Dirk Baecker

Virtuelle Intelligenz: Eine begriffliche Übung

1

In den Sozial-, Kultur- und Medienwissenschaften gibt es, wenn ich mich nicht täusche, vier Möglichkeiten, sich einem Gegenstand zu nähern. Man kann *statistisch* auszählen, wie oft er, möglicherweise abhängig von weiteren Gegenständen und Ereignissen, vorkommt. Man kann *historisch* beschreiben, in welchen Gestalten, möglicherweise abhängig von Erwartungen und deren Enttäuschung, er aufgetreten ist und sich entwickelt hat. Man kann *phänomenologisch* einen Standpunkt suchen, traditionell das menschliche Bewusstsein, aber warum nicht auch andere wahrnehmungsfähige Einheiten, denen er als etwas erscheint, was dementsprechend mehr, aber wer wollte das entscheiden, über die Wahrnehmung als den Gegenstand aussagt. Und man kann sich ihm *theoretisch* nähern, üblicherweise in der Form von begrifflichen Klärungen, ersten Hypothesen und empirischen Tests.

Ich wähle im Folgenden den vierten Ansatz, doch sind wir mit dieser Vorüberlegung schon mitten im Thema. Von „Intelligenz“ kann nur dort die Rede sein, wo Perspektiven auf einen Gegenstand als ebenso kontingent wie optional gelten und jeder Umgang mit einem Gegenstand eine Fähigkeit zur Variation dieses Umgangs nicht nur voraussetzt, sondern ausbaut und stärkt. Deswegen laufen in einem theoretischen Ansatz statistische, historische und phänomenologische Referenzen grundsätzlich mit und werden nach Bedarf ausgebaut oder abgekürzt. Und von einer „virtuellen“ Intelligenz kann nur dort die Rede sein, wo jede „eigene“ Intelligenz eines Beobachters von der „fremden“ Intelligenz des Gegenstands zumindest profitiert, wenn sie sie nicht sogar voraussetzt. Eben darauf zielt die Rede von einer Intelligenz, die sich im Umgang mit einem Gegenstand erweist, also von diesem Gegenstand ebenso motiviert wird wie vom Beobachter. Der Beobachter, auch das liegt mit diesem Ausgangspunkt bereits auf der Hand, ist immer auch ein Gestalter: ein Gestalter dieses Umgangs, ein Gestalter seiner selbst, vielleicht sogar ein Gestalter des Gegenstands. Solange er registriert und verarbeitet, was er tut, bleibt er jedoch immer auch Beobachter. Andernfalls wäre er in der Variation seines Umgangs nicht frei.

2

Gut möglich also, dass sich die Rede von einer „virtuellen Intelligenz“ als Pleonasmus erweist. Das gilt zumindest dann, wenn unter „Virtualität“ im Sinne der Computerwissenschaft der Zugriff auf Speicher, Adressen, Laufwerke, Netzwerke oder Programme verstanden wird, in die Operationen ausgelagert werden können, die anschließend wieder aufgegriffen oder deren im fremden Medium erarbeiteten Rechenresultate weiterverwendet werden (Denning 1970, 1996; vgl. Rieger 2003; Rieger und Kasprovicz 2020). Wenn „Intelligenz“ diese Fähigkeit zum Aus- und Wiedereinlagern, zum Zugriff auf Kognition außerhalb des eigenen kognitiven Apparats meint, dann ist jede Intelligenz virtuell und hat jede Virtualität etwas mit Intelligenz zu tun.

Man kann diesen Pleonasmus dementsprechend auch als eine Tautologie verstehen und somit hätten wir einen robusten Ausgangspunkt gewonnen (Bateson 1982, 105–107). Intelligenz ist die Fähigkeit zur Inanspruchnahme fremder Leistungen. Die Tautologie der virtuellen Intelligenz enthält jedoch einen Bruch. Sie unterscheidet eigene von fremden Leistungen, bezogen jeweils auf kognitionsfähige Einheiten, von denen wir noch nicht recht wissen, was wir unter ihnen verstehen sollen. Mit der Unterscheidung von Eigen versus Fremd befinden wir uns zwar in guter Gesellschaft, insofern bereits Kant zumindest dann, wenn es um Erkenntnisleistungen mit Objektivitätsansprüchen ging, die dafür erforderliche Vernunft als eine „fremde“ Vernunft verstanden hat (Simon 2003, 534–535). Erst die Reflexion auf den Unterschied zwischen eigener und fremder Vernunft verdiene den Namen der Reflexion des eigenen Standpunkts und sei daher der erste Schritt auf dem Weg zu einer Objektivität, die zwar nicht dem Ding an sich, aber doch dem Standpunkt nicht nur eines, sondern mehrerer Subjekte zugerechnet werden kann.¹ Doch das bedeutet nicht, dass wir die Unterscheidung Eigen/Fremd in ihrer Leistung für Operationen der Intelligenz bereits verstanden hätten. Es kann auch nicht darum gehen, Intelligenz mit subjektiven Fähigkeiten zur Objektivität gleichzusetzen. Damit würde ich mich auf allzu ausgetretene Pfade der Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie begeben.

Die Unterscheidung eigener von fremden Leistungen adressiert weder Subjektivität noch Objektivität, sondern Komplexität als Problemstellung, die von einer virtuellen Intelligenz sowohl ausgenutzt als auch bearbeitet wird. Der Tautologie einer virtuellen Intelligenz liegt die Differenz zweier Einheiten zugrunde, die aufeinander nicht reduziert werden können und ohne einander zumindest das nicht leisten können, worauf es hier ankommt, nämlich intelligente Kogni-

1 „[O]bjektiv ist das subjektiv Unverfügbare“, heißt es bei Blumenberg (2002, 144).

tion. Wir haben es mit der Einheit einer Vielfalt und zugleich mit der Vielfalt einer Einheit zu tun und nennen genau das „Komplexität“ (Luhmann 1990). Die Tautologie verbirgt eine Paradoxie und alles Weitere hängt davon ab, ob die Unterscheidung, die beidem zugrunde liegt, die Unterscheidung von Eigen versus Fremd beziehungsweise die Unterscheidung kognitiver Einheiten, die aufeinander bezogen sind, aber aufeinander nicht reduziert werden können, zu einem Untersuchungsprogramm entfaltet werden kann oder nicht.

3

Der Publikationszusammenhang, in dem dieser Beitrag erscheint, gibt uns neben der Intelligenz, der Virtualität und der Komplexität noch ein weiteres Stichwort mit auf den Weg, nämlich das Stichwort der Lebenswelt. Tatsächlich können wir uns auf dieses Stichwort gut einlassen, denn unter einer „Lebenswelt“ kann in aller Unbestimmtheit jenes Terrain oder Milieu verstanden werden, in dem die Differenz kognitiver Einheiten ausgetragen werden kann. Die Lebenswelt, sagt Hans Blumenberg (1981, 166–167), ist „womöglich nichts von dem, was der Fall ist“, denn das, was der Fall ist, wäre dies ja bereits für mindestens eine der beteiligten kognitiven Einheiten. Die Lebenswelt, da aus jeder denkbaren Perspektive prinzipiell allenfalls partiell thematisiert, ist das, was *der Fall ist* im Kontext dessen, was zumindest für einen an seine Unterscheidungen gebundenen Beobachter jeweils *nicht der Fall ist*.² Diese Unbestimmtheit mit ihren fallweisen Bestimmbarkeiten ist das Medium, in dem sich intelligente Operationen vollziehen, die die Differenz kognitiver Einheiten ebenso voraussetzt wie die Differenz jeder einzelnen kognitiven Einheit zu ihrer je spezifischen Umwelt. Wir haben es mit einer doppelten Komplexität zu tun, der Einheit einer Vielfalt (und Vielfalt einer Einheit) und der Differenz von Einheit und Umwelt, so unabdingbar und unreduzierbar wie die erste.

Damit haben wir allerdings ein Verständnis unserer Problemstellung erreicht, das sich mit dem Virtualitätsbegriff der Computerwissenschaft nicht mehr deckt. Unsere kognitiven Einheiten sind keine Rechner im technischen Sinne des Wortes, sondern Organismen, Gehirne, psychische Systeme, vielleicht soziale Systeme, möglicherweise auch künstliche, dann aber nicht-triviale Systeme, die ihre Operationen zwar ebenfalls strukturdeterminiert, aber zugleich selbstreferentiell errechnen. Sie können nicht als einfache oder komplizierte Input/Output-Maschinen verstanden werden, sondern sind ihrerseits

2 Das ist eine der Problemstellungen, um die Wittgensteins (1963 [1921]) *Tractatus* kreist.

komplex in dem Sinne, dass sie neben den Transformationsfunktionen trivialer Maschinen zusätzlich über die Zustandsfunktionen nicht-trivialer Maschinen verfügen und somit, wie Heinz von Foerster (1993, 245–252) gezeigt hat, als synthetisch determiniert, aber analytisch undeterminierbar, historisch von ihrer eigenen Geschichte abhängig und unvorhersehbar gelten müssen.

Virtuelle Intelligenz hat es mit Berechnungen im Medium der Unberechenbarkeit zu tun. Die Komplexität, mit der zu rechnen ist, ist nicht nur eine doppelte, sondern eine dreifache, denn neben der Differenz der kognitiven Einheiten und der Differenz von Einheit und Umwelt haben wir es nun auch mit der Komplexität jeder betroffenen Einheit selbst zu tun. Das scheint unsere Fragestellung ins Unlösbare zu steigern, vereinfacht sie jedoch in Wirklichkeit. Denn wir können die Lösung des Problems nun den beteiligten kognitiven Einheiten auftragen. Wir können sogar sagen, dass wir es mit einer weiteren Tautologie und damit einem weiteren robusten Ausgangspunkt zu tun bekommen: Die Komplexität einer kognitiven Einheit könnte sich als Befähigung zu einer virtuellen Intelligenz herausstellen. Wir drehen uns im Kreise und gewinnen an Fahrt.

Drei Definitionen bestimmen unseren Ausgangspunkt:

- Virtuelle Intelligenz wird bestimmt als die Fähigkeit zur Inanspruchnahme fremder Komplexität.
- Komplexität wird in allen drei Fällen (Einheit einer Vielfalt; Differenz kognitiver Einheiten; Differenz von kognitiver Einheit und ihrer Umwelt) als Einheit einer irreduziblen Differenz bestimmt.
- Unter einer Lebenswelt wird das Miteinander inkommensurabel selbstreferentieller Systeme wie Organismen, Gehirne, psychische, soziale und künstliche Systeme im Kontext natürlicher Umwelten und diverser Technologien verstanden.

Die wichtigste Aufgabe einer begrifflichen Übung zum Thema virtuelle Intelligenz besteht demnach darin, das „Miteinander“ kognitiver Einheiten in einer Lebenswelt näher zu bestimmen. Im Umkreis der Kybernetik zweiter Ordnung, an der ich mich hier orientiere, gibt es dafür eine umfangreiche Begrifflichkeit, die um die Begriffe „Kommunikation“, „Kontrolle“ und „Ökologie“ kreist (Wiener 1961; Bateson 2000 [1972]; von Foerster 2003). „Kommunikation“ beschreibt Abhängigkeitsbeziehungen zwischen unabhängigen Einheiten (Luhmann 1984), „Kontrolle“ den Aufbau eines eigenen Gedächtnisses im Umgang mit einem fremden komplexen System (Ashby 1958) und „Ökologie“ die durch kein Supersystem geregelten, nachbarschaftlich konfliktreichen Beziehungen von Systemen in der Umwelt weiterer Systeme (z. B. Park et al. 1967 [1925]). Jeder dieser Begriffe kann als eine Lesart des Problems der virtuellen Intelligenz gelesen werden.

4

Ein mögliches Verständnis virtueller Intelligenz steht und fällt mit Begriffen, die geeignet sind, die Struktur der beteiligten kognitiven Einheiten in Abhängigkeit von ihren ökologischen Beziehungen der Kommunikation und (Selbst-)Kontrolle zu beschreiben. Diese Begriffe müssen auf der einen Seite, will man an einem einheitlichen Begriff der virtuellen Intelligenz festhalten, für kognitive Einheiten jeden Typs gelten und auf der anderen Seite in der Lage sein, jeden dieser Typen in seinem Unterschied zu erfassen. Generalisierung und Spezifizierung müssen hier Hand in Hand arbeiten.

Gegenwärtig scheinen vor allem drei Begriffe geeignet zu sein, diese Anforderung zu erfüllen, nämlich die Begriffe der medialen Form, des heterogenen Netzwerks und des temporalen Systems. Ich beginne auf der generellen Ebene.

Der Begriff der medialen Form stammt von Jacques Derrida (2004 [1968], 119) und umschreibt Operationen, *die keine sind*. Gemeint ist damit das Spiel einer *différance*, einer Bewegung und eines Aufschubs, deren Bedingungen ihrer Möglichkeit („Transzendenz“) so wenig gesichert sind wie eine unabhängig von allem anderen gegebene Substanz („Telos und Motiv“) (Derrida 2004 [1968], 115–116). Eine Operation, die keine ist, verknüpft unzuverlässig, ergänzungsbedürftig, beiläufig, unscheinbar und dennoch maßgebend. In der Kybernetik würde man sagen, sie verknüpft kommunikativ und nicht kausal – oder auch: nicht-linear und nicht linear. Diese Operation generiert eine Form, die nichts anderes ist als das Medium ihrer Möglichkeit. Sie bleibt virtuell, bedarf jedoch ihrer Anhaltspunkte sowohl in einer als kognitionsfähig beschriebenen Einheit, und sei diese ein Text, als auch in einer Umgebung oder auch in einer anderen Einheit, und sei dieser ein anderer Text, auf die sie sich bezieht. Um das genauer zu verstehen, hilft ein Bezug auf die Begrifflichkeit von Fritz Heider (2005 [1926]), der Medien als lose gekoppelte Mengen von Elementen konzipiert, in die Dinge oder auch, mit einem an George Spencer-Brown (2008 [1969]) orientierten Schritt der Verallgemeinerung, Formen als fest gekoppelte Mengen von Elementen eingeprägt werden können. Eine mediale Form ist dann eine Form, die jederzeit auf das Medium, in dem sie zustande kommt, nicht nur zurückgerechnet werden kann, sondern in dieses Medium auch wieder zerfällt, je nach Blick des Beobachters und Anschlussoperationen, die dieser Blick generiert.

Macht man den Schritt der Verallgemeinerung vom Ding zur Form, so gewinnt man überdies ein genaueres Verständnis einer Operation, die keine ist. Denn die Form im Sinne des Spencer-Brown'schen Indikationenkalküls ist die Zwei-Seiten-Form einer Unterscheidung, die dort eine Trennung vollzieht, wo zugleich ein Zusammenhang existiert. Diese Operation ist die eines Beobachters, der „etwas zwischen etwas legt“ (lat. *intelleger*), was einen Bruch herstellt (lat.

ratio), der zum einen zwar etwas erkennbar macht, zum anderen jedoch diese Erkenntnis nicht nur von der eigenen Operation, sondern auch vom Nichtmitlaufen der Beobachtung dieser Operation abhängig macht. Zieht man die Beobachtung von etwas und die Beobachtung der Beobachtung selbst zusammen, so wird ununterscheidbar, was unterschieden werden sollte. Die Operation negiert sich selbst; und sie kann und muss *dies negieren*, um die Unterscheidung treffen zu können, die sie trifft. Logisch gesprochen, ist die Operation, verstanden als mediale Form, damit in ihrer eigenen Negation verankert. Virtuelle Intelligenz ist Intelligenz, die sowohl ihre Virtualität als auch ihren Intellekt zum Ausgangspunkt ihres Zweifels an sich selbst, ihres Spiels und damit ihrer Bereitschaft zum Wechsel, zum Sprung, zur Wendung nimmt.

Der Begriff des heterogenen Netzwerks stammt von Harrison C. White (1992, 2008). Heterogen sind in diesem Netzwerk die Elemente, aus denen es besteht. Ein Netzwerk ist eine offene, jederzeit ergänzbare, aber auch reduzierbare Menge von Beziehungen („Kanten“) zwischen Elementen („Knoten“), die allesamt ein Identitätsproblem haben, das nur durch Kontrollversuche der eigenen Beiträge zu diesem Netzwerk gelöst werden kann. Es ergibt sich eine relationale Struktur, die in jedem ihrer Elemente wie auch in der Struktur selbst dynamisch ist. Die Heterogenität dieser Elemente – im Fall eines sozialen Netzwerks etwa Orte, Geschichten, Personen, Institutionen, Praxen, Normen, Techniken – garantiert die Unabhängigkeit, weil Inkommensurabilität der im Rahmen von Identitätsbeziehungen voneinander abhängigen Elemente. Die aus ihrem Netzwerk gewonnene Identität beruht auf einer Nicht-Identität, die jederzeit für neue und andere Netzwerkbeziehungen aktiviert werden kann.

Virtuelle Intelligenz ist in diesem Kontext eine Intelligenz, die mit jederzeit austauschbaren Referenzen arbeitet und aus der Austauschbarkeit der Referenzen mindestens so viel Erkenntnis bezieht wie aus den Referenzen selbst. White beschreibt Netzwerke dieser Art deswegen auch als einen „calculus of trade-offs in uncertainty“ (White 1992, 19). Kontrollversuche im Rahmen von Identitätsleistungen müssen Gewinne gegen Verluste inklusive Opportunitätskosten abwägen und können sich nie sicher sein, wie verlässlich die Gewinne und wie reell die Verluste sind. Wieder ist die Botschaft dieselbe. Virtuelle Intelligenz ist Intelligenz aus Operationen im Horizont ihrer Alternativen.

Der Begriff des temporalen Systems bestätigt diesen Eindruck. Er stammt von Niklas Luhmann und kombiniert einen spezifischen Element- mit einem dazu passenden Strukturbegriff (Luhmann 1984, Kap. 8). Elemente werden zu Ereignissen verzeitlicht, die auftauchen und wieder verschwinden, und Strukturen werden als Gewinn von Zerfallsbereitschaft verstanden (Luhmann 1984, 394). Paradoxerweise können nur so zeitliche Differenzen zwischen den Operationen des Systems sowohl überbrückt als auch für die Auflösung und den

Neugewinn von Strukturen genutzt werden. Die selbst erzeugte Unruhe zwingt das System zu einer laufenden Neuadjustierung seiner Orientierung an sich und seiner Umwelt. Es gibt nur Ereignisse, an denen sich das System orientieren kann und aus denen es besteht, und diese Ereignisse sind schon wieder Vergangenheit, sobald sie zur Gegenwart geworden sind, können aber in genau diesem Modus miteinander verknüpft werden und ein Bild der Lage erzeugen. In diesem Modus befähigt sich das System zur „vorübergehenden Anpassung an vorübergehende Lagen“, wie Luhmann gerne formuliert (z. B. Luhmann 1995, 15). Auch hier ist es nicht die Anpassung, die intelligent ist, sondern ihre Wiederauflösbarkeit. Und wiederauflösbar ist die Anpassung nur, wenn ihre Anhaltspunkte virtuell, das heißt als Inanspruchnahme „fremder“ Leistungen gelten können, mit denen man sich allenfalls vorübergehend identifiziert.

Diese drei Begriffe der medialen Form, des heterogenen Netzwerks und des temporalen Systems sind allgemein in jenem Sinne, dass ihnen reichhaltige Erfahrungen mit empirischen Gegenständen zugrunde liegen. Sie entstammen Text-, Wahrnehmungs-, Handlungs-, Kommunikations- und Gesellschaftstheorien, die ihre jeweiligen Gegenstände nicht nur spezifisch beschreiben und erklären, sondern die gewonnenen Einsichten in Operationen, Elemente und Strukturen transdisziplinär für die Ausarbeitung von Medien-, Netzwerk- und Systemtheorien sowie deren philosophische Reflexion und mathematische Unterfütterung fruchtbar machen. In dem Maße, in dem diese Theorien auf unterschiedlichen Feldern der Empirie fruchtbar gemacht werden können, verfügen wir über einen allgemeinen Begriff der virtuellen Intelligenz.

5

Alle drei Begriffe der medialen Form, des heterogenen Netzwerks und des temporalen Systems halten sich an unsere drei Definitionsmerkmale einer virtuellen Intelligenz als Inanspruchnahme fremder Komplexität, Einheit einer irreduziblen Differenz und Lebenswelt des Miteinanders inkommensurabel selbstreferentieller Systeme. Ich will damit nicht behaupten, dass die verschiedenen Theoriehintergründe der hier entfalteten Begrifflichkeit letztlich alle auf Dasselbe hinauslaufen. Ich will nicht behaupten, dass die Medien-, Netzwerk- und Systemtheorie inklusive ihrer philosophischen und mathematischen Begleitmusik zu einer einheitlichen Theorie integriert werden können. Vermutlich macht es sowohl für ihre theoretische Weiterentwicklung als auch für ihre empirische Anwendung mehr Sinn, ihre Differenz zu betonen und sie unverbunden nebeneinander stehen zu lassen. Aber ich habe den Eindruck, dass diese Theorien bestimmte

Impulse aus ihren Gegenstandsbereichen miteinander teilen und dass sie daher in einer zukünftigen kognitionswissenschaftlichen Theorie der Form auch integriert werden können. Ob die Suche nach einem Verständnis und Begriff einer virtuellen Intelligenz dabei hilft, wird man sehen.

Ohne die Möglichkeit einer integralen Theorie behaupten oder ihr vorgreifen zu wollen, sollen hier in einem anschließenden Schritt einige Hinweise zusammengestellt werden, die es erlauben, eine sich andeutende Theorie der virtuellen Intelligenz nicht nur zu generalisieren, sondern auch zu spezifizieren. Da es hier jedoch nicht darum gehen kann, den aktuellen Forschungsstand zu lebenden, psychischen, sozialen und künstlichen Systemen zu rekapitulieren – das wäre ein umfangreiches interdisziplinäres Unterfangen – beschränke ich mich auf einige wenige Hinweise auf die Differenz und damit Inkommensurabilität dieser Systeme, deren Miteinander in der aktuellen Lebenswelt auf der Erde außer Frage steht, ohne dass dieses Miteinander gegenwärtig trotz allen Interesses an ökologischen Fragestellungen ein eigenes Forschungsthema wäre.

Ich präsentiere also meine eigene, idiosynkratische Auswahl aus einem umfangreichen Forschungsstand und konzentriere mich auf die Suche nach einer Form der virtuellen Intelligenz, in der diese Systeme ihren je eigenen Platz haben. Die Ausgangsthese ist, dass die Elemente und Strukturen dieser Systeme im Medium ihrer Vernetzung zur Form einer virtuellen Intelligenz führen, die jede eigene Systemleistung zugleich als eine Vernetzungsleistung zu verstehen erlaubt. Hierin liegt die Pointe des Virtualitätsbegriffs. Die Vernetzungsleistung ist im Vergleich mit der Systemleistung jederzeit wiederauflösbar, doch um dies sicherzustellen, ist auch die Systemleistung zerfallsbereit. Nur deswegen muss man System und Netzwerk unterscheiden. Sie setzen sich gegenseitig unter Zugzwang. Die Identitätsleistung, die beide zusammen erbringen, hat zwei nicht-identische Komponenten, deren Differenz von dem ausgebeutet wird, was wir dann „Intelligenz“ nennen können.

Welche Systemleistungen der beteiligten Systeme sind zugleich Vernetzungsleistungen, ohne auf diese reduziert werden zu können?

Für die Neurowissenschaften vom Gehirn ist dies das „predictive coding“ (Frith 2007; Northoff 2013, 2014; vgl. Baecker 2014). Mit Anklängen spätestens bei Hermann von Helmholtz' Theorie der induktiven Schlüsse (von Helmholtz 1896, 579–580; vgl. Hagner 2008) wird das Gehirn als ein Organ verstanden, das laufend Vorhersagen zu Ereignissen in seiner sinnlichen Umwelt trifft und dafür laufend auf eine Art und Weise mit sich selbst beschäftigt ist, die es ihm erlaubt, jede neue Irritation seiner Sinneswahrnehmung nach eigenen Erfahrungen und Mustern zu verarbeiten und jede Enttäuschung seiner Vorhersagen in eine Umorientierung der Gewichtung seiner Erwartungen und eine Verände-

rung seiner Muster umzusetzen. Prädiktion ist Systemleistung als Vernetzungsleistung, und die eine Leistung kann auf die andere nicht reduziert werden.

Für die Biologie sind lebende Systeme, Zellen ebenso wie Organismen, irritable Systeme (Boschung 2005). Lebende Systeme bestehen aus Erregbarkeiten, die laufend damit beschäftigt sind, eine innere Umwelt, eine „fluide Matrix“ (Cannon 1963; vgl. Goldstein 2014 [1934]), so aufrechtzuerhalten, dass Störungen aus der äußeren Umwelt aufgefangen und verarbeitet werden können. Sigmund Freud (1999 [1895], 389) sprach von Reizabfuhr und, wo das nicht hilft, Reizflucht, doch beides setzt Erregbarkeit wiederum in der Dopplung von System- und Vernetzungsleistung voraus.

Inwiefern das Bewusstsein, verstanden als psychisches System, vom Gehirn unterschieden werden kann, ist eine phänomenologisch eindeutig, kognitions-wissenschaftlich jedoch nur schwer zu beantwortende Frage. Die intentionale Struktur des Bewusstseins, bestehend aus Vorstellungen und Wahrnehmungen, die retentional und protentional aufeinander Bezug nehmen, ist von der neuronalen Struktur so sehr unterschieden, dass für das Bewusstsein sein eigenes Gehirn unerreichbar ist („autoepistemische Limitation“; Northoff und Musholt 2006), doch liegt auf der anderen Seite auf der Hand, dass Bewusstseinsleistungen ohne das Substrat des Gehirns, von dem sie getragen werden, kaum vorstellbar sind. Aus phänomenologischer und soziologischer Sicht ist es zwar denkbar, dass das materielle Substrat des Bewusstseins die Sprache und deren soziale Konditionierung ist,³ doch wird dieser Gedanke in den Kognitionswissenschaften gegenwärtig meines Wissens nicht verfolgt. In unserem Zusammenhang ist einstweilen nur wichtig, dass psychische Systeme aus Vorstellungen bestehen, die immer Vorstellungen *von etwas* sein müssen, zugleich jedoch Vorstellungen *des Bewusstseins* und nicht etwa der vorgestellten Gegenstände sind (Luhmann 1985). Die Identität der Differenz von System- und Vernetzungsleistung liegt auf der Hand.

Soziale Systeme sind Systeme, die das Problem der doppelten Kontingenz ihrer Handlung und Kommunikation laufend lösen und neu stellen (Parsons et al. 1951, 15–16; Luhmann 1984, Kap. 3). Welches Verhalten, welche Persönlichkeitsstrukturen, welches Handeln und Erleben auch immer durch soziale Systeme integriert und differenziert werden, verändert nicht, sondern bestätigt nur deren Fähigkeit, Kontingenz zu bearbeiten und zu produzieren. Dazu ist nichts anderes erforderlich als die Verdopplung der Kontingenz derart, dass jedes Verhalten, Handeln und Erleben einer Person, die sich auf bestimmte

³ Deswegen war es Husserl (2009 [1900/01], 41–43) mit seiner Formulierung vom „einsamen Seelenleben“ so wichtig, zwischen (kundgebendem) Ausdruck und Bedeutung (ohne Kundgabe) zu unterscheiden.

Möglichkeiten festlegt oder festgelegt sieht, die Kontingenz möglicher Anschlüsse nicht aus der Welt schafft, sondern auf den Plan ruft. Soziale Systeme schaffen Abhängigkeitsbeziehungen unter unabhängigen Einheiten. Doppelte Kontingenz ist der Modus, in dem Abhängigkeit und Unabhängigkeit zugleich produziert werden können. Auch hier ist die Systemleistung von der Vernetzungsleistung nur insofern zu trennen, als beide kaum auseinandergehalten werden können. Die soziale Kompetenz der Produktion von Ambivalenz in Tateinheit mit Ambiguitätstoleranz kann Akteuren nur deswegen unterstellt werden, weil sie ihnen zugleich aufgezwungen wird, wenn und solange sie sich auf ein soziales System einlassen (Leifer 1991).

Schließlich künstliche Systeme. Da im Wechsel von symbolischen Systemen zu statistischen Verfahren des Maschinenlernens der Begriff der Künstlichen Intelligenz an Schärfe eher verloren als gewonnen hat, beschränke ich mich auf den Verweis auf statistische Verfahren der Auswertung großer Datenmengen (Domingos 2015; und vgl. Newell und Simon 1976). Künstliche Systeme sind im Moment Systeme, denen virtuelle Intelligenz insofern zugesprochen werden kann, als sie ohne den Zugriff auf große Datenmengen, in denen ihre Fähigkeit zur Mustererkennung und Schlussfolgerung trainiert und getestet werden kann, nicht vorstellbar sind. Maschinenlernen heißt in diesem Zusammenhang, Hypothesen zur Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Ereignissen und Zusammenhängen zu entwickeln, die mit jedem neuen Fall und jedem neuen Datenset überprüft und korrigiert werden können. Abgesehen von den Korrelationen, die die künstlichen Systeme zwischen ihren Daten herstellen, werden auch Korrelationen zwischen Hypothesen und Ereignissen in der Wirklichkeit hergestellt und in ihrem Gewicht laufend neu bewertet. Auch hier ist die Systemleistung eine Vernetzungsleistung, ohne dass die eine auf die andere reduziert werden könnte.

Virtuelle Intelligenz ist in allen diesen Systemen identisch mit der Bearbeitung der Differenz von System und Umwelt. Selbstreferentielle und daher auch selbstorganisierende Systeme sind in allen diesen Fällen identisch mit dem Unterschied, den sie gegenüber ihrer Umwelt machen. Das ist die Paradoxie, die ihnen allen zugrunde liegt und die sie in ihren Operationen zeitlich, sachlich und nicht zuletzt sozial, das heißt im Hinblick auf die Kontakte, auf die sie sich einlassen, entfalten.

6

Ich überlasse die Frage, wie jedes einzelne dieser Systeme seine Form einer virtuellen Intelligenz realisiert, der fachwissenschaftlichen Forschung. Wichtiger

ist mir in unserem Zusammenhang, dass das Miteinander inkommensurabel selbstreferentieller Systeme in der Lebenswelt, die wir betrachten, eine virtuelle Intelligenz bereitstellt, die auf jedes der beteiligten Systeme zugerechnet werden kann und doch in keiner von ihr restlos aufgeht. Ganz abgesehen davon, dass eine Lebenswelt in keiner Operation eines Systems aufgeht, sondern grundsätzlich durch einen Überschusssinn gekennzeichnet ist, der so und anders reduziert werden kann (Lévi-Strauss 1978 [1950], 39–40; Luhmann 1984, 93–94), ist die Intelligenz jeder einzelnen beteiligten kognitiven Einheit auf die Intelligenz aller Einheiten angewiesen. Eben das definiert ihre Virtualität. Eine Lebenswelt kann als die rekursive Form aufeinander bezogener Intelligenzen verstanden werden, deren Struktur, Form und Netzwerk ebenso sehr als System- wie als Vernetzungsleistung zu verstehen ist.

Diese rekursive Form der Lebenswelt, komponiert aus den rekursiven Formen der beteiligten Systeme in ihren Kommunikations- und Kontrollbeziehungen zum einen und dem Überschusssinn aus der Erfahrung bisheriger und Erwartung weiterer Rekursionen, kann man anschreiben. Ich nutze dazu die Notation des Indikationenkalküls Spencer-Browns, die es ermöglicht, ineinander verschachtelte Unterscheidungen anzuschreiben, die jeweils als Unterscheidungen eines Beobachters zu verstehen sind.⁴ Eine soziologische (so) Beobachtung einer Lebenswelt virtueller Intelligenzen (VI) hat somit die folgende Form (*Lebenswelt^{VI}_{so}*) aufeinander bezogener sozialer, lebender, neuronaler, psychischer und künstlicher Systeme:

Diese Konzeption einer Lebenswelt virtueller Intelligenzen schließt an Husserls (1982 [1935], 54) Begriff der Lebenswelt im Sinne einer „vorgegebenen Welt als Horizont aller sinnvollen Induktionen“, als „Welt aller bekannten und unbekannten Realitäten“, als „Welt der erfahrenden Anschauung“ an, behauptet jedoch nicht deren natürliche Evidenz, sondern nimmt Motive ihrer sozialen und darunter wissenschaftlichen Gestaltung, die Husserl ausschließen wollte, mit in den Begriff auf. Wie bei Husserl kommt es auch in diesem erweiterten Begriff der Lebenswelt darauf an, die „Idealisierungen“ einer abstrahierenden Wissenschaft nicht einfach hinzunehmen, sondern in ein Verhältnis zur Wirklichkeit

⁴ Siehe zu einer Lektüre des Spencer-Brown’schen Indikationenkalküls im Kontext philosophischer und soziologischer Überlegungen Baecker (2013).

zu setzen, von der abstrahiert wird.⁵ Doch der Gedanke, dass „was immer wir kunstlos oder als Kunst tun“ (Husserl 1982 [1935], 54) das Wesen der anschaulich erfahrbaren Welt nicht verändert, wird aufgegeben. Uns interessiert eine Lebenswelt, die sozial, kulturell und technisch variiert werden kann, weil alles dafür spricht, dass der Mensch ebenso wie seine Lebenswelt in genau diesem Sinne „plastisch“ sind (Gehlen 1986 [1956], 73).

Im tiefsten Raum (s_5) der Gleichung steht die doppelte Kontingenz. Die Begegnung mit anderen macht die Lebenswelt zur Lebenswelt. Die anderen handeln anders und sie erleben anders (Luhmann 1981). Beides ist Teil der doppelten Kontingenz. Weder Handeln noch Erleben lässt sich vorhersagen. Das Handeln und Erleben jedes einzelnen Individuums wird von beidem bestimmt, vom eigenen Handeln und Erleben und vom Erleben und Handeln der anderen. Eben deswegen ist „Kommunikation“ der Grundbegriff der Beschreibung doppelt-kontingenter sozialer Systeme und eben deswegen ist „Kontrolle“ eine Form der Beschreibung und Formatierung der eigenen riskanten Einsätze im Spiel der Reduktion und Steigerung doppelter Kontingenz.⁶ Die virtuelle Intelligenz einer Lebenswelt sozialer Systeme liegt darin, dass die prinzipielle Freiheit der beteiligten Individuen nicht nur zur Kenntnis genommen, sondern als Modus der Bearbeitung der sozial generierten Komplexität auch gefordert wird. Die Virtualität der Intelligenz bezieht sich in diesem Zusammenhang auf die Möglichkeit der Wahl von Zuschreibungsadressen. Man kann nicht nur verschiedenen Individuen, sondern auch je nach Bedarf und Anhaltspunkten ihrem Handeln oder ihrem Erleben zurechnen, was man in der Situation für typisch, für bewältigbar oder auch für thematisierbar hält.

Doch bereits im nächsten Raum, s_4 , steht die Erregbarkeit lebender Systeme, ohne die Handeln und Erleben keine physischen Anhaltspunkte hätten, wie frei interpretiert, unterschiedlich imaginiert und symbolisiert auch immer diese Anhaltspunkte in Verhalten, Sprache, Normen und Institutionen aufgegriffen werden. Die gängige wissenschaftliche Praxis, alle Phänomene aus einer Beschreibung zu streichen, die ubiquitär sind und sich von selbst verstehen, würde hier in die Irre führen. Lebende Systeme sind nicht als Konstanten, sondern in ihrer Variabilität und Plastizität an der wechselseitigen Konditionierung aller genannten Systeme beteiligt. Körperlichkeit ist in jeder denkbaren Lebenswelt nicht nur ein wahrnehmbarer Anhaltspunkt für die Anwesenheit oder Abwesenheit von Adressaten der Kommunikation und Trägern von Erleb-

⁵ Siehe mit einem ähnlich gelagerten Versuch der lebensweltlichen Rekonstruktion von Mathematik Lakoff und Núñez (2000).

⁶ Davon handelt gute Soziologie seit Goffman (1959).

nisfähigkeit, sondern über Eigenschaften wie Ruhe oder Nervosität, Konzentration oder Zerstreuung, Annäherung oder Entfernung ein unverzichtbarer Stimulus für die sich selbst erforschende Intelligenz einer Situation.

Die Erregbarkeit lebender Systeme ist von den Antizipationen, Erwartungen und Mustern zu unterscheiden, die das Gehirn im Kontext seiner organischen Irritation produziert, um den Körper im Verhältnis zur Welt und umgekehrt zu positionieren. Die Lebenswelt der virtuellen Intelligenz ist eine Lebenswelt, die auf der Ebene neuronaler Systeme daran interessiert ist, das Vertraute vom Unvertrauten zu unterscheiden und Letzteres entweder zu fliehen oder so lange zu betrachten, bis Vertrautes an ihm sichtbar wird. Die Prädiktion steht im Raum s_3 unserer Formgleichung. Sie wird von den Differenzen sozialer Systeme ebenso versorgt wie von den Differenzen lebender Systeme und ist mit nichts anderem beschäftigt, als diese in eigene Differenzen zu übersetzen.

Erst dann, wenn die Irritation ihren Dienst getan und die Prädiktion sich orientiert hat, kommen Intentionen zum Zuge, die im Raum s_2 einem Bewusstsein zugeschrieben werden können. Diese Intentionen ergeben sich ebenso wenig kausal aus Irritation und Prädiktion, wie die Prädiktion aus dem Typ der Irritation einfach abgeleitet werden könnte. Wir haben es mit inkommensurablen Systemen zu tun, die einander ihre Komplexität zur Verfügung stellen, ohne sich wechselseitig determinieren zu können. Die Intentionen des Bewusstseins ergeben sich aus diesem selbst und sind auf dieser Ebene durch Irritation und Prädiktion, aber ebenso durch die doppelte Kontingenz der sozialen Umwelt und durch die Korrelationen, mit denen die Technik konfrontiert, vielfach, aber eben nicht eindeutig beeinflusst.

Künstliche Systeme im Raum s_1 unterfüttern dieses Stelldichein selbstreferentiell operierender Systeme mit mehr oder minder überraschenden Korrelationen, die aus statistischen Bestandsaufnahmen ausgewählter, aber massenhafter Ereignisse gewonnen werden. Die Digitalisierung treibt diese Möglichkeit in ungeahnte Höhen (Kurz und Rieger 2011; Kucklick 2014), aber unsere Lebenswelt ist schon immer mit Techniken durchsetzt, die sich zwar nicht als System formiert haben, aber dennoch jede Art von Räumlichkeit und Zeitlichkeit mit Bezugspunkten angereichert haben, die für lebende, neuronale, psychische und soziale Systeme zu neuen Orientierungen geführt haben. Man denke nur an Architektur, Energie, Nahrung und Maschinen aller Art. Die virtuelle Intelligenz dieser Räume, Apparate und Versorgungsmittel steckt nicht in ihrer Materialität, sondern in ihrem Design und muss insofern als ausgelagertes Ergebnis der Erfindung von Architekten, Logistikern, Händlern und Gestaltern gelten, aber das ändert nichts daran, dass sie die der Lebenswelt verfügbare Intelligenz tiefgreifend verändert haben. Insofern ist das aus der Statistik bekannte und vom Maschinenlernen neu aufgegriffene Prinzip der Analyse möglicher Korrelationen

von Gegenständen, Ereignissen und Situationen verallgemeinerbar, um jegliche Technisierung der Lebenswelt zu erfassen.

Die Außenseite der Form, s_o , bleibt unmarkiert. Aus der Sicht einer soziologischen Theorie der Lebenswelt virtueller Intelligenzen werden hier nicht mehr die Schöpfung, die Natur oder eine Philosophie der Geschichte, sondern die Evolution eingesetzt. Sie steht im *unwritten cross* dieser Gleichung, weil sie ihrerseits keine Regeln, keine Richtung und keinen Sinn vorgibt, sondern als unbestimmtes und nichtsdestoweniger empirisch höchst prägnantes Ergebnis des bis dato erfolgreichen Spiels der wechselseitigen Anregung selbstreferentieller Systeme zu verstehen ist.

7

Die These lautet, dass wir es in der Lebenswelt virtueller Intelligenz mit sich wechselseitig konditionierenden Systemen in deren Umwelten zu tun haben, deren Operationen zwischen der Markierung ihrer selbst (Selbstreferenz) und der Wahrnehmung ihrer Umwelt (Fremdreferenz) oszillieren. Mit Luhmann (2017 [1998]) können wir von einer Form sprechen, die ihre eigene Intransparenz kontrolliert.

Virtuelle Intelligenz ist Rekursivität höherer Ordnung. Intelligent ist an ihr eine Verknüpfung, die immer auch eine Problemlösung enthält. Als „power of appropriate selection“ hat W. Ross Ashby (1981 [1961], 295) Intelligenz definiert. Und virtuell ist der Zugriff auf fremde Instanzen und fremde Komplexität, die für den Moment genutzt und wieder losgelassen werden. Wir haben es mit einer Konditionierung von Konditionierungen zu tun, die eine Lebenswelt hervorbringt, die weder als natürlich noch als künstlich zu verstehen ist. Sie ist beides, aber vor allem funktioniert sie. Sie ist das Ergebnis einer organischen, neuronalen, psychischen, sozialen und maschinellen Evolution, deren Variations-, Retentions- und Selektionsmechanismen über das Netzwerk aller Systeme greifen und die Form ihrer Ausgestaltung definieren.

Literatur

Ashby, W. Ross. „Requisite Variety and Its Implications for the Control of Complex Systems“. *Cybernetica* 1.2 (1958): 83–99.

Ashby, W. Ross. „What Is An Intelligent Machine?“. Ders., *Mechanisms of Intelligence: Ross Ashby's Writings on Cybernetics*. Hg. Roger Conant. Seaside, CA: Intersystems, 1981. 295–306.

- Baecker, Dirk. *Beobachter unter sich: Eine Kulturtheorie*. Berlin: Suhrkamp, 2013.
- Baecker, Dirk. *Neurosoziologie: Ein Versuch*. Berlin: Suhrkamp, 2014.
- Bateson, Gregory. *Geist und Natur: Eine notwendige Einheit*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1982.
- Bateson, Gregory. *Steps to an Ecology of Mind*. Reprint Chicago: Chicago University Press, 2000 [1972].
- Blumenberg, Hans. „Ernst Cassirers gedenkend“. Ders., *Wirklichkeiten in denen wir leben: Aufsätze und eine Rede*. Stuttgart: Reclam, 1981. 163–172.
- Blumenberg, Hans. *Zu den Sachen und zurück*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 2002.
- Boschung, Urs. „Irritabilität, Reizbarkeit“. *Enzyklopädie Medizingeschichte*. Hg. Werner E. Gerabek, Bernhard D. Haage, Gundolf Keil und Wolfgang Wegner. Berlin: De Gruyter, 2005. 681–682.
- Cannon, Walter B. *The Wisdom of the Body*. rev. und erw. Aufl. New York: Norton, 1963.
- Denning, Peter J. „Virtual Memory“. *ACM Computing Surveys* 2.3 (1970): 153–189.
- Denning, Peter J. „Before Memory Was Virtual“. In *the Beginning: Recollections of Software Pioneers*, Hg. Robert Glass. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 1997 (zit. online <http://denninginstitute.com/pjd/PUBS/bvm.pdf>; 17. April 2020)
- Derrida, Jacques. „Die différance“. Ders., *Die différance: Ausgewählte Texte*. Hg. Peter Engelmann. Stuttgart: Reclam, 2004 [1968]. 110–149.
- Domingos, Pedro. *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. New York: Basic Books, 2015.
- Freud, Sigmund. *Entwurf einer Psychologie*. *Gesammelte Werke, Nachtragsband: Texte aus den Jahren 1885 bis 1938*. Hg. Angela Richards. Frankfurt a.M.: Fischer Tb., 1999 [1895]. 387–477.
- Frith, Chris. *Making Up the Mind: How the Brain Creates Our Mental Worlds*. London: Blackwell, 2007.
- Gehlen, Arnold. *Urmensch und Spätkultur: Philosophische Ergebnisse und Aussagen*. 5. Aufl. Wiesbaden: Aula, 1986 [1956].
- Goffman, Erving. *The Presentation of Self in Everyday Life*. New York: Anchor Books, 1959.
- Goldstein, Kurt. *Der Aufbau des Organismus: Einführung in die Biologie unter besonderer Berücksichtigung der Erfahrungen am kranken Menschen*. Hg. Thomas Hoffmann und Frank W. Stahnisch. Paderborn: Wilhelm Fink, 2014 [1934].
- Hagner, Michael. *Homo cerebialis: Der Wandel vom Seelenorgan zum Gehirn*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 2008.
- Heider, Fritz. *Ding und Medium*. Nachdruck Berlin: Kulturverlag Kadmos, 2005 [1926].
- Husserl, Edmund. *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie: Eine Einleitung in die phänomenologische Philosophie*. 2. verb. Aufl. Hamburg: Meiner, 1982 [1935].
- Husserl, Edmund. *Logische Untersuchungen*. Hamburg: Meiner, 2009 [1900/01].
- Kucklick, Christoph. *Die granulare Gesellschaft: Wie das Digitale unsere Wirklichkeit auflöst*. Berlin: Ullstein, 2014.
- Kurz, Constanze, und Frank Rieger. *Die Datenfresser: Wie Internetfirmen und Staat sich unsere persönlichen Daten einverleiben und wie wir die Kontrolle darüber zurückerlangen*. Frankfurt a.M.: S. Fischer, 2011.
- Lakoff, George, und Rafael E. Nuñez. *Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. New York: Perseus Books, 2000.
- Leifer, Eric A. *Actors as Observers: A Theory of Skill in Social Relationships*. New York: Garland, 1991.
- Lévi-Strauss, Claude. „Einleitung in das Werk von Marcel Mauss“. Marcel Mauss, *Soziologie und Anthropologie*. Bd 1. Frankfurt a.M.: Ullstein, 1978 [1950]. 7–41.

- Luhmann, Niklas. „Handeln und Erleben“. Ders., *Soziologische Aufklärung 3: Soziales System, Gesellschaft, Organisation*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1981. 67–80.
- Luhmann, Niklas. *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1984.
- Luhmann, Niklas. „Die Autopoiesis des Bewußtseins“. *Soziale Welt* 36.4 (1985): 402–446 (erweiterte Fassung in: *Selbstthematization und Selbstzeugnis: Bekenntnis und Geständnis*. Hg. Alois Hahn und Volker Kapp. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1987. 25–94).
- Luhmann, Niklas. „Haltlose Komplexität“. Ders., *Soziologische Aufklärung 5: Konstruktivistische Perspektiven*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1990. 59–76.
- Luhmann, Niklas. „Probleme mit operativer Schließung“. Ders., *Soziologische Aufklärung 6: Die Soziologie und der Mensch*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1995. 12–24.
- Luhmann, Niklas. „Die Kontrolle von Intransparenz“ [1998]. Ders., *Die Kontrolle von Intransparenz*. Hg. Dirk Baecker. Berlin: Suhrkamp, 2017. 96–120.
- Newell, Allen, und Herbert A. Simon. „Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search“. *Communications of the ACM* 19 (1976): 113–126.
- Northoff, Georg, und Kristina Musholt. „Können wir unser eigenes Gehirn als Gehirn erkennen?“ *Akteur Gehirn – oder das vermeintliche Ende des handelnden Subjekts: Eine Kontroverse*. Hg. Jo Reichertz und Nadia Zaboura. Wiesbaden: VS Verlag Sozialwissenschaften, 2006. 19–30.
- Northoff, Georg. *Unlocking the Brain, Bd 1: Coding*. Oxford: Oxford University Press, 2013.
- Northoff, Georg. *Unlocking the Brain, Bd 2: Consciousness*. Oxford: Oxford University Press, 2014.
- Park, Robert E., Ernest W. Burgess und Roderick D. McKenzie. *The City*. Chicago: Chicago University Press, 1967 [1925].
- Parsons, Talcott et al. „Some Fundamental Categories of the Theory of Action: A General Statement“. *Toward a General Theory of Action*. Hg. ders. und Edward A. Shils. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1951. 3–29.
- Rieger, Stefan, und Dawid Kasproicz (Hg). *Handbuch Virtualität*. Berlin: Springer, 2020.
- Rieger, Stefan. *Kybernetische Anthropologie: Eine Geschichte der Virtualität*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 2003.
- Simon, Josef. *Kant: Die fremde Vernunft und die Sprache der Philosophen*. Berlin: De Gruyter, 2003.
- Spencer-Brown, George. *Laws of Form*. 5. intern. Ausgabe. Leipzig: Bohmeier, 2008 [1969].
- von Foerster, Heinz. „Prinzipien der Selbstorganisation im sozialen und betriebswirtschaftlichen Bereich“. Ders., *Wissen und Gewissen: Versuch einer Brücke*. Hg. Siegfried J. Schmidt. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1993. 233–268.
- von Foerster, Heinz. *Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition*. New York: Springer, 2003.
- von Helmholtz, Hermann. *Handbuch der physiologischen Optik*. 2., umgearb. Aufl. Hamburg: L. Voss, 1896.
- White, Harrison C. *Identity and Control: A Structural Theory of Action*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1992.
- White, Harrison C. *Identity and Control: How Social Formations Emerge*. 2. Aufl. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2008.
- Wiener, Norbert. *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*. 2. Aufl. Cambridge, MA: MIT Press, 1961.
- Wittgenstein, Ludwig. *Tractatus logico-philosophicus*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1963 [1921].