderts ausgeprägte Glaube, dass es letztendlich möglich sei, jede Fragestellung in ein formal beschreibbares Modell zu gießen, führte zur Vision einer „Künstlichen Intelligenz“, der Ersetzung des Menschen durch eine autonome Maschine. Turing, Zuse und Minsky waren überzeugt, dass es möglich sei, das Denken des Menschen, losgelöst vom Körper, in einer lernenden Computer-Maschine so weit zu entwickeln, dass es vom menschlichen Denken nicht mehr zu unterscheiden, ja diesem sogar überlegen sei (Turing, 1937/1987; Zuse, 1993; Minsky, 1987).

Jedes Computerprogramm braucht letztendlich auch heute noch ein abstraktes mathematisches Modell der Anwendung, für die es entwickelt wird, auch wenn inzwischen viele Werkzeuge auf höherer Ebene dazwischen geschaltet werden können, die es selbst für ProgrammiererInnen nicht mehr nötig machen, bis zur Formulierung des mathematischen Modells zurück zu gehen.

Das, was wir heute in den Anwendungen sehen und erfahren, sind nicht die abstrakten Modelle, sondern „Instanzen“, die als eine Vielzahl von konkreten Ausprägungen des Modells, als Texte, Bilder, Töne erzeugt und dargestellt werden, indem sie nach Anweisung des Computerprogramms auf gespeicherte Daten, die konkret und anschaulich wirken, zugreifen.

Der Computer hat einen doppelten Charakter: Auf der einen Seite steht die Reduzierung von Objekten und Prozessen auf ein abstraktes Modell und dessen Darstellung im Binärcode. Auf der anderen Seite aber zeigen Digitale Medien der NutzerIn ihr konkretes Gesicht und erlauben einen höchst konkreten Umgang mit den Abstraktionen. Der

Computer, so Sherry Turkle und Seymour Papert in einem Aufsatz von 1990, sei ein entscheidender „actor“ in der Wiederentdeckung des Konkreten; er ermögliche einen konkreten Zugang zur Welt der formalen Systeme (Turkle & Papert, 1990, S. 128-130). Dieses Paradoxon, dass Computerprogramme einerseits ein Höhepunkt der Abstraktion darstellen, indem sie erzwingen, alles auf den Binärcode zu reduzieren, in zwei Ziffern auszudrücken, indem sie andererseits aber in der Anwendung die Welt der Bilder und Töne, ja selbst des Haptischen und der Körperbewegung, das konkret Erfahrbare wieder in die Zeichenwelt zurückbringen, hat für Bildungsprozesse eine fundamentale Bedeutung.

Die modernen Interfaces erlauben eine mediale Nutzungsweise. Sie ermöglichen einen anscheinend direkten Zugriff auf die (repräsentierten) Objekte, der Computer wird nur Vermittler, er selbst wird unsichtbar.<sup>2</sup> Der distanzierende Umweg über das Modell, das dem Computerprogramm zugrunde liegt, ist weder nötig noch möglich. Das ist das Geheimnis der „Interaktion“, wo – im Unterschied zur Vorstellung von einer künstlichen Intelligenz – Menschen zusammen mit Computerprozessen agieren, wo menschliche Prozesse des Interpretierens und Handelns unablässig mit den maschinellen Prozessen gekoppelt werden. Interaktion zwischen Mensch und Maschine war und ist bis heute das erfolgreichere Konzept für viele der verbreiteten Anwendungen des Computers.

In der Informatik ist die Aufgabe, diese Interaktion zu entwickeln, zu programmieren, zu gestalten, zu einer zentralen Aufgabe geworden. Winograd (1997), einer der wichtigen Denker der Informatik, nennt dies *Interaction Design* und der Begriff der Interaktion ist inzwischen zu einer wichtigen Kategorie der Informatik geworden (Wegner, 1997). Das bedeutet, dass in der Systementwicklung immer mehr Wert darauf gelegt wird, dass bei den NutzerInnen die Illusion entsteht, sie handelten am Computer direkt im Aufgabengebiet statt „nur“ am Modell. Ein entscheidender Schritt war die Entwicklung der Grafischen Oberfläche (GUI), der sogenannten „Schreibtischoberfläche“ mit Mauseingabe, bei Xerox Parc als eines „kulturellen Interface“ (Manovich, 2001) – ein Interface, das heute auf nahezu allen PCs implementiert ist und mit dem der Umgang „direkt“, konkret und „kinderleicht“ wurde.

Unsere Hand, unser Kopf oder inzwischen sogar unser gesamter Körper agieren spontan und können darüber dennoch mit dem formalen Prozess der Maschine zusammenwirken, die Interaktion wird mit den neuen Interfaces für den Menschen zunehmend körperlicher, unmittelbarer, intuitiver, eine „Embodied Interaction“ (Dourish, 2004). Mit aktuell in der Entwicklung befindlichen Interfaces wie den „Tangibles“ („Be-Greifbare“<sup>3</sup>) wird die Möglichkeit des intuitiven und unmerklichen Umgangs weiter getrieben als es die GUIs (Graphical User Interfaces) erlaubten, die die menschl-

2 Wir alle finden es selbstverständlich davon zu sprechen, dass wir den Ordner bewegen, obwohl sich weder ein wirklicher Ordner auf dem Bildschirm befindet noch wir es sind, die die Bewegung auf dem Objekt selbst ausführen.

3 Im Deutschen haben wir das schöne Wort „be-greifen“. Darin wird der Doppelcharakter, der für den Bildungskontext bedeutsam ist, deutlich: Es geht nicht um das Greifen an sich, sondern darum, über das Greifen etwas zu begreifen. Unter diesem Titel hat sich auch eine Arbeitsgruppe der Gesellschaft für Informatik gegründet (Universität Bremen, 2008).

che Interaktion auf Auge und Hand reduzierten. Eine größere Breite menschlicher Umgangsweisen, Fähigkeiten und Fertigkeiten kann hier im Zusammenwirken mit der Maschine genutzt werden. Das Besondere an *be*-greif-baren Interfaces ist, dass sie darauf zielen, die Trennung von Input und Output, die die traditionellen und bekannten GUIs noch kennzeichnet (Maus als Eingabe- und Bildschirm als Ausgabegerät), aufzuheben und die physikalische mit der digitalen Welt direkt zu verbinden.



Abb. 1: Der I/O Brush sieht aus wie ein normaler Pinsel, enthält aber eine winzige Videokamera und Sensoren, darüber können Farben, Texturen, Bewegungen aufgenommen werden und dann auf eine „Leinwand“, vermittelt über die eigene Malbewegung, aufgebracht werden (vgl. Ryokai, Marti & Ishii, 2005)

### 3. Verstecken und Finden

„New media may look like media, but this is only the surface“ schreibt Lev Manovich (2001, S. 48) und drückt damit treffend aus, dass sich hinter der Erscheinung des Computers als Medium etwas Anderes verbirgt. Für das Alltagshandeln und für Arbeitsprozesse ist es in den meisten Fällen von Vorteil, wenn die Prozesse im Computer nicht in Erscheinung treten, wenn also das Interface „transparent“ ist.

Mit dem Computer ist ein Artefakt entstanden, mit dem Theorie unmittelbar zu Praxis wird. Der Computer erzeugt eine endlose Menge von konkreten Bildern, mit denen man gleichzeitig auch handelnd umgehen kann, und dies gilt selbst für sehr komplexe abstrakte Prozesse.

Dies wird in anspruchsvoller Lernsoftware häufig dafür genutzt, einen konkreten und handlungsorientierten Zugang zu komplexen und abstrakten Sachverhalten durch Ausprobieren zu erleichtern. So kann man z.B. die Gesetzmäßigkeiten der Physik schlicht „erfahren“, indem man eine Simulation der Schwerkraft exploriert. Ist also der mühevollen Weg über logisches Deduzieren und die Aneignung systematischen Wissens überhaupt noch erforderlich? Reicht schlicht ein Learning-by-Doing in den repräsentierten Welten? Die Erfahrung eines anscheinend müheloseren Lernens und neuen Möglich-

keiten des Probehandelns und Einübens mag einer der Gründe dafür sein, dass Theorie heute oft so diskreditiert, dass der Ruf nach „mehr Praxis“ allgegenwärtig ist und breite Zustimmung findet.

Auch in der modernen pädagogischen Theorie ist der Wert des konkreten Handelns und Erfahrens wieder entdeckt worden, gestützt z.B. durch Dewey (1949), der auf die fundamentale Bedeutung von Erfahrung und Handeln hinweist. Der Wert eines Greifens und intuitiven Zugangs mit dem Körper und mit allen Sinnen ist umso augenfälliger und einleuchtender geworden, je mehr die Lebens- und Arbeitswelt semiotisiert wurde, je stärker das Handeln vorwiegend an und mit Zeichen stattfindet und die handelnde sinnliche Erfahrung in den Hintergrund getreten ist.

Für wissenschaftliches Arbeiten wie auch für Bildungskontexte aber ist ein Rekurs auf die Modelle entscheidend. In den meisten Fachwissenschaften ist bis hinein in den Schulunterricht die Vermittlung von allgemeinen Prinzipien die vorherrschende Methode des Lehrens. Wenn die Lehre gut durchdacht und gekonnt ist, wird dies „ergänzt“ durch möglichst viele konkrete Beispiele. Daneben gibt es vorwiegend „praktisch“ ausgerichtete Fächer wie Sport und Kunst, die jedoch spätestens auf der Ebene der Universitäten ebenfalls und sicherlich sinnvollerweise von Theorie geprägt sind. Dies hat gute Gründe: Explizites Lernen besteht gerade darin, dass man allgemeine Prinzipien verstehen lernt und sie so auch auf eine beliebige Zahl von „Instanzen“ anzuwenden versteht. Edith Ackermann (1996) nennt – in Kritik an Piagets Vorstellung von der „Höherentwicklung“ zur Abstraktion – den erfolgreichen Weg bei komplexem Lernen ein Wechselspiel zwischen „Diving In“ und „Stepping Out“, von Immersion einerseits und reflexiver Distanz andererseits:

People need to get immersed into situations, but there also comes a time when they want to step out. They detach themselves by projecting out their experience. They ‚objectify‘ it and they address it ‚as if‘ it was not theirs. They recast what happened to them to make it more tangible. They become their own observers, narrators, and critics. And then, again, they newly re-engage their previously ‚objectified‘ experience. They dive back into it and they try, once more, to gain intimacy. Both ‚diving in‘ and ‚stepping out‘ are equally needed to reach deeper understanding. (Ackermann, 1996, S. 33)

Der Computer, der die Semiotisierung der Lebens- und Arbeitswelt so sehr beschleunigt und vorangetrieben hat, könnte – statt die in ihm stattgefundenen Modellbildung zu verstecken – gerade Möglichkeiten eröffnen, zwischen konkretem Handeln und Theoriebildung in kürzeren Abständen hin- und herzuwechseln. „Transparency“ als eine der Leitlinien der Informatik für das Design von Computerinterfaces (Norman, 1998) könnte für komplexes Lernen dann jedoch gerade ergänzt werden durch ein Design, das den Blick auf die Theorie, die der Anwendung zugrunde liegt, freigibt, das die NutzerInnen dazu animiert, Fragen nach dem dahinter liegenden Modell zu stellen und das die reflexive Auseinandersetzung evoziert.

Sherry Turkle (1984) hat den Computer schon in den 1980er Jahren als „evokatives Objekt“ bezeichnet. Sie hat in ihren empirischen Studien den Computer als ein Artefakt erlebt, das Selbstreflexion und Fragen nach dem Leben und dem Verhältnis zwischen Mensch und Maschine herausfordert. Mike und Ann Nishioka Eisenberg (1999) sprechen von Robotern als „tangible expressions of important ideas“. Sie sind geeignet, Ideen der Formalisierung, die heute in nahezu allen Bereichen menschlichen Handelns anzutreffen sind, zugänglich und greifbar zu machen. Dazu gehört auch, die *Vermittlungsprozesse*, die die neue Konkretheit des Handelns ermöglichen, sichtbar und durchschaubar zu machen.

Dazu ist es nicht, jedenfalls nicht nur, erforderlich, dass wir Vorlesungen halten und Lehrbücher schreiben über die Modelle und Algorithmen, die hinter den verwendeten Computerprogrammen stehen. Die Digitalen Medien selbst stellen Mittel bereit, um Einsicht in ihre Wirkprinzipien vermitteln zu können. Die Erziehungswissenschaften wissen um das exemplarische Lernen, wo durch die Erfahrung eines Gebietes Allgemeines und Übertragbares gelernt werden kann, wenn dieses Gebiet gut ausgesucht und die Lernsituation geeignet arrangiert ist. Bekannt sind Maria Montessoris Materialien, die so ausgewählt und beschaffen sind, dass sie im Umgang den Blick auf wesentliche Prinzipien freigeben und diese handelnd erfahren lassen, so dass Erklärungen und Belehrungen auf ein Minimum beschränkt werden können (Montessori, 1987).

Noch gibt es wenige gelungene Beispiele dafür, wie wir den Computer so einsetzen können, dass er sowohl den handlungsorientierten Umgang als auch die Reflexion evokiert. SoftwareentwicklerInnen und E-Learning-SpezialistInnen verstehen in der Regel zu wenig von pädagogischen Prozessen, um Software zu gestalten, die die in ihr implementierten Modelle enthüllt und zu reflektieren erlaubt; recht selten wird dies in Handbüchern erklärt, noch seltener kann die Modellbildung interaktiv erfahren werden.

#### 4. Ein Beispiel: Interagieren mit „Der Schwarm“

Wie dies zu denken wäre, möchte ich an einem Beispiel aus dem Bereich der Body-Interaction, wo also der gesamte Körper als Eingabe- und Interaktionsmedium für Computeranwendungen genutzt werden kann, deutlich machen:

„Der Schwarm“ ist eine Installation, deren erste Idee aus einem studentischen Projekt mit dem Titel „Movements – Bewegungen, die neugierig machen“ hervorgegangen ist. Die Installation wird seit dieser Zeit in unserer Arbeitsgruppe kontinuierlich weiterentwickelt. Dabei geht es um die Erfahrung, aber auch um das Verständnis des abstrakten Modells eines biologischen Schwarmverhaltens.

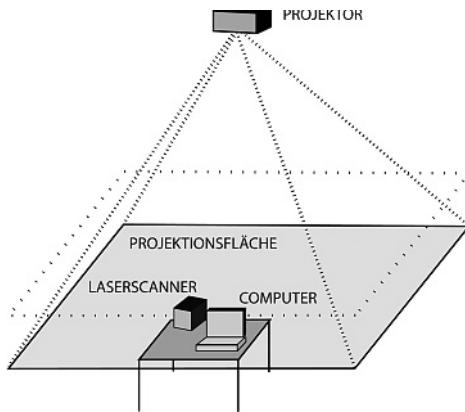


Abb. 2: Der technische Aufbau „Der Schwarm“

Ein Schwarm aus Lichtpunkten wird mit einem Projektor auf den Boden projiziert. Der Algorithmus zur Berechnung des Schwarmverhaltens basiert auf Craig Reynolds Lösung zur Steuerung des Verhaltens autonomer Charaktere (Reynolds, 1999). Dieser Algorithmus entspringt dem Versuch, das Verhalten z.B. von Fischschwärmen, die keiner zentrale Steuerung unterliegen und sich dennoch auf ein beobachtbar geregeltes Verhalten einpendeln, zu verstehen und nachzubauen. Die Regeln, die ein geordnetes Verhalten aufgrund der „Intelligenz“ der einzelnen Agenten (Lichtpunkte in unserem Fall) erzeugen, liegen der Installation „Der Schwarm“ zugrunde.

Der Schwarm aus Lichtpunkten in unserer Installation reagiert gleichzeitig jedoch auch auf Bewegungen eines menschlichen Akteurs, der die Projektionsfläche betritt. Durch einen Laserscanner werden diese Bewegungen erkannt; eine Software steuert das Verhalten des Schwarms und verarbeitet die Daten, die vom Laserscanner eingelesen werden. Die Lichtpunkte können Farbe, Aussehen und Verhalten ändern und Vertraulichkeit/Neugierde, Flucht oder Aggression symbolisieren, abhängig vom Verhalten des menschlichen Akteurs.

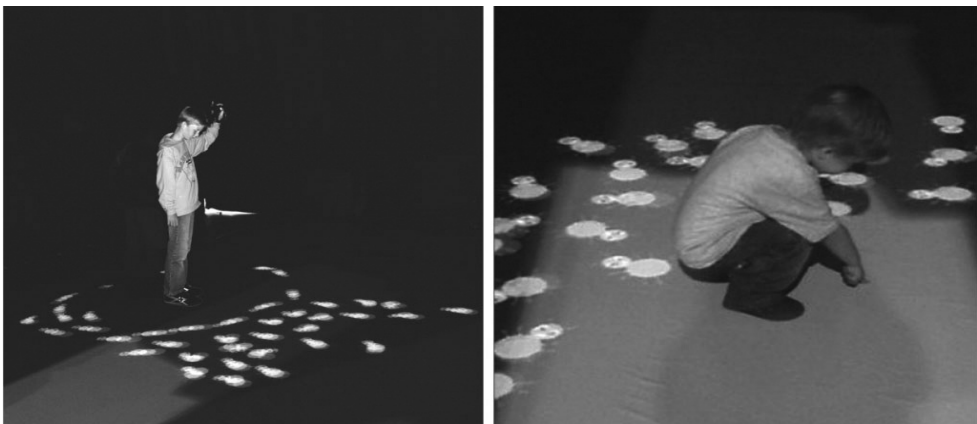


Abb. 3: Kinder interagieren mit dem Schwarm

Unsere Erfahrungen mit dieser Installation sind, dass Kinder, aber auch Erwachsene sich rasch motivieren lassen, in den Schwarm „einzutauchen“ und mit großer Begeisterung zu interagieren. In Workshops, die wir dazu veranstaltet haben, fangen sie aber auch rasch an Fragen zu entwickeln, was hinter dem Schwarm stehe. Die Entdeckung der Hardware, des Projektors und des Laserscanners ist relativ einfach, es sind äußerlich sichtbare und wahrnehmbare Objekte. Schwieriger wird es mit den Algorithmen, die das Verhalten des Schwarms steuern, das Schwarmverhalten modellieren. Sie sind nicht einfach über die Sinne erfahrbar. Wir konnten dies nur in Gesprächen und durch Erklärungen deutlich machen. Diskussionen und Überlegungen zu den Potenzialen des Mediums haben uns schließlich dazu gebracht, eine „Administrationsoberfläche“ zu entwickeln, mit der die Akteure selbst explorativ die letztendlich nur als Abstraktion vorhandene und erkennbare Qualität des Schwärmens erfahren.

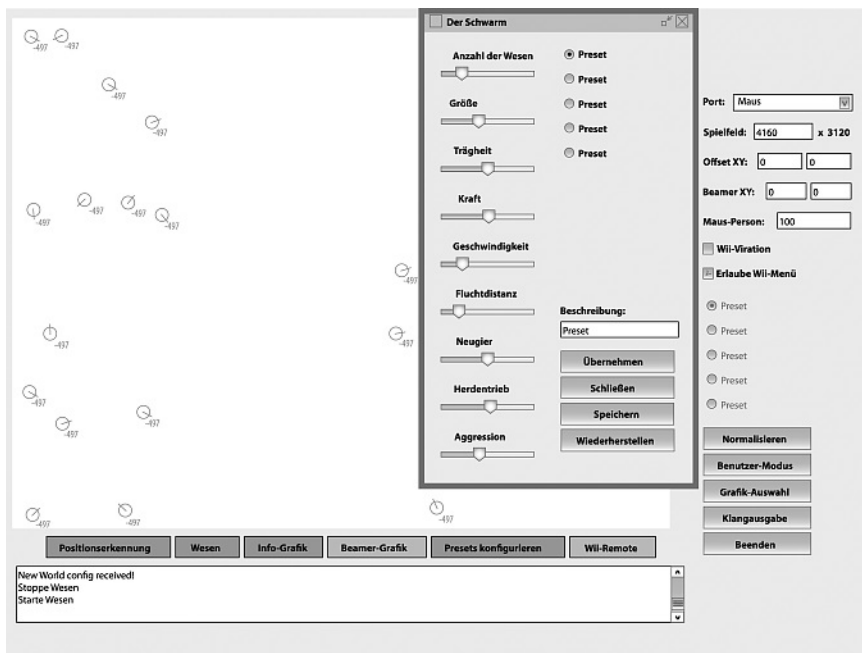


Abb. 4: Administrationsoberfläche „Der Schwarm“

Über diese Administrationsoberfläche (Abbildung 4) lassen sich Parameter wie Anzahl und Größe der Lichtpunkte verändern sowie das Verhalten des Schwarms und der Grad von Zutraulichkeit oder Herdentrieb manipulieren. Die Veränderungen, die die Parametereinstellungen bewirken, können auf dem Bildschirm getestet, aber auch immer wieder auf der Projektionsfläche erfahren werden. Wir nutzen also die Möglichkeiten des Mediums Computer selbst, um über Simulation und Parametersteuerung, durch eigenes Handeln und Experimentieren, durch einen Wechsel von Immersion und Reflexion, „Diving In“ und „Stepping Out“, ein Begreifen der abstrakten Modelle dieses Schwarmverhaltens und komplexeres Lernen über die dahinter liegende Algorithmik zu fördern.

Die Akteure verstehen, welche Prinzipien der Selbstregulation hinter dem Schwarmverhalten entdeckt werden können und warum es kein Zauberwerk ist, sondern welche algorithmischen Strukturen es sind, die den Schwarm auf einen Akteur reagieren lassen. In einer Performance, für die wir eine professionelle Tänzerin gewinnen konnten, wird deutlich, dass nicht nur das Verstehen, sondern auch die ästhetische, „perfekte“ Interaktion mit dem Schwarm erst möglich wird, wenn die Algorithmik in ihren Prinzipien verstanden ist.



Abb. 5: Performance mit einer professionellen Tänzerin

Mit diesem Beispiel soll deutlich werden, wie im Design von Software ein handlungsorientierter Zugang, der gleichzeitig die Reflexion über das implementierte Modell fördert – in diesem Fall des Schwarmverhaltens –, gestaltet werden kann. Dies, so die Annahme, würde das Lernen besser unterstützen als die Leitlinie der Transparenz, die die Interface-Gestaltung heute beherrscht und sich auch in vielen multimedialen und interaktiven Lernanwendungen als Prinzip findet. Die Gefahr besteht, dass dadurch das Denken abgenommen statt gefördert wird.<sup>4</sup> „Medialitätsbewusstsein“ (Wagner, 2004) und ein explizites Sichtbarmachen, eine implementierte „Visibility“ (Bolter & Gromala, 2003) könnten dem entgegenwirken.

4 Peter Fauser (2003) hat dazu ein eindrucksvolles Beispiel untersucht: Im Vergleich zwischen Lernern, die sich das Modell der Zeitzonen auf dem Globus über ein Buch angeeignet haben mit solchen, die sich mittels einer interaktiven Anwendung gewissermaßen selbst um die Erde bewegen konnten, schnitten diejenigen, die mit dem Digitalen Medium lernten, schlechter ab. Fauser erklärt dies einleuchtend damit, dass ihnen die eigene Modellbildung abgenommen wurde.



## 5. Pädagogik und Informatik

Neue Schnittstellen wie die der „Tangibles“ oder der Be-Greifbaren Interaktion erlauben mehr und mehr einen handlungsorientierten Umgang mit Digitalen Medien. Wenn sie für Lehr- und Bildungszusammenhänge gestaltet werden, müssen sie es erlauben, den Blick auf die inhärenten Modelle frei zu geben statt sie zu verstecken.

So, wie Maria Montessori den Charakter ihrer Materialien so gedacht hat, dass sie auf wichtige Prinzipien hinweisen, muss das Design von digitalen Lernanwendungen von diesem Gedanken geleitet werden. Lernen besteht darin, Zusammenhänge zwischen und hinter den Dingen herzustellen. Digitale Materialien können dies fördern, indem sie – gerade durch ihre semiotische Natur – einen lebendigen Prozess der Auseinandersetzung anstoßen, in dem die Dinge verändert, neu arrangiert, neu hergestellt werden. So kann der Computer zum Bildungsmedium werden (Schelhowe, 2007; Meyer, Scheibel, Münte-Goussar, Meisel & Schawe, 2008).

Isabel Zorn (2008) hat in ihrer Dissertation im Rahmen einer empirischen Studie gezeigt, dass Aktivitäten des Konstruierens von digitalen Artefakten (im Unterschied zur ‚bloßen‘ Inhaltsproduktion und zu Design-Aktivitäten) Bildungsprozesse auslösen, neue Sinnggebungs- und Erkenntnisprozesse unterstützen und weit mehr sind als schlicht instrumentale und zweckgerichtete Tätigkeiten des Bauens und Programmierens:

Construction activities hold a potential for reflection of relations between the self and its impact on the world. In this sense, such activities contribute not merely to the acquisition of media or computer literacy but to the achievement of general education goals. (Zorn, 2008, S. 1)

Sie zeigt, dass der spezifische Charakter dieses Mediums, das aus der konzeptuellen und schließlich formalen Durchdringung des Anwendungsfeldes entsteht, Verstehensprozesse evoziert. Solche Konstruktionsprozesse, die über die Gestaltung von Inhalten mit Digitalen Medien hinausgehen und die Technologie selbst und ihr Verständnis umfassen, sind weitere, für die Alltagspraxis vielleicht schon tauglichere Beispiele für Lernprozesse, in denen das Medium selbst mit den dahinter stehenden Modellen sichtbar zum Gegenstand von Bildung wird.<sup>5</sup>

Ein reflexives Design kann jedoch nicht aus der Informatik selbst hervorgebracht werden. Es muss – was Bildungsanwendungen betrifft – aus den Erkenntnissen der Erziehungswissenschaften und der Pädagogik „informiert“ sein. Dort sind die Erkenntnisse und Modelle bekannt, die das Lernen fördern und in ein Computermodell Eingang finden können. Dazu muss aber die Erziehungswissenschaft sich einlassen auf das Medium, es nicht nur von seiner Oberfläche kennen und darf es nicht lediglich als ein „Werkzeug“ wahrnehmen.

<sup>5</sup> In der Arbeitsgruppe dimeb haben wir dazu ein eigenes Konzept „konstruktionistischer“ Lernumgebungen (vgl. Papert, 1991) unter dem Titel „TechKreativ“ entwickelt, wo wir mit vorhandenen, aber auch einem selbst entwickelten „Construction Kit“ (EduWear) arbeiten (Universität Bremen, 2010b).

## Literatur

- Ackermann, E. (1996). Perspective-Taking and Object Construction. Two Keys to Learning. In Y. B. Kafai & M. Resnick (Hrsg.), *Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World* (S. 25-35). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bolter, J. D., & Gromala, D. (2003). *Windows and Mirrors. Interaction Design, Digital Art and the Myth of Transparency*. Cambridge: MIT Press.
- Dewey, J. (1949). *Demokratie und Erziehung. Eine Einleitung in die philosophische Pädagogik*. Braunschweig: Westermann Verlag.
- Dourish, P. L. (2004). *Where the Action Is. The Foundations of Embodied Interaction*. Cambridge: MIT Press.
- Eisenberg, M., & Eisenberg, A. N. (1999). Middle Tech: Blurring the Devison between High and Low Tech in Education. In A. Druin (Hrsg.), *The Design of Children's Technology* (S. 244-273). San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Fausser, P. (2003). Lernen als innere Wirklichkeit. Über Imagination, Lernen und Verstehen. In I. Rentschler, E. Madelung & P. Fausser (Hrsg.), *Bilder im Kopf. Texte zum imaginativen Lernen* (S. 242-286). Seelze-Velber: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung.
- Hodges, A. (1989). *Alan Turing, Enigma*. Berlin: Verlag Kammerer & Unverzagt.
- Manovich, L. (2001). *The Language of New Media*. Cambridge: MIT Press.
- Meyer, T., Scheibel, M., Münte-Goussar, S., Meisel, T., & Schawe, J. (Hrsg) (2008). *Bildung im Neuen Medium. Wissensformation und digitale Infrastruktur*. Münster: Waxmann Verlag.
- Minsky, M. (1987). *The Society of Mind*. New York: Simon and Schuster.
- Montessori, M. (1987). *Schule des Kindes: Montessori-Erziehung in der Grundschule* (2. durchges. Aufl.). Freiburg: Herder Verlag.
- MPFS (2009). *JIM 2009. Jugend, Information, (Multi-)Media. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland*.  
<http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf09/JIM-Studie2009.pdf> [22.11.2010].
- Nadin, M. (1988). Interface Design and Evaluation — Semiotic Implications. In H. Hartson & D. Hix (Hrsg.), *Advances in Human-Computer-Interaction* (S. 45-100). Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Norman, D. A. (1998). *The Invisible Computer. Why Good Products Can Fail, the Personal Computer Is So Complex, and Information Appliances Are the Solution*. Cambridge: The MIT Press.
- Papert, S. (1991). Situating Constructionism. In I. Harel & S. Papert (Hrsg.), *Constructionism, Research reports and essays, 1985-1990* (S. 1-11). Norwood NJ: Ablex Publishing.
- Reynolds, C. W. (1999). Steering Behaviors for Autonomous Characters. In *Proceedings of the Computer Game Developers Conference 1999* (S. 763-782). San Francisco, CA: Miller Freeman Game Group.
- Ryokai, K., Marti, S., & Ishii, H. (2005). Designing the World as Your Palette. In *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '05)*. Portland, OR, April 2-7, 2005.
- Schelhowe, H. (2004). Nur ein neues Werkzeug? Zur Bedeutung von Medienbildung an der Laptop-Universität. In M. Kerres, M. Kalz, J. Strattmann & C. de Witt (Hrsg.), *Didaktik der Notebook-Universität* (S. 28-43). Münster: Waxmann Verlag.
- Schelhowe, H. (2007). *Technologie, Imagination und Lernen*. Münster: Waxmann Verlag.
- Schirmacher, F. (2009). *Payback. Warum wir im Informationszeitalter gezwungen sind zu tun, was wir nicht tun wollen, und wie wir die Kontrolle über unser Denken zurückgewinnen*. München: Blessing Verlag.
- Turing, A. M. (1937/1987). On Computable Numbers, With an Application to the Entscheidungsproblem. In B. von Dotzler & F. Kittler (Hrsg.), *A. Turing: Intelligence Service* (S. 19-60). Berlin: Brinkmann und Bose Verlag.

- Turkle, S., & Papert, S. (1990). Epistemological Pluralism: Styles and Voices within the Computer Culture. *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, 16(1), 128-157.
- Turkle, S. (1984). *The Second Self: Computers and the Human Spirit*. New York: Simon and Schuster.
- Universität Bremen (2008). *Arbeitskreis Be-Greifbare Interaktion in Gemischten Wirklichkeiten*. <http://dimeb.informatik.uni-bremen.de/interaktion> [22.11.2010].
- Universität Bremen (2010). *Arbeitskreis Be-Greifbare Interaktion in Gemischten Wirklichkeiten*. <http://www.techkreativ.de> [22.11.2010].
- Wagner, W.-R. (2004). *Medienkompetenz revisited. Medien als Werkzeuge der Weltaneignung: ein pädagogisches Programm*. München: Kopaed Verlag.
- Wegner, P. (1997). Why Interaction Is More Powerful Than Algorithms. *CACM*, 40(5), 81-91.
- Winograd, T. (1997). The Design of Interaction. In P. Denning, J. Metcalfe & M. Robert (Hrsg.), *Beyond Calculation* (S. 149-161). New York: Springer Verlag.
- Zorn, I. (2008). Active Construction of Digital Media as Socio-Technical Construction of a Learning Space. In *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*. Vienna, ED-MEDIA, 30 June 2008-4 July. Chesapeake, VA: AACE. <http://www.editlib.org/p/29017> [22.11.2010].
- Zorn, I. (2010). *Konstruktionstätigkeit mit Digitalen Medien – Eine qualitative Studie als Beitrag zur Medienbildung*. Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde durch den Promotionsausschuss Dr. phil. der Universität Bremen. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:46-diss000117767> [22.11.2010].
- Zuse, K. (1993). *Der Computer. Mein Lebenswerk*. Berlin: Springer Verlag.

**Abstract:** The computer constitutes a culmination of abstraction and formalization. At the same time, however, this new medium also allows for a highly concrete interaction which does not even need the distance of language or the representation in pictures. Concepts of interaction developed by computer science such as “tangible interfaces” or “body-interaction” allow for an immersive, intuitive, and action-oriented use. If computers are to serve human education, and not merely purposeful action, then more has to be considered than to simply allow for them to be used intuitively or to make them appear as if they would enable an immediate, direct-manipulative interaction. Complex learning consists in moving back and forth between immersion and reflection. When designing software for educational processes, digital media must not remain “mere” tools or media – transparent for the access to information or virtual objects; rather, a reflexive design is needed through which the computer itself and the modeling processes hidden behind its surface become visible. The inherent models and their formalized expression have to be made accessible and tangible. The article discusses how the computer can become a medium of education and why educational science needs to “inform” the design of digital learning applications.

### **Anschrift der Autorin**

Heidi Schelhowe, Digitale Medien in der Bildung (dimeb), Bibliothekstr. 1, 28359 Bremen, Deutschland  
E-Mail: [schelhow@tzi.de](mailto:schelhow@tzi.de)