

Jörg Richard & Willi Bruns

Mensch und Maschine im Spielraum. Technische Praxis und ästhetische Erfahrung

(artec-Paper 111, Bremen, April 2004)

SmartSchauspiel und Ästhetische Erziehung

Kennen Sie ein SmartSchauspiel ?

„O ja!’sagte die Frau. [...] Theater besteht nicht nur darin, dass ein paar Leute auf der Bühne herumkaspern, wobei ihnen eine Herde Schafe zuschaut. Ich meine, manchmal ist es so. Aber es kann viel mehr sein – in Wirklichkeit kann es jede Form der Interaktion zwischen Menschen und anderen Menschen sein, oder zwischen Menschen und Informationen. [...]

Wir sind hier mit allem verbunden – in das gesamte Informationsuniversum eingeloggt. In Wirklichkeit ist es ein virtuelles Theater. Aber wir sind nicht vernetzt, sondern die Bühne, Kulissen, Besetzung und Drehbuch sind allesamt Software – sie können jederzeit verändert werden, indem man einfach Bits verschiebt. [...]

Es ist nicht so, dass wir eine Bühnenshow durchziehen, rekonfigurieren und am nächsten Abend eine andere aufführen. Die Vorstellungen rekonfigurieren sich selbst dynamisch, je nachdem, was von einem Augenblick zum nächsten passiert – und bedenken Sie, nicht nur hier, sondern in der ganzen Welt. Es ist ein SmartSchauspiel – ein intelligenter Organismus. [...]

Dieser Mangel an Determinismus veranlasst manche, den ganzen Prozeß als Wichserei abzutun. In Wahrheit ist er aber ein unvorstellbar mächtiges Werkzeug (Stephenson 1996:491ff).“

Die Frau berichtet vom SmartSchauspiel in dem bekannten Science-Fiction Roman von Neal Stephenson: *„Diamond Age. Die Grenzwelt“*. Wir befinden uns Jahrzehnte in der Zukunft.

Auf eine technologisch durchaus vorstellbare Weise verbindet es miteinander ästhetisches Handeln und technische Praxis. Mensch und Maschine gehen im Theaterspiel eine SMART-Verbindung ein. SMART ist die Kurzform für: Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology. Über ein dynamisches, sich den aktuellen Bedürfnissen anpassendes Software-System kann der Mensch mit anderen Menschen, Informationen und Systemen kommunizieren, handeln oder eben auch Theater spielen, aber das System – als interaktive Maschine – zugleich mit ihm.

Im Roman bleibt dieses dynamische Theatermodell mehrdeutig und rätselhaft. Eine optimistische Interpretation könnte mit der Frage beginnen:

Vollendet sich in diesem Theater die ästhetische Erziehung des Menschen im Sinne ihres modernen Begründers Friedrich Schiller (1795, 15. Brief): *„Der Mensch spielt nur, wo er in voller Bedeutung des Worts Mensch ist, und er ist nur da ganz Mensch, wo er spielt“?*

Allerdings wäre das SmartSchauspiel ein anderes Spiel. Es ist ein technisch vermitteltes, interaktives, reale und virtuelle Welten vermischendes, universelles

Spiel: ein *global play* von *global playern* in *mixed realities*. Aber es hat ebenfalls eine transzendente, ästhetische Erfahrung im Sinn, die Schiller veranlasst, dem Spiel diese herausragende existentielle Bedeutung zuzuschreiben. Für Schiller kann sich der Mensch im ästhetischen Raum des Spiels vom Determinismus der Realien seiner eigenen begrenzten Natur und Wirklichkeit befreien. Dort kann er den Dualismus von „Formtrieb und Stofftrieb“, von „Geist und Materie“ vereinen, Schönheit und Freiheit miteinander erleben. Dort vermag er, die Grenzen seiner sinnlichen Erfahrungen zu überschreiten, so dass er in die Lage versetzt wird, „*das ganze Gebäude der ästhetischen Kunst und der noch schwierigern Lebenskunst*“ zu tragen (15. Brief). Ästhetisches Spiel wird zur transzendentalen Erfahrung. In ihm findet er das Glück der Freiheit und der Selbsterfüllung, kann „ganz Mensch“ sein.

Im SmartSchauspiels dagegen sind die Grenzen der sinnlichen Erfahrung bereits technologisch aufgesprengt. Sein Spielraum selbst ist eine einzige dauerhafte Grenzüberschreitung. Der Mensch spielt gleichermaßen mit realen, virtuellen und mit gemischten Welten (*mixed realities*). Alle Welten sind Bühne. Über Netz- und Cybertechnologien kann er weltweit mit allen Menschen und ihren Kulturen als ein Schauspieler mit hundertfachen Rollen, Identitäten und Erzählungen zusammenzutreffen. Der Spieler erzeugt und spielt zugleich mit Schein und Sein, Simulationen und Realisationen. Der intelligente Organismus dieses Schauspiels fordert durch Softwareentwicklung immer wieder neue offene Situationen und Spielformen heraus. So können neuartige Ausdrucksmöglichkeiten, Kommunikations- und Interaktionsformen, aber auch neue Formen der Wahrnehmung entwickelt und ausprobiert werden. Das ist ein dynamischer Spielprozeß. Er begründet sich durch das Zusammenspiel von Mensch und Maschine. In ihm realisiert sich ästhetische Erfahrung als permanente Grenzüberschreitung der eigenen Realitätsbefangenheit. Es ist die sinnliche Erfahrung virtuell erlebter Möglichkeitsräume. Sie sind die um ein Vielfaches erweiterten Spiel- und Lebenswelten des eigenen Lebens wie die fremder Existenzen, unbekannter Dimensionen und Kulturen. In dieser Dynamik erfährt der Mensch die transzendente Seite seiner Existenz, vielleicht das Glück der Freiheit und der Selbsterfüllung, welches nach Schiller der Mensch im Spiel gewinnt.

Aber es ist auch eine andere, äußerst pessimistische Interpretation des *SmartSchauspiels* denkbar. Sie wird zum Beispiel mit der kritischen Frage ausgelöst:

Offenbart nicht vielmehr dieses Theater eine düstere, Angst einflößende Zukunft in ein Marionettendasein hinein, in dem der Mensch von Software-Systemen vereinnahmt und total gesteuert wird durch *smart cards* und andere intelligente Überwachungs- und Steuerungsmaschinen? Der Mensch – gefangen im technischen System, abhängig und determiniert wie eine Marionette am Fadenkreuz?

Der spielende Mensch in diesen gemischten Welten wäre dann nichts anderes als ein Instrument derjenigen Kräfte, die die Fäden in der Hand halten und sie ausschließlich zu ihren Zwecken nutzen. Spiel diene nicht der ästhetischen Erfahrung der Spielenden im Sinne Schillers, sondern wird zum Medium und Werkzeug von Manipulation. Der spielende Mensch agierte einzig als software-programmierter, determinierter Avatar der Spielführer. Es wäre das Ende ästhetischer Erfahrungen im Spiel, das Ende einer ästhetischen Erziehung.

Zwei gegensätzliche Entwürfe charakterisieren diese beiden potentiellen Interpretationen des SmartSchauspiels: einmal werden utopische Emanzipation verheißende Hoffnungen prophezeit, ein andermal katastrophaler Untergang. Diese beiden Pole begleiten historisch die Geschichte der Technik ebenso wie Erwartungen an die ästhetischen Erziehung und Bildung, den negativen Technikfolgen entgegen zu wirken. Auf eine besondere Weise polarisieren sich in diesen galvanischen Wechselbädern zudem noch einmal die Sphären des Technischen und die des Ästhetischen. Technik und Ästhetik stehen sich spätestens seit der Industrialisierung diametral gegenüber, nicht weniger als Arbeit und Spiel. Eine vom Dualismus geprägte Denkweise stellte das Reich der Freiheit dem Reich der Notwendigkeit gegenüber, separierte eine ästhetische Welt von der technischen. Arbeit wurde zur Technik gezählt. In deren Zweckorientierung und Determiniertheit sah man - konträr zur Sphäre des Ästhetischen – in der Ästhetischen Erziehung und darüber hinaus immer wieder die kreative Eigentätigkeit und damit die Freiheit des Menschen gefährdet unabhängig davon, dass durch Technik der Mensch sich lebenserleichternde Maschinen und technische Systeme schafft. So wurden schließlich die Künste und Spiel einerseits, Arbeit und Technik andererseits als sich prinzipiell ausschließende Tätigkeiten bewertet.

Zum Mensch – Maschine Verhältnis

Beides, Spiel und Arbeit, Technik und das Ästhetische erscheinen auch heute noch nur schwer miteinander vereinbar, selbst wenn neuere Vorstellungen von einer ludischen Gesellschaft hier deutlich Grenzüberschreitungen und Tätigkeitsverwischungen bereits bemerken und diese verstärkt einfordern: „*Wir wollen nicht mehr akzeptieren*“, schreibt der Medienwissenschaftler Florian Rötzer bereits 1993, „*daß Kunst, Information, Bildung, Wissenschaft oder Arbeit ein Gegensatz zum Spielerischen sein soll*“.

Heute können wir gar nicht mehr die Augen davor verschließen, dass die Kultur selber technologisch geworden ist. Elektronische Maschinen und Automaten, digitale Chips und Softwareprogramme begegnen uns und nutzen wir nicht nur in allen Lebensbereichen wie dem Arbeitsplatz, der Umwelt und in der Wohnung, sondern sie haben sich bereits eingeschrieben in unsere Existenzformen, in unsere Wahrnehmung, in die politischen und sozialen Strukturen unserer Gesellschaft und in die Produktionen und Artefakte der Künste (vgl. Schade & Tholen 1999; Richard 2004). Es ist eine allgemeine alltagspraktische Erfahrung, dass ohne Chips nichts mehr geht. Und wir stehen erst am Anfang dieser Entwicklung. Die neuen Technologien sind nicht länger nur Objekt oder Instrument unserer sinnlichen Wahrnehmung, unserer ästhetischen Praxis und Orientierungen, unseres Erkenntnisinteresses und unserer Kommunikations- und Interaktionsformen, sondern sie sind bereits genuiner Teil von Individuum und Gesellschaft.

Wenn die neuen Technologien nun so tiefgreifend mit dem Leben der Menschen und der Entwicklung der Gesellschaft verwoben sind, dann ist es nur folgerichtig, über einen notwendigen kulturkritischen Ansatz hinaus den „Melting-pot-Charakter“ dieser Verbindung von Technik und kulturellen Formen zu untersuchen, und zwar hinsichtlich seiner Interdependenzen. Das heißt: Es gilt, die Möglichkeiten ihres gegenseitigen aufeinander Einwirkens und Verschmelzens auszuloten und Entwicklungspotentiale dieses Aufeinandertreffens zu erkennen und voranzutreiben.

Immerhin hebt schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts der Soziologie Max Weber die Bedeutung von Spiel und Grübeln, jenseitigen und phantastischen Interessen sowie von künstlerischen Experimenten für eine technische Entwicklung hervor, auch wenn er diese zuerst und vor allem in der gesellschaftlichen Durchsetzung instrumenteller Rationalität realisiert sieht (vgl. Weber 1959:46; vgl. Schachner 1997:16). Die Dominanz instrumenteller Rationalität bestimmen auch heute noch überwiegend die Ingenieurwissenschaften – und die Kulturwissenschaften einschließlich der Ästhetischen Erziehung sind nach wie vor oft genug technikkritisch von dem instrumentellen und determinierten Anwendungs- und Tätigkeitscharakter der Technologien überzeugt. Ausnahmen, auf die noch zurückzukommen sein wird, bestätigen nur die Regel (u.a. Rötzer 1995; Vattimo 1998; Adamowsky 2000).

Mit dieser verbreiteten Haltung pflanzt sich ein Dualismus fort, der die tragenden Säulen der Gesellschaft schon immer in einem dichotomischen Gesellschaftsbild zementiert sehen wollte. Vertraute Gegensatzpaare sind unter anderem Natur und Technik, Kultur und Technik, die Künste und Technik, Arbeit und Spiel, Spiel und Ernst.

In den Ingenieurwissenschaften folgt technisches Konstruieren und Produzieren vorwiegend einer Planungsrationalität, die auf der Grundlage vorgegebener Kriterien (ökonomischer, ökologischer, technologischer, marketingstrategischer usw.) funktionelle Artefakte oder Systeme (Maschinen) erstellt, die diese Vorgaben zu einer – im funktionellen Verständnis – optimalen technischen Produktlösung bringen soll. Diese Maschinen treten dem Menschen als eine feste teleologische Ordnung gegenüber. Er selbst ist in diesem technischen System eine störanfällige, unzuverlässige Restgröße. Gemäß der Logik der Zweckrationalität, der technologischen Determiniertheit und Berechenbarkeit sowie der festgelegten Anwendungsgegebenheiten hat der Mensch sich diesen Bedingungen zu unterwerfen. Maschinen überwachen und überprüfen sein systemgerechtes Funktionieren.

Aber die technische Entwicklung selbst hat inzwischen dieses Verständnis einer ausschließlich funktionellen, teleologischen und deterministischen Technikorientierung überholt. Dieses *objektorientierte* Technikverständnis trifft auf eine Situation, die den technologisch innewohnenden digitalen Möglichkeiten der neuen Maschinen und Systeme diametral entgegensteht, ihre kreative und produktive Nutzung blockiert. Diese sind über Zweck- und Anwendungsorientierungen hinaus ihrer technischen Konstruktion nach flexibel, interaktiv und kommunikationsfähig, eigensteuerbar, system- und verhaltensoffen, kreativ und entwicklungsfähig, spielerisch. Durch ihr technisches Vermögen können sie sich auf offene Interaktionen einlassen, eigene Angebote machen oder auf andere kooperativ und handlungsfähig antworten. Diese Maschinen selbst verlangen nach einem anderen Mensch-Maschine Verhältnis, wenn sie ihren technischen Möglichkeiten nach ausgeschöpft werden sollen. Vor allem brauchen sie dazu einen Menschen als Partner, der auf ihre technischen Möglichkeiten mit komplementären Kompetenzen aktiv und selbstbestimmt eingehen kann.

Eine *sozialorientierte* Technikforschung setzt sich mit der Fragestellung nach der Verbesserung der Sozialverträglichkeit der neuen technologischen Entwicklungen auseinander. Sie steht in Verbindung mit dem Entwurf des VDI (Verband deutscher Ingenieure), der mit dem Aufkommen der automatisierten Arbeitstechnik im Jahre 1989 Empfehlungen zur sozialverträglichen Gestaltung von Automatisierungsvorhaben herausgab. Es ist ein dualer Entwurf, der die Interessensgegensätze ausgleichen soll. Denn soziale und persönlichkeitsbezogene Bedingungen und Wünsche des Menschen stehen in diesem Konzept den technischen und ökonomischen Anforderungen und Eigenschaften der Maschine prinzipiell konträr gegenüber. Es geht bei der Frage der Veränderung des Mensch-Maschine-Verhältnisses um so unterschiedliche Probleme wie die der Verbesserung der Arbeitszufriedenheit und des sozialen Betriebsklimas, der Effektivierung von Produktionsvorgängen durch Motivationssteigerung, durch Eigenbeteiligung und Innovationsbereitschaft, durch Erhöhung der Eigenverantwortlichkeit und der Kooperationsbefähigung, weiterhin um die betriebliche Akzeptanz und Steigerung sinnlicher Aufmerksamkeit zur Perzeption von technischen Abläufen usw.

Diese Forschungsansätze – so wichtig sie auch sind - überschreiten jedoch nur selten den Ansatz einer dualen Positionierung von Mensch und Maschine. Im Zentrum steht letztlich die Frage der Verhältnismäßigkeit und Gewichtung von Dienstbarkeiten, die der Mensch als ein sozialer Körper dem technischen Artefakt Maschine entgegenzubringen hat, um von ihr die aufgestellten Leistungsziele abfordern zu können. Die Folie dafür liefert oft genug noch das seit der Industrialisierung bestehende alte Kampf-Modell der Opposition von Mensch und Maschine. Die historisch nicht unbegründete Furcht, von der Maschine vereinnahmt zu werden, ist weiter lebendig.

Mit den digitalen Techniken tritt sie sogar z.T. gesteigert auf: Der Mensch, so mutmaßt z.B. der französische Philosoph Jean Baudrillard, wird jetzt an die Maschine angeschlossen, wird zum Strukturelement eines integrierten Schaltkreises: „*Die Prägung als Mensch oder als Maschine ist dabei ununterscheidbar*“ (1989:126). Die entfremdete Situation des Industriearbeiters im dualen Mensch-Maschinen-Verhältnis heben nach Baudrillard die neuen Technologien zwar auf, aber die Perspektiven verdüstern sich für Baudrillard mehr denn je: „*Alle unsere Maschinen sind Bildschirme, wir selbst sind Bildschirme geworden und das Verhältnis der Menschen zueinander ist das von Bildschirmen geworden*“ (S. 130). Diese Feststellung ließe sich auch so übersetzen: Der Mensch ist nichts anderes mehr als Maschinenteil, eine elektronische Marionette im großen SmartSchauspiel.

Die Überlegungen zur Technikentwicklung können in diesem Rahmen nicht fortgeführt werden. Ihre kurze Darstellung sollte nur die These verdeutlichen, dass auch Korrekturen am dualen Konzept von Mensch und Maschine nicht aus dem Dilemma einer technisch überholten Konfrontation herausführen, genauso wenig wie eine postmoderne Sicht der Transformation des Mensch-Maschinen-Verhältnis in ein Maschinendasein. Denn beide Positionen ignorieren zentrale Eigenschaften der neuen Technologien, so dass ihre Entwicklungsmöglichkeiten und ihre Produktivität im Mensch-Maschine-Verhältnis ausgeblendet werden und letztlich dadurch blockiert sind. Besonders ihre kommunikativen, interaktiven sowie handlungs- und anwendungsoffenen Eigenschaften erfordern, verstärkt nach kooperativen Strategien des Zusammenwirkens von Mensch und Maschine zu fragen.

Mit einer *subjektorientierten* Technikforschung (Böhle 1988, Schachner 1997) und mit den *Human-Centered Methods* (Laessoe & Rasmussen 1989) rückt jedoch in den Ingenieurwissenschaften ein Ansatz zum Gegenseitigkeitsprinzip von Mensch und Maschine verstärkt in der Forschung in den Blickpunkt. Ziel ist es, den Mensch und seine Interaktionsmöglichkeiten als Grundlage für die Entwicklung von Produktionstechnik und Arbeitsorganisation zu sehen. Wichtige methodische Grundsätze ihres Vorgehens sind u.a.:

- experimentelles Prototyping,
- aktive Beteiligung der Anwender und Betroffenen bei der Diskussion und Formulierung der Ziele und Mittel der Planungsphase als auch der Realisierung,
- Verzicht auf den Versuch, eine objektive externe Beziehung zu dem Untersuchungsgegenstand zu erreichen, stattdessen Anerkennung der Subjektivität der Beziehung zwischen Forschern und Forschungsgegenstand mit der Verpflichtung zu ihrer Erhellung und kritischen Reflektion,
- gemeinsame Problemformulierung unter Offenlegung der verschiedenen Interessen und Motivationen, Weltansichten, Perspektiven und Konzepten,
- Erkennen der Bedeutung des Dialoges zwischen unterschiedlichen Konzepten in der Anfangsphase eines Projektes,
- Design-by-doing,
- Wechselwirkung ("reciprocity") statt Modelleigendynamik ("model power"). Es sollte vermieden werden, daß die häufig besseren Arbeitsbedingungen und größeren Erfahrungen der Forscher und Entwickler mit Projektarbeit zu einer Dominanz bei Modellierung und Ergebnisinterpretation führen.

Dennoch muß gegenwärtig noch festgehalten werden: Eine Emanzipation der Maschine nach ihren technisch-kommunikativen Möglichkeiten steht noch aus. Diese technologische Freisetzung der Maschine könnte einen entscheidenden Anteil daran haben, das Mensch-Maschine Verhältnis aus seiner dualen Befangenheit wie aus einer traurigen Zukunft der Maschinisierung des Menschen herauszuführen und den Menschen zugleich herauszufordern, sich darauf einzulassen.

Spiel und Technik

Für Herbert Marcuse stand schon in den 50er Jahre fest, dass der hohe Standard der Technik Voraussetzungen bereit gestellt hat, die Mühen der Arbeit den Dimensionen der Freiheit des Spiel unterzuordnen. Aus repressiven Tätigkeiten werden nicht-repressive, da jetzt Lust- und Realitätsprinzip, durch Spiel versöhnt, sich vereinigen können (vgl. Marcuse 1971:191f). Damit ist die notwendige Arbeit nicht abgeschafft, aber, so die These von Marcuse:

„Spiel und Selbstentfaltung als Prinzipien der Zivilisation bedeuten nicht eine Umformung der (mühsamen) Arbeit, sondern deren vollständige Unterordnung unter die frei sich entfaltenden Möglichkeiten des Menschen und der Natur“ (S. 194).

Marcuse entwickelt diese gesellschaftliche Vision direkt aus Schiller's Vorstellungen der ästhetischen Sprengkraft des Spieltriebs, dessen *„ästhetische Funktion“* – so Marcuse Schiller zitierend – *„auch alle Nötigung aufheben, und den Menschen sowohl physisch als moralisch in Freiheit setzen“* könnte (S. 180). Es ist für Marcuse letztlich die ästhetische Erfahrung, die den Menschen freisetzt, um seine emanzipativen Kräfte zu entwickeln, das freie Spiel der menschlichen Möglichkeiten und Wünsche gegenüber den repressiven Tätigkeiten notwendiger Arbeit durchzusetzen (vgl. S. 193).

Die Beziehungen von Spiel und Individuum einerseits und Arbeit und Technik andererseits sind in diesem Gesellschaftsmodell zwar hierarchisch neu geordnet – das Individuum wird sich der Repressivität der Arbeit nicht mehr oder nur sehr bedingt unterwerfen müssen, indem technologische Lösungen für die notwendige Arbeit genutzt werden -, aber sie stehen sich weiterhin oppositionell gegenüber. In diesem Sinne kann Marcuses Utopie des freien Spiels der menschlichen Möglichkeiten und Wünsche als Zeichen der Emanzipation eines repressionsfreien Individuums durchaus als ein Konzept der Ästhetischen Erziehung gelesen werden.

Der Philosoph Gianni Vattimo greift die Ideen Herbert Marcuses im Ende des 20. Jahrhundert auf, betont jedoch einen wichtigen Unterschied. Er will Emanzipation nicht mehr wie Marcuse primär an die „*'klassische' Konzeption der ästhetischen Erfahrung*“ zur „*Wiederherstellung einer Art ,natürlichen' Subjekts*“ gebunden sehen (Vattimo 1998:24). Denn das Ästhetische kommt nicht mehr nur vom Individuum her, sondern wird von den neuen Technologien bestimmt, „*da eben die Welt der Technik heute selbst eine Tendenz zur Ästhetisierung aufweist. [...] Aber vor allem dienen heutzutage viele Technologien, die für generell ,ökonomisch' nützliche Zwecke entwickelt wurden, in beträchtlichem Maße ,spielerischen' Zwecken, also ästhetischer Befriedigung*“ (S. 25). Die Technik erobert das Ästhetische.

Für Vattimo gilt: Die Technik ist die entscheidende Kraft, die heute die Emanzipation des Individuums mobilisieren kann. Darin liegt seine entscheidende Differenz zu Herbert Marcuse. Ihre technologischen Möglichkeiten, ihre neuen ästhetischen Eigenheiten - und nicht länger eine Theorie des vollständig freigesetzten, natürlichen Individuums - setzen die Maßstäbe für einen Entwurf vom Individuum, das *mit* und *in* den technologischen Herausforderungen selbst seine emanzipatorische Bestimmung sucht. Das ist, zusammengefasst, für Vattimo die Quintessenz aus der neueren technologischen Entwicklung, und seine Antwort lautet:

„*Die Menschheit muß sich heute auf die Höhe ihrer technischen Möglichkeiten begeben und das Ideal eines Menschen schaffen, der sich dieser Möglichkeiten bewusst ist und sie bis zum Letzten ausschöpft. Und diese besteht für uns (...) in einer radikalen Ästhetisierung der Existenz*“ (ebd.).

Dieser Anspruch fordert implizit, daß die Realisierung einer solchen radikalen Ästhetisierung die Grenzzäune der klassischen Gesellschaftsbereiche und Institutionen von Arbeit, Technik, Spiel, Freizeit, Individuum und Gesellschaft einreißen muß, so daß der Mensch sich ungehindert neue Erfahrungsfelder erobern kann, auch jenseits heutiger Wirklichkeitsvorstellungen. Die Arbeit an diesen Grenzauflösungen und die kritische Ausarbeitung, was denn eine „radikale Ästhetisierung“ konkret heißen soll, könnte ebenfalls als eine Aufgabe der Ästhetischen Erziehung gesehen werden.

Einen anderen, nicht weniger wichtigen Aspekt zum Verhältnis von Technik und Spiel betont die Kulturwissenschaftlerin Natascha Adamowsky (2000:242): „*Elemente des Spiels sind von wesentlicher Bedeutung für die Art und Weise, wie Technik erfunden, gestaltet und in den unterschiedlichsten Lebenszusammenhängen integriert werden kann*“.

Sie verweist damit nicht nur auf eine innovative Rolle des Spiels für die Technik, so wie auch Max Weber schon Ende des 19. Jahrhunderts das Ästhetische als eine

potentielle Quelle der Inspiration für die Technikentwicklung hervorgehoben hatte. Sondern für Natascha Adamowsky besteht „zwischen *Spiel und technischer Entwicklung ein grundsätzliches Verhältnis*“ (ebd.). Spiel ist für sie das ästhetische Zentrum des Kreativen und Experimentellen, ohne das heute keine relevante technische Entwicklung mehr vorstellbar ist. Gerade die Experimentierbühnen des Cyberspace sind für sie die Orte, in denen die Potentiale des Ästhetischen und die Potentiale des Technischen sich wechselseitig prozessual verbinden.

Wenn das Technische das Ästhetische erobert, wie wir mit Gianni Vattimo vermuten können, so kann aber das Technische nur etwas gewinnen, wenn es sich auch unter den Einfluß des Ästhetischen begibt. Auf diese Bedeutung des Ästhetischen weist Natascha Adamowsky hin, indem sie die Innovationsbedeutung des Spiels für die Technik betont. Allerdings sollte man beide Aspekte nicht isoliert verfolgen, sondern sie gehören gleichermaßen zusammengeführt, wenn ein neues Mensch -Maschine Verhältnis produktiv sich entwickeln soll.

Seit der Aufklärung ist das Verhältnis von Spiel und Technik einen mühevollen Weg gegangen, mal zu Lasten, mal zum Nutzen des Glücks der Menschen. Immer wieder hat sich an ihrem Verhältnis das Problem der Unterdrückung des Menschen durch Arbeit und Technik festgemacht. Aber die Technik brachte zugleich auch immer Fortschritt, Befreiung von der Mühsal und der Not. Maschinenangst und Maschinenwahn, diese gesellschaftlich tief verwurzelten Neurosen der Menschheit, kennzeichnen begrifflich diese Dichotomien und werden uns vermutlich auch weiterhin begleiten. Wir können aber sagen, dass wir heute immer mehr dahin kommen, bisher als unüberwindbar geltende Schwellen zu überschreiten: zum Beispiel die der Separierung des Technischen vom Ästhetischen oder die der sorgfältigen Scheidung von Spiel und Arbeit. Diese Übertrittsversuche werden dazu beitragen, das Zeitalter der Industrialisierung endgültig zu beenden und Spiel und Technik in offene, wechselseitig noch zu gestaltende Zusammenhänge zu überführen.

Das ist eine komplexe Aufgabe, an der auch die Ästhetische Erziehung einen gewichtigen Anteil haben kann. Die Ästhetische Erziehung stellt Spielräume bereit. Das ist ihre Besonderheit. Spielräume sind Möglichkeitsräume. Sie erlauben ein Handeln auf Probe, was nichts anderes heißt als eine Praxis auf Gegenseitigkeit. Technik und Ästhetik, Ästhetik und Technik im wechselseitigen Zusammenspiel – das wäre die Probe aufs Exempel.

Technik und Spiel: Beispiel Containerhafen

Mit der Wahl des Spiels greifen wir auf Erfahrungen zurück, die Willi Bruns in Projekten der Gestaltung von Arbeit und Technik gewinnen konnte. Als konstruktionsleitendes Prinzip stellte er sich die Frage: Welcher Spielraum zwischen Mensch und Maschine ist technisch und arbeitsorganisatorisch möglich und sinnvoll, um für Mensch und Maschine system- und entscheidungsoffene, kreative Arbeitsabläufe zu gestalten?

Große technische Anlagen werden häufig nach einer groben Entwurfs- und Konstruktionsphase, in der die prinzipielle Struktur festgelegt wird, in ein dynamisches Computermodell überführt, um das genaue zeitliche Verhalten der

Anlage unter verschiedenen Nutzungsbedingungen zu erkunden und dann die Struktur im Detail nach vorgegebenen Kriterien zu optimieren. Dieser Simulationsvorgang besteht aus einem mehrfach durchlaufenen Zyklus von Modellbildung, Experiment und Ergebnisinterpretation.

"Simulation ist die Nachbildung des Verhaltens eines dynamischen Prozesses in einem System mit Hilfe eines experimentierfähigen Modells, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind. Im weiteren Sinne wird unter Simulation das Vorbereiten, Durchführen und Auswerten gezielter Experimente mit einem Simulationsmodell verstanden." (VDI 1992).

In einem Forschungsprojekt des Bremer Landesprogramms *Arbeit und Technik* führten wurden betriebliche Fallstudien mit verschiedenen Simulationswerkzeugen durchgeführt und die Eignung dieser Computersimulatoren für eine möglichst breite Beteiligung von unterschiedlich vorgebildeten Betroffenen am Entwurfs- und Optimierungsprozess untersucht (Bruns 1995). Zu den Fallstudien zählten: Produktionsabläufe in der Nahrungsmittelindustrie, Motorenfertigung in der Schiff- und Automobilindustrie, Transportsysteme in Flughäfen, Logistik in einem Containerhafen. Dabei machten wurden Erfahrungen gemacht, die den Wert des spielerischen Zugangs bestärkten. Das sei am Beispiel eines Containerhafens verdeutlicht.

Ein Containerhafen (Terminal) dient dazu, in möglichst kurzer Zeit bei möglichst kleinem Flächenbedarf Schiffe mit Containern zu be- und entladen. Die von LKWs oder Zügen auf Strasse und Schiene angelieferten oder abzutransportierenden Container werden auf einer großen Lagerfläche (Transtainerlager), z.T. mehrstöckig zwischengelagert. Legt ein Containerschiff am Kai an, so fahren mehrere Kräne (Ladebrücken) längsseits des Schiffes und überbrücken die Lücke zwischen Land und Schiff, indem sie Container aus dem Rumpf des Schiffes heben und in einem Bereich absetzen, der für Landfahrzeuge zugänglich ist. Der umgekehrte Vorgang findet beim Beladen statt. Be- und Entladen sollten möglichst gemischt stattfinden können, d.h. eine Laufkatze, die gerade einen Container im Rumpf verstaut hat, könnte auf dem Rückweg schon einen zu entladenden Container mitnehmen und an Land absetzen. Der Transport zwischen dem Abstellbereich der Brücke und dem Transtainerlager erfolgt mit Hilfe von Spezialfahrzeugen. Je nach Art dieser Fahrzeuge, als personengesteuerter Sattelschlepper (Container auf dem Anhänger) oder Van Carrier (Container zwischen den Beinen) oder als automatisch gesteuertes Fahrgestell ergeben sich unterschiedliche Abläufe. Bei gleichzeitigem Betrieb mehrerer Schiffe und mehrerer Brücken mit mehreren Fahrspuren (Abb. 1) ergibt sich ein ziemlich kompliziertes Operating. Die genaue Struktur der Brücke (z.B. Ebenen zur Pufferung, Anzahl der Parallelschienen), deren Leistungsparameter (z.B. Geschwindigkeit der Motoren), die Art der Landfahrzeuge und die genau festzulegenden Übergaberegeln haben erheblichen Einfluss auf den Durchsatz und sollen deshalb optimiert werden. Das ist nur in einem experimentellen Durchspielen möglich. Angenommene typische Lastsituationen (Ladelisten: wo stehen die Container im Schiff?) und Transtainerzustände (Wo stehen die Container im Lager?) werden mit zufälliger Variation vorgegeben und dann mit dem Simulator abgearbeitet. Dabei kann man sowohl Einsicht in den Normalbetrieb bekommen, als auch die Auswirkungen von Störungen untersuchen.

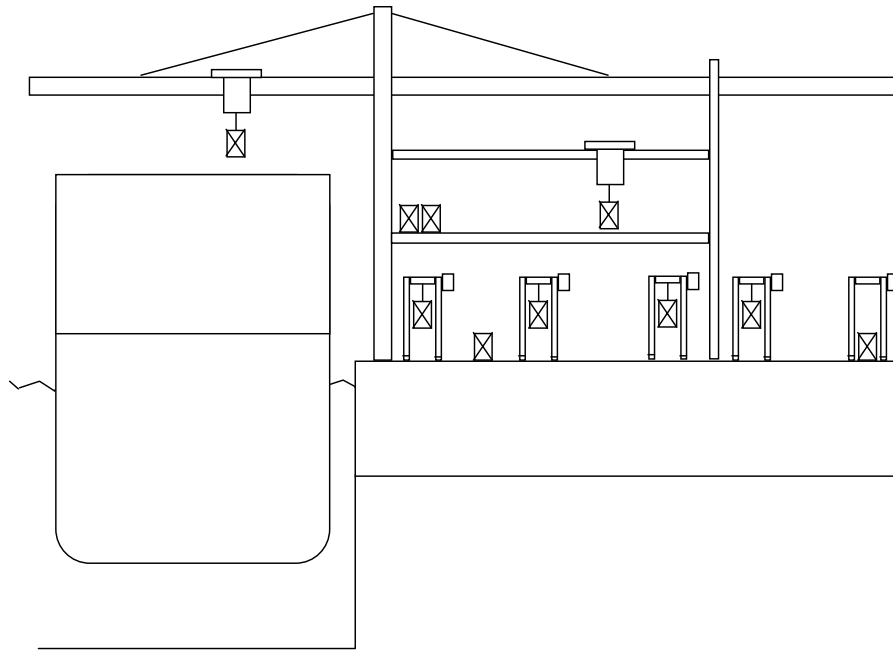


Abb. 1: Containerbrücke in reduzierter Antizipation durch Simulation

Die technischen Parameter (Höhe, Breite, Fahr- und Hubgeschwindigkeit der beweglichen bemannten und unbemannten Teile) und die Übergabeprozesse (Arbeit unter oder neben schwebenden Lasten) haben aber auch erheblichen Einfluss auf die Sicherheit und Belastung der Menschen in dem System. Bei einer derartigen Simulation ist es deshalb notwendig, auch Annahmen über das Verhalten der die Anlage Betreibenden zu machen und dieses Verhalten durch technische Hilfen zu unterstützen (Licht- und Tonsignale bei bestimmten Anlagenzuständen). Diese Annahmen, die ohne Simulation mehr oder weniger implizit in die Planung eingehen, werden durch eine Simulation expliziert und können von den Betroffenen eingesehen werden. Anhand typischer Lastsituationen können so frühzeitig Bedenken, Einwände und Vorschläge in die Konstruktion einfließen.

Häufig werden Simulationsstudien von einer Konstruktions- oder Planungsabteilung mit klaren Spezifikationen des Systems an Simulationsexperten vergeben mit dem Auftrag, die optimalen Größen der Parameter zu bestimmen. Im vorliegenden Fall erwies sich die Offenheit der Systemspezifikation als Vorteil und eröffnete Spielräume, nicht nur die Struktur der Anlage zu verändern, sondern auch durch spielerisch kreatives Umgehen mit dem virtuellen Modell und gegenständlichen Teilmodellen (Papierschnipsel zur Verdeutlichung von Vorfahrts- und Synchronisierungsregeln) ihr Normal- und Störverhalten besser zu antizipieren.

Die durchgeführten Simulationen verdeutlichten Arbeits- und Systemengpässe, Störfallkonsequenzen, Sicherheitsrisiken, Belastungsfaktoren und Kapazitätsgrenzen und führten zu Systemvarianten, die sich statt auf vollautomatisierten Komponenten auf flexibel gestaltbaren Arbeitsplätzen gründen (z.B. personengesteuerte versus automatische Fahrzeuge).

Die Studie machte aber auch deutlich, dass ein Kreativitätspotential noch weitgehend unausgeschöpft brachliegt. Durch eine noch stärkere Integration von Konstruktion und Simulation zusammen mit späteren Nutzern, die frei von Arbeitsplatzsorgen sind, ließe sich in einem spielerischen Prozess Technikgestaltung auf eine andere Ebene heben.

Im Spielraum: Das Theater der Maschinen

In gemeinsamen Studienprojekten der Studiengänge Informatik und Kulturwissenschaft an der Universität Bremen experimentieren wir mit der Verbindung von technischer und ästhetischer Praxis. Wir bauen bzw. programmieren oder nutzen mit den Studierenden technische Artefakte, Software- und Hardware-Maschinen, um mit ihnen zu spielen. Im Spiel finden wir die Laborsituation des Experiments ohne technische Vorgaben und determinierte Verortungen. Unser erstes Projekt war das *Theater der Maschinen* (1998–2000). Es wurde allerdings nur mit Informatikstudenten durchgeführt.

Warum im Studiengang Informatik ein *Theater der Maschinen*? Weil wir die Maschinen zum Tanzen bringen müssen, wenn wir mit ihnen den Spielraum suchen wollen, der in der technischen Praxis, wie das Beispiel der Planung des Containerhafens von Willi Bruns zeigt, so schwierig zu finden ist.

Die Suche nach dem Spielraum der Maschinen ist eine Suche nach etwas, das wir konkret noch nicht kennen; etwas, das wir vielleicht errahnen, manchmal ahnungsvoll befürchten oder erträumen, das wir begehren oder ablehnen, das uns jetzt schon in den Fingern kribbelt oder unsere Sinne anstachelt oder beleidigt, unsere Imaginationen antreibt. Es ist etwas Ungewisses, etwas, auf das wir zuerst mit unseren Sinnen, Gefühlen und Affekten und dann erst mit unseren kognitiven Möglichkeiten reagieren. Für uns ist es die Suche nach einem sinnlichen Erfahrungsraum der Ingenieurwissenschaften jenseits der Technikzuweisungen und Wirklichkeitsbefangenheit. Dafür begeben wir uns in den Spielraum einer Quasi-Realität, den das Spiel der Ästhetischen Erziehung bereithält.

Mensch und Maschinen begegnen sich in diesem Spielraum. Die Ausgangssituation ist offen. Der Verlauf ist anfangs unbestimmt. Wir überlassen es dem Zufall, wie Mensch und Maschine miteinander umgehen werden. Darin folgen wir dem ästhetischen Gesetz: *Die Künste wollen den Zufall, benötigen ihn geradezu systematisch*“ (Gendolla/Kamphusen 1999:7).

Eines ist nur gewiss: Im Spielraum müssen alle Spieler, alle Figuren und Materialien sich zueinander Verhalten, weil Spielen eine soziale Tätigkeit und damit Interaktion ist. Wer nicht mitspielt, verlässt den Spielraum. Spielen jedoch ist selbstbestimmt und zweckfrei, überschreitet die Grenzen der empirischen Welt, ist den Regeln der Logik, Realität und Gesellschaft nicht zwingend unterworfen, aber es ist dennoch nicht regellos. Regeln entwickeln sich erst im Spielprozess, wo sie sich gleichfalls spielend verändern. Damit beginnt ein Prozess, der alle Spieler und Materialien in den Spielprozeß immer mehr einbindet, ihnen ein Spielregel-Verhalten abverlangt.

Bekannt war nur, dass am Ende ein Ergebnis in Form einer öffentlichen Aufführung oder Präsentation gezeigt werden soll. Das gehört zum üblichen Abschluss der Projektarbeit im Studiengang der Informatik. Außerdem waren wir zu einem internationalen Jugend-Theaterfestival in Stuttgart eingeladen und hatten zugesagt (vgl. Richard 2002). Wie unsere Präsentation aussehen sollte, war anfangs offen. Sicher war nur, dass wir das Ergebnis unserer Arbeit einem Publikum aussetzen wollten. Es konnte sein, dass es nur betrachtende Zuschauer sein werden. Es konnte auch sein, dass sie aktiv in den Aufführungsprozeß mit einbezogen werden oder von vornherein als interaktiver Partner gefordert sind.

Die ersten Schritte waren Werkstattarbeiten außerhalb des Spielraums. Die Informatiker überlegten sich, welche Roboter sie als Spielfiguren entwerfen wollten. Nachdem feststand, dass das *Fliwatüt*, der *Mülleimer*, die *Reale Marionette*, die *Digitale Marionette* und die *Mediale Marionette* sowie der *Sensorische Galgen* ins Spiel gebracht werden sollten, stellten sich erst einmal eine Reihe von technischen Aufgaben: Figurenentwurf, Materialbeschaffenheit und ihre Bearbeitungsmöglichkeiten, mechanische Konstruktionsfragen wie die bei der Konstruktion des Fahr- und Aktorgestells des *Fliwatüts*, elektrotechnische wie die bei der Entwicklung von Elektromotoren für die Gelenke der *Realen Marionette* usw. Aber vor allem gab es Programmier- und Steuerungsaufgaben. Wie sollten aus den Figurentwürfen Roboter werden? Das heißt, über welchen Tätigkeitscharakter, also welche mobilen Eigenschaften, welche operationalen Fertigkeiten und welche Kommunikations- und Interaktionsfähigkeiten sollten diese Maschinen verfügen, um handlungsfähig zu werden? Der Prozeß dieser Erarbeitung war sehr langwierig, nicht zuletzt deshalb, weil die Informatikstudenten sich mit großer Intensität der Konstruktion ihrer Roboter widmeten, aber dann Schwierigkeiten hatten, den Schritt mit ihnen in den Spielraum zu vollziehen und dort erste Spielversuche durchzuhalten.

Spielraum fördert Spielbefähigung, erfordert sie aber auch. Das ist ein wechselseitiger sich selbst qualifizierender Prozeß. Für den Ungeübten ist es jedoch nicht einfach, sich den Imaginationen und Interaktionen im Spielraum zu überlassen. Zudem stellt Spiel als Beziehungstätigkeit die ungewohnten Anforderungen, „sich zueinander verhalten zu müssen“. Imaginationen, Expressivität, Darstellungs- und Bewegungslust usw. gehen im Spielraum immer in Interaktion über.

Es galt, die Programmierungen der Roboter in der offenen Struktur zum einen dem Zufallshandeln systematisch auszusetzen und dahingehend auch mit der Programmierung zu spielen. Zum anderen verlangte wiederum gerade die offene Struktur, sich auf Strukturentwicklungen der Spielgestaltung einzulassen. Improvisation als Work in Progress von Mensch und Maschine. Allerdings stellte die Technik noch eine besondere Herausforderung für die Programmierer dar. Ihre technischen Pannen und Tücken dominierten lange den Rhythmus des Spielprozesses. Zum anderen war ein freies Improvisieren gar nicht möglich, ohne eine spieltechnische, was zugleich heißt eine steuerungstechnische Beherrschung der Roboter. Keine geringen Probleme für den Spielanfang. Sie offenbarten sehr konkret, wie kompliziert das Spielraumproblem von Mensch und Maschine ist.

Wir entschlossen uns deshalb bald, vom freien Improvisationsprozess zu einer Inszenierung überzugehen. Ein Szenario wurde entwickelt, so dass jetzt eine Handlungsstruktur mit einer Geschichte vorgegeben war. Dadurch konnte die steuerungstechnische Expressivität der Roboter auf eine Rolle übertragen werden. In der Rollengestaltung konnten die Roboter jetzt viel leichter spielerisch ihr Ausdruckspotential entwickeln und mitteilen, auch über die Rollendarstellung besser zu einem Zusammenspiel der Rollen finden. Mit der szenischen Ausgestaltung ihrer programmierten Schauspielkunst wurden die Roboter nicht nur zu Rollen- und Handlungsträgern, sondern auch zu Interpreten des Geschehens. Die Steuerung, d.h. die Spielführung lag in Händen der studentischen Programmierer. Sie saßen hinter der Bühne an ihren Computern und mussten zwei sehr verschiedene

Herausforderungen gleichzeitig bewältigen: die technische Steuerung der Roboter und ihre schauspielerische Umsetzung. Sie waren Spieler und Informatiker zugleich.

Der Plot ist mit einer Frage erzählt:

Was geschieht, wenn ein Cellist der Deutschen Kammerphilharmonie (Marc Froncoux) ein Solokonzert geben will, er aber nicht nur ein Konzert-Publikum vorfindet, das, wie der Musiker es gewohnt ist, aufmerksam seinem Spiel folgt, sondern hinter seinem Notenpult eine geheimnisvolle Welt von Maschinen, Robotern, Sounds und Stimmen sich versammelt?

Die Improvisationsversuche, die Inszenierungsarbeit wie die Aufführungen haben auf eine sinnliche und ästhetisch erzeugte Weise neue Erfahrungen gestiftet, so dass das Mensch-Maschine Verhältnis, die Frage nach dem Spielraum der Maschinen bei uns eine neue Bewertung erhalten haben. Erfahrungen im Spielraum sind sinnlich-konkret und individuell. So haben wir unser Spiel teilweise unterschiedlich erlebt. Auch nimmt ein Maschinenbauer und Informatiker sicher anderes wahr als ein Theater- und Kulturwissenschaftler. Diese Aspekte der Differenz sind ebenfalls Teil unserer gemeinsamen Erfahrung. Davon wollen wir im folgenden berichten:

Willi Bruns:

Von meiner Profession aus war besonders interessant, dass neben der formalen Denk- und Handlungsweise, die Schwerpunkt jeder traditionellen Ausbildung in Informatik ist, die Fähigkeiten wichtig wurden, Unsicherheiten auszuhalten, Ambivalenzen wahrzunehmen und zu akzeptieren. Informatik strebt nach Sicherheit und Eindeutigkeit. Lebenswelten und ihre sozialen und persönlichen Aspekte bringen Mehrdeutigkeiten und Zweifel. In der Auseinandersetzung zwischen den beiden Welten, der automatisierten Abstraktion (Informatik) und der Inszenierung von Lebenswelt (Theater) liegt ein interessantes Potential. Der Theatermensch, Schauspieler oder Regisseur strebt nach Wiederholbarkeit, nach einem Spiel, das nach verabredeten und einstudierten Regeln und Rollen verläuft. Die Kreativität des Schauspielers liegt in seiner körperlichen Expressivität gegenüber einem Publikum, dem er sich öffnen muss (Richard 2004). Die Probe seines Werkes findet in Teilsimulationen (Szenen) und ein oder zwei Gesamtsimulationen statt (Generalprobe). Dann entwickelt sich das Werk in den Aufführungen zwar noch weiter, erfährt aber wohl keine größeren Korrekturen.

Der Maschinenbauer, besonders der Informatiker, der ungewöhnliche Anlagen bauen will, sollte mehrere Ebenen in sich zur Vereinigung kommen lassen. Einerseits hat er sich einzufühlen in eine vorgestellte Nutzungs- oder Spielsituation, muss eine möglichst vielfältige Handlungsweise der unterschiedlichen Spieler in seinen Algorithmen berücksichtigen. Das bedeutet, sich zu öffnen und den Zustand zu erreichen, den man in der Psychologie als *Réverie* bezeichnet, eine freischwebende, träumerisch gelöste Aufmerksamkeit. Andererseits kann das Programm nur funktionieren, wenn er sich an die strengen formalen Strukturen des Prozessors und seine Sprache hält. Er muss gewissermaßen auf zwei sprachlichen und emotionalen Ebenen tanzen. Ist sein Produkt fertig, so beginnt eine weitere wichtige Phase der Anpassung, die einer dauernden Verbesserung im Kontakt mit dem Nutzer. Bei einem Projekt wie das *Theater der Maschinen* war es nicht beabsichtigt, zunächst eine Dramaturgie zu haben und dann erst ihre technische und szenische Realisierung. Das hätte nur das klassische und oft versagende traditionelle Muster industrieller

Softwareproduktion wiederholt. Diese strebt einen arbeitsteiligen, reproduzierbaren und austauschbaren Prozess an, eben objektivierte Softwareherstellung:

1. eindeutige Spezifikation der Anforderungen, möglichst formalisiert,
2. grobe und dann feine Spezifikation der Systemstrukturen und des Verhaltens, ebenfalls formalisiert,
3. Programmierung und Implementierung,
4. Test, mit Verifikation und Validierung,
5. Inbetriebnahme und Wartung.

In einem besonders innovativen Projekt kann es fruchtbarer sein, von einer groben Idee der gemeinsamen Realisierung ausgehend mit den eigenen Ideen, Möglichkeiten und Fähigkeiten zu beginnen und daraus ein gemeinsames Produkt wachsen zu lassen. Wie die allmähliche Verfertigung der Gedanken beim Reden entwickelt sich so aus dem Programmieren und Experimentieren heraus ein Konzept. Dieses zur klassischen Lehre im Widerspruch stehende Konzept scheint uns aber besonders für ästhetische Produktionen geeignet. Immerhin ist in der klassischen Lehre das objektivierende Procedere nicht mehr der alleinige Königsweg. Als „Extreme Programming“ wird zunehmend ein an den subjektiven Möglichkeiten orientiertes Vorgehen akzeptiert.

Durch die Konfrontation der natürlichen anderen Spieler mit der eigenen Maschine, die mit ihrer algorithmischen Determinierbarkeit, aber auch ihrer störrischen Eigenwilligkeit, in Aktorik und Sensorik eben kein abstrakter Automat ist, entwickelte sich ein Spannungsfeld, das genau diese oben genannte Einfühlung auch während der Aufführung fordert. Eine anfänglich angestrebte volle Autonomie der Maschine erwies sich sehr schnell technisch als Illusion, sie mussten eben doch wie Marionetten an der langen Leine von den hinter dem Vorhang sitzenden Erbauern kontrolliert werden. Da diese hinter der Bühne das Geschehen nicht direkt sehen konnten, mussten sie über Videocameras den Zustand ihrer Maschinen beobachten. Diese mehrfachen Spiegelungen im erweiterten Raum der Bühne (Marionette, Avatar, Videobild der Marionette, Maschine, Videobild der Maschine, realer Cellist, Humanoid, Cellist als Marionette, Humanoid als Cellospieler ...) machten den Spielraum zu einem Grenzerfahrungsraum.

Welches sind die ästhetischen Aspekte eines derartigen Vorgehens? Zahlreiche Fragenkomplexe scheinen aus Informatiksicht interessant.

- Wahrnehmungs- und Handlungskonstellationen in der künstlerischen und technischen Gestaltung des Interfaces zu den Systemfunktionen
- Erfahrbarkeit der Differenz zwischen realer und virtueller Umgebung
- Vermitteltheit von Freiheit und Kontrolle in Aufführungen mit algorithmischem Charakter (Theater, Musik, Film, Computer) und einer Trennung von Anweisendem und Ausführendem,
- Auflösung von Subjekt und Identität in verteilten realen und virtuellen Welten
- Ablösung von Körperlichkeit und Sinnlichkeit
- Angemessene Notation und Übersetzung
- Realisierung eines flexiblen Interfaces
- Semiotik von Theateraufführungen und automatischen Systemen
- Verhältnis von Arbeit und Spiel

- Zyklen der Abstraktion und Konkretisierung in Transformationen

Spielräume sind keine Spielwiesen, sie verlangen Begrenzungen, Wände, Regeln in denen Freiheit sich entfaltet. Es war diese Begrenzung, diese dramaturgische Regelung, die den Studenten einerseits nach einer Phase der freien Entfaltung schwer fiel, andererseits aber auch dankbar angenommen wurde. Hier ein richtiges Maß zu finden, Unsicherheit und Freiheit zu ertragen und dann in Regeln zu überführen, wäre die Kunst einer ästhetischen Erziehung.

Jörg Richard:

Ich bin infiziert worden, bevor ich in das Projekt richtig einstieg. Aber womit? Ich wusste es nicht sofort. Ich bemerkte nur: Ich bin beunruhigt. Was mich faszinierte, dass war der Projekttitle *Theater der Maschinen*.

Was steckte dahinter?

Eine neue Theatralität, die mit den Ideen des Theaterernewerers Gordon Craig experimentierte? Der Schauspieler als elektronische Über-Marionette?

Oder der Maschinenfetischismus des Futurismus, der mit seinem Manifestschreiber Marinetti die Maschine zuletzt im Stahlgewitter des Krieges verehrt sehen wollte? Dem wollte ich nicht aufsitzen.

Meine Kurzvorträge zur Geschichte der Maschine im Theater, zu denen mich die Informatiker eingeladen hatten, gaben mir jedoch schnell mein kulturwissenschaftliches Gleichgewicht zurück. Die Theatergeschichte lehrt, dass das Theater schon immer auf der Höhe der technischen Entwicklung seiner Zeit war und die neusten technischen Erfindungen zum Mittel seiner Theaterkunst machte. Seit der Antike kommt im Theater Gott aus der Maschine. Deus ex machina. Die Mechanik, die Akustik, die Optik, die Elektrik, die Elektronik, geradezu alle wichtigen Felder der Technik gehören heute als Spielmittel und als technisches Werkzeug gleichermaßen zum festen Instrumentarium der Bühnenkunst. Oft, wie beispielsweise die elektronisch gesteuerten Beleuchtungs- und Tonanlagen, bemerken wir diese Maschinen gar nicht mehr.

Die weiteren Begegnungen mit den Informatikern zeigten mir bald die Herdstelle, die mich subkutan entzündet hatte. Es war die Art der Begeisterung, wie sie über ihre Maschinen redeten, die sie als Roboter bauen wollten. Es waren ihre Zuneigung, ihre Hoffnungen und Wünsche, ihre umsichtigen Versorgungshaltungen, die sie den Maschinen entgegenbrachten:

„Der dicke Wickler macht ihre ganze schöne Leichtigkeit kaputt! Null Eleganz mehr!“ „Meinen Algorithmus mag sie nicht, was soll ich ihr jetzt nur geben!“ „Sie sagt nichts. Sag doch was!“ So persönlich sprachen sie.

Ich begriff: Hier wurden nicht Maschinen gebaut, sondern lebensnahe Wesen gemacht. Und ich spürte, da wurde bei mir etwas abgerufen, was schon der Projekttitle unterschwellig angesprochen hatte. Das Magische, das vom künstlichen Menschen ausgeht.

Uralte Menschheitsphantasien regten sich: Von Golem zu Frankenstein, von Pygmalion und Olimpia zu Lara Croft bis zur Künstlichen Intelligenz. Zudem war zeitgleich eine öffentliche Debatte in den Kulturseiten der großen Zeitungen entbrannt mit Visionen voller wundersamer Träume vom neuen Menschen,

schwankend zwischen Hoffnungseuphorien und Zukunftsdepressionen (vgl. Schirmacher: 2001).

Tief in mir war eine atavistische Verführungsbereitschaft für die belebte Materie geweckt worden. Für den Zauber des Animismus, den Sigmund Freud die „erste Weltauffassung des Menschen“ nennt (1994:379). War sie ausgelöst worden von der Vorstellung, dass ich an der Animierung der Roboter im *Theater der Maschinen* beteiligt sein würde? Zutage trat der naive Wunsch, den wir uns heute nur in den Künsten realisieren können, die ursprüngliche Verwandtschaft von „Animismus, Magie und Allmacht der Gedanken“ (Freud: 1994), für mich selbst zu verwirklichen.

Im Projekt erlebte ich konkret Mensch und Maschine in einer mir fremden Konstellation. In der Konstruktionsarbeit der Informatikstudenten trat eine formale, determinierte und klassisch zweckorientierte Beziehungshaltung zurück zu Gunsten einer höchst sinnlichen, sehr lebendigen und persönlichen Kommunikation. Das überraschte mich. Ich erkannte: So polar wie ich Mensch und Maschine bisher sich gegenüber stehen sah, so stand ich selbst der Informatik gegenüber. Mein Mensch-Maschine Verhältnis entsprach der traditionellen Frontstellung von Natur- und Geisteswissenschaften. Die Infektion die ich mir eingefangen hatte hieß: Revision, Neugier, Aufnahmebereitschaft.

Sie setzte ich um in ein Szenario, eine szenische Geschichte für unser Spiel. Die Form des ästhetischen Entwurfs erlaubt es, persönliches Erleben zu einer Angelegenheit der Erfahrung aller zu machen, ohne sich selbst ins Spiel zu bringen, privat werden zu müssen. Es ging schließlich nicht um mich. Oder um die individuellen Verhaltensweisen der Informatiker. Sondern in unseren Verhaltensweisen und Haltungen steckte neben anderen Aspekten der Konflikt der Arbeitsweltforschung von „*subjektivierendem versus objektivierendem Handeln*“ (Böhle & Milkau 1988:18) im Umgang des Menschen mit der Maschine, das heißt: Ob nur allgemeingültige und generalisierbare Regeln diesen Umgang bestimmen können oder die persönlichen Dimensionen der sinnlichen Wahrnehmung und der Erfahrungen eine gewichtige Rolle darin zu übernehmen haben. Ein Themenschwerpunkt unseres Projekts.

Das Szenario transformiert subjektive Erfahrungen in die Universalität allgemeiner Fragestellungen, nur nicht als These wie in den Wissenschaften, sondern allein als Erzählung. Indem wir uns mit der Geschichte des Szenarios auseinandersetzen, mit konkreten Handlungssträngen, Rollenfiguren und Motivationen, waren wir gezwungen, uns unausweichlich mit seinem Thema und seiner Geschichte zu beschäftigen. Dazu mussten wir uns jedoch selbst einbringen. Die Geschichte mußte immer durch uns hindurch. Man kann auch sagen: Unsere eigenen Geschichten forderte das Szenario heraus. Fragen der Universalität und Objektivität verwandelten sich im Spielraum zu einer intersubjektiven ästhetischen Erfahrung. Damit wurde ein spezifischer Erfahrungsprozeß initiiert, den nur die Künste und das Spiel zu leisten vermögen.

Das Mensch-Maschine Verhältnis ist etwas sehr allgemeines und abstraktes, das als Fragestellung die Informatikstudenten wohl kaum erreichte, genauso wenig wie es mich tangierte. Und dennoch ging es jeden von uns in diesem Projekt direkt an, allein schon deshalb, weil wir unser Spiel erfolgreich bewältigen und zur Aufführung

bringen wollten. Beide Seiten besaßen jedoch ihre festen, nicht weiter befragten Positionen und verfügten über Denk- und Argumentationsmuster, jegliche Art von Störungen dieser Verfestigungen abzuwehren. Die individuellen Äußerungen der Begeisterung und Leidenschaft, die sich in der konkreten Konstruktionsarbeit offenbarten, konnten von diesem Hochsitz der Wissensgewißheit keinen Weg finden in die eigene Erfahrung. Das klassische Wissenschaftsprinzip funktionierte gut: *„Im objektiven Gehalt des wissenschaftlichen Denken werden diese individuellen Züge vergessen und ausgelöscht, denn eines der Hauptziele des wissenschaftlichen Denkens ist die Eliminierung der persönlichen und anthropomorphen Spuren“* (Cassirer 1999: 345.)

Eine Geschichte dagegen ist komplex und konkret zu gleich. Wenn ich einsteige, dann kann ich mich ihr nicht diskursiv entziehen. Für unser Spiel hatte dieser Satz eine einfache Konsequenz: Wer sich mit seiner Maschine, zum Beispiel mit dem Roboter *Mülleimer* in die Geschichte hineinbegibt, wird erfahren, dass dann diese Maschine kein Roboter als Mülleimer für sich mehr ist, sondern ein Mülleimer als Roboter in der Rolle des Roboters „Mülleimer“. Die Maschine hat eine Rolle zu gestalten, das heißt, sie hat sich auf die komplexen Verflechtungen der gesamten Geschichte einzulassen. Diese neue Aufgabe stellte sich ihren Programmierern im Spielraum.

Solange wir mit den Maschinen im Spielraum nur improvisierten, fiel es den Studenten schwer, über den Schatten ihres Maschinenverständnisses zu springen. Sie wussten nicht so recht, wie sie ihren Robotern eine Rolle mit situativen Kontexten bzw. kleinen Geschichten erfinden sollten, über die diese in die Lage versetzt werden konnten, Beziehungen, kommunikative Handlungen, kurz: ein gemeinsames Spiel aufzunehmen. Deshalb zogen sie sich auf klassische Technikpositionen zurück wie Präzision, Funktionalität und technische Details. Sie spielten für sich selbst. Ihre Maschinen blieben selbstreferentiell.

Das machte den Studenten durchaus Spaß. Aber die Roboter blieben bloße Maschinen. Sie wurden nicht animiert, traten nicht mit ihrer Umwelt in Kontakt, wurden sozial nicht handlungsfähig, sondern waren nur programmiert.

Mit dem Szenario änderte sich unser Spiel. Jetzt setzte ein Erfahrungsprozess ein, der immer stärker und komplexer wurde, je mehr die Geschichte inszenatorisch erarbeitet und differenziert wurde. Das Mensch-Maschinen Verhältnis drückte sich in einer sinnlichen Größenordnung aus. Sie zeigt sich in der je spezifischen stofflich-sinnlichen Materialität von Mensch und Maschine, besonders deutlich in ihrer Differenz. Sie war konkret erlebbar und konnte als ästhetische Erfahrung beschrieben werden. Vom Publikum wie von den Programmierern als Spielführer.

Erleichtert wurde diese sinnliche Konfrontation von Mensch und Maschine durch unsere Entscheidung, dass die Roboter auf einen Musiker treffen sollten. Auf diese Weise konnten Mensch und Maschine direkter im Spielraum sich begegnen, das heißt in diesem Fall gewissermaßen von Instrument zu Instrument. Während des Probenprozesses konnten wir herausfinden, wieweit wir in der Lage sind, diese Begegnung zu gestalten, sie kommunikativ und handlungsaktiv zu machen. Diese Vorgänge lassen sich am besten beschreiben, indem ich einige zentrale Verlaufstränge unserer Inszenierung erzähle.

Der Spielraum ist ein schwarzer Kubus, ca. vier Meter im Kubik, nur nach vorne offen, auf einem niedrigen Podest stehend. Links- und rechtseitig ist der schwarze Stoff des Kubus vorne am Podestrand weitergespannt und verschließt den Blick auf die Hinterbühne. Unten, außerhalb des Kubus, vor der ersten Zuschauerreihe, stehen ein Stuhl und ein Notenpult.

Das Stück beginnt mit einem Präludium. Wir hören eine weibliche Stimme mit einer metallischen, aber auch kühl schmeichelnden Färbung. In einer über fünf Minuten wiederkehrenden akustischen Schleife werden wir thematisch mit einem Text von Botho Strauß auf die Vorstellung geradezu suggestiv eingeschworen (1999:95):

Endlich sind alle Glühbirnen auf Erden miteinander verbunden. Die Vorstellungswelt des Paranoikers, seit jeher beherrscht von universeller Vernetzung, liegt uns nun vor als Spielfeld. Seine Software erwies sich als die vorteilhafteste Investition in die Zukunft. Nun ist seine Welt nicht mehr vorstellbar, und wir befinden uns auf der Suche nach einer neuen Irrealität. Der Geist arbeitet auf der Höhe seines Könnensbewußtseins. [...] Halb Chip, halb Tiefe.

Auf der linken Stoffbahn neben dem Kubus sehen wir den Globus als Projektion. Der Globus verwandelt sich während der Textwiederholungen in den Textteil eines Computerprogramms, auf dem ein Cursor sucht, dann klickt und neue Seiten aufruft. Am Ende der akustischen Textschleife ist das Programm geöffnet und es erscheint die *Digitale Marionette* auf dem Vorhang. Gleichzeitig fällt Licht in den Kubus, die *Reale Marionette* wird sichtbar und auf der linken Vorhangsseite erblicken wir die videographische Kopie der *Realen Marionette*, es ist die *Mediale Marionette*.

Der Cellist tritt währenddessen auf, verbeugt sich, stimmt und beginnt sein Konzert mit den Rokoko-Variationen von Igor Strawinsky. Auch hier Wiederholungen, aber musikalisch als Umspielung. Die Mechanik der Tonschleife, ihre Zwanghaftigkeit, wurde abgelöst von der harmonischen Gliederung des Rondospiels und versöhnte das Ohr. Jetzt gehört unsere Aufmerksamkeit ganz allein dem Musiker bis die *Digitale Marionette* beginnt, sich zu animieren. Es sieht aus wie eine Generierungsübung. Sie winkt erst mit dem einen Arm, dann mit dem anderen. Sie sehen aus wie kleine bunte Bauspielklötzchen, etwas klobig. Bald steigt sie mit ihren Bewegungen in den rhythmischen Fluß der Komposition ein und gewinnt eine schöne Leichtigkeit. Die *Reale Marionette* in der Tiefe des Kubus auf einer Stele aufgestellt, hängt recht zittrig an ihren Fäden als auf sie das Scheinwerferlicht fällt. Ihr erstes Bewegungsspiel zeigt eine rührende Unsicherheit, die sich schnell in eine tänzerische Luftigkeit verwandelt. Die *mediale Marionette* tut, was eine Kopie macht: Sie zeigt sich ununterscheidbar von ihrem Original.

Grazie und Anmut, Rhythmus und Harmonien schwingen im schönsten Zusammenspiel der gegensätzlichsten Medien, Materialien und Figuren. Ein Kleist'sches Marionettentheater glück. Alles aber nur für einen kurzen Augenblick.

Als der Musiker von seinem Spiel der Wiederkehr des Rondothemas überleitet zum Episodenspiel, tritt eine erste Störung ein. Nicht sehr laut, aber unüberhörbar mischen sich elektronische Töne dazwischen, die wie Metallschläge und springende Kugeln klingen. Ein Handy klingelt. Der Musiker erhält Mitteilungen, die ihn

offensichtlich auffordern, sich mit seinem Instrument in den Kubus zu begeben, um dort weiterzuspielen. Eine weitere, eine *männliche Stimme* meldet sich zu Wort: *Im Spiel des Lebens und der Evolution sitzen drei Spieler am Tisch: der Mensch, die Natur und die Maschinen. Ich bin entschieden auf der Seite der Natur. Aber ich fürchte, die Natur steht auf Seite der Maschinen.*

Die klassische Opposition von Mensch und Maschine, um die Natur erweitert, ist wieder aufgestellt. Sie wird den Fortgang der Handlung bestimmen. Der harmonische Zusammenklang der medialen Verschiedenheiten kommt nicht mehr zurück.

Der Musiker akzeptiert noch den Wechsel in den Kubus und setzt da sein Spiel fort. Er spielt auch weiter, als das *Fliwatüt* auftaucht und ihn umkreist und ihm der *Mülleimer* auf die Pelle rückt. Der Musiker ist etwas verunsichert; er verhält sich abwarten, aber nicht abweisend. Die Roboter fahren an ihn heran, neugierig und anscheinend ohne Ziel. Sie kommunizieren nichts: keine Interessen, keine Absichten. Aus dem Nichts entstehen jedoch Turbulenzen. *Elektronische Töne* melden sich laut und fordernd, das Handy klingelt, das *Fliwatüt* umkurvt den Cellisten wie wild, der *Mülleimer* bedrängt ihn und bläst sich auf zu einem großen Müllsack mit Kopf und Armen. Die Marionetten bewegen sich wie verrückt. Der Musiker beginnt sich zu wehren. Er schmeißt sein Handy in den Mülleimer, zieht seinen Bogen und hält ihn wie ein Florett, als ob er die *Reale Marionette* erstechen wollte. Die *weibliche Stimme* wird wieder hörbar:

Das vorgesehene tritt nun schneller in Kraft. Ohne Innehalten, ohne Furcht...
Usw.

Eine Art Maschinenmensch, die *Figur* genannt und gespielt von einem Informatikstudenten, erscheint unerwartet und bäugt interessiert die *Reale Marionette*, den Bogen, das Cello, den Musiker, den *Digitalen Galgen* usw. Sie bringt noch einmal naives Neugierverhalten den Materialien und Figuren ins Spiel. Der Cellist verlässt sein Instrument und lässt sich sogar auf die Mechanik des *Sensorischen Galgens* ein. Alles vergeblich.

Ein Automatismus der Selbstbehauptung hat eingesetzt. Jeder für sich demonstriert raumgreifend sein Instrumentarium und stellt es gegen das des anderen. Wir hören und sehen eine Gewalt der Funktionalitäten. Mensch und Maschine tönen und bewegen sich gegeneinander und einander vorbei. Totale Diaphonie.

Der Musiker spielt vom Blatt eine Sarabande von Johann Sebastian Bach, der Maschinenmensch bedient mechanisch den *Sensorischen Galgen*: auf und nieder, die *Elektronischen Töne* produzieren ihre elektronischen Töne, die *Marionetten* und die Roboter *Fliwatüt* und *Mülleimer* präsentieren ihre funktionale Könnerschaft.

Rotierende Selbstläufer, die in einem ohrenbetäubenden Crescendo der akustischen und mobilen Möglichkeiten der Roboter und Tonmaschinen gipfeln und abrupt abbrechen. Der Cellist spielt weiter. Aus dem Maschinengelärme heraus löst sich eine akustische Simulation eines tausendfachen Sirrens von Insekten. Ein Zweikampf beginnt: Sirrende Elektronik gegen sirrendes Saitenspiel. Der Cellist gibt auf, packt sein Instrument ein und verlässt den Raum. Stille. Eine Stille, die wie eine Leerstelle

wirkt, nicht wie die erzählende Pause in der Musik. Keine Bewegung mehr der Maschinen.

Dann hören wir eine Mobilboxansage, dass keine weiteren Nachrichten vorliegen. Ein Drucker druckt, und eine Schrift über ihn projiziert teilt mit:

Die Mitzeichnung der Aufführung kann ab sofort beim Drucker abgeholt werden.

Die Vorhänge der Hinterbühne fallen: Wir sehen zehn Informatikstudenten mit ihren Computern.

Das Mensch-Maschinen Verhältnis hat diese Aufführung selbstverständlich nicht geändert. Die Geschichte geht nicht unbedingt gut aus. Der Musiker verlässt frühzeitig den Spielraum und die Maschinen spielten zuletzt regellos. Sie konnten mit den Menschen nicht lange zusammenwirken.

Eine wichtige Erfahrung möchte ich hervorheben:

Unsere Erfahrungen sind andere als unser Wissen. Mensch und Maschine haben miteinander spielen können, und sie haben es nicht vermocht. Wir stehen erst am Anfang unserer Möglichkeiten.

Im Spielraum konnten wir entdecken, dass die sinnliche Wahrnehmung von Mensch und Maschine durchaus Produktivität freizusetzen vermag, die ein nicht-determiniertes Handeln in nicht-strukturierten offenen Situationen initiieren kann. Aber es fehlte an ausgearbeiteten Kompetenzen, sie in anhaltende und komplexere Handlungsfolgen umzusetzen. Der Spielraum ist allerdings ein Ort dafür, diese Qualifikationen und Kompetenzen zu entwickeln. Seine ästhetischen Eigenschaften, die Zweckfreiheit sowie seine fiktionalen, imaginativen Dimensionen machen es möglich.

Ein Informatikstudent, der während der Probenarbeit von der erwarteten Selbst- und Gruppen-Disziplin, dem Aushalten von Unbestimmtheiten, dem Hin und Her von Regelfindung und Regelverwerfung, der Genauigkeitsanforderungen an Spiel, Rhythmus, Bewegung, Sprache usw. eine zeitlang ziemlich genervt war, sagte mir nach der Aufführung anerkennend: *„Ich wusste nicht, dass Kulturwissenschaft so präzise ist.“*

Das beeindruckte mich.

Was wusste ich schon von der Kulturwissenschaft?

Literatur

- Adamaowsky, Natascha. 2000. *Spielfiguren in virtuellen Welten*. Frankfurt a. M./New York: Campus
- Aesthetic Computing Manifesto 2002. *Dagstuhl Seminar on Aesthetic Computing*. <http://www.dagstuhl.de/02291/>,
<http://www.cise.ufl.edu/~fishwick/aescomputing/manifesto.pdf>
- Baudrillard, Jean. 1989. „*Videowelt und fraktales Subjekt*.“ In: ARS ELECTRONICA (Hg.). *Philosophien der neuen Technologien*. Berlin: Merve, 113-131
- Böhle, Fritz ; Brigitte Milkau. 1988. *Vom Handrad zum Bildschirm. Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung m Arbeitsprozeß*. Frankfurt a. M./New York: Campus.
- Bruns, Wilhelm 1995. *Simulation als Werkzeug, Medium oder OBJEKT?* In H. Lange, W. Müller (Hgg.): *Kooperation in der Arbeits- und Technikgestaltung*. Lit Verlag: Münster, 183-199
- Cassirer, Ernst. 1990. *Versuch über den Menschen. Einführung in eine Philosophie der Kultur*. Frankfurt M.: S. Fischer.
- Freud, Sigmund. 1974. „*Totem und Tabu*.“ In: Ders. *Kulturtheoretische Schriften*. Frankfurt a. M.: S. Fischer, 287-386
- Gendolla, Peter; Thomas Kampusmann (Hgg.). 1999. *Die Künste des Zufalls*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp
- Laessoe, J., Rasmussen, L. B. 1989. *Human-Centered Methods - development of Computer-Aided work processes*. Esprit-Projekt 1217(1199). Human-Centered CIM-systems, Deliverable R18. Institut for Samfundsfag, Danmarks Tekniske Hojskole
- Marcuse, Herbert. 1971. *Triebstruktur und Gesellschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Richard, Jörg. 2002 (Hg.): *Netkids und Theater. Studien zum Verhältnis von Jugend, Theater und neuen Medien*. Frankfurt a. M.: Peter Lang.
- Richard, Jörg. 2004. „*Theatrum Mundi, das Bilboquet, die Maus und die Avatare. Geschichte und Geschichten der Spielgesellschaft*.“ In: Michael Nagel (Hg.): *Reisen – Erkunden – Erzählen. Bilder aus der europäischen Ethnologie und Literatur*, Bremen: edition lumière, 125-142.
- Rötzer, Florian. 1993. „*Kunst Spiel Zeug*.“ In: *Georg Hartwagner u.a.(Hgg.). Künstliche Spiele*. München: Boer. 15-38
- Schachtner, Christina (Hgg.). 1997. *Technik und Subjektivität – Das Wechselverhältnis zwischen Mensch und Computer aus interdisziplinärer Sicht*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Schade, Sigrid; Georg Chrisoph Tholen (Hgg.). 1999. *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*. München: Wilhelm Fink.
- Schirmacher, Frank (Hg.). 2001. *Die Darwin AG*. Köln: Kiepenheuer & Witsch.
- Strauß, Botho. 1998. „*Zeit ohne Vorboten*.“ In: Ders. 1999. *Der Aufstand gegen die sekundäre Welt*. München: Carl Hanser.
- Stephenson, Neal. 1996. *Diamond Age. Die Grenzwelt*. München: Goldmann.
- Vattimo, Gianni. 1998. „*Die Grenzen der Wirklichkeitsauflösung*.“ In: Ders. & Wolfgang Welsch (Hgg.). *Medien-Welten Wirklichkeiten*. München: Wilhelm Fink, 15-26
- Verein Deutscher Ingenieure VDI (1989): *Handlungsempfehlung: Sozialverträgliche Gestaltung von Automatisierungsvorhaben*. VDI, Düsseldorf
- Verein Deutscher Ingenieure VDI (1992): *Simulation von Logistik-, Materialfluß- und Produktionssystemen*. VDI-Richtlinie 3633. Entwurf. VDI, Düsseldorf, S. 2
- Weber, Max. 1956. *Wirtschaft und Gesellschaft*, Tübingen: Mohr.

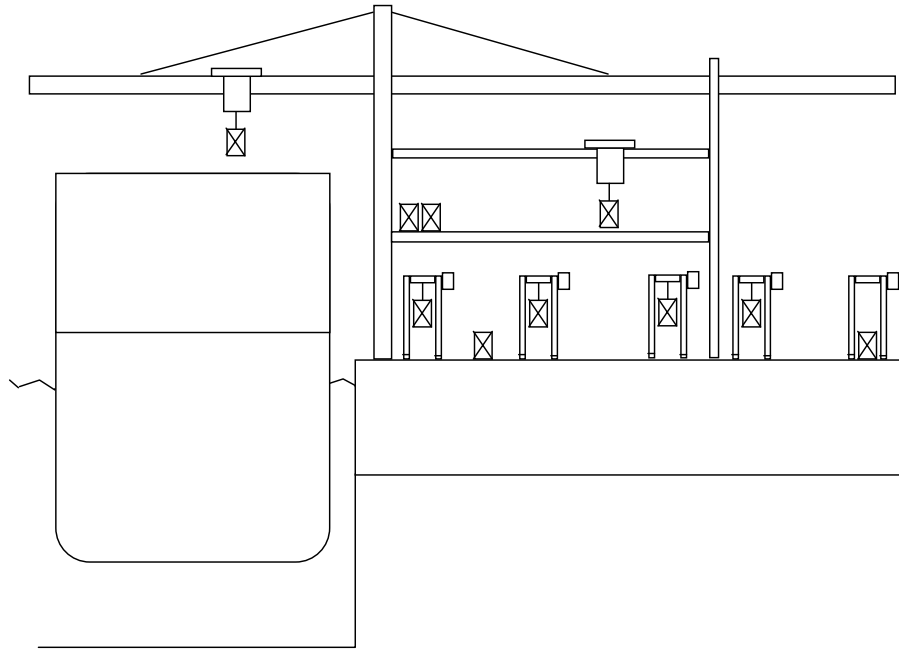


Abb. 1: Containerbrücke in reduzierter Antizipation durch Simulation



Abb. 2: Bühne *Theater der Maschinen*

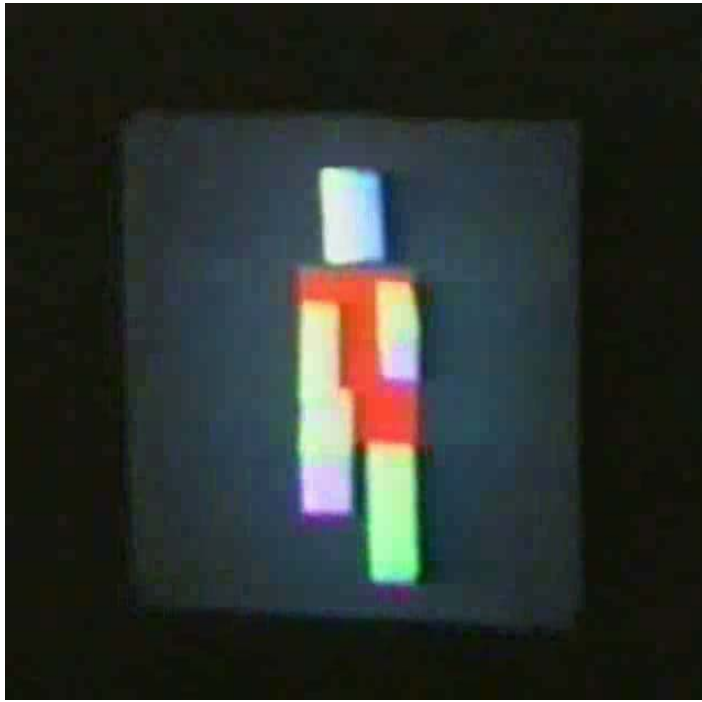


Abb. 3: Avatar



Abb. 4: Marionette

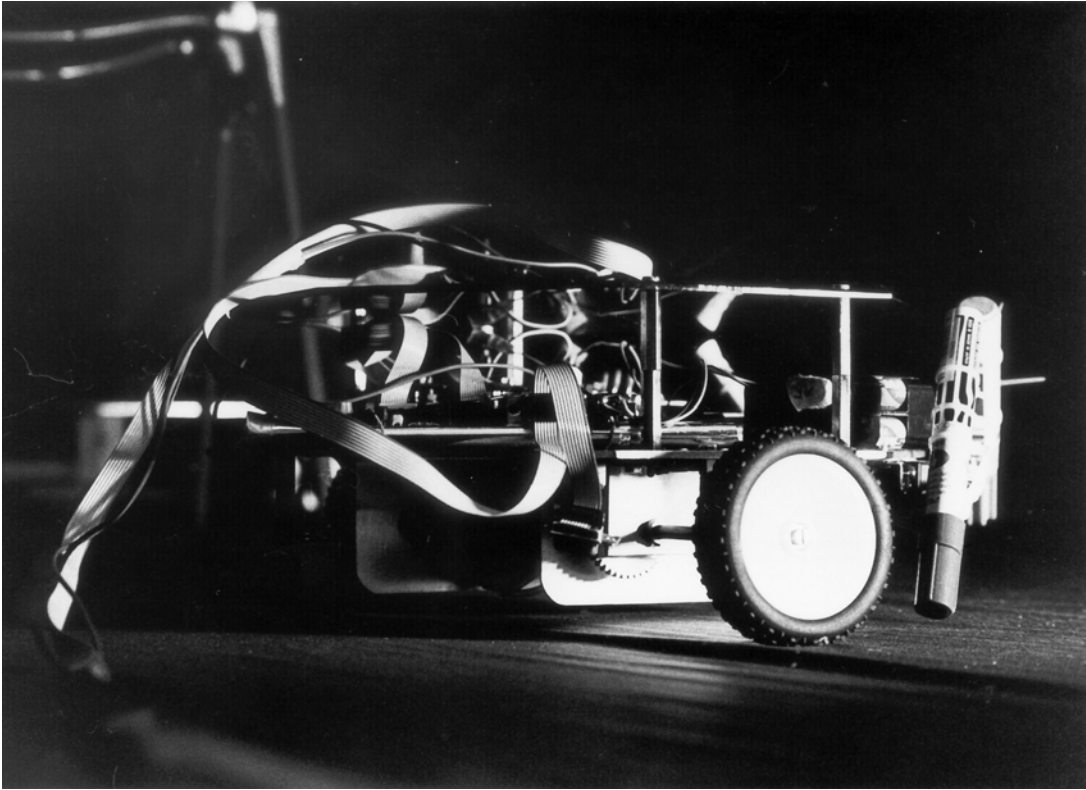


Abb. 5: Fliwattit



Abb. 6: Mülleimer

