

# Autooperationale Form und situiertes Handeln

Christiane Floyd  
Universität Hamburg

## Einleitung

Die Formel „technische Welterzeugung“ bringt zum Ausdruck, daß Technik in den letzten Jahrzehnten in so durchgreifender Weise die Wirklichkeit prägt und verändert, daß dadurch eine neue Erfahrungsqualität erreicht wird, die einer eigenen Reflexion bedarf. Das trifft insbesondere für die Informatik zu, die im folgenden Gegenstand des Interesses ist. Dabei ist sowohl die *Wissenschaft Informatik* gemeint als auch die durch sie hervorgebrachten Produkte der Informations- und Kommunikationstechnik, die ich hier unter dem Namen *Computerartefakte* subsumieren will.

Die Disziplin Informatik ringt nach wie vor um ihr Selbstverständnis, was angesichts ihrer jungen Geschichte, ihrer Verwobenheit mit anderen Disziplinen, immer wieder neuer Technologieschübe und mannigfaltiger Anwendungen nicht verwunderlich ist. Computerartefakte durchdringen bereits fast alle Bereiche des gesellschaftlichen Zusammenlebens sowie zunehmend auch unsere Privatsphäre. Sie begegnen uns in vielfältigen Erscheinungsformen: von der Textverarbeitung zu Computerspielen, von Reisebuchungssystemen zu Industrierobotern, von intelligenten Hausgeräten zu Steuerungsanlagen in Kraftwerken, vom automatischen Börsenmakler zur Suchmaschine im Internet, und so weiter. Was haben sie gemeinsam? Was hebt sie von anderer Technik ab? Was macht die Informatik zur Wissenschaft? Was ist die Methode der Informatik? Im Gegensatz zu herkömmlicher Technik werden Computerartefakte in der Regel als „intelligent“ bezeichnet und in ihrer Wirkungsweise als quasi-anthropomorph erlebt und beschrieben. Was steckt dahinter?

Der folgende Beitrag ist vor dem Hintergrund einer inzwischen reichhaltigen Literatur zur Reflexion und Bearbeitung dieser und ähnlicher Fragen<sup>1</sup> zu sehen. Hier wird die *Beziehung von menschlicher Praxis und Computerartefakten* verdeutlicht, um vor diesem Hintergrund die Methode der Informatik herauszuarbeiten. Die aufgeworfenen Fragen können nicht abschließend behandelt werden, doch soll eine Sprachebene geschaffen werden, um sie adäquat zu diskutieren.

---

<sup>1</sup> Vor allem Winograd, Flores 1989, Krämer 1988, Coy et al. 1992, Floyd et al. 1992, Dahlbom, Mathiassen 1993, Scheffe et al. 1993

Dazu wird der Begriff *operationale Form* ausgearbeitet und als Schlüssel zu einem pragmatischen Zugang zur Informatik verwendet. Wie weiter unten ausgeführt, beschreibt operationale Form *mögliche Weisen des Vollzugs* in einem interessierenden Bereich. Durch Modellierung wird operationale Form abstrahiert. Durch die technische Realisierung wird sie verfestigt und vollzugsfähig, was hier mit „autooperational“ bezeichnet wird. Beim Einsatz wird schließlich autooperationale Form als Computerartefakt quasi-eigenständig wirksam.

Die Kernthese des nachfolgenden Beitrags ist: *Informatik betreiben heißt, operationale Form explizieren und als autooperationale Form verfügbar machen*. Informatik greift in beliebigen Bereichen menschlicher Praxis und begreift den jeweils interessierenden Bereich als operationale Form. Durch diese *operationale Rekonstruktion* und ihre Implementierung werden neue Möglichkeiten des Vollzugs geschaffen. Vom hier eingenommenen Standpunkt ist die Unterscheidung zwischen Hardware und Software unwesentlich<sup>2</sup>. Durch die Ausführung am Computer wird autooperationale Form zur Rahmenbedingung situierten Handelns im Einsatzkontext: sie schafft und *verändert Handlungs- und Erfahrungsräume*. Dies ist hier mit technischer Welterzeugung gemeint.

Die Wechselwirkung von autooperationaler Form und situiertem Handeln wurde unter anderem in mehreren von mir betreuten Dissertationen behandelt. Den Begriff „autooperational“ habe ich von Fanny-Michaela Reisin übernommen<sup>3</sup>. Sie befaßt sich mit Softwareobjekten und betrachtet den Computer als autooperationale Wirkungsinstanz. Die Beziehung von Operation zu situierter Handlung hat Guido Gryczan ausgearbeitet<sup>4</sup>. Er kontrastiert die unterstützende und die ablaufsteuernde Sichtweise bei der Gestaltung von Computerartefakten und begründet letztere anhand handlungstheoretischer Kriterien. Die Orientierung der Informatik auf Beherrschbarkeit, die Grenzen dieses Anspruchs und die prinzipielle Angewiesenheit auf eigenverantwortetes Handeln stellt Ralf Klischewski in den Vordergrund<sup>5</sup>. Yvonne Dittrich betrachtet Computerartefakte als Technik aus Sprache und macht dabei die Wechselwirkung zwischen der Entstehung von symbolischen Maschinen und ihrer Interpretation im sprachlichen Kontext deutlich<sup>6</sup>.

Im folgenden benutze ich diese Grundlagen zu einer pragmatischen Charakterisierung der Informatik. Es geht genau genommen um drei Aspekte<sup>7</sup>:

- die Herstellung von Computerartefakten vor dem Hintergrund des Kontexts,
- den Einsatz von Computerartefakten im Kontext, und

---

<sup>2</sup> Dies steht im Gegensatz zur Argumentation von Friedrich Kittler in diesem Band.

<sup>3</sup> Reisin 1992

<sup>4</sup> Gryczan 1996

<sup>5</sup> Klischewski 1996

<sup>6</sup> Dittrich 1997

<sup>7</sup> vgl. auch Floyd 1992

- die Beziehung von programmierten Abläufen und menschlicher geistiger Tätigkeit.

Diese Betrachtung erscheint mir aus mehreren Gründen relevant.

Zum einen geht es darum, die *Leistungen von Computerartefakten* im Einsatzkontext zu *beschreiben*. Sie werden meist bezogen auf das einzelne Artefakt diskutiert, wobei die verwendete Begrifflichkeit variiert. Wegen der weitverbreiteten Analogiebildung zwischen Menschen und Computern hat sich ein Sprachgebrauch eingebürgert, wonach der „Computer etwas tut“, ganz so, als ob ein handelnder Mensch am Werke sei. Für eine tiefergehende Diskussion ist eine über den jeweiligen Einzelfall hinausgehende Begrifflichkeit zur Einordnung nötig, die zwischen Menschen und Computerartefakten zu differenzieren gestattet.

Zum anderen geht es um die *Gestaltung von Computerartefakten*. Terry Winograd und Fernando Flores<sup>8</sup> führen Gestaltung auf Verstehen und Herstellen zurück, wobei in das Verstehen der Kontext wesentlich eingeht. Zur Modellierung ist Dekontextualisierung zwingend erforderlich, beim Einsatz erfolgt Rekontextualisierung, aber in einen gewandelten Kontext. Welche Wechselwirkungen zwischen menschlichem Handeln in der Situation und den computer-implementierten Vollzugsplänen sind sinnvoll? Wie sollten dabei menschliches Handeln und computer-implementierter Vollzug ineinandergreifen? Was wollen wir zulassen?

Dies führt unmittelbar zur *Computer-Ethik*. Als technische Produkte werden Computerartefakte wert- und interessengetrieben hergestellt und eingesetzt. Auch der Umstand, daß bei ihrer Herstellung und bei ihrem Einsatz die Verantwortung auf viele Entscheidungsträger verteilt ist, ist von anderer Technik her vertraut. Zum distinkten Problem wird jedoch, daß *durch Computerartefakte im Einsatz quasi-eigenständig agierende Instanzen entstehen, die nicht verantworten*. Dadurch verändern wir die Bereiche verantworteten Handelns. Wir schaffen Zonen, in denen vorgefaßte Vollzugspläne autooperational wirksam werden und die Möglichkeiten zu verantwortetem Handeln in der Situation entfällt. Verantwortbare Weisen des Einsatzes von Computerartefakten müssen darauf abgestimmt werden.

Als Vorbereitung wird zunächst die Informatik als Wissenschaft verortet, wobei eine pragmatische Sicht maßgeblich ist. Dabei werden die Begriffe operationale Form und autooperationale Form bereits gebraucht. Sie werden jedoch erst nachher im einzelnen ausgearbeitet und gewinnen dadurch deutlichere Konturen. Die Wechselwirkung zu menschlichem Handeln und die ethischen Konsequenzen werden abschließend behandelt. Der Beitrag bleibt bewußt informatik-nah und strebt an, sich möglichst wenig an eine philosophische Position zu binden.

---

<sup>8</sup> Winograd, Flores 1989, bereits im grundlegenden Kap. 1

## Informatik betreiben

Im Zusammenhang mit technischer Welterzeugung steht nicht die Einordnung der Informatik in das Wissenschaftsgebäude zur Debatte und auch nicht ihre Abgrenzung zu anderen Disziplinen. Ich gehe vielmehr von zwei Fragen aus: „Was bedeutet es, Informatik zu betreiben?“ und „Wie greift Informatik in die Wirklichkeit ein?“ Dazu möchte ich einige Thesen zur Diskussion stellen.

- 1 Informatik ist die Wissenschaft der autooperationalen Form. Ihr Gegenstand ist die Herstellung von Computerartefakten.
- 2 Die Methode der Informatik ist die operationale Rekonstruktion beschreibbarer Vorgänge, diese können physikalisch-technische sowie lebendige Prozesse oder Handlungsabläufe sein.
- 3 Operationale Rekonstruktion bedeutet Reduktion von Vorgängen auf das Wirken von Operationen sowie die Nachbildung der Vorgänge durch Verknüpfung von Operationen.
- 4 Computerartefakte abstrahieren operationale Form und werden als autooperationale Form wirksam. Informatik verfestigt so bestehende oder schafft neue operationale Form.
- 5 Durch Computerartefakte werden Räume für informiert Handeln geschaffen und verändert.

Zunächst wird hier Informatik als spezielle Technikwissenschaft charakterisiert.

Das steht einerseits im Gegensatz zu einer naturwissenschaftlichen Auffassung, wonach sich Informatik mit einem Teilbereich der natürlichen Welt befaßt, und führt zu Grenzziehungen. Sofern etwa mit informatischen Mitteln lebende Prozesse nachgebildet werden, so ist die Herstellung des Computerartefaktes der informatische Anteil, während die zugrundeliegende Theorie der Naturwissenschaft entstammt - etwa der Biologie. Informatik verfügt über keine eigenständige empirische Basis, sondern liefert Methoden für die Partner-Naturwissenschaft. Diese Grenzziehung kann allerdings nicht scharf durchgeführt werden, weil Theorien in den Naturwissenschaften heute häufig anhand von Computermodellen erst formuliert und validiert werden.

Andererseits widerspricht die hier vertretene Auffassung einer formalwissenschaftlichen Reduktion. Wenn die Herstellung von Computerartefakten Gegenstand der Informatik ist, so kann sich die Informatik – im Gegensatz zur Mathematik – nicht auf formale Ansätze zurückziehen<sup>9</sup>. Denn über die Artefakte

---

<sup>9</sup> Eine ausgezeichnete Darstellung der formalwissenschaftlichen Kontroverse in der Informatik findet sich Colburn et al. 1993. Hier wird anhand von Originaltexten das mathematische Paradigma entfaltet, dann werden aus verschiedenen Perspektiven seine Grenzen aufgezeigt.

wird zwingend der Bezug zur technischen Realisierung und zum (soziotechnischen) Einsatz hergestellt. Durch ihre autooperational wirksamen Modelle ist Informatik in die Wirklichkeit unmittelbar eingewoben.

Informatik hat somit keine empirische Basis wie die Naturwissenschaften, keine rein formale wie die Mathematik, sondern eine *konstruktive*. Der Fortschritt in der Wissenschaft wird in den Naturwissenschaften durch das Experiment erbracht, in der Mathematik durch den Beweis – in der Informatik ist es die Demonstration eines Computerartefakts.

Die Geschichte der Informatik (nicht nur der Technik sondern auch der Wissenschaft) ist wesentlich durch von ihr selbst hervorgebrachte formale und technische Artefakte bestimmt: Rechnerarchitekturen, Programmiersprachen, Graphikschnittstellen, Netzprotokolle, und so weiter, deren zunächst meist zufällige Eigenschaften die weitere Entwicklung wesentlich prägen, auch wenn sie nachträglich verworfen werden. In dieser Hinsicht ist Informatik dem Maschinenbau verwandt, noch stärker mit der Architektur, die sich – ähnlich wie die Informatik – in unterschiedlichen Dimensionen entfaltet und technische, ästhetische, sozialwissenschaftliche und wirtschaftliche Anteile verbinden muß.

Trotzdem ist die Informatik keine Ingenieurwissenschaft im engeren Sinne. Da Computerartefakte intelligentes Handeln und Problemlösung automatisieren und nachbilden, ist es unvermeidlich, daß Annahmen über menschliches Denken und Handeln in die technische Entwicklung eingehen. Auch ist Software *Technik aus Sprache*: sie ist unsichtbar, symbolisch, beliebig verformbar und änderbar, extrem komplex<sup>10</sup>. Die Herstellung von Computerartefakten führt zu so besonderen Problemen, daß sie den Charakter der traditionellen Ingenieurwissenschaften sprengen.

Operationale Form hat sich in den verschiedensten Bereichen historisch herausgebildet und manifestiert sich zum Beispiel als Routine, Verfahren oder Arbeitstradition. Diese werden durch die Methode der Informatik exteriorisiert. Die kurze Geschichte der Informatik macht deutlich, daß Informatik auf beliebige Bereiche menschlicher Praxis aufsetzen kann (etwa von der medizinischen Diagnose bis zu Brettspielen), diese unter dem Aspekt operationaler Form betrachtet und auf operationale Form reduziert<sup>11</sup>. Informatik schafft auch neue operationale Form (wie zum Beispiel bei der Textverarbeitung oder bei der Reisebuchung). Im Zuge der Entwicklung von Computerartefakten wird operationale Form artikuliert, abstrahiert, modelliert, verfestigt und als autooperationale Form wirksam gemacht.

In Analogiebildung zur Physik („Das Meßbare messen und das Nicht-Meßbare meßbar machen“) könnte das Motto der Informatik sein: „Das Operationale

---

<sup>10</sup> vgl. etwa Keil-Slawik 1992.

<sup>11</sup> Im Unterschied dazu verankert Janich 1993 die Informatik in speziellen Praxisbereichen: Messen, Verwalten und Kommunizieren.

operationalisieren und das Nicht-Operationale operationalisierbar machen“. Dazu wollen wir uns näher mit dem Begriff operationale Form befassen.

## Operationale Form explizieren

Unter operationaler Form verstehe ich eine Struktur aus möglichen Operationen in einen interessierenden Gegenstandsbereich.

Der Begriff *Operation* ist eine Beschreibungskategorie und bezieht sich auf beliebige Vorgänge, die als Vollzüge aufgefaßt werden. Operationen setzen einen *Beobachter* voraus. Während der Vollzug effektiv ist, ist die Operation *symbolisch*. Sie setzt auf Erfahrungen mit (einer Klasse von) Vorgängen auf, ihre Formulierung beinhaltet Wissen um Vollzüge. Die Beschreibung ist zweckgebunden, etwa um erwünschte Weisen des Vollzugs charakterisieren, lehren und durchsetzen zu können.

Die Bildung von Operationen besteht in ihrer *Benennung*, und *Abgrenzung* sowie ihrer *Charakterisierung*, anhand von Ein- und Ausgaben sowie von maßgeblichen Regeln. Durch Operationen wird der Strom des unmittelbaren Vollzugs in Stücke geteilt. Wie die Bildung von Operationen erfolgt, ist nicht zwingend vorgegeben, sondern wird durch den Beobachter festgelegt.

Operationen sind *inhärent mit* (materiellen oder abstrakten) *Gegenständen verbunden* Operationen verändern oder überprüfen Gegenstände. Um dies beschreiben zu können, werden Eigenschaften von Gegenständen durch Fallunterscheidungen oder durch Angabe von Werten, die in Operationen eingehen, symbolisch charakterisiert („Den Dingen muß immer erst eine Zeichenhaut wachsen, ...“<sup>12</sup>).

Operationen können *verknüpft* werden. Maßgeblich zur Strukturbildung sind Aufeinanderfolge, Fallunterscheidung und Wiederholung. Geflechte aus Operationen können benannt und wiederum als (zusammengesetzte, aufbauende) Operationen betrachtet werden.

Ein Bestimmungsmerkmal für Operationen ist ihre *Übertragbarkeit*. Es geht darum, Schritte eines Vollzugs so zu charakterisieren, daß ihre Voraussetzungen und Ergebnisse sowie ihre Randbedingungen geklärt sind, um sie wiederholbar und planbar zu machen<sup>13</sup>.

Operationen nehmen Bezug auf eine *vollziehende Instanz*. sei es eine handelnde Person oder ein technisches Gerät. Im Zusammenhang mit Operationen ergibt sich kein Unterschied zwischen einem Agent, der lediglich ausführt, und einem Akteur, der auch Verantwortung trägt. Wird die Durchführung von Operationen auf eine

---

<sup>12</sup> siehe Nake 1993, S. 168.

<sup>13</sup> In Budde, Züllighoven 1990, Kap. 2. wird operationale Wiederholbarkeit als zentrales Prinzip von Maschinen eingeführt.

technische Instanz übertragen, so bleibt die Einbindung in die Situation mit ihren wechselnden Bedürfnissen sowie die Sinngebung im Kontext offen.

Angewendet auf einen interessierenden Gegenstandsbereich führt die durchgreifende Bildung von Operationen zur *operationalen Rekonstruktion*, die durch folgende Schritte charakterisiert werden kann:

- *Abgrenzen* des interessierenden Gegenstandsbereichs durch Trennung von *Innen* und *Außen* (was gehört noch dazu, was nicht mehr, wie verläuft die Grenze?) sowie von *Vordergrund* und *Hintergrund* (was wird betrachtet, was wird vorausgesetzt?);
- *Diskretisieren* durch Zerlegung in trennbare Elemente und ihre Verknüpfung, wobei Gegenstände und Operationen identifiziert sowie die Regeln zu ihrer Verknüpfung herausgebildet werden;
- *Informatisieren* durch symbolische Charakterisierung von Eigenschaften von Gegenständen; dabei werden Gegenstände als Informationsträger betrachtet und die Darstellung von Information durch Daten (Signale) festgelegt;
- *Operationalisieren* durch Bildung von Operationen und ihrer Verknüpfung sowie durch Festlegung der sie vollziehenden Instanzen.

Historisch hat sich operationale Rekonstruktion in den meisten Bereichen organisierter menschlicher Praxis (von der Produktion bis zum Militär, von der Krankenpflege bis zur Beratung, von der Steuerung bis zum Spiel) ergeben. Dabei gilt die von Bateson herausgearbeitete Komplementarität von Prozeß und Form<sup>14</sup>: jeder individuelle Vollzug wird in eine sich allmählich herausbildende Gestalt der Klasse von gleichartigen Vollzügen eingeordnet. Diese Klasse selbst wiederum wird benannt und geht als Erfahrung in weitere, aufbauende Vollzüge ein. Dabei wird Form exteriorisiert und als formales oder technisches Artefakt vergegenständlicht. So entstehen ineinandergreifende Aufgabe-Artefakt-Zyklen, wobei jeweils bereits existierende formale und technische Artefakte die Voraussetzung für die Entwicklung weiterer Artefakte bilden und die Artefakte als externe Gedächtnisse von Lernprozessen angesehen werden können<sup>15</sup>.

Unterscheidbare Stufen bei der Herausbildung operationaler Form sind: *Routine*, die die geronnene Erfahrung aus der Praxis beschreibt; *Tradition*, die eine gemeinsame Praxis pflegt, entwickelt und weitergibt und; *Verfahren*, die benannt und beschrieben sind und daher explizit behandelt und gelehrt werden können<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> Das Wechselspiel von Prozeß und Form wird in Bateson 1983 mit der logischen Typentheorie nach Russel in Verbindung gebracht und als Grundmodell für Lernen benutzt.

<sup>15</sup> vgl. Keil-Slawik 1992, S. 179 f.

<sup>16</sup> In Alexander 1964 werden am Beispiel Architektur Professionalisierung und Institutionalisierung als wesentliche Faktoren bei der Entwicklung expliziter Verfahren angesehen. Die Argumente sind auf andere Praxisbereiche erweiterbar.

Explizite Verfahren, die den Kriterien Schriftlichkeit, Schematisierbarkeit und Interpretationsfreiheit genügen, können wiederum die Grundlage von symbolischen Maschinen bilden<sup>17</sup>. Dies sind automatisierbare Kalküle, die Kandidaten für eine Computerimplementierung bilden.

Bezogen auf existierende Praxis bringt operationale Rekonstruktion einerseits eine *Reduktion* mit sich: Im Sinne einer Zwecksetzung wird Wesentliches von Unwesentlichem getrennt (Abstraktion), das Wesentliche operational beschrieben (Modellbildung) und das Modell implementiert. Dabei fallen individuelle persönliche Erfahrung ebenso weg wie körperliches Können, subsymbolisches, implizites Wissen, situative Einbindung und emotionaler Umgang mit der Wirklichkeit. In dieser Weise allmählich zustande gekommene operationale Form ist in der Praxis bereits vorfindlich, etwa in Form von Handlungsplänen, und wird durch technische Artefakte gewandelt.

Wie das Zusammenspiel der operationalen Form und der Praxis gesehen wird, kann ganz unterschiedlich sein. Lucy Suchman unterscheidet zwischen einer Sicht von Handlungsplänen als *Vorschriften*, die durch den situierten Prozeß nachvollzogen werden sollen, und als Ressourcen, die in eigenverantworteter Tätigkeit zur Absicherung und Koordination verwendet werden können<sup>18</sup>.

Andererseits können im Zuge der Entwicklung von Artefakten neue oder ausdifferenzierte Zusammenhänge menschlicher Praxis entstehen, für die die Artefakte Vorgaben durch operationale Form liefern. Operationale Form explizieren bedeutet somit nicht nur das Nachbilden existierender, sondern auch das Herausbilden neuer operationaler Form.

Die Explikation operationaler Form führt mehr oder weniger bewußt zur *Systembildung*: der interessierende Gegenstandsbereich wird als System aufgefaßt und operational definiert. Dabei werden System und Umwelt sowie deren Wechselwirkung festgelegt. In Anlehnung an v. Uexküll<sup>19</sup> geht es um:

- eine *spezifizierte Umwelt*, die aus den Gegenständen besteht, die mit dem System über verabredete Signale in Austausch treten können;
- eine *spezifizierte Merkwelt*, in der Sensoren verabredete Differenzen in der Umwelt wahrnehmen und deuten;

---

<sup>17</sup> In Krämer 1988 werden symbolische Maschinen aus der Geschichte von Algorithmen und Kalkülen in der Philosophie und den Wissenschaften hergeleitet. Die Wechselwirkung von symbolischen Maschinen und menschlicher Praxis (Entwicklung bzw. Einsatz) wird von Yvonne Dittrich behandelt (vg. Dittrich 1997, Kap. 2 und 4).

<sup>18</sup> vgl. Suchman 1987.

<sup>19</sup> In v. Uexküll 1983 werden die Begriffe Merkwelt, Wirkwelt und Umwelt für Lebewesen ausgearbeitet. Die Qualifikation „spezifiziert“ verdeutlicht den Unterschied.



- eine *spezifizierte Wirkwelt* in der festgelegte Operationen auf systeminternen Gegenständen sowie der Umwelt angehörigen Gegenständen durchgeführt werden können.

„Spezifiziert“ bedeutet, daß Merkwelt, Wirkwelt und Umwelt durch operationale Rekonstruktion zustande kommen, also zweckbezogen von einem Beobachter festgelegt sind und lediglich auf explizitem, symbolischen Wissen beruhen. Dies impliziert immer auch eine Syntaktisierung: Bedeutung wird einerseits vom kontextbezogenen Sinn getrennt und andererseits an formalen Verknüpfungen von Symbolen festgemacht.

## **Autooperationale Form verfügbar machen**

Obwohl jede Maschine wiederholbare Operationen bietet, führt die Explikation operationaler Form in der Informatik zu einer neuen Qualität, da das Ergebnis symbolisch gefaßt und somit vom Kontext ablösbar ist. Informatik leistet nicht nur Automatisierung sondern zugleich Informatisierung des Gegenstandsbereichs<sup>20</sup>.

Zum Beispiel sollte ein Verlagssystem entwickelt werden, das die dem Verlag gehörenden Verträge verwaltet. Verträge sind juristische Dokumente, sie sind aber auch Wirtschaftsgüter und können als solche operationalisiert werden. Dazu müssen sie als informationstragende Gegenstände betrachtet werden. Ein Verlagsmitarbeiter hat dafür den Ausdruck „Einzelne Vertragselemente (z.B. Autor, Lizenz, Gültigkeitszeitraum) müssen *beleuchtet* werden“ geprägt. Auf den „beleuchteten Elementen“ können Operationen durchgeführt werden (z.B. „Gib Autor“ oder „Ändere Gültigkeitszeitraum“). Dabei wird der Vertrag von einem statisch festen Dokument zu einem dynamisch veränderlichen Gebilde, das eine Entwicklungsgeschichte mit trennbaren Zuständen durchläuft, die durch Operationen verändert werden. So kann zwischen den Zuständen „in Verhandlung“, „abgeschlossen“, „in Überarbeitung“ unterschieden werden, die vom System durch die Ausführung entsprechender Operationen geändert werden.

Bei Einführung des Systems wird die Praxis des Verlages sich ändern, allmählich werden die mit den Verträgen betrauten Fachkräften unterscheiden lernen zwischen dem herkömmlichen statischen Vertragsdokument, das sorgfältig abgeheftet ist, und dem operationalen Vertragsbestand, der für die laufenden Geschäftsprozesse verwaltet und fortgeschrieben wird.

Durch Dekontextualisierung wird operationale Form verfestigt und durch ihre technische Implementierung allgemein verfügbar. So kann die Verwaltung und Fortschreibung von Verträgen auch in anderen Kontexten relevant sein, auch wenn

---

<sup>20</sup> Daß Automatisierung im Zusammenhang mit Computer-Artefakten immer auch die Informatisierung des Gegenstandsbereichs mit sich bringt, wird in Zuboff 1988 anhand von Fallstudien nachgewiesen.

der Gegenstand der Verträge variiert. „Vertragsverwaltung“ wird zu einem Typus operationaler Form.

Weil die Explikation operationaler Form mit dem Ziel erfolgt, den Computer als technische Instanz ihrer Durchführung zu benutzen, ist es notwendig, operationale Form nicht mehr nur für die menschliche Interpretation hinreichend eindeutig zu beschreiben, sondern vollständig, eindeutig und widerspruchsfrei in ein geschlossenes Modell (etwa aus zustandsbehafteten Objekten und computer-ausführbaren Operationen) zusammenzufügen.

Die operationale Rekonstruktion nimmt Bezug auf den im Modell verkörperten Ausschnitt der Realität, wie immer der zustande gekommen sein mag. Treffend wird heute oft von einer „Ontologie“ gesprochen, die bei der Datenmodellierung erarbeitet wird: das Seiende ist das Modelliertere und es ist so, wie es modelliert ist. Daß die Modellierung ein komplizierter sozialer Prozeß ist, in den Ziele und Interessenskonflikte eingehen, wird in der Praxis zwar deutlich, in der Wissenschaft jedoch nur wenig anerkannt<sup>21</sup>. Das Ergebnis der Modellierung gewinnt in jedem Falle Gegenständlichkeit, es entsteht eine artifizielle Welt, deren Zustandsveränderungen mit Veränderungen in der Wirklichkeit korrelieren. Nur vermittelt durch das Modell wird die Wirklichkeit für das Artefakt zugänglich.

Operationale Form begegnet uns als Ding in vielfältigen Ausprägungen. Bei der Ausführung am Computer wird sie quasi-eigenständig wirksam – autooperational. Gebilde aus autooperationaler Form sind erst durch den Computer in Erscheinung getreten, wir bilden allmählich unsere Sprache, um sie adäquat zu beschreiben. Insbesondere lernen wir zwischen verschiedenen Arten von autooperationaler Form zu unterscheiden, es bildet sich allmählich eine Typologie heraus, wobei sich in ganz verschiedenen Gegenstandsbereichen verwandte Aufgabenstrukturen abzeichnen, die durch dieselbe autooperationale Form unterstützt werden können. So werden etwa „Diagnose“, „Konfiguration“, „Entscheidungsfindung“, „Planung“ oder „Vermittlung“ als allgemeine Aufgabenstrukturen identifiziert, die sich in unterschiedlichen Kontexten verschieden ausprägen. Diese Einordnung von Arten operationaler Form und die Zusammenschau verschiedener Gegenstandsbereiche ist selbst Ergebnis einer Vielzahl einzelner operationaler Rekonstruktionen. Auch hier läßt sich das von Bateson beschriebene Wechselspiel zwischen Prozeß und Form und der damit verbundene Übergang vom Einzelnen zur Klasse beobachten.

Tiefgreifende Fragen sind mit dem Zustandekommen von operationaler Form verbunden. "Gibt" es sie und wird sie nachgebildet, oder wird sie neu entwickelt und herausgebildet? Wird operationale Form „entdeckt“ oder „erfunden“? Und was bedeutet „Nachbilden“? Müssen die einzelnen Operationen gleich sein oder ihre Struktur oder ihre Ergebnisse? Wir kennen inzwischen zahlreiche verschiedene

---

<sup>21</sup> Diese Problematik wird in Klein, Lyytinen 1992 aufgegriffen. Die Autoren argumentieren, die Datenmodellierung sollte eher mit einem Akt der Gesetzgebung verglichen werden; ein unternehmensweites Datenmodell hat dann den Charakter eines Grundgesetzes.

Spielarten operationaler Form für denselben Zweck. Ihre Wahl erfolgt zweifellos situativ und beobachtergebunden. In jedem Fall wird autooperationale Form beim Einsatz ein Teil unserer Wirklichkeit, indem sie neuartige Handlungsräume eröffnet. Über den einzelnen Einsatz hinausgehend, entwickelt sich Erfahrung im Umgang mit autooperationaler Form, die wieder zu weiterer operationaler Form führt.

Zum Beispiel wird durch die in Textverarbeitungssystemen verfügbare autooperationale Form die Praxis des Schreibens wissenschaftlicher Publikationen sowie die Arbeitsteilung zwischen Autor und Verlage nachhaltig verändert. Überkommene Verfahrensweisen (zum Beispiel die scharfe Trennung zwischen Manuskript und Endfassung) verlieren ihre Bedeutung, neue entstehen. So werden Texte häufig nicht mehr als festgefügte schrittweise Argumentation empfunden, sondern als Sammlung von Argumentationsbausteinen, die mithilfe von „Cut and Paste“ nach Belieben zusammengefügt werden können. Das allmählich vom Manuskript in die Endfassung reifende Dokument wird häufig als „Steinbruch“ für Argumentfragmente bezeichnet, weitere Fragmente können aus anderen existierenden Dokumenten eingefügt werden. Es ergibt sich ein kompliziertes Geflecht von Vernetzungen zwischen Textstellen, auch dieses kann als operationale Form beschrieben und mithilfe von Hypertext-Systemen verfügbar gemacht werden, und so weiter.

Die mit der Entwicklung von Computerartefakten einhergehende Dekontextualisierung operationaler Form wird dabei durch Rekontextualisierung der autooperationalen Form im Rahmen situierten Handelns ausgeglichen.

## **Autooperationale Form als Rahmen für situiertes Handeln**

Um auf technische Welterzeugung zurückzukommen, betrachten wir Computerartefakte als Welten, die ihren Anwendern Handlungs- und Erfahrungsräume zur Verfügung stellen. Parallel zu Technikentwicklung und -einsatz gilt es tragfähige Werte und Normen zu entwickeln. Sie orientieren sich an den Dimensionen *Interpretierbarkeit*, *Beherrschbarkeit*, *Gestaltbarkeit* von Computerartefakten. Sie bestimmen nicht nur die Leistung, sondern auch die Grenzen von Computerartefakten aus pragmatischer Sicht<sup>22</sup>.

Die Interpretation beim Einsatz stellt den Zusammenhang zwischen der verfügbaren autooperationalen Form und den Erfordernissen situierten Handelns her. Da situatives Handeln immer wieder neu ist und in seiner Vielfalt nicht im Vorhinein operational rekonstruiert werden kann, bieten Computerartefakte häufig nicht unmittelbar die für den Einzelfall gewünschten Leistungen. Vielmehr muß durch Interpretation geklärt werden, wie die verfügbaren Leistungen aufgabenangemessen

---

<sup>22</sup> Die formale Grenze der Berechenbarkeit spielt in der Praxis keine Rolle, weil durch operationale Rekonstruktion ohnehin eine Beschränkung auf berechenbare Funktionen erfolgt.

genutzt werden können. Die Eignung zur Interpretation ist daher ein wichtiges Kriterium bei der Entwicklung von Computerartefakten<sup>23</sup>.

Eine weitere Schlüsselrolle kommt der Beherrschbarkeit zu. Damit ist einerseits die Beherrschung der Computerartefakte gemeint, die insbesondere bei komplexen, sicherheitsrelevanten Systemen von wesentlicher Bedeutung ist.

Andererseits werden Computerartefakte häufig mit dem Zweck eingesetzt, den Einsatzkontext zu beherrschen (z.B. durch Steuerung). Hier stellt sich die Frage nach dem Mensch-Maschine-Verhältnis im weitesten Sinne. Die Informatik beruht weitgehend auf einem formalen, maschinenartigen Menschenbild<sup>24</sup>. Dieses ist sowohl theoretisch verankert und technisch umgesetzt als auch das dominierende Leitbild der Systemgestaltung<sup>25</sup>. Häufig implementiert Informatik Herrschaftsvisionen durch Computerartefakte<sup>26</sup>. Im Gegenzug gilt es, auf Autonomie und den Erhalt von Handlungsspielräumen zu achten<sup>27</sup>.

Die Gestaltbarkeit betrifft nicht nur die äußere Oberfläche, sondern auch die Wahl der Operationen und damit die Funktionalität. Gestaltung erfolgt anhand von Leitbildern (z.B. „Werkzeug“, „Medium“<sup>28</sup>), die die Wirkungsweise des Artefakts im Einsatz begreiflich machen sollen und ein konkretes Aushandeln der Anforderungen ermöglichen. Gestaltung ist ein umfassender Prozeß, der schon in vielen Hinsichten ausgelotet worden ist<sup>29</sup>. Für die Einlösbarkeit von Gestaltung ist die Bereitschaft der am Gestaltungsprozeß Beteiligten wesentlich. Nur durch ihr Zusammenwirken kann gemeinsam erlebte Qualität entstehen.

Zur pragmatischen Beschreibung von Computerartefakten halte ich die Herausbildung von geeigneten Unterscheidungen wichtig. Bisher werden durch die Informatik nur die formalen Eigenschaften von Programmen (Texten!) theoretisch behandelt, gefordert ist aber ein besseres Verständnis der Wirkungsweisen im Einsatz. Um eine Analogie zur Sprachphilosophie zu bilden: im Positivismus wurden zunächst nur die formalen Eigenschaften von Sprache betrachtet. Doch die Einsicht, daß Sprache auch eine Wirkungsdimension hat, hat zur Entwicklung der

---

<sup>23</sup> vgl. Dittrich 1997, Kap. 7.

<sup>24</sup> Bettina Heintz zeigt in ihrer Betrachtung der Sozialgeschichte der Mathematik in den Dreißiger Jahren wie maschinennahe Denkansätze über den Menschen mit Selbstverständlichkeit sogar in die Diskussion um formale Grundlagen der Mathematik bis hin zur Turing-Maschine eingegangen sind, vgl. Heintz 1993.

<sup>25</sup> In Volpert 1992 findet sich eine Zusammenstellung von Kriterien für eine kontrastive Analyse des Mensch-Maschine-Verhältnisses.

<sup>26</sup> Dieser Zusammenhang wird in Klischewski 1996 sowohl auf verschiedenen Ebenen (fachlich, theoretisch, betriebspolitisch, forschungspolitisch) herausgearbeitet.

<sup>27</sup> Die Grundlagen dazu stammen aus der Tätigkeitstheorie; es gibt inzwischen eine reichhaltige Literatur, die diese für die Informatik erschließt (zum Beispiel Volpert 1992 und Dahme, Raeithel 1996). In Gryczan 1996 wurden sie mit technischen Lösungsansätzen verknüpft.

<sup>28</sup> Eine Übersicht gängiger Leitbilder findet sich in Maaß, Oberquelle 1992.

<sup>29</sup> Vgl. unter anderem Winograd, Flores 1989, Dahlbom, Mathiassen 1993, Floyd et al. 1992.

Sprechakttheorie geführt. Ähnlich wäre eine Wirkungs-Theorie für Computerartefakte zu fordern, die verschiedene Spielarten unterscheidet. Ansätze dazu sollen anhand von drei Gegensatzpaaren skizziert werden:

- *Ablaufsteuernd / unterstützend* bezeichnet die Art, wie ein Computerartefakt mit den Handlungszusammenhängen im Einsatzkontext zusammenwirkt; ein steuerndes System gibt die einzelnen durchzuführenden Operationen und ihre Reihenfolge vor, ein unterstützendes System bietet mögliche Operationen zur eigenverantworteten Verwendung durch den Nutzer;
- *simulativ / performativ* bezeichnet die Art, wie ein Computerartefakt auf den Gegenstandsbereich einwirkt; ein simulatives System führt Operationen nur an dem computerimplementierten Modell von Gegenständen durch, während ein performatives System eigenständig Veränderungen in der Wirklichkeit hervorruft;
- *reaktiv / interaktiv* bezeichnet die Art, wie die Leistungen eines Computerartefaktes hervorgerufen werden; ein reaktives System antwortet auf Ereignisse der (technischen) Umwelt, ein interaktives wird durch Aktionen eines menschlichen Benutzers aufgerufen.

Viele Computerartefakte in der Praxis sind Mischsysteme im Sinne der getroffenen Unterscheidungen.

Die besondere ethische und rechtliche Brisanz von Computerartefakten liegt darin, daß wir mit Möglichkeitsräumen für eigenverantwortetes Handeln umgehen. Computerartefakte gestalten, heißt (auch), über Entscheidungen zu entscheiden: über diejenigen Entscheidungen, mit denen Anwender aufgrund von situativen Erfordernissen den geplanten Vollzug beeinflussen können. So ergibt sich eine Möglichkeit, ethische Fragen, die die Informatik aufwirft, zu thematisieren. Während viele dieser Fragen auch andere technische Disziplinen betreffen, so ergibt sich als spezifisches Problem der Informatik der Computer als autooperationale, aber nicht verantwortungsfähige Wirkungsinstanz. Verantwortbare Einbindung autooperationaler Form in menschliches Handeln wird somit zum vordringlichen Anliegen von Technikgestaltung.

## **Schlußbemerkungen**

In diesem Beitrag habe ich eine Sicht der Informatik als Wissenschaft von der autooperationalen Form herausgearbeitet, die mir so naheliegend erscheint, als ob ich nur Selbstverständliches ausdrücklich mache. Ich biete damit eine Reflexionsebene an, die gestattet, über die Wechselwirkungen zwischen Computerartefakten und menschlicher Handlung so zu sprechen, daß die Leistungen des Computers und seine Grenzen gewürdigt werden können, ohne anthropomorphe Verzerrungen notwendig zu machen. Ferner habe ich die Notwendigkeit einer Wirkungstheorie für Computerartefakte hervorgehoben, die

mit den Aspekten Interpretierbarkeit, Gestaltbarkeit und Beherrschbarkeit in Verbindung gebracht werden müßte.

Letztlich möchte ich die Auffassung vertreten, daß die Informatik – wenn sie ihrer Aufgabe gerecht wird – vermutlich überhaupt nicht in das existierende System der Wissenschaften paßt. Indem sie unsere Welt mit autooperationalen Wirkungsinstanzen bevölkert, ist sie im großen Stil mit technischer Welterzeugung befaßt und schafft Verhältnisse, die andere Wissenschaften so nicht thematisieren. Wie wir damit mittel- und langfristig wissenschaftlich und praktisch umgehen werden, darüber möchte ich nicht spekulieren. Was mir aber wesentlich erscheint, ist die technische Welterzeugung durch Informatik mit der gebotenen Sorgfalt zu begleiten, um eine lebenswerte Welt zu erhalten und zu entfalten.

## **Literatur**

Alexander, C.: Notes on the Synthesis of Form. Cambridge, MA 1964.

Bateson: Ökologie des Geistes, Frankfurt/M. 1983.

Budde, R., Züllighoven, R.: Software-Werkzeuge in einer Programmierwerkstatt Berichte der GMD, Nr. 182, München/Wien 1990.

Colburn, T. R., Fetzer, J. H., and Rankin T. L. (Hg.): Program Verification. Dordrecht/Boston/London, 1993.

Coy, W., Nake, F., Pflüger, J.-M., Rolf, A., Seetzen, J., Siefkes, D., Stransfeld, R. (Hg.): Sichtweisen der Informatik. Braunschweig/Wiesbaden, 1992.

Dahlbom, B., Mathiassen, L.: Computers In Context - The Philosophy and Practice of Systems Design. Cambridge, MA 1993.

Dahme, C., Raeithel, A.: Ein tätigkeitstheoretischer Ansatz zur Entwicklung von brauchbarer Software, in: Informatik-Spektrum 20 (1997) S. 5-12.

Dittrich, Y.: Computeranwendungen und sprachlicher Kontext. Dissertation. Universität Hamburg, Fachbereich Informatik 1997.

Floyd, C.: Human Questions in Computer Science, in: Floyd et al. 1992, S. 15-27.

Floyd, C., Züllighoven, H., Budde, R., Keil-Slawik, R. (Hg.): Software Development and Reality Construction. Berlin/Heidelberg 1992.

Gryczan, G.: Prozeßmuster zur Unterstützung kooperativer Tätigkeit. Wiesbaden 1996.

Heintz, B.: Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers. Frankfurt/New York, 1993.

Janich, P.: Zur Konstitution der Informatik als Wissenschaft, in: Scheffe et al. 1993, S. 53-68.

Keil-Slawik, R.: Artifacts in Software Design, in: Floyd et al. 1992, S. 168-188.

Klein, H. K., Lyytinen, K.: Towards a New Understanding of Data Modelling, in: Floyd et al. 1992, S. 203-219.

Klischewski, R.: Anarchie - ein Leitbild für die Informatik. Von den Grundlagen der Beherrschbarkeit zur selbstbestimmten Systementwicklung. Frankfurt / M. 1996.

Krämer, S.: Symbolische Maschinen. Frankfurt/M. 1988.

Maaß, S., Oberquelle, H.: Perspectives and Metaphors for Human-Computer Interaction, in: Floyd et al. 1992, S. 233-251.

Nake, F.: Von der Interaktion. Über den instrumentalen und den medialen Charakter des Computers, in: Nake, F. (Hg.), Die erträgliche Leichtigkeit der Zeichen - Ästhetik Semiotik Informatik, Baden-Baden 1993, S. 165-190.

Reisin, F.-M.: Kooperative Gestaltung in partizipativen Softwareprojekten. Frankfurt/M. 1992.

Scheffe, P., Hastedt, H., Dittrich, Y., Keil, G. (Hg.): Informatik und Philosophie. Mannheim 1993.

Smith, B.C.: Limits of Correctness in Computers, in Colburn et al. 1992, S. 275-293.

Suchman, L.A.: Plans and Situated Actions - The Problem of Human-Machine Communication. Cambridge, UK 1987.

v. Uexküll, J.: Bedeutungslehre, in: Uexküll, J., Kriszat, G.: Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen, Frankfurt/M. 1983.

Volpert, W.: Work Design for Human Development, in Floyd et al. 1992, S. 336-348.

Winograd, T., Flores, F.: Erkenntnis Maschinen Verstehen. Zur Neugestaltung von Computersystemen. Berlin 1989.

Zuboff, S.: In the Age of the Smart Machine. Oxford 1988.

