

INTERAKTION UND INTERAKTIVITÄT IM KONTEXT VON WISSENSKONSTRUKTION UND NUTZUNG DIGITALER MEDIEN

Zur Vielfalt des Interaktionsbegriffs

VON JOHANNES MAGENHEIM

I. EINLEITUNG

Dieser Beitrag widmet sich der Vielfalt des Interaktionsbegriffes. Ausgehend von einer knappen Referenz auf philosophisch-kulturtheoretische Diskurse zum Interaktionsbegriff versucht er einen Brückenschlag zu soziologischen Sichtweisen sozialer Interaktion im Kontext von Wissenserwerb und Kommunikation. Systemtheoretische Sichten auf sozio-technische Informatiksysteme liefern schließlich die Basis für eine Auseinandersetzung mit dem aktuellen Interaktivitätsbegriff, dem erhebliche Bedeutung bei der Charakterisierung computerbasierter digitaler Medien zukommt. Hier setzt sich der Beitrag mit der Abhängigkeit der Mensch-Computer-Interaktionen von der Gestaltung grafischer Nutzungsoberflächen und von dem sozialen Interaktionskontext der die Computersysteme nutzenden Personen¹ auseinander. Ferner werden mit dem theoretischen Konzept der Produkt-Prozessrelation die interaktiven Potenziale computerbasierter Medien, von einfachen Lernprogrammen bis hin zu Web-2.0-Technologien, als Resultat eines komplexen interaktiven Modellierungsprozesses beschrieben, der Mensch-Computer-Interaktionsmodelle partiell antizipiert. Besondere Bedeutung kommt in dem Beitrag der Funktion von sozialen Interaktionen für den menschlichen Wissenserwerb zu, sei er in direkter zwischenmenschlicher Kommunikation oder medial vermittelt durch traditionelle Einschreibmedien bis hin zur computermedierten Kommunikation in vernetzten, verteilten Systemen.

2. INTERAKTION IM KONTEXT VON WISSENSKONSTRUKTION UND -REKONSTRUKTION

Der Interaktionsbegriff ist vielschichtig und mehrdeutig und wird in der Literatur mit hoher semantischer Streubreite verwendet. Interaktion wird oft als Teilmenge von Kommunikation verstanden und umgekehrt. Die Bedeutungsfelder beider Begriffe überschneiden sich. Eng damit zusammenhängend stehen Begriffe wie Interpretation und Selektion von Wahrgenommenem.² Es ist deshalb in dieser Abhandlung nur möglich, exemplarisch einige ausgewählte Dimensionen dieses

1 Alle Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für die weibliche und männliche Form.

2 Vgl. Neuberger: „Interaktivität, Interaktion, Internet“.

Konstrukts und seine Beziehung zur subjektiven Wahrnehmung von Realität sowie zum individuellen Wissenserwerb aufzuzeigen.

Schon Platon hebt die Bedeutung des Diskurses bei der Wissensvermittlung gegenüber der schriftlichen Übermittlung von Wissen hervor, da das erworbene Wissen des Lesers von seiner subjektiven Interpretation des Textes geprägt sei und ihm die soziale Rückkopplung der Meinung des Autors/Lehrers fehle.³ Die damit begründete Subjekt-Objekt-Relation zwischen erkennendem Subjekt und dem Erkenntnisgegenstand als Objekt spielt in zahlreichen philosophischen, kulturtheoretischen und soziologischen Diskursen zum Interaktionsbegriff und der Wissenskonstruktion eine zentrale Rolle. Es erhebt sich die zentrale Fragestellung, ob es authentische subjektive Formen der Realitätswahrnehmung gibt und ob diese nicht durch medial vermittelte Formen verfälscht werden.

Kant führt den Gedanken des ‚Transzendentalismus‘ ein. In einem Prozess von Subjekt- und Selbstkonstitution erkennt das denkende Subjekt sich selbst als entäußertes ‚gedachtes Objekt‘. Die subjektive Wahrnehmung liefert nicht die Erkenntnis über die Dinge an sich, sondern über die subjektive Rezeption der phänomenologischen Erscheinung des Objekts der Erkenntnis. Begriffe über die Dinge entstehen als logische Derivate, nach Regeln gebildet, als Leistungen eines transzendentalen Selbstbewusstseins, der Grundlage allen Denkens. Das von allen sinnlichen Wahrnehmungen abstrahierende *transzendente Subjekt* ist der Ursprung aller Verstandesbegriffe. Erkenntnis beruht nach diesem Konzept im Wesentlichen auf logischen Operationen dieses ‚Verstandes‘ und nicht auf kommunikativen Diskursen interagierender Individuen.⁴

Habermas hebt mit Bezug auf Kant die soziale Vermitteltheit von Erkenntnis in mannigfaltiger Weise hervor und postuliert: „die Leistungen des transzendentalen Subjekts haben ihre Basis in der Naturgeschichte der Menschengattung“⁵. Arbeit, Sprache und Interaktion in Form kommunikativen Handelns im Medium symbolisch vermittelter Interaktion sind wesentliche Kategorien, in den sich subjektive Erkenntnis sozial vermittelt herausbilden kann. Kommunikatives Handeln setzt die Interaktion von mindestens zwei sprach- und interaktionsfähigen Subjekten voraus, die in einem interpersonalen Diskurs eine Verständigung über eine Handlungssituation einvernehmlich koordinieren. Habermas verwendet in seiner Theorie des *kommunikativen Handelns* einen diskursiven Wahrheitsbegriff über interpersonale Konsensbildung, der sich von einer absoluten unabhängig von der Wahrnehmung der handelnden Subjekte existierenden objektiven Wahrheit distanziert. In einer idealen Sprechersituation zur Konsensbildung existieren Öffentlichkeit, Gleichverteilung der Kommunikationsrechte, Gewaltlosigkeit, Aufrichtigkeit und Mechanismen der Metakommunikation. Sprache ist das Medium, mit dem das Individuum mit der Umwelt in Beziehung tritt. In den mit ihr formulier-

3 Vgl. Platon: Phaidros.

4 Vgl. Grondin: Kant zur Einführung.

5 Habermas: Technik und Wissenschaft als ‚Ideologie‘, S.162.

ten Begriffen manifestiert sich der tradierte objektive Geist einer Kulturepoche und Gesellschaftsformation. Mit der Kategorie Arbeit wird nach Habermas zielgerichtetes *instrumentelles Handeln* mittels eines auf gesellschaftlicher Erfahrung beruhenden Werkzeuggebrauchs zur Auseinandersetzung mit der Natur begründet. Arbeit impliziert regelhaftes qua Interaktion vermitteltes instrumentelles Handeln zur Befriedigung individueller Bedürfnisse. Damit werden in der Habermas'schen Theorie auch Grundkategorien bereitgestellt, die Technikentwicklung und deren Abhängigkeit von *erkenntnisleitenden Interessen* als Resultat von sozialen Interaktionen und instrumentellem Handeln begreifen. Mit der Abgrenzung von instrumentellem Handeln und Interaktion als Mittel zur intersubjektiven Verständigung können auch im Bereich der Technik alternative Gestaltungsmöglichkeiten zum Gegenstand von Diskursen werden.⁶

Habermas' Ansatz zur *sozialen Interaktion* erklärt die Genese gesellschaftlicher Strukturen aus der Analyse der Handlungsebene der interagierenden Subjekte. Damit grenzt er sich von Ansätzen wie etwa dem von Parsons ab, in denen rigides, gesellschaftlich fest definiertes soziales Rollenhandeln gesellschaftliche Schichtung entstehen lässt.⁷ Auch in der Systemtheorie Luhmanns dominiert die Sicht auf Gesellschaft als Gesamtsystem. Interaktionen bilden bei Luhmann einfachste soziale Systeme, die eine physische Anwesenheit von Kommunikationspartnern voraussetzen. Sie sind Voraussetzung für eine Gesellschaft. Die primäre Betrachtung der Gesellschaft als Bezugsebene beinhaltet aus der Perspektive von Habermas aber die Schwäche, gesellschaftliche Veränderungen nicht hinreichend handlungstheoretisch begründen zu können.

In den theoretischen Ansätzen des *symbolischen Interaktionismus* von Mead, Goffmann und Krappman⁸ wird soziale Realität als das Resultat von Interaktion und Kommunikation begriffen. Kennzeichnend ist das Konzept der *Rollendistanz*, das flexibles Rollenhandeln in Orientierung an wechselseitigen Erwartungen der Interaktionsteilnehmer gestattet. In der Interaktion werden Handlungen zu Symbolen gemeinsamer Deutungsschemata, die wiederum einen neuen dyadischen Handlungszyklus hervorbringen.

Das klassische Rollenmodell (nach Parsons) geht von der Annahme aus, dass sich die Kommunikationsteilnehmer nicht nur unter Rückgriff auf ein gemeinsames Symbolsystem (z.B. der Sprache) verständigen, sondern sich zusätzlich an vorgegebenen Normen orientieren, die häufig als selbstregulativ gelten und auch unbewusst angewandt werden. Die jeweilige Prägung, die ein Mensch erfahren hat, sei es sozialer, kultureller oder auch biographischer bzw. individueller Art, bestimmt die Kommunikationssituation und die wechselseitigen Erwartungen entscheidend mit. Dieses sehr statische und normenkonforme Rollenmodell gilt jedoch als umstritten, da es die Handlungspartner an eine Rolle zwingend bindet und die kom-

6 Vgl. Habermas: Theorie des kommunikativen Handelns.

7 Vgl. Parsons: Social Structure and the Evolution of Action Theory.

8 Vgl. Paetau: Mensch-Maschine-Kommunikation, S. 86ff.

plette Vorhersagbarkeit des Verhaltens bedeuten würde. Ein flexibleres Rollenmodell bietet der symbolische Interaktionismus nach G. H. Mead: Das Konzept des *generalized other* (des ‚generalisierten Anderen‘) geht von der Annahme aus, dass die Rollennormen nicht rigide definiert sind, sondern immer einen individuellen Spielraum übrig lassen, der durch wechselseitige, z.T. gesellschaftlich normativ geprägte Rollenerwartungen definiert ist. Die Teilnehmer nehmen nicht nur eine aktuelle Rolle an, sondern können noch individuelle Ansprüche verwirklichen, dadurch dass noch weitere Rollen latent mit in die Kommunikationssituation einwirken. Die Kommunikationspartner bringen in die Interaktionssituation sowohl ihre biografischen als auch ihre aktuellen sozialen Anteile in die Interaktionssituation mit ein (*personal and social identity*), was zu einer Unschärfe der Kommunikationssituation und einem Bedarf an wechselseitiger Interpretation führt. Mit dem Konzept des *I* (personales Selbst), *me* (soziales Selbst, Verinnerlichung von Erwartung) und *self* (Entscheidung des Individuums) werden zugleich Selbstdistanzierungskonzepte sichtbar, wie sie schon in der oben erwähnten Subjekt-Objekt-Relation anzutreffen waren. Damit werden Grundqualifikationen sozialer Interaktion wie *Rollendistanz* (Handlungsspielraum), *Ambiguitätstoleranz* (Ertragen von Inkompatibilitäten und offenen Situationen) sowie *Empathie* (Internalisierung der angetragenen Rollenerwartungen, Nachvollziehen von Intentionen) ermöglicht.⁹

Der intersubjektive Diskurs im Kontext von symbolisch vermittelter Interaktion spielt auch im Konzept der *Diskursanalyse* von Michel Foucault eine wesentliche Rolle. Diskursive Praxis wird aus sprachlichen und nicht-sprachlichen Aspekten (z.B. Architektur) generiert und bindet so auch Manifestationen kulturell-ästhetischer Praxis ein.¹⁰ Mit seinem Konzept der Archäologie des Wissens entwickelte Foucault eine Methode zur Rekonstruktion diskursiver Strukturen und versuchte das Verfahren der Diskursanalyse von Texten auf andere Medien zu übertragen. Dieser Ansatz findet z.B. auch bei der Analyse von technischen Konstrukten, wie z.B. Informatiksystemen Beachtung, da er im Habermas'schen Sinne kommunikatives und instrumentelles Handeln, die zur Systementwicklung beigetragen haben, und implizite interaktive Strukturen offen legen kann und so ein besseres Systemverständnis vermittelt (s.u.).¹¹

Diskursanalyse bezieht bei diesen Ansätzen mediale Konstrukte und technische Artefakte, wie z.B. Texte, Kunstwerke oder Software, als materialisierte Manifestationen instrumentellen Handelns in die Interaktion zur Wissenskonstruktion mit ein. Aus der Perspektive des subjektiven Wissenserwerbs bedeutet dies, dass Diskursanalyse und Interaktion in enger Verwandtschaft mit konstruktivistischen Auffassungen des Lernens stehen. *Konstruktivistische Theorien* des Ler-

9 Vgl. Mead: Geist, Identität und Gesellschaft.

10 Vgl. Foucault: Botschaften der Macht.

11 Vgl. Magenheim: „Deconstruction of Socio-Technical Information Systems with Virtual Exploration Environments as a Method of Teaching Informatics“.

nens begründen schließlich ein stärkeres Maß an Autonomie des Lernalers beim Lernen, indem sie der Wahrnehmung und Verarbeitung von Erlebnissen durch das Individuum eine hohe Bedeutung beimessen. Wissenserwerb im Lernprozess basiert danach auf individueller Konstruktion von Wirklichkeit vor dem Hintergrund subjektiver Erfahrungsstrukturen in Interaktionssituationen.¹²

Im Hinblick auf die Archäologie des Wissens erschließen sich dekonstruktive Erkenntniszugänge, die etwa tradierte Konzepte der Hermeneutik überschreiten, da sie sich nicht nur auf textuelle Dokumente beziehen. Ursprünglich entstammt der Begriff Dekonstruktion wissenschaftlichen Diskursen vor allem in der Philosophie, aber auch in Literaturwissenschaft, Wissenschaftstheorie, Kunst und Architektur. Ansätze dieser Diskussion lassen sich in der bereits von Kant bis hin zu Adorno thematisierten Frage der Ästhetik erkennen, ob Kunstwerken ein begriffliches Äquivalent zuzuordnen sei.¹³ Später konzentrierte sich die Diskussion in der Literaturwissenschaft auf die Frage nach der begrifflichen Erfassung von Texten. Man könnte diese Fragestellung auch um den Aspekt erweitern, ob Software und Informatiksysteme mit dieser Methode hinsichtlich ihrer Genese und sozio-technischen Funktionalität adäquat erfasst werden können.

Derrida entwarf das Konzept der Dekonstruktion u.a. in Anlehnung an den Begriff der Destruktion von Heidegger, der damit nicht Zerstörung, sondern kritische Würdigung und Abkehr von tradierten Methoden des Erkenntnisprozesses bezeichnete. Dekonstruktion steht in der Literaturtheorie im Widerspruch zum Konzept des Strukturalismus. Nicht ein externes Normensystem wird zur Bewertung und zum Vergleich von Texten herangezogen, sondern durch den intensiven Nachvollzug des argumentativen Aufbaus des Textes wird versucht, Widersprüchlichkeiten des im Text etablierten Begriffssystems zu entdecken. Dekonstruktion bedeutet Auflösung und Entstrukturalisierung des Textes. Vor allem Ungesagtes, Angedeutetes kann von zentraler Bedeutung sein. Dies gilt auch für die Software und computerbasierte Medien, deren Modellierungsprämissen und Entwurfsentscheidungen, wenn überhaupt, nur implizit oder gar nicht mehr erkennbar sind und quasi archäologisch in Schichten freigelegt werden müssen.¹⁴

Das in Dokumenten und anderen Medien enthaltene Wissen erschließt sich nicht nur qua individueller Rezeption, sondern auch, und mit anderer Qualität, im interaktiven Diskurs über die rezipierten Inhalte mit Anderen. Die Erzeugung von Differenzenerfahrung durch Beobachtung, Experiment, Simulation, Vergleich von Kalkülen und symbolisch vermittelter Interaktion ist konstitutiv für den Wissenserwerb.¹⁵ Die Interaktivität der Dokumente, seien es traditionelle Einschreibeme-

12 Vgl. Maturana/Varela: Der Baum der Erkenntnis; vgl. auch Glasersfeld: Radikaler Konstruktivismus.

13 Vgl. Zima: Die Dekonstruktion.

14 Vgl. Derrida: „Die Struktur, das Zeichen und das Spiel im Diskurs der Wissenschaften vom Menschen“.

15 Vgl. Keil: „Medienqualitäten beim eLearning“.

dien oder solche, die eine synchrone dynamische Veränderung und Aufzeichnung der Resultate von Interaktionsprozessen ermöglichen, ist entscheidend für deren mediale Qualität. Mit dieser Zuordnung wird eine Verbindung von Interaktionen als Aktivitäten handelnder Personen und von Interaktivität als Merkmal der verwendeten wissensarchivierenden Medien hergestellt.

Bevor der interaktive Umgang und die kooperative Gestaltung digitaler Medien und die ihnen zugrunde liegenden sozio-technischen Informatiksysteme im weiteren Verlauf des Beitrages in den Mittelpunkt der Betrachtung zu Interaktionen und Interaktivität gerückt werden, seien noch zwei Interaktionskonzepte instrumentellen Handels bei der Entwicklung technischer Systeme angesprochen.

Die Techniktheorie Latours mit ihrer Akteur-Netzwerk-These unterscheidet nicht mehr zwischen menschlichen und technisch-apparativen Aktanten. Sie geht im Gegensatz zu vorgenannten Ansätzen nicht davon aus, dass Realität und Technik sozial konstruiert sind, sondern natürlich-technische und soziale Aktanten sich in einem interaktiven Netzwerk Eigenschaften und Merkmale wechselseitig zuschreiben.¹⁶ In eine ähnliche Richtung argumentiert die Theorie der autopoietischen Systeme. Derartige Systeme können sich mit Hilfe der Elemente, aus denen sie bestehen, selbst reproduzieren und sich dabei stetig Umweltbedingungen anpassen.¹⁷ Sie sind operational geschlossen und besitzen ein hohes Maß an technischer ‚Interaktivität‘ auf der formalen Ebene des informatischen Nachrichtenaustauschs, benötigen jedoch nicht notwendigerweise Interaktion mit menschlichen Subjekten, um sich weiter zu entwickeln. Derartige selbstadaptive Systeme implizieren eine neue Qualität für den Umgang des Menschen mit der Technik und den zwischenmenschlichen Interaktionen in ihrem Applikationskontext.¹⁸

3. SOZIO-TECHNISCHE INFORMATIKSYSTEME

Die nachfolgenden Abschnitte setzen sich mit Interaktionen bei der Genese und Nutzung technischer Systeme, insbesondere von Informatiksystemen auseinander. Sozio-technische Informatiksysteme werden als Artefakte charakterisiert, die als Produkt theoriegeleiteter und regelbasierter sozialer Interaktion entstanden sind und implizit Muster sozialen Handelns für deren künftigen Nutzer beinhalten. Im interaktiven Prozess der Systemgestaltung sozio-technischer Informatiksysteme werden auch deren medialen Qualitäten und interaktive Handlungsspielräume für Nutzer *a priori* festgelegt. Somit führen soziale Interaktionen während des Gestaltungsprozesses zu Interaktivitätsmerkmalen computerbasierter Medien im Kontext der Mensch-Maschine Interaktion bei der späteren Nutzung dieser Systeme.

16 Vgl. Latour: Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft.

17 Vgl. Maturana/Varela: Der Baum der Erkenntnis.

18 Vgl. Gaußemeier u.a.: „Self-Optimizing Mechatronic Systems“.

3.1 INTERAKTIONSPOTENZIALE SOZIO-TECHNISCHER INFORMATIKSYSTEME

Die Fähigkeit von Computern, Zeichensysteme zu manipulieren, hat ihnen den Ruf als universelle, symbolverarbeitende Maschine, und der Informatik teilweise die Charakterisierung als Disziplin der technischen Semiotik eingetragen. Text, in Form symbolischer Codierung nach den Regeln einer Computersprache erzeugt, wird damit ein Doppelcharakter zugewiesen: Einerseits Medium zur menschlichen Kommunikation und Interaktion und andererseits Mittel zur Steuerung von Maschinen; im einen Fall mit kontextgebundener Semantik, im anderen Fall sinnfrei und lediglich syntaktischen Regeln gehorchend. Mittels dieses bifunktionalen Textes, der in interaktiven Modellierungsprozessen generiert wird und an dem Entwickler und Auftraggeber in unterschiedlichen Funktionen beteiligt sind, werden wesentliche Eigenschaften des entwickelten Computer- und Softwaresystems bestimmt.

Die Entwicklung derartiger Informatiksysteme setzt im Rahmen der Modellierung das formale Beschreiben von Datenstrukturen und Algorithmen voraus. Diese Formalisierung ist gleichzeitig gekoppelt mit einem Prozess der Abstraktion und Reduktion durch De-kontextualisierung. Die Ideen der Entwickler und Kunden, in sozialen Interaktionsprozessen ausgetauscht im Medium von natürlicher Sprache auf der Basis interpretierbarer Information und vor dem Hintergrund eines subjektiven Erfahrungskontexts und subjektgebundenen Wissens, werden durch diesen Interaktions- und Formalisierungsprozess auf formale Daten und deren formalisierbare Zusammenhänge abgebildet. Sie werden damit ihrer kontextbezogenen Semantik beraubt, sind aber nach syntaktisch eindeutigen Regeln durch Maschinen verarbeitbar. Wissen wird über den kooperativen Informationsaustausch im Softwareentwicklungsprozess in eine Datenstruktur mit zugehörigen Daten transformiert und mittels formaler Beschreibungen, z.B. durch Algorithmen oder logische Klauseln, manipulierbar. Krämer¹⁹ hat das Resultat dieses Prozesses im Konzept der formalen Typografien treffend zusammengefasst und beschrieben. Formale Typografien sind frei von Sinnhaftigkeit, können nach eindeutigen formalen Regeln manipuliert werden und basieren auf einem eindeutig zu identifizierenden Zeichensystem.

Diese fundamentalen Transformationen bei der Modellierung und Gestaltung von Informatiksystemen und der Maschinisierung von Wissen finden ihre logische Ergänzung in der Äquivalenz zwischen Klassen von Automaten und Klassen spracherzeugender Grammatiken.²⁰ Mit dem Konzept der Turingmaschine und der formalen Berechenbarkeit hat die theoretische Informatik ein adäquates Beschreibungsmittel gefunden, das die Durchführbarkeit dieser syntaktischen Regeln folgenden formalen Operationen überprüft.

19 Vgl. Krämer: Symbolische Maschinen.

20 Vgl. Chomsky: Syntactic Structures.

Wegner²¹ zeigte jedoch, dass diese formalisierbare Dimension von Informatiksystemen nicht ausreicht, um derartige Systeme in ihrer ganzen Komplexität zu erfassen. In seiner nicht unumstrittenen Abhandlung zum Verhältnis von Algorithmen und Interaktion wies er zu Recht darauf hin, dass traditionelle Algorithmen zwar einen sehr wichtigen, aber eben nur einen Teil möglicher Aktivitäten eines Informatiksystems abdecken. Wichtige Komponenten heutiger Informatiksysteme bilden die Benutzungsoberflächen (GUI: *Graphical User Interface*), die die Interaktionen zwischen dem formal-technischen Teil des Systems und den Nutzern (HCI: *Human Computer Interaction*) ermöglichen. Die Vielfalt an möglichen Nutzereingaben und deren Einfluss auf die inneren Systemzustände sind mit deterministischen Regeln kaum umfassend zu beschreiben. Ähnliches gilt für parallele Prozesse und verteilte Systeme, wo etwa bei Routing-Problemen oder der Auslastung von Prozessor-Knoten beim *grid computing* nichtdeterministische, von sich stets verändernden äußeren Rahmenbedingungen abhängende externe Einflüsse die inneren Systemzustände verändern. Damit wird zugleich das Problem der ‚technischen Interaktivität‘ zwischen unterschiedlichen Informatiksystemen oder Systemkomponenten angesprochen, die komplexe, im Detail von menschlichen Individuen nicht mehr nachvollziehbare, auf formalen Protokollen basierende Informationen austauschen.

Ingesamt wird deutlich, dass ein Informatiksystem mit seinen technisch funktionalen Merkmalen auch ein enormes Potenzial zur Mediation kommunikativer Prozesse und interaktiver Handlungsabläufe besitzt, deren Spielräume im Rahmen von interaktiven Modellierungs- und Gestaltungsprozessen interagierender Personen antizipativ umrissen werden. So werden beispielsweise rollengebundene betriebliche Funktionen von Personen operationalisiert und partiell auf technische Systemfunktionen übertragen. Dies hat nach der Systemimplementierung ggf. auch nachhaltigen Einfluss auf die betriebliche Arbeitsorganisation.²² Ähnliche Feststellungen lassen sich für den Einsatz von Informatiksystemen beim individuellen und kooperativen Wissenserwerb treffen. Informatiksysteme kommen mittlerweile in fast allen gesellschaftlichen Anwendungsfeldern zum Einsatz und besitzen unterschiedlichste Komplexität und mediale Qualität. Entsprechend vielfältig sind die Erscheinungsformen derartiger Informatiksysteme und die zugehörigen sozialen Interaktionsmuster: Zum Beispiel elektronische Geräte (Handys, MP3-Player, Spielkonsolen...), Verkehrsmittel (PKW, Verkehrsleitsysteme, Flugzeuge...), vernetzte PCs mit Software (Lernsoftware, Lernplattform, Spielesoftware...), Automaten (Bankautomaten, Getränkeautomaten, Fahrkartenautomaten...), Informationssysteme (webbasierter Veranstaltungskalender, Fahrplanauskunft, Wettervorhersage...), Handels- und Tauschsysteme (Musiktauschbörsen, Homebanking, Internetauktionen, Partnersuche...), Kommunikationsmedien (Chat, Podcast, Wikis, Blog...), Waffensysteme... Die Verbreitung und die Nut-

21 Vgl. Wegner: „Why interaction is more powerful than algorithms“.

22 Vgl. Floyd u.a.: Software Development and Reality Construction.

zungsformen der unterschiedlichsten Applikationen von Informatiksystemen in einer Gesellschaft ist zugleich auch ein Reflex auf deren Sozial- und Herrschaftsstruktur.

Unter einem Informatiksystem wird in diesem Kontext wegen der sozialen Implikationen des Softwareentwicklungsprozesses und der noch näher zu beschreibenden Sozialität der Produkteigenschaften von Software immer ein sozio-technisches Informatiksystem verstanden. Als sozio-technisches Informatiksystem (IS) ist dabei die Einheit von Software, Hardware und assoziiertem sozialen Handlungssystem von Personen anzusehen, die mit dem technischen Teil des Systems und miteinander interagieren. Zur Software zählt hierbei insbesondere die grafische Benutzungsoberfläche (GUI), während der Hardware auch elektronische und mechanische Bauteile zur Steuerung peripherer technischer Prozesse (Eingebettete Systeme) und zur Kommunikation mit anderen Informatiksystemen (Vernetzung) zugeordnet werden können. Es ist zu beachten, dass eine eindeutige Abgrenzung der Komponenten eines IS nicht immer möglich ist, da z.B. Teile einer Software in einem Produkt auch in Form von Hardware und umgekehrt realisiert werden könnten. Der technische Teil des Systems ist unauflöslich mit dem sozialen Handlungssystem verbunden. Die Software eines IS repräsentiert fundamentale Ideen und fachwissenschaftliche Methoden der Informatik, wie etwa Algorithmen, Kontroll- und Datenstrukturen, Entwurfsmuster, Automaten, Sprachkonzepte etc. Ferner beinhaltet die Software modellierte Abbildungen von Arbeitsabläufen, die den sozialen Kontext des Einsatzumfeldes des IS mit den dort angelegten Handlungsrollen von Personen widerspiegeln und beeinflussen.

Die wissenschaftstheoretischen Wurzeln des Begriffs ‚sozio-technisches Informatiksystem‘, der die Bedeutung von Interaktion und Interaktivität im Zusammenhang mit der Systemgestaltung und -anwendung theoretisch begründet, liegen nicht nur in der Informatik, sondern auch in der Techniksoziologie. Die systemorientierte Technikwissenschaft hat ihre Ursprünge in der allgemeinen Systemtheorie von Bertalanffy und in der Kybernetik von Wiener.²³ Beeinflusst wurde sie auch von Diskussionen um die Systemtheorie von Luhmann.²⁴ Syrbe hat in Anlehnung an Ropohl²⁵ versucht, den Begriff des sozio-technischen Informatiksystems für die informatische Diskussion nutzbar zu machen. Er bezieht sich auf Ropohls Konzept eines abstrakten Handlungssystems. Ropohl unterscheidet dort vier Systemmodelle: (1) abstrakte Handlungssysteme (Instanz, die Handlungen vollzieht); (2) menschliche Handlungssysteme (kooperierende Personen und Personengruppen, Organisationsmodelle); (3) Sachsysteme/technische Systeme (künstlich hergestellte, planmäßig nutzbare, gegenständliche Gebilde); (4) sozio-technische Systeme (soziale und personale Funktionsträger sind mit Sachsystemen

23 Vgl. Bertalanffy: General System Theory; Wiener: Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine.

24 Vgl. Luhmann, Niklas: Soziale Systeme.

25 Vgl. Syrbe: „Über die Notwendigkeit einer Systemtheorie in der Wissenschaftsdisziplin Informatik“, Ropohl: Allgemeine Technologie.

aggregiert).²⁶ In die letzte Gruppe fallen auch die sozio-technischen Informatikssysteme:

The concept of the socio-technical system was established to stress the reciprocal interrelationship between humans and machines and to foster the program of shaping both the technical and the social conditions of work, in such a way that efficiency and humanity would not contradict each other any longer.²⁷

Hesse u.a.²⁸ verwiesen von Seiten der Informatik bei ihrer Begriffsbestimmung von Softwaretechnik ebenfalls auf den Systembegriff. In einem sozio-technischen Informatiksystem kann zwischen der technischen Repräsentationsebene (Maschinen) der Kommunikations- und Interaktionsebene (Gruppe von Menschen) und der Wissensebene (subjektive Sicht des Einzelnen) unterschieden werden. Auf der technischen Ebene werden Daten in Form von Signalen und Symbolen ausgetauscht und verarbeitet. Auf der Kommunikationsebene dient die Sprache zum Austausch von Nachrichten. Auf der Wissensebene ist schließlich die Information angesiedelt, die des Interpretationskontextes für die Nachrichten bedarf. Daten bedürfen der Codierung in einer Sprache, bevor sie als Nachricht und durch individuelle Interpretation zu subjektivem Wissen verarbeitet werden können. Dieses systemische Konzept stellt einen Zusammenhang zwischen Wissen, Information und Daten her und begründet mit in diesem Zusammenhang einen subjektivistisch geprägten Wissensbegriff. Subjektive Wissensbestände und normative Positionen können die Bewertung und Entwicklung sozio-technischer Systeme maßgeblich beeinflussen, vor allem dann, wenn sie als wesentliche Bestandteile öffentlicher Meinung in einer Gesellschaft zum Maßstab praktischen Handelns werden:

The process of integrating knowledge, value-related, and other global, intellectual, or spiritual factors, and some religious ideas, should not be ignored when explaining the genesis and key motives and factors of technologically relevant initiatives, technological changes, and major innovations.²⁹

Subjektives Wissen und subjektive problembezogene Einstellungen (z.B. der Entwickler, Auftraggeber und Anwender) sind es auch, die in Interaktionsprozessen zu treffende Gestaltungsentscheidungen und die spätere Nutzung von Informatiksystemen bestimmen. Nygaard³⁰ hat in seinem Perspektivenkonzept zur Soft-

26 Syrbe: „Über die Notwendigkeit einer Systemtheorie in der Wissenschaftsdisziplin Informatik“, S. 224.

27 Ropohl: „Philosophy of Socio-Technical Systems“, S. I.

28 Vgl. Hesse u. a.: „Terminologie der Softwaretechnik“.

29 Tondl: „Information and Systems Dimensions of Technological Artifacts“, S. I2.

30 Vgl. Nygaard: „Program Development as a Social Activity“.

warentwicklung betont, dass es sehr unterschiedliche und dennoch schlüssige Sichtweisen auf ein Informatiksystem geben kann, die die Bewertung von sozio-technischen Informatiksystemen bestimmen können.

Auch andere Ansätze zur Techniksoziologie, wie etwa Krohn³¹ in seiner ‚Sozialtheorie der Technik‘ betonen die Bedeutung der Interaktionen im sozialen Kontext eines technischen Systems und die Notwendigkeit von deren Analyse als Voraussetzung für ein umfassendes Systemverständnis und für die Ermittlung von Gestaltungsperspektiven. Engbring³² hat in Anknüpfung an Keil-Slawik³³ und Krohn den Begriff der *Kontextuellen Informatik* beschrieben. Bei diesem Ansatz werden vor allem die medialen Funktionen von Informatiksystemen und deren Bedeutung für menschliches Lernen und Arbeiten sowie die Notwendigkeit partizipativer Softwareentwicklung unter Beteiligung von Nutzern, Entwicklern und Auftraggebern herausgearbeitet. Technikgenese wird in einem technologischen Dreieck beschrieben, mit den zu den Produkten komplementären Prozessen. Technische Artefakte werden im Kontext von Soziefakten gestaltet und regulieren diese gleichzeitig. Andererseits vollzieht sich die Entwicklung technischer Artefakte auf der Basis von Wissen (Kognifakte), das wiederum umgekehrt durch die Existenz der technischen Artefakte erweitert werden kann. Schließlich ist auch eine Wechselwirkung zwischen den Soziefakten und den Kognifakten zu verzeichnen, wobei Erfahrungen und Wissen über den Technikgebrauch zu rechtlichen Regulierungen führen können bzw. Kenntnisse über die soziale Praxis von sozio-technischen Systemen zu deren Weiterentwicklung führen kann.³⁴ Diese Wechselwirkung basierend auf der noch näher zu untersuchenden Produkt-Prozess-Komplementarität sozio-technischer Systeme und der mit ihnen interagierenden Individuen bildet eine entscheidende Voraussetzung für die Analyse und Gestaltung derartiger Artefakte sowohl auf der sozialen Mikroebene, z.B. des Umgangs mit computerbasierten Medien, als auch der gesellschaftlichen Makroebene, etwa bei dem Einfluss der technischen Entwicklungen des Internet auf die (ver)öffentlich(t)e Meinung und die damit verbundenen ökonomischen und politischen Implikationen.

3.2 INTERAKTIONEN UND INTERAKTIVITÄT BEI DER MODELLIERUNG VON INFORMATIKSYSTEMEN

Aus dieser systemtheoretischen Perspektive bedeutet die Gestaltung eines soziotechnischen Informatiksystems durch interaktives Handeln, einen Teil sozialer Realität zu modellieren, indem entsprechende Beschreibungen auf der Basis einer Modellierungssprache in maschinenlesbaren Code umgesetzt und das System in

31 Vgl. Krohn: „Zum historischen Verständnis der Technik“.

32 Vgl. Engbring: Informatik im Herstellungs- und Nutzungskontext.

33 Vgl. Keil-Slawik: „Von Informatik und Gesellschaft zum Kontext der Informatik“.

34 Vgl. Engbring: Informatik im Herstellungs- und Nutzungskontext.

dem sozialen Handlungskontext oder als technisches Subsystem in der Praxis implementiert wird. Daher sollte Softwareentwicklung und ihre Produkte, die Informatiksysteme, nicht nur rein technisch betrachtet, sondern auch als sozio-technische Beziehungsgefüge angesehen werden. Informatischem Modellieren kommt deshalb nicht nur die Aufgabe zu, Szenarios der realen Welt zu beschreiben und mögliche Interaktionsmuster in ihrer technischen Funktionalität zu charakterisieren, sondern verlangt vielmehr von den Entwicklern die Fähigkeit künftige sozio-technische Systeme, die entsprechend der Modellierung implementiert werden sollen, in ihren potenziellen Interaktionsmustern zu antizipieren und diese Überlegungen in den Gestaltungsprozess mit einzubeziehen.

Das theoretische Konzept der sozio-technischen Informatiksysteme unterstützt diese Auffassung von Softwareentwicklung und begründet für die informatische Bildung die Forderung nach der Auseinandersetzung sowohl mit den technischen als auch mit den sozialen und ethischen Aspekten derartiger Systeme. In der weiteren Konsequenz dieser Sichtweise ergibt sich die Notwendigkeit, sozio-technische Informatiksysteme nicht nur als vorgegebenes Produkt in einem Anwendungskontext, sondern auch als Ergebnis des interaktiven Softwareentwicklungsprozesses zu begreifen. Informatische Bildung und Medienbildung sollten berücksichtigen, dass Software kein statisches Produkt ist, sondern soziale Interaktionen aus seinem Einsatzumfeld, seinem sozialen Kontext, repräsentiert und materialisiert. Die Produkt-Prozess-Relation oder Produkt-Prozess-Komplementarität der Softwareentwicklung ist ein vielschichtiges Konzept der Informatik, das auch zur theoretischen Analyse medialer Funktionen von Informatiksystemen verwendet werden kann. Sie beinhaltet folgende *Prozessaspekte*, die eng mit den Produkteigenschaften verknüpft sind:

- *Inkorporation des sozialen Interaktionskontextes* qua Modellierung während des Gestaltungsprozesses: Informatiksysteme und Software beinhalten sowohl technische als auch soziale und interaktive Aspekte ihres Einsatzumfeldes qua Modellierungsprozesse. Insbesondere die Gestaltung der Benutzungsoberfläche ist ein wesentliches Element zur Strukturierung der Mensch-Computer Interaktion und damit auch von Arbeits- und Lernprozessen im Einsatzumfeld der Software. Modellierung beinhaltet einen Prozess der Antizipation künftiger Interaktionsszenarios des Informatiksystems.
- *Ergebnis sozialer Interaktionsprozesse*: Das ‚Produkt Software‘ und das assoziierte sozio-technische Informatiksystem kann als Resultat eines z.T. von unterschiedlichen Interessen geleiteten Kommunikations- und Interaktionsprozesses zwischen Entwicklern, Auftraggebern und Nutzern angesehen werden.
- *Sozio-ökonomische Zweck-Mittel-Restriktionen*: Softwareentwicklung wird durch Zeitvorgaben, begrenzte materielle Ressourcen (Finanzrahmen, vorhandene Entwicklungstools und Technik) sowie durch die Notwendigkeit bestimmt, bereits bestehende Systeme in die Neuentwicklung zu integrieren.

Diese Restriktionen bestimmen die Interaktionen im Entwicklungsprozess und die Produktqualität incl. ihrer medialen Interaktivitätsfunktionen.

- *Abstraktion von kontextueller Interaktion:* Modellierung und Konstruktion von Informatiksystemen sind einem Prozess von Abstraktion, Formalisierung und Reduktion durch Dekontextualisierung unterworfen. Dieser Prozess der Maschinisierung von Wissen bezieht sich einerseits auf das Verhältnis von Syntax und Semantik bei der Symbol vermittelten Interaktion auf zwischenmenschlicher und maschineller Ebene. Andererseits betrifft er die Differenz zwischen menschlicher Kommunikation bzw. kontextbezogener menschlicher Informationsverarbeitung und maschineller Datenverarbeitung. Das resultierende Softwareprodukt basiert auf Modellen sozialer Interaktionsmuster, die von ihrem konkreten sozialen Praxiskontext abstrahieren und bei konkreter Anwendung auf reale Nutzungssituationen hin in einen sozialen Interaktionskontext adaptiert werden müssen.
- *Softwarelebenszyklus als erfahrungsbasierte Interaktion:* Software ist kein statisches Produkt, sondern unterliegt im Rahmen des Software-Lebenszyklus einem Prozess von Weiterentwicklung und Qualitätsverbesserung. Phasen der Weiterentwicklung basieren auf Erfahrungen des Praxiseinsatzes, dessen Evaluation und interaktiven Prozessen der Qualitätssicherung.
- *Konzeptionelle Progression:* Die fachlichen informatischen Konzepte, Methoden und Werkzeuge zur Systemgestaltung unterliegen einem Wandlungsprozess, der sich in unterschiedlichen Modellierungs- und Programmparadigmen (imperativ, prädikativ, objektorientiert, funktional...), zugehörigen Entwicklungstools und damit verbundenen veränderten Interaktionsmustern beim Softwareentwicklungsprozess niederschlägt.
- *Lernprozesse und Organisationsentwicklung als Elemente der Systemimplementierung:* Im Zusammenhang mit der Implementierung von Software spielt die Weiterbildung der Nutzer und ggf. deren Einbindung in den Entwicklungsprozess eine wichtige Rolle, die über die Akzeptanz und Funktionsfähigkeit eines Informatiksystems entscheidet. Dies betrifft vor allem den Zusammenhang von Organisationsentwicklung, Technikintegration und Lernanforderungen an die Nutzer.
- *Dynamische Prozesse zur Laufzeit:* Schließlich sollte ein Blick auf die dynamische Seite eines Informatiksystems gerichtet und Prozesse zu dessen Laufzeit betrachtet werden. Hierzu gehören Muster der Mensch-Maschine Interaktion, die durch das System impliziert werden, aber auch technische Kommunikationsprotokolle oder das ‚interaktive‘ Zusammenspiel verschiedener Komponenten eines verteilten Systems.

Die Produkteigenschaften, d.h. die technischen und sozialen Funktionen eines Informatiksystems inklusive seines Interaktivitätspotenzials, sind eng mit dem Entwicklungsprozess verbunden. Zu den *Produktmerkmalen* von Software als technischer Komponente eines Informatiksystems zählen

- *Speicherung domänenspezifischen Wissens:* Software als Teil eines sozio-technischen Informatiksystems begründet nicht nur technische Artefakte, sondern repräsentiert auch gegenstandsbezogenes Wissen. Dieses Wissen enthält neben Fakten und Verfahren oftmals auch technische Regeln, wie Handhabungshinweise sowie teilweise implizit ethische Normen und rechtliche Regularien (z.B. Jugendschutzbestimmungen, Richtlinien zur Maskengestaltung, Datenschutzbestimmungen). Langfristig kann der technologische Wandel auch zu veränderten Repräsentationsformen von Wissen im Software-system sowie im sozialen Kontext des Informatiksystems bis hin zu einem generellen Wandel im gesellschaftlichen System führen (Datenschutzgesetzgebung, Urheberrecht, politische Akzeptanz von Inhalten im Internet, Kommunikationsmedien...). An dieser Stelle wird ein enger Zusammenhang zwischen technologischer und gesellschaftlicher Entwicklung deutlich.³⁵
- *Physikalisch-technische Merkmale:* Neben Hardware und anderen primär physikalisch-technischen Komponenten wie Sensoren und Aktoren besteht der technische Part eines sozio-technischen Informatiksystems aus Software mit den oben beschriebenen kontextbezogenen Prozesseigenschaften. Zur Softwareentwicklung und zum Re-Engineering des Systems sind informatische Kenntnisse und methodisches Wissen verschiedenster Bereiche erforderlich, wie etwa Modellierungsnotationen, Algorithmik, Compiler, Sprachkonzepte, Entwurfsmuster, Vorgehensmodelle, Softwareergonomie, fundamentale informatische Ideen etc.
- *Mediale Funktion von Informatiksystemen:* Eine weitere wesentliche Produkteigenschaft von Informatiksystemen sind ihre potenziellen medialen Funktionen. Sie können als einfache oder komplexe Mediensysteme zur Unterstützung grundlegender menschlicher Aktivitäten wie Lernen, Arbeiten, Gestalten, Kommunizieren, Partizipieren oder Entspannen und Konsumieren verwendet werden. In dieser Funktion wird nicht nur erneut der enge Zusammenhang von technischen und sozialen Aspekten eines Informatiksystems deutlich. Auch die Bedeutung dieser Systemfähigkeiten für Lern- und Bildungsprozesse ist hier offensichtlich. Ein grundlegendes Verständnis der Funktionsweise computerbasierter digitaler Medien ermöglicht den adäquaten Systemgebrauch und verleiht den Nutzern die Fähigkeit, künftige Anwendungsszenarien im beruflichen, privaten und öffentlichen Bereich fundiert zu beurteilen.

Die Produkt-Prozess-Komplementarität von Software und Informatiksystemen impliziert, dass derartige Systeme wegen der ihnen zugrunde liegenden inhärenten und äußeren sozialen Interaktionen bei ihrer Gestaltung nur schwer vollständig zu modellieren und zu implementieren sind. Systemgestaltung ist daher ein Begriff,

35 Vgl. Lessig: Code and Other Laws of Cyberspace, Engbring: Informatik im Herstellungs- und Nutzungskontext.

der das tatsächliche intentionale Realisierungspotenzial der in diesem Prozess interagierenden Personen begrifflich überhöht.

Aus der Perspektive von informatischer Bildung und Medienbildung eröffnet diese vielschichtige Genese von Informatiksystemen und speziell computerbasierter Medien die Möglichkeit einer Dekonstruktion von Dokumenten des Softwareentwicklungsprozesses (z.B. UML-Diagramme, Quellcode, Protokolle über Designentscheidungen, Ergebnisse von Anforderungsanalysen etc.). Ein derartiger dekonstruktiver Zugang zu einem Informatiksystem lässt die interaktive und prozessuale Qualität des Softwareprodukts in einem quasi ‚medienarchäologischen‘ Sinne sichtbar werden und eröffnet den Zugang zu einem adäquaten Systemverständnis.³⁶

3.3 INTERAKTION UND INTERAKTIVITÄT BEIM GEBRAUCH VON INFORMATIKSYSTEMEN

Die Anwendung des Terminus ‚Interaktion‘ und ‚Mensch-Maschine Kommunikation‘ (MMK) auf den Gebrauch von Computern durch Menschen suggeriert zunächst ein wechselseitiges Austauschpotenzial, das auch der zwischenmenschlichen Kommunikation, wie oben beschrieben, zugrunde liegt. Tatsächlich signalisiert die Verwendung der Interaktions- und Kommunikationsmetapher und die Computern zugeschriebene Eigenschaft der Interaktivität nicht das kommunikative Potenzial eines humanen Interaktionspartners, sondern die begriffliche Unzulänglichkeit bei der Erfassung der *human computer interaction* und einen unzulässigen Anthropomorphismus. Wesentliche Merkmale zwischenmenschlicher Kommunikation, wie Metakommunikation, reziproke Partnerbilder, Intentionalität, Empathie, Antizipation von Erwartungen, bleiben hierbei ausgeklammert.³⁷ Man sollte daher allenfalls von Mensch-Maschine Interaktion (MMI) sprechen oder den international gebräuchlichen Terminus *human computer interaction* (HCI) verwenden.

Die Verlagerung der Betrachtungsperspektive vom menschlichen Handeln beim Gebrauch von Informatiksystemen hin zur Charakterisierung von Systemeigenschaften geht einher mit der Metamorphose des Interaktionsbegriffs hin zur Interaktivität als Merkmal des digitalen Mediums. Interaktivität ist dabei in der Literatur ein sehr vielschichtiger und schillernder Begriff mit der Tendenz, intuitiv genutzt zu werden. Er wird als Eigenschaft von Software eines Computers angesehen, die dem Benutzer Eingriffs- und Steuermöglichkeiten eröffnen,³⁸ wobei oft zwischen einer formalen und inhaltlichen Manipulationsebene unterschieden wird.

36 Vgl. Magenheimer: „Deconstruction of Socio-Technical Information Systems with Virtual Exploration Environments as a Method of Teaching Informatics“.

37 Vgl. Paetau: Mensch-Maschine-Kommunikation.

38 Vgl. Haack: „Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia“.

Schelhowe³⁹ betont die Interaktivität von Computersystemen als notwendige Ergänzung unzulänglicher maschineller Prozesse durch menschliches Handeln, wie sie etwa bei der Stapelverarbeitung auftreten, bei dem sämtliche Parameter und Programmschritte beim Programmstart bereits vorhanden sein müssen. Die Möglichkeit der Parametereingaben zur Laufzeit des Programms in Form von Text, Manipulation grafischer Symbole oder gar Spracheingaben erhöht die Dynamik und Effizienz des Programmablaufs und kann zur Qualitätssteigerung der erwarteten Ausgaben des Programmablaufs beitragen. Auf diese Weise können maschinelle Prozesse in menschliches Handeln eingebunden werden. Einen weiteren Schritt in diese Richtung gehen Ansätze z.B. der Arbeitsinformatik, die die Bedeutung dieser Manipulationen des Softwareablaufprozesses für die Arbeits- und Lernorganisation im sozialen Kontext der Nutzer betonen. Die Interaktivität der Software und die dadurch bedingte Mensch-Maschine-Interaktion können zur Problemlösung im sozialen Einsatzkontext des Informatiksystems beitragen und derart Impulse für einen Problemlösungsfortschritt geben, der sich durch rechnerunterstützte Automatisierung, etwa nach KI-Konzepten, allein nicht bewerkstelligen ließe.⁴⁰ Intuitiv gefühlsmäßige Aspekte bei der Wahrnehmung der Interaktivität von Computersystemen durch sie benutzende Menschen, die auf die Art der symbolischen Repräsentation von Systemzuständen und Inhalten abzielen, betonen andere Autoren.⁴¹

There is another, more rudimentary measure of interactivity: You either feel yourself to be participating in the ongoing action of the representation or you don't. Successful orchestration of the variables of frequency, range and significance can help you to create this feeling, but it arise from other sources – for instance, sensory immersion and the tight coupling of kinesthetic input and visual response.⁴²

Die Verwendung mentaler Modelle bei der Repräsentation von Inhalten und Systemzuständen bei der Interaktion mit Informatiksystemen fördert rückkoppelnde Kontrolloperationen, die Hacker⁴³ als ‚kognitive Handlungsregulation‘ bezeichnet. In seiner Handlungsregulationstheorie sind innere mentale Modelle ‚relativ stabile Gedächtnisrepräsentationen‘ die als Invarianten beim Ist-Soll-Vergleich von Zuständen dienen und die Steuerung des Handlungsablaufs durch den Menschen erleichtern. Die mentalen Modelle können sich auf die grafische Repräsentation von Arbeits- und Handlungsergebnissen, Sequenzen und Repräsentationen von Teil-

39 Vgl. Schelhowe: Das Medium aus der Maschine.

40 Vgl. z.B. Volpert: Beiträge zur Psychologischen Handlungstheorie.

41 Vgl. Schulmeister: Grundlagen hypermedialer Lernsysteme.

42 Laurel: Computers as Theatre, S.21, 22.

43 Vgl. Hacker: Allgemeine Arbeitspsychologie.

zielen sowie Transformationsprozesse von Systemzuständen und Inhalten beziehen.

Die psychische Regulation des praktischen Handelns erfolgt mit Hilfe von Systemen antizipativer mentaler Abbilder (innerer Modelle der Umwelt und des eigenen Handelns) und mit Hilfe von Rückkopplungen.⁴⁴

Die Charakterisierung der Mensch-Maschine Interaktion mit Hilfe von Handlungsschemata ist auch von anderen Autoren mittels verschiedenster Begriffsbezeichnungen, wie Schemata und Skripts, vorgenommen worden. Diese finden im Diskurs der kognitionspsychologischen Forschung ihre konzeptionellen Entsprechungen bei der Beschreibung innerer kognitiver Strukturen in Form semantischer Netze oder der Theorie der dualen Codierung von Begriffen und Bildern finden. Bild- und textbasierte symbolische Codierung von Informationen auf einer grafischen Benutzungsoberfläche werden demzufolge in Orientierung an mentalen Modellen rezipiert und im menschlichen Gedächtnis separat, aber mit Beziehung zueinander gespeichert. Dabei sollten Kohärenz und Kontiguität der symbolischen Repräsentation und zeitliche Abfolge von Ereignissen auf dem Bildschirm dem Menschen das Herstellen von Assoziationen erleichtern.⁴⁵ Softwareergonomische Konzepte wie *look and feel*, die Verwendung der Desktop-Metapher als symbolische Repräsentation einer realen Arbeitsumgebung oder die Verwendung von Ikonen wie Drucker, Diskette, Ordner als grafische Symbole für Arbeitsprozesse und Systemzustände versuchen die Interaktivität von Benutzungsoberflächen von Informatiksystemen in Anknüpfung an diese theoretischen Überlegungen zu steigern. Hierbei können durchaus auch künstlerisch-ästhetische Merkmale der Oberflächengestaltung in Orientierung an Konzepten der visuellen Kommunikation das Wahrnehmungsempfinden von Nutzern im Umgang mit dem System und damit auch Prozesse des Wissenserwerbs beeinflussen.

HCI kann sich auf unterschiedliche Ebenen beziehen: Die technische Ebene (Hardware), die semiotische Ebene (Formen der symbolischen Repräsentation) und die sensorische Ebene (Zeichenrezeption, Sinnesmodalitäten). Verschiedene theoretische Konzepte der Softwareergonomie differenzieren diesen Ansatz und charakterisieren damit auch die Notwendigkeit eines differenzierten Gestaltungsbedarfs von grafischen Benutzungsoberflächen, die die Interaktivitätsmerkmale des Informatiksystems bestimmen. Viele der Ansätze zur grafischen Repräsentation von Objekten nehmen Bezug auf die Peirce'sche Semiotik⁴⁶, die von einem prozesshaften Charakter von Zeichen ausgeht, die sie als eine dreistelligen Relation aus Repräsentamen, Interpretant und Objekt begreift. Diese triadische Relation, auch als semiotisches Dreieck bezeichnet, unterscheidet zwischen einem ge-

44 Hacker: Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie, S. 23.

45 Vgl. Paivio: Mental Representations.

46 Vgl. Herzig: Analoge und digitale Medien im Bildungsprozess, S. 105ff.

genständlichen oder Bewusstseinsobjekt (Objekt), der materiellen Erscheinungsform der Zeichenkörper (Repräsentamen) und der begrifflichen Bedeutung des Zeichens (Interpretant). Damit wird deutlich, dass auch die HCI den Mechanismen sozio-kulturell bedingter, subjektiver Wirklichkeitskonstruktion unterliegt. Die Interpretation der Bedeutung von Symbolen und Ikonen einer grafischen Benutzungsoberfläche hängt vom subjektiven Erfahrungshorizont des Einzelnen und den mit dem Symbol verbundenen gesellschaftlich kulturellen Wertzuweisungen ab.

Aus der Perspektive menschlicher Nutzer bezieht sich die Interaktion mit einem Informatiksystem über die Manipulation von grafischen Objekten und Zeicheneingaben auf die folgenden logischen Ebenen: *Intentionale Ebene* (zielgerichtete, inhaltliche, aufgabenbezogene Erwartungen an manipulative Aktionen), *pragmatische Ebene* (Umsetzung der Erwartungen in konkrete Ziele und praktische Handlungsstrategien mit Interpretation der Arbeitsergebnisse), *semantische Ebene* (konkrete manipulative Operationen auf der Benutzungsoberfläche mit Erzeugung, Veränderung oder Löschung von Objekten sowie Veränderung und Interpretation von Systemzuständen, die durch Symbole repräsentiert werden), *syntaktische Ebene* (Beachtung formaler Regeln der Eingabesyntax), *lexikalische Ebene* (Beachtung des Eingabealphabetes und Akzeptanzwahrnehmung der Eingabe als Rückmeldung der Systemseite), *sensomotorische Ebene* (motorische Bedienung der Eingabemedien für Daten).⁴⁷

Weiterhin wird zwischen *Modalität* der Interaktion (analog-digital) und ihrer *Symmetrie* (symmetrisch – komplementär) im Hinblick auf die Reziprozität der Abläufe und einer benutzerinitiierten versus einer systemgesteuerten Interaktion unterschieden. Bei der Charakterisierung der HCI spielt auch der Grad der vom System erzwungenen Sequenzialität durch das häufige Vorkommen von modalen Eingaben, d.h. erzwungenen Eingaben ‚ohne die das System nicht weiter arbeitet‘, eine wichtige Rolle.⁴⁸

Bei der nutzerorientierten Gestaltung von HCI-Sequenzen haben sich mittlerweile auf der Basis langjähriger Erfahrungen HCI-Entwurfsmuster herausgebildet: *Anwendungsmuster* beziehen sich auf gebräuchliche Interaktionsmuster beim Umgang mit Applikationen (z.B. Textverarbeitung), *Content und funktionale Muster* beschreiben Inhaltsstrukturen und Inhaltsorganisation (typische Inhaltsstrukturen z.B. bei Online-Zeitschriften), *Navigationsmuster* werden Navigationsmöglichkeiten z.B. in Form von Menüs, Navigationsleisten oder Bäumen beschrieben (z.B. auch Navigation mittels Hyperlinks), sowie *Interaktions- und Präsentationsmuster* (z.B. gängige wiederkehrende GUI Interaktionsobjekte). Durch DIN-Normen und EU-Richtlinien der Softwareergonomie zur Bildschirmgestaltung und

47 Vgl. Herczeg: Softwareergonomie.

48 Vgl. Balzert u.a.: Einführung in die Softwareergonomie.

Dialogführung⁴⁹ sind wesentliche Elemente der HCI mittlerweile auch normiert worden. Zu den Kriterien für die Gestaltung von HCI, hier als Dialoge bezeichnet, zählen: *Aufgabenangemessenheit* (Benutzer können im Dialog mit dem Informatiksystem ihre Aufgabe effizient erledigen), *Selbstbeschreibungsfähigkeit* (für Benutzer ist immer offensichtlich, an welcher Stelle des Dialogs er sich befindet und welche Handlungsoptionen er besitzt), *Steuerbarkeit* (Dialogablauf kann in Bezug auf Geschwindigkeit und Richtung gesteuert werden), *Erwartungskonformität* (Dialog ist im Verhalten konsistent und hält sich an Konventionen), *Fehlertoleranz* (fehlerhafte Eingaben werden vom System toleriert und führen zu korrekten Arbeitsergebnissen), *Individualisierbarkeit* (Anpassung des Dialogsystems an die Erfordernisse der Arbeitsaufgabe und Präferenzen des Nutzers), *Lernförderlichkeit* (Nutzer wird beim Erlernen des Dialogsystems unterstützt). Offensichtlich kann die konsequente Anwendung der Kriterien zu Designwidersprüchen bei der Modellierung des Informatiksystems führen.

Nach diesen Kriterien gestaltete vernetzte Informatiksysteme mit grafischen Benutzungsoberflächen (GUI) haben mittlerweile zu einer neuen Qualität der HCI beigetragen. So können synchrone Objektmanipulationen einer Vielzahl von miteinander vernetzter, weltweit verteilter Teilnehmer, zur Bewegung von Avataren als Abbildern von Menschen oder künstlichen Lebewesen in virtuellen Welten führen. Die durch reale Benutzer durchgeführten Manipulationen führen zu ‚sozialer Interaktion‘ in virtuellen Räumen und Gemeinschaften (siehe z.B. *Second Life*).⁵⁰ Die Qualität dieser Form sozialer Interaktion unterscheidet sich grundlegend von den eingangs dargestellten Formen zwischenmenschlicher Interaktion. Der Slogan ‚On the internet, nobody knows you’re a dog‘ verrät, dass reale soziale Identität verschleiert wird und die Nutzer der realen Welt im virtuellen Raum völlig neue Rollenmuster erproben können. Niemand weiß, wer sich wirklich hinter der Fassade des virtuellen Personenobjekts verbirgt und ob es sich nicht möglicherweise sogar um ein von einem ‚intelligente Agenten‘, also einer Software gesteuertes Objekt handelt. Hier schließt sich der Kreis zu einer sehr frühen Episode von HCI als Weizenbaum mit seiner nach einfachsten algorithmischen Prinzipien erstellten Software *Eliza* zeigen konnte, dass HCI in simplen Kommunikationssituationen den Eindruck einer realen zwischenmenschlichen Interaktion zu erzeugen vermag.⁵¹

Mensch-Maschine-Interaktionen in virtuellen Welten können mittlerweile auch mit Ereignissen der realen Welt verbunden werden und zu realen Interaktion führen: Radiosendungen mit Quiz in der virtuellen Welt, die zu Gewinnen in der realen Welt führen können; Wareneinkäufe im virtuellen Shop...

49 Vgl. z.B. http://www.ergoonline.de/site.aspx?url=html/software/grundlagen_der_software_ergon/grundsaeetze_der_dialoggestalt.htm, 03.03.2008.

50 Vgl. <http://de.secondlife.com/>, 03.03.2008.

51 Vgl. z.B. <http://i5.nyu.edu/~mm64/x52.9265/january1966.html>, 03.03.2008.

Die Mensch-Maschine-Interaktion und die Interaktivität als Eigenschaft des Informatiksystems beschränken sich jedoch nicht nur auf symbolische Repräsentationen, die über einen Bildschirm angezeigt werden. Die Vielfalt von Interaktionen und Interaktivität hat mittlerweile diese mediale Bindung verlassen. Tragbare, z.B. in Kleidungsstücke integrierte Computer (*wearable tangibles*),⁵² verwenden eine komplexe Sensorik, um mit der Umwelt und ihrem Träger zu interagieren. Mit *augmented reality*-Schnittstellen, wie Datenhelmen und -handschuhen werden immersive Systeme erzeugt, die dem Nutzer das Gefühl geben, in die virtuelle Simulation einzutauchen. Auf diese Weise entstehen Interaktionsformen der *mixed reality*, die reales Handeln ermöglichen (Erkunden von noch nicht realisierter Architektur, von Fahrzeugen und anderen Konstrukten; Begegnung mit anderen virtualisierten Personen...).

Mit Biosensoren lassen sich zeitsynchron biologische Funktionen von Personen ermitteln und die zugehörigen Daten, z.B. an Ärzte, zwecks weiterer medizinischer Maßnahmen weiterleiten. Persönliche Körperfunktionen interagieren auf diese Weise jenseits volitionaler Einflüsse der Betroffenen mit einem externen Informatiksystem. Auf Seiten der Interaktivität bieten selbstadaptierende Informatiksysteme eine auf der Analyse realer Interaktionssituationen basierende Optimierung ihres Systemverhaltens. Dies geschieht mittlerweile selbst bei einem dem Informatiksystem nicht vollständig vorliegenden Zielsystem. Bei der Weiterentwicklung derartiger Systeme taucht die ethische Fragestellung auf, ob ein lediglich an obersten Zielsetzungen ausgerichtetes maschinelles Systemverhalten nicht Umsetzungsstrategien enthalten könnte, die ethisch-normativen Gesichtspunkten widersprechen.

4. INTERAKTIONEN UND INTERAKTIVITÄT IN COMPUTERBASIERTEN LERNUMGEBUNGEN

Die Interaktivität nach obigen Prinzipien gestalteter grafischer Benutzungsoberflächen eines Informatiksystems ermöglicht eine Palette sozialer Interaktionsmuster in seinem Anwendungskontext handelnder Personen und bestimmt zugleich seine mediale Qualität. Diese bietet eine Fülle von Anwendungsmöglichkeiten in unterschiedlichsten Applikationskontexten und menschlichen Tätigkeitsfeldern wie z.B. bei der Unterhaltung, beim Lernen oder Arbeiten oder der öffentlichen Partizipation. Charakteristisch für computerbasierte Medien ist, dass die mit ihnen verbundenen Interaktionsszenarien verschmelzen und nicht mehr eindeutig trennbar sind. Begriffe wie ‚Edutainment‘, ‚Infotainment‘ oder die Integration von formellen und informellen Lernprozessen z.B. bei beruflichen Tätigkeiten sind ein Indiz dafür. Im Kontext von Wissenskonstruktion und Lernprozessen können die medialen Qualitäten von Informatiksystemen in Anlehnung an Keil-Slawiks Definition

52 Vgl. z.B. <http://www.media.mit.edu/wearables/>, 03.03.2008.

von primären, sekundären und tertiären Medienfunktionen⁵³ hinsichtlich *cognitive tools*, Lernsoftware und adaptiven Systemen differenziert werden.

Computerbasierte *cognitive tools* ermöglichen in einem Autorenprozess die interaktive Gestaltung von Medien- und Lernobjekten. Sie unterstützen das Suchen, Sortieren, Rekombinieren, Strukturieren, Visualisieren, Speichern oder Verteilen von Daten und fördern auf diese Weise mittels geeigneter Repräsentationen und Anordnungen der formalen Daten den Wissenserwerb. Computerbasierte Lernsysteme besitzen in diesem Sinne eine generische mediale Funktion, die den Wissenserwerb durch Rezeption und Manipulation von Daten in unterschiedlichen Anwendungskontexten ermöglicht. Beim Wissenserwerb müssen die Nutzer den Prozess der Dekontextualisierung der formalen Daten so weit als möglich invertieren, indem sie die Daten in einem Prozess von Interpretation und ggf. Interaktion mit Anderen mit kontextbezogener Semantik anreichern, z.B. bei der Interpretation von statistischen Messwerten oder Kennzahlen eines Simulationsvorgangs.

„Lernsoftware“ impliziert demgegenüber eine in ihr vergegenständlichte Abfolge von Interaktionen und Rückmeldungen mit den Nutzern, die unter didaktischen und lerntheoretischen Erwägungen implementiert wurde. Damit werden Formen der Mediennutzung im Medium selbst abgebildet. Dabei spielen natürlich lerntheoretische Postulate eine Rolle, die bis zu einem gewissen Grad auch die Interaktivität der „Lernsoftware“ bestimmen, die ihr während ihres Produktionsprozesses implementiert wurde. An behavioristischen Lerntheorien orientierte *drill and practice*-Programme unterscheiden sich sehr von an konstruktivistischen Prinzipien orientierten explorativen Lernumgebungen. Je nach behavioristischem, kognitivem oder konstruktivistischem lerntheoretischem Konzept werden den Lernenden in den computerbasierten Lernumgebungen unterschiedliche Interaktionsspielräume und inhaltliche sowie mediale Zugänge zum Lerngegenstand ermöglicht. Auch wird die Art der medialen Codierung mit Bezug auf Sinneswahrnehmung und Modalität kognitionspsychologische Aspekte in die Gestaltung der Lernsoftware einfließen lassen. Auf diese Weise werden die Interaktivität des computerbasierten Mediums und potenzielle soziale Interaktionsszenarien im assoziierten Lerndesign die Praxis des Wissenserwerbs mit beeinflussen.⁵⁴

Adaptive Softwaresysteme, die mit Techniken der Künstlichen Intelligenz operieren, sollten darüber hinaus in der Lage sein, Lerner- und Nutzungsverhalten anhand der stattfindenden Interaktionen mit dem Computersystem zu analysieren und im Hinblick auf Lerneffizienz für die Nutzer zu modellieren. Die Interaktivität des Systems und die Historie der Mensch-Maschine-Interaktion der Nutzer mit dem System generieren auf diese Weise künftige Interaktionssequenzen.

53 Keil-Slawik: „Denkmedien – Mediendenken“.

54 Vgl. Tulodziecki/Herzig: Mediendidaktik.

Auch bei adaptiven Lernsystemen ist ein Lernermodell, das kognitive, motivationale und soziale Aspekte des Lernens umfasst, von großer Bedeutung.⁵⁵

Während einfache Formen von *cognitive tools* zunächst auf der Manipulation von Zeichen und von Objekten des Informatiksystems beruhen, können komplexere Systeme eine Kombination dieser elementaren Funktionen enthalten und in Bezug auf ihren Nutzungskontext spezifisch geprägt sein. Computerbasierte Medien haben eine Vielzahl von Möglichkeiten eröffnet, um traditionelles Lernen zu verändern oder neue Formen des Lernens zu ermöglichen. Bezüglich des individuellen computerunterstützten Lernens gibt es bereits eine lange Tradition von Ansätzen, wie etwa den computerunterstützten Unterricht (CUU), das computer- oder webbasierte Training (CBT, WBT) oder adaptive computerbasierte Systeme (Intelligente Tutorielle Systeme). Sie sind mit der zunehmenden Verbreitung von vernetzten Informatiksystemen durch computergestützte, kooperative Konzepte des Lernens (CSCL) und Arbeitens (CSCW) ergänzt worden.⁵⁶

Ein Informatiksystem in Form einer netzgestützten Lernumgebung, oft auch als *learning management system* bezeichnet (LMS), beinhaltet beispielsweise Software, die *groupware*- und Lernplattformfunktionen bereitstellt. Sie kann als wichtiges Element eines kooperativen Lern-Designs angesehen werden. Die Interaktivität des Informatiksystems ist sowohl für individuelle Lernprozesse als auch für kooperative Formen des Lernens nutzbar, die sowohl die HCI als auch die direkte zwischenmenschliche Interaktion beinhalten. Damit wird dem Faktum Rechnung getragen, dass Lernen nicht nur ein Prozess individueller Rezeption und Konstruktion ist, sondern zu wesentlichen Teilen auch auf der Auseinandersetzung mit dem Wissen anderer beruht. Die Aktivierung von verteiltem Wissen für den individuellen Wissenserwerb basiert daher auf Interaktion und Kommunikation zwischen Individuen, die hierbei unterschiedliche, sich z.T. wandelnde Rollen einnehmen können. Je nach didaktischer Konzeption können für die Nutzung eines LMS feste Lerngruppen mit spezifischen Zugangsrechten eingerichtet und administriert werden, die in verschiedenen Systembereichen über unterschiedliche Lese- und Schreibrechte für die im System enthaltenen Dokumente verfügen. Lernen erfolgt über den Austausch und die individuelle oder kooperative Rezeption dieser Dokumente. Kooperation und Interaktion kann dabei über dokumentbezogene Annotationen oder den Austausch über Inhalte in internen webbasierten Foren des LMS erfolgen. In der Praxis sind zumeist Mischformen dieser vorgenannten Konzepte des E-Learning anzutreffen, die dann unter dem Begriff *blended learning* subsumiert werden. Präsenzlernen und E-Learning, individuelles und kooperatives Lernen, formales und informales Lernen wechseln einander ab und sind teils intendiert und organisiert, teils spontan und zufällig miteinander verwoben.

55 Vgl. Harrer: Unterstützung von Lerngemeinschaften in verteilten intelligenten Lehrsystemen.

56 Vgl. Haake: CSCL-Kompendium.

Die komplexen und z.T. unscharfen Begriffe ‚E-Learning‘ und ‚*blended learning*‘ beschreiben diese pädagogischen Interaktionsszenarien. Da LMS oft nur zur Contentproduktion und -distribution genutzt werden, wäre der Begriff Lehrsystem wohl angemessener.⁵⁷ Wird die Distributionsfunktion transzendiert und unterstützten Lernplattformen neben User- und Content-Management-Funktionen vor allem die computergestützte Kommunikation und Interaktion zwischen den Lernenden in dem vernetzten System ist der Begriff des LMS eher angemessen. Bei den durch diese Systemfunktionen ermöglichten, z.T. computermedierten Interaktionstypen kann in Abhängigkeit vom Grad der softwaretechnischen Unterstützung für kollaborative Lernprozesse zwischen Lernszenarien mit kommunikationsfähigem Computerarbeitsplatz im lokalen Netz, Arbeitsplatz im Netz mit *groupware*-Funktionalität und Arbeitsplatz im Netz mit Workflowmanagement unterschieden werden.⁵⁸

Je nach dem Grad der Vorgaben aus dem inhaltlichen Kontext (Ziele, Inhalte, Methoden) und der in der Lernumgebung bereitgestellten Medien wird z.T. implizit ein Kooperationskontext beschrieben, der Rahmenbedingungen für individuelle Handlungsspielräume und Interaktionen der Gruppenmitglieder festlegt. Dieser Kooperationskontext kann durch eine Reihe von Parametern wie *Ort, Zeit, Dauer, Moderation, Sozialform, Grad der Didaktisierung, Form der Materialproduktion, Grad der Integration in Arbeitsprozesse* charakterisiert werden.⁵⁹

Interaktionen beim kooperativen Lernen (CSCL) können durch formale und informale CSCL-Skripte moderiert werden, die sich auf die Interaktionen der Lerner mit dem System, etwa die Abfolge der Mediennutzung, und die Interaktionen der Lernenden untereinander beziehen. In die gleiche Richtung zielen Ansätze, die mittels atomarer Skripte als modularer Minimaleinheiten unterschiedliche situationsadäquate Interaktionssequenzen in der Kooperation der Gruppenmitglieder definieren. Auch der Modellierungssprache EML (*Educational Modelling Language*) liegen ähnliche Intentionen zugrunde.⁶⁰

Oftmals werden die sozialen, durch das LMS induzierten Interaktionsformen mit den technischen Potenzialen des Informatiksystems in unzulässiger Weise vermengt. Dies führt zu der irrigen Annahme, man könne beim E-Learning soziale Interaktionsprozesse des Lehrens und Lernens weitgehend auf technische Funktionen des Informatiksystems abbilden.⁶¹ Vielmehr ist davon auszugehen, dass das didaktische Lerndesign als eine die sozialen Interaktionsprozesse bei der Mediennutzung bestimmende Größe die Interaktivität des gegebenen Informatiksystems nutzt, um die realen sozialen Handlungsspielräume beim Wissenserwerb auszu-

57 Vgl. Keil: „Medienqualitäten beim eLearning“.

58 Vgl. Schulmeister: Lernplattformen für das virtuelle Lernen.

59 Vgl. Wessner: Kontextuelle Kooperation in virtuellen Lernumgebungen.

60 Vgl. z.B. <http://www.learningnetworks.org/?q=EML>, 05.03.2008.

61 Vgl. Keil: „Medienqualitäten beim eLearning“; Schelhowe: „Das Medium aus der Maschine“.

gestalten. Das didaktische Design kann als kooperatives Design konzipiert werden und neben dem kooperativen Wissenserwerb auch kooperatives Problemlösen und medial gestützten Gruppenentscheidungen und -diskurse, wie die Pyramidendiskussion beinhalten

5. INTERAKTIONEN UND INTERAKTIVITÄT IM WEB 2.0

Neuere technische Entwicklungen unterstützen zunehmend auch den Interaktionskontext verteilter Lerngruppen. Mit XML-basierten Metadatenbeschreibungssprachen, wie etwa LOM (*Learning Objects Metadata*) oder OWL (*Web Ontology Language*) wurden Instrumente geschaffen, um das Speichern und Wiederfinden von Dokumenten anhand inhaltlicher Kriterien qualitativ zu verbessern. Voraussetzung hierfür ist die Integration von Taxonomien und Ontologien in den Autoren- und Annotationsprozess, die zumeist mit engem Bezug zu einer Wissensdomäne von Experten auf der Basis eines gemeinsamen Konsenses definiert werden. Der zunehmende Einsatz dieser Techniken charakterisiert u.a. die Transformation des traditionellen Internet hin zum ‚Semantic Web‘ als einem wesentlichen Aspekt des Web 2.0. Mittels der Techniken des ‚Semantic Web‘ wird neben dem kooperativen Lesen von Texten nun auch das kooperative Schreiben von webbasierten Dokumenten als Interaktionsform erleichtert. Damit ist durch neue webbasierte Formen der Interaktionen zwischen Autoren-Lesern mittels der neuen Interaktivität des Webs, die kooperatives Verändern von Dokumenten erlaubt, eine qualitative Veränderung des sozio-technischen Informatiksystems ‚Internet‘ auf der Ebene seiner webbasierten Dienste entstanden.

Expertengruppen können bei der Generierung von *Taxonomien* bzw. *Ontologien* durch eine in der Wissensdomäne aktive Gemeinschaft von Interessierten ersetzt oder ergänzt werden, die relevante Inhalte (*user generated content*) erzeugen oder mit Links auf relevante Quellen im Web verweisen. Diese Techniken werden mit den Begriffen *folksonomies* und *social tagging* charakterisiert. Im Gegensatz zu einer Taxonomie mit hierarchisch angeordneten, wohl definierten Begriffen, bilden *folksonomies* eine unsystematische Begriffsanordnung mit uneinheitlicher Nomenklatur, die durch einen Prozess des kollaborativen Indexierens entstehen (*tagging*). Trotz dieser Fragmentierung von kollektiv erzeugten *tags* und der Unschärfe von Begriffen bei Homographen liefern *folksonomies* in der Praxis brauchbare Suchergebnisse nach Dokumenten. Damit erfolgt auch auf der Metaebene der Referenzen auf Dokumente und Medienobjekte eine kollektive Interaktion von interessierten Individuen, die Einfluss auf die im Web verfügbaren Inhalte und den Wissenserwerb nimmt. Zu klären wäre, ähnlich wie etwa bei kollektiv erzeugten Lexika (*Wikipedia*), wie das Problem der Qualitätssicherung der ermittelten Beiträge gelöst werden kann.⁶²

62 Vgl. Alby: Web 2.0.

Das Einbeziehen der ‚Intelligenz der Massen‘ (*wisdom of the crowds*) beim kooperativen Lesen findet somit seine Ergänzung durch kooperatives Schreiben und Annotieren im Netz.⁶³ Wikis und Blogs sind die Webapplikationen, die prototypisch diese Konzepte des Web 2.0 und seiner neuen Interaktionsformen repräsentieren. Wikis sind Webseiten, die von Usern geändert werden können. Auf diese Weise wird kooperatives Schreiben im Web ermöglicht. *Wikipedia* als kollektive erzeugte, freie Enzyklopädie oder *Linux* als leistungsfähiges, kollektiv entwickeltes Betriebssystem zeugen von der kreativen Schaffenskraft dieser kollektiven Intelligenz.

Ein Blog, als Abkürzung für Weblog, ist auf den ersten Blick nichts anderes als eine regelmäßig aktualisierte, themenspezifische Webseite mit chronologisch sortierten Beiträgen. Anders als beim Publizieren auf traditionellen Homepages oder der Diskussion in Newsgroups und Foren gewinnen Blogs eine neue Qualität durch ihre wechselseitige Referenzierung und dem damit verbundenen Entstehen einer Blogosphäre. Blogs in einer themenspezifischen Blogosphäre referenzieren sich nicht nur wechselseitig sondern binden auch aktuelle Medien (Zeitungen, Magazine, Fernsehsender...) und deren Websites ein und werden von diesen wiederum auch jeweils aktuell referenziert, so dass sie einen gewissen politischen und ökonomischen Einfluss gewinnen können. In einer Blogosphäre verbundene Blogs können zum Entstehen sogenannter ‚viraler Effekte‘ beitragen, indem die durch die Blogs entstehenden sozialen Netzwerke zur Verbreitung von Informationen mit exponentiell wachsender Geschwindigkeit genutzt werden. Dies verleiht ihnen z.T. eine publizistisch wirksame Funktion mit Einfluss auf die öffentliche und veröffentlichte Meinung. So werden diese webbasierten Medien mit traditionellen Medien (z.B. Fernsehen) gekoppelt, um politische Meinungsbildung zu fördern, wie jüngst im US-amerikanischen Wahlkampf bei der gemeinsamen Kandidatenbefragung von *YouTube* und *CNN* geschehen. Auch hier führt kollektive, unmoderierte Interaktion mit wechselseitiger Referenzierung zu einer neuen Qualität des Webangebots.

Auch der ökonomische Einfluss dieser meinungsbildenden, sozialen Netzwerke im Netz wächst. Der Begriff *wikinomics* beschreibt diese Entwicklung, bei der Blogs von Unternehmen zunehmend für Marketingzwecke, zum Testen von Produktqualität oder dem Absatz eines diversifizierten Warensortiments genutzt werden (*long tail*).⁶⁴

Ein wesentliches Element der *community building software* oder *social software*, die webbasierte Interaktionen zwischen verschiedenen Nutzern fördern, ist neben den klassischen Kommunikationsdiensten, wie Email, Chat, Newsgroups der *RSS-feed*. Im Gegensatz zu Hyperlinks in HTML, die auf eine andere Seite verweisen, werden durch RSS Veränderungen in Blogs und anderen Websites in der eigenen Site angezeigt und auf diese Weise Informationen aggregiert, anstatt sie

63 Vgl. Surowiecki: *The Wisdom of Crowds*.

64 Vgl. Tapscott/Williams: *Wikinomics*.

zu verlinken. Nutzer erhalten jeweils aktuelle externe Informationen, ohne die eigene bzw. die gerade gewählte Seite verlassen zu müssen. Mit dieser Methode können User von Blogs auch Bookmarklisten und Termine publizieren bzw. austauschen.

Publizieren und kooperatives Annotieren bzw. Referenzieren ist im Web 2.0 natürlich nicht auf Textdokumente beschränkt. Mit Podcasts können Audio- und Videoformate verbreitet werden. Websites, die diese Dienste anbieten, erfreuen sich weltweit eines riesigen Interesses und gelangen zu beträchtlichem Marktwert (z.B. Flickr, YouTube). *Instant messaging* und *voice over IP*-Dienste besitzen eine bedeutende gemeinschaftsbildende Funktion (z.B. ICQ, Skype...). Traditionelle Chats und Foren werden im Web 2.0 durch Begegnungen in virtuellen Welten ergänzt (z.B. *Second Life*) oder durch netzwerkbildende soziale Software erweitert (z.B. XING, Facebook...). Schließlich können Webservices definiert werden, die als im Web zur Verfügung gestellte Dienste über geeignete APIs webbasierte Informationen in eigene Applikationen als *mash ups* integrieren (z.B. Google API).⁶⁵

Mit diesen Techniken des Web 2.0 werden auch Interaktionsmuster beim Wissenserwerb, wird die Trennung von Lehrer und Lernendem, zwischen Autor und Rezipient zunehmend aufgehoben. Medienobjekte können nicht nur in einer Richtung und in einer zeitlichen Abfolge von Produktion, Übertragung und Rezeption distribuiert werden. Die oben beschriebenen Interaktionsmöglichkeiten in kooperativen Lernumgebungen ermöglichen auch deren Annotation, Modifikation, Reorganisation, Redistribution, Referenzierung und ggf. weitere Abfolgen derartiger Interaktionszyklen.

Mit digitalen Medien kann in einem ersten Schritt die Einbahnstraße von Produktion – Übertragung – Rezeption substanziell hinsichtlich des Aufwands reduziert werden, was durchaus eine deutliche Verbreiterung der Nutzungsmöglichkeiten zur Folge haben kann. Auf der anderen Seite sind alle Formen von Wissensarbeit letztlich in soziale Prozesse eingebettet, erfordern also eine entsprechende Interaktion zwischen den Individuen. Solange aber diese sozialen Verschränkungen über medial unterschiedliche Aufzeichnungs- und Transportsysteme erfolgen, entsteht eine Fülle von Medienbrüchen mit teils gravierenden Folgen und Einschränkungen.⁶⁶

Diese Medienbrüche beinhalten z.B. die unterschiedliche Nutzung von modalen und codalen Kommunikationskanälen (s.o.) bei der Distribution von digitalen Medienobjekten, unterschiedliche Tools zur deren Darstellung in den individuellen Lernumgebungen der Mitglieder einer Lerngruppe oder die mangelhafte Strukturierung und Visualisierung von Interaktionsereignissen in einer kooperativen Lernumgebung nach räumlichen, inhaltlichen und chronologischen Gesichtspunkten.

65 Vgl. Alby: Web 2.0.

66 Keil: „Medienqualitäten beim eLearning“, S.47.

Auch der Übergang zur Nutzung von Web-2.0-Technologien schafft hier wenig Abhilfe, da diese Medienbrüche nicht nur technisch bedingt sind, sondern durch die Handlungsspielräume der interagierenden Individuen im Umgang mit den sozio-technischen Informatiksystemen mit erzeugt werden. Dennoch verweisen zahlreiche Autoren angesichts neuerer technischer Entwicklungen im Web 2.0 und mit Bezug auf konstruktivistische und kollaborative Lerntheorien auf die Möglichkeiten einer zunehmenden Personalisierung von Lernumgebungen, d.h. deren Adaption an die persönlichen Bedürfnisse und den Lern- und Arbeitskontext von Lernenden. Ferner wird die Integration von kollaborativen Elementen in eine derartige Persönliche Lernumgebung (PLE) gefordert, um den Aufbau von virtuellen Lerngemeinschaften zu fördern. Kerres betont, dass die Funktionen von PLEs als integrale Bestandteile von Lernportalen betrachtet und von diesen bereitgestellt werden sollten.⁶⁷

Das traditionelle LMS, in dem von Lehrenden Lerninhalte und ‚Materialien‘ bereitgestellt werden wandelt sich zum Lernportal, das mit Techniken des Web 2.0 wie Blogs, Wikis, RSS, *folksonomies* und Ontologien externe Inhalte zu lernerzentrierten, webbasierten Materialien aggregiert. *Social software* sorgt für das Entstehen von teils fest organisierten, teils im losen Verbund agierenden Lerngemeinschaften mit gemeinsamer Aufgaben- und Terminplanung und unterschiedlichen Zugriffsrechten auf Inhalte des Portals. In einer derartigen Lernumgebung wandelt sich auch die traditionelle Lehrerrolle im Sinne konstruktivistischer Lerntheorien. Lehrende werden eher zu Organisatoren von Lernprozessen, die in das Portal ‚Lernobjekte‘, Lernmaterialien und die erforderlichen Softwaretools einstellen. Die Steuerung und ‚Didaktisierung‘ des Lernprozesse erfolgt über geeignete (Erkundungs-)Aufgabenstellungen, die Sequenzierung des Materials sowie eine Evaluierung und Zertifizierung der Lernprozesse und seiner Ergebnisse. Erforderlich ist auch eine rasche Rückmeldung der Lehrenden auf Anfragen von Lernenden und die Reaktion auf Fehlermeldungen. Lernende ihrerseits können ihren Lernprozess und seine Ergebnisse in Wikis und Blogs dokumentieren und reflektieren. Dies kann sogar Teil der zu bewertenden Lernleistung sein.⁶⁸

Weitere qualitative Veränderungen von Interaktionen beim Wissenserwerb sind durch die Kopplung von mobilen Endgeräten mit den durch das Web 2.0 erweiterten Funktionen von kooperativen Lernumgebungen zu erwarten. Beim *mobilen Lernen* können Mitglieder räumlich verteilter Arbeitsgruppen synchron und asynchron miteinander kommunizieren, können beliebige Lernorte direkt in den Prozess des Wissenserwerbs qua breitbandiger multimedialer Kommunikation eingebunden werden. Interaktion beinhaltet hier auch den Aspekt der dynamischen räumlichen Veränderung von medial übermittelter, kollektiv erfahrbarer Realität. Die Wissenstransformation in verteilten Wissensräumen stellt allerdings hohe Anforderungen an die Persistenz, Synchronizität und Konsistenz der Daten-

67 Vgl. Kerres: „Web 2.0 und seine Implikationen für E-Learning“.

68 Vgl. Kerres: Ebd.

haltung, die bisher noch nicht zufriedenstellend gelöst werden konnten. Insgesamt können die mit Web 2.0-Techniken im virtuellen Raum ermöglichten Interaktionsformen und Computer vermittelten Sozialbeziehungen auch zu einer Transformation von Interaktionsmustern in der realen Welt führen.

LITERATURVERZEICHNIS

- Alby, Tom: Web 2.0. Konzepte, Anwendungen, Technologien, München 2007.
- Balzert, Helmut u.a. (Hrsg.): Einführung in die Softwareergonomie, Berlin/New York 1988.
- Bertalanffy, Ludwig von: General System Theory [1949], New York 1968.
- Chomsky, Noam: Syntactic Structures, Den Haag 1957.
- Derrida, Jacques: „Die Struktur, das Zeichen und das Spiel im Diskurs der Wissenschaften vom Menschen“, in: Engelmann, Peter (Hrsg.): Postmoderne und Dekonstruktion. Texte französischer Philosophen der Gegenwart, Stuttgart 1997, S. 114-139.
- Engbring, Dieter: Informatik im Herstellungs- und Nutzungskontext, Universität Paderborn 2003 (Diss.).
- Floyd, Christiane u.a. (Hrsg.): Software Development and Reality Construction, Berlin u.a. 1992.
- Foucault, Michel: Botschaften der Macht. Der Foucault-Reader – Diskurs und Medien, hrsg. v. Jan Engelmann, Stuttgart 1999.
- Gaußemeier, Jürgen u.a.: Self-Optimizing Mechatronic Systems: Design the Future. Technologies for Tomorrow's Mechanical Engineering Products – Dependability and Software Engineering – Design Methods and Tools. 7th International Heinz Nixdorf Symposium, 20./21.02.2008, Paderborn 2008.
- Glaserfeld, Ernst von: Radikaler Konstruktivismus: Ideen, Ergebnisse, Probleme, Frankfurt a.M. 1998.
- Grondin, Jean: Kant zur Einführung, Hamburg ³2004.
- Haake, Jörg u.a. (Hrsg.): CSCL-Kompodium Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten kooperativen Lernen, München 2004.
- Haack, Johannes: „Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia“, in: Issing, Ludwig/Klimsa, Paul (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia, Weinheim 2002, S. 127-136.
- Habermas, Jürgen: Technik und Wissenschaft als ‚Ideologie‘, Frankfurt a.M. 1968.
- Habermas, Jürgen: Theorie des kommunikativen Handelns, 2 Bände, Frankfurt a.M. 2006.
- Hacker, Winfried: Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie. Psychische Struktur und Regulation von Arbeitstätigkeiten, Bern u.a. 1978.

- Hacker, Winfried: Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit, Bern 2005.
- Harrer, Andreas G.: Unterstützung von Lerngemeinschaften in verteilten intelligenten Lehrsystemen, TU München 2000 (Diss.).
- Herczeg, Michael: Softwareergonomie. Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion, Bonn 1994.
- Herzig, Bardo: Analoge und digitale Medien im Bildungsprozess. Theoriebasierte Entwicklung einer integrativen Sichtweise für die Medienbildung, Universität Paderborn 2002 (Habil.).
- Hesse, Wolfgang u.a.: „Terminologie der Softwaretechnik, ein Begriffssystem für die Analyse und Modellierung von Anwendungssystemen. Teil I: Begriffssystematik und Grundbegriffe“, in: Informatik-Spektrum, Jg. 17, Nr. 1, 1994, S. 39-47.
- Keil, Reinhard: „Medienqualitäten beim eLearning: Vom Transport zur Transformation von Wissen“, in: Bibliothek, Jg. 31, Nr. 1, 2007, S. 41-50.
- Keil-Slawik, Reinhard: „Von Informatik und Gesellschaft zum Kontext der Informatik“, in: FIFF-Kommunikation, Nr. 4, 2001, S. 39-45.
- Keil-Slawik, Reinhard: „Denkmedien – Mediendenken: Zum Verhältnis von Technik und Didaktik“, in: it + ti. Informationstechnik und Technische Informatik, Jg. 44, Nr. 4, 2002, S. 181-186.
- Kerres, Michael: „Web 2.0 und seine Implikationen für E-Learning“, dt. Fassung von: Web 2.0 and its Implications to E-Learning, Microlearning Conference, Innsbruck, 09.06.2006, <http://mediendidaktik.uni-duisburg-essen.de/web20>, 04.03.2008.
- Krämer, Sybille: Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß, Darmstadt 1988.
- Krohn, Wolfgang: „Zum historischen Verständnis der Technik“, in: Hurrle, Gerd (Hrsg.): Technik – Kultur – Arbeit, Marburg 1992, S. 27-34.
- Laurel, Brenda: Computers as Theatre, Reading, MA 1993.
- Lessig, Lawrence: Code and Other Laws of Cyberspace, New York 1999.
- Latour, Bruno: Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie, Frankfurt a.M. 2007.
- Luhmann, Niklas: Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie, Frankfurt a.M. 1984.
- Magenheim, Johannes: „Deconstruction of Socio-Technical Information Systems with Virtual Exploration Environments as a Method of Teaching Informatics“, in: Montgomerie, Craig/Viteli, Jarmo (Hrsg.): Proceedings of ED-MEDIA 2001, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Tampere, Finland 25.-30.06.2001, Norfolk, VA) 2001, S. 1199ff.

- Maturana, Humberto R./Varela, Francisco: Der Baum der Erkenntnis: Die biologischen Wurzeln menschlichen Erkennens, München u.a. 2002.
- Mead, Georg H.: Geist, Identität und Gesellschaft, Frankfurt a.M. 1978.
- Neuberger, Christoph: „Interaktivität, Interaktion, Internet. Eine Begriffsanalyse“, in: Publizistik, Jg. 52, Nr. 1, 2007, S. 33-50.
- Nowaczyk, Olaf: Explorationen: Ein Ansatz zur Entwicklung hochgradig interaktiver Lernbausteine, Universität Paderborn 2005 (Diss.).
- Nygaard, Kristen: „Program Development as a Social Activity“, in: Kugler, Hans-Jürgen (Hrsg.): Information Processing 86, Amsterdam 1986, S. 189-198.
- Paetau, Michael: Mensch-Maschine-Kommunikation. Software, Gestaltungspotentiale, Sozialverträglichkeit, Bonn 1989.
- Paivio, Allan: Mental Representations: A Dual Coding Approach, Oxford 1986.
- Parsons, Talcott: Social Structure and the Evolution of Action Theory, New York 1977.
- Platon: Phaidros. Sämtliche Dialoge, Bd. 2, Hamburg 1993.
- Ropohl, Günter: Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik, München u.a. 1999.
- Ropohl, Günter: „Philosophy of Socio-Technical Systems“, in: Society for Philosophy and Technology, Bd. 4, Nr. 3, 1999, http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v4_n3html/ROPOHL.html, 07.03.2008.
- Schelhowe, Heidi: Das Medium aus der Maschine. Zur Metamorphose des Computers, Frankfurt a.M./New York 1997.
- Schulmeister, Rolf: Grundlagen hypermedialer Lernsysteme, München 2002.
- Schulmeister, Rolf: Lernplattformen für das virtuelle Lernen. Evaluation und Didaktik, München/Wien 2003.
- Surowiecki, James: The Wisdom of Crowds: Why the Many are Smarter than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economics, Societies and Nations, New York 2004.
- Syrbe, Max: „Über die Notwendigkeit einer Systemtheorie in der Wissenschaftsdisziplin Informatik“, in: Informatik-Spektrum, Jg. 18, Bd. 18, Nr. 4, 1995, S. 222-227.
- Tapscott, Don/Williams, Anthony D.: Wikinomics. How Mass Collaboration Changes Everything, London 2007.
- Tondl, Ladislav: „Information and Systems Dimensions of Technological Artifacts“, in: Society for Philosophy and Technology, Bd. 4, Nr. 3, 1999, http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v4_n3html/TONDL.html, 04.03.2008.
- Tulodziecki, Gerhard/Herzig, Bardo: Mediendidaktik. Handbuch Medienpädagogik, Bd. 2, Stuttgart 2004.
- Volpert, Walter (Hrsg.): Beiträge zur Psychologischen Handlungstheorie, Bern u.a. 1980.

- Wegner, Peter: „Why Interaction is more Powerful than Algorithms“, in: Communications of the ACM, Bd. 40, Nr. 5, 1997, S. 81-91.
- Wessner, Martin: Kontextuelle Kooperation in virtuellen Lernumgebungen. Schriften zu Kooperations- und Mediensystemen, Bd. 8, Köln 2005.
- Wiener, Norbert: Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine [1948], Cambridge, MA 1961.
- Zima, Peter V.: Die Dekonstruktion, Tübingen, Basel 1994.