

# Die Materie der Kybernetik

## Über Kommunikation in organisch-mechanischen Verbindungen

# The Matter of Cybernetics

## On Communication in Organic-Mechanical Relations

Athanasios Karafillidis

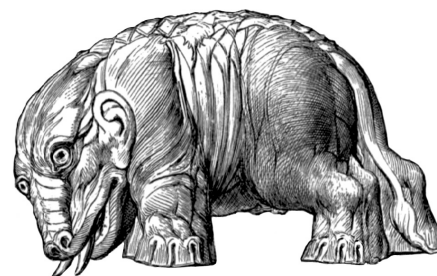
### Abstract:

The article contends that cybernetics has a material concept of communication, which is pertinent to construe and model organic-mechanical relations. Construction and design of the latter traditionally dwells in the domains of Artificial Intelligence and Human-Computer-Interaction. Somewhat removed the real utopia of cyborgs emerged simultaneously, then quickly lost its technical significance and was later rediscovered as a concept for reflecting upon hybrid couplings in the social sciences. These three empirical forms of devising and considering organic-mechanical relations ultimately originate in cybernetics, its intimate connection to communication and its specific relation to matter. However, cybernetics has been criticized to be a mere control regime and an immaterial science of regulation. The Agential Realism of Karen Barad is thus deployed to render these reductions unwarranted and to display the lost material and subversive dimension of cybernetics. The cybernetic concept of communication then turns out to be the discursive-material event per se. Finally, a methodology is sketched that frames organic-mechanical hybrids as support relations within communication processes.

**Schlagworte:** Kybernetik, Künstliche Intelligenz, Cyborgs, Neuer Materialismus (technische) Unterstützung/Assistenz

**Keywords:** Cybernetics, Artificial Intelligence, Cyborgs, New Materialism, (technical) Support/Assistance

**Athanasios Karafillidis**, Dr. phil., studied sociology at the University of Wuppertal and received his Phd from the University of Witten/Herdecke. In his thesis he developed a theory of social forms, which allows to model indeterminate processes of communication and difference. Currently he works as a post-doc at the Helmut-Schmidt-University in Hamburg in the faculty of engineering and is preoccupied with the design and contexts of wearable technical systems, i.e. exoskeletons and other human-machine-hybrids. **E-Mail:** [karafillidis@hsu-hh.de](mailto:karafillidis@hsu-hh.de)



Technik sucht die Nähe des menschlichen Körpers. **[1]** Seit der Durchsetzung des Personal Computer und seiner anschließenden Vernetzung in den 1990er Jahren vermehren sich Technologien, die den individuellen Körper im Nahfeld umgeben, direkt am Körper tragbar sind oder sogar in ihn implantiert werden können. Beispiele sind Ambient Assisted Living/Smart Home, Serviceroboter, Fahrassistenten, Smart Watch, Fitnessarmbänder, Neuroimplantate oder Exoskelette (Guizzo/Goldstein 2005; Starner 2014; Weidner et al. 2015, S. 185ff.; Kleine 2016; Sahinol 2016; Bischof 2017). Man spricht auch von *assistive technologies*. Das ist das konzeptionelle Dach, unter dem diese Technologien in zahlreichen Disziplinen diskutiert und konstruiert werden. Angesichts der rasanten Ausbreitung dieser Technologien wird bereits vermutet, dass wir in einer „assistiven Gesellschaft“ leben oder zumindest auf dem Weg dorthin sind (Biniok/Lettkemann 2017).

Eine soziologische Aufbereitung dieser Entwicklungen muss in Rechnung stellen, dass mit assistiven Technologien spezielle Formen einer körperlichen Einheit von Menschen und Artefakten möglich werden. Hybride Akteure sind zwar keine neue Entdeckung, aber sie werden meist vorschnell für eine robuste Einheit gehalten, mit der sich im Sinne eines weiteren Akteurstyps rechnen lässt. Ihre Produktion und Reproduktion verläuft jedoch alles andere als reibungslos, wie ein Blick in die Labore der Technikentwicklung rasch zeigt. Es geht hier daher um die Frage der starken und schwachen Wechselwirkungen, die Hybride zusammenhalten oder scheitern lassen.

Antworten auf solche Fragen zu hybriden organisch-mechanischen Verbindungen werden vor allem in drei Bereichen gesucht: *Artificial Intelligence*, *Human-Computer-Interaction* und *Cyborgs*. Alle drei haben ihren wissenschaftlichen Ursprung in der Kybernetik, deren Programm es ist, den *Unterschied* von Organismus und Maschine zu unterlaufen, um ihre *Unterscheidung* – also die Varianz der durch ihre Differenz gestifteten Möglichkeiten des Zusammenhangs – verstehen zu können. Diesem Programm sind die drei genannten Konzeptionen hingegen nur am Rande gefolgt, weil sie den dafür notwendigen Begriff der Kommunikation exklusiv der Nachrichtentechnik überlassen haben und deshalb bei der Vorstellung geblieben sind, dass es um die Inter-Aktion zwischen zwei getrennten Einheiten geht. So hat sich auch das zwar technisch erfolgreiche, aber sozial vereinfachte Sender-Empfänger-Modell der Kommunikation etabliert. Das ändert sich mit der Kybernetik zweiter Ordnung und der soziologischen Systemtheorie (von Foerster 1980,1993; Luhmann 1984). Aber in den Konzeptionen der Mensch-Technik-Interaktion dominiert noch immer ein nachrichtentechnisches Kommunikationsverständnis, das für eine Lücke zwischen Mensch und Technik sorgt, die mit Interaktion gefüllt werden muss, obwohl sich schon längst die Frage der Mensch-Technik-Integration stellt.

Wenn hier von Kybernetik und Kommunikation im Zusammenhang mit Technikentwicklung die Rede ist, so ist damit nicht die Suche nach einer gemeinsamen Sprache gemeint, die womöglich interdisziplinäre Kollaboration erleichtern kann – eine Hoffnung, die so alt ist wie die Kybernetik selbst. **[2]** Es geht nicht um Kommunikation *zwischen* Systemen, also beispielsweise zwischen Disziplinen oder zwischen Mensch und Maschine, sondern um

**[1]** Die folgenden Überlegungen sind zuerst im Rahmen des Workshops „Die Soziologie und die Neuen Materialismen“ im Januar 2016 an der TU München vorgestellt worden. Ich bedanke mich bei den Organisatoren Katharina Hoppe und Benjamin Lipp sowie allen Teilnehmer\_innen, insbesondere Ignacio Farías, Thomas Lemke und Jan-Hendrik Passoth, für die hilfreichen Anmerkungen und Kommentare. Die kritische Diskussion einer früheren Fassung verdanke ich André Armbruster. Ein Dank auch an die anonymen Gutachter für die wertvollen Hinweise.

**[2]** Die Kybernetik ist ein historisch einzigartiges inter- bzw. transdisziplinäres Unternehmen, weil sie die Gesellschaft seit Ende der 1940er Jahre nicht nur wissenschaftsintern, sondern auch kulturell und technologisch geprägt hat. Sie hat deshalb in vielen Disziplinen deutliche Spuren hinterlassen (Weber 2005), so dass auch die Hoffnung auf eine möglicherweise einende Sprache nicht unberechtigt ist. Siehe zu den Herausforderungen der Interdisziplinarität Weber (2010) und Jungert et al. (2010) und zur disziplinübergreifenden Kooperation in der Kybernetik im Speziellen Meister/Lettkemann (2004).

Kommunikation *in* Systemen. Ein Unterstützungssystem, das aus materiell heterogenen, nämlich sowohl organischen als auch mechanischen und soziokulturellen Komponenten besteht, ist dann ein System, das kommunikativ operiert.

Diese Behauptung ist soziologisch ungewöhnlich, weil Kommunikation, auch bei Niklas Luhmann, auf zwischenmenschliche Beziehungen beschränkt wird. Ein kybernetisch-unterscheidungstheoretischer Begriff von Kommunikation hebt diese Beschränkung auf. Das bedeutet allerdings, dass das Verhältnis von Kommunikation und Materie neu bestimmt werden muss. Die Materialität der Kommunikation wird üblicherweise außerhalb kommunikativer Operationen verortet, also in materiellen Bedingungen ihrer Möglichkeit, wie beispielsweise organischen Strukturen, Körpern, Texten oder technischen Medien (Gumbrecht/Pfeiffer 1988). Genau an diesem Punkt ergibt sich deshalb für die soziologische Theorie, aber auch für die Praxis der Entwicklung technischer Artefakte, ein relevantes Problem, nämlich inwiefern Kommunikation nicht nur von Materie umgeben und auf ein materielles Substrat angewiesen ist, sondern selbst eine materielle Differenz bezeichnet. Die kybernetischen Ursprünge des Begriffs deuten bereits darauf hin, dass Kommunikation materiell verstanden wird, aber das wird erst richtig deutlich, wenn man den neuen Materialismus konsultiert, und zwar insbesondere in Gestalt des agentiellen Realismus von Karen Barad (2003; 2012). Angesichts dieser Überlagerung von Kybernetik und neuem Materialismus ergibt sich dann unausweichlich die These, *dass Kommunikation ein materielles Ereignis bezeichnet*.

Der Text entfaltet diese These in drei Schritten. Zunächst werden die drei kybernetischen Abkömmlinge *Artificial Intelligence*, *Human-Computer-Interaction* und *Cyborgs* genauer betrachtet, um die für das Argument wichtigen Sichtweisen dieser Ansätze herauszuarbeiten. Ihre Betrachtung ist auch deshalb wichtig, weil sie noch heute die Technikentwicklung und Beobachtung in den Bereichen Robotik und technische Interfaces prägen. Anschließend wird mit Hilfe des agentiellen Realismus von Karen Barad gezeigt, dass Kybernetik und Systemtheorie keine immaterielle Regelungswissenschaft sind, sondern ein zentrales materialistisches Moment haben. Kommunikation im kybernetischen Sinne bezeichnet sogar das materiell-diskursive Ereignis schlechthin. Abschließend wird knapp skizziert, wie auf dieser Grundlage eine (konstruktive) Untersuchung von hybriden Verbindungen vorgehen kann. Dazu gehört die methodische Aufforderung, die Relation von Mensch und Maschine als Unterstützung zu begreifen. Unterstützung wird dann zugleich als Phänomen betrachtet und als Begriff verwendet. Damit werden in der Technikentwicklung *Situationen der Unterstützung* ins Zentrum gerückt.

Die folgenden Überlegungen haben den Anspruch, die Materie der Kybernetik/Systemtheorie durch Barads Argumente grundlegend sichtbar zu machen. Das erfordert eine theoretische Argumentation, die sich nicht mit schnellen Analogien und sparsamen Hinweisen auf Ähnlichkeiten begnügen kann. Dabei wird das Verhältnis der involvierten Ansätze zudem symmetrisch behandelt, was den Aufwand nicht unbedingt verringert. Es geht mit anderen Worten nicht darum, Kybernetik und neue Materialismen gegeneinander

auszuspielen, um am Ende einen Sieger zu küren oder den einen richtigen Weg der Untersuchung von organisch-mechanischen Verbindungen zu benennen. Denn so aufwändig die Argumentation erscheint, so sparsam ist dann doch das zu bearbeitende Problem: zu demonstrieren, dass Kommunikation ein materielles Ereignis bezeichnet.

Dies zeigen zu wollen hängt unmittelbar mit dem Versuch zusammen, die Soziologie mit weiteren Möglichkeiten auszustatten, in aktuelle Prozesse der Beobachtung, Gestaltung und Konstruktion von technischen Artefakten der Unterstützung zu intervenieren – auch wenn ihre traditionelle fachliche Identität durch diese Herangehensweise zeitweilig unkenntlich werden kann.

## I. Klassische Formen der Kopplung organischer Körper und technischer Vorrichtungen

Sofern wir unser aktuelles Wissen über menschliche Wirbeltiere und ihre Entwicklung auf diesem Planeten zugrunde legen, ist ihre Verbindung zur Technik nicht bloß optional, sondern notwendig. Ihre Abhängigkeit voneinander ist total. Sie beginnt spätestens mit Werkzeug, Kleidung und Behausungen. Sie äußert sich durch diese eher körpernahen, lokalen Artefakte genauso wie in den heutigen Infrastrukturen der regionalen oder globalen Energieversorgung, ohne die das gegenwärtige Leben auf der Erde undenkbar ist. Diese lokalen wie globalen Artefakte ebenso wie ihre Nutzung, die Verfahren ihrer Herstellung und die menschliche Art mit ihnen organisch und mental umzugehen – und nur die Versammlung dieser Aspekte kann Technik heißen – lässt sich nicht wegdenken, ohne Menschen in der uns bekannten Form ebenfalls verschwinden zu lassen. Das nackte menschliche Leben ist also kein Urzustand, zu dem dann historisch irgendwann Technik hinzutritt, sondern ist vielmehr eine Bezeichnung für das unbestimmte Residuum nach einer Subtraktion der Artefakte. Das nackte Leben kann deshalb nur ein temporärer Zustand sein. Es verhindert auf Dauer das Überleben.

Wenn die phylogenetische Bedeutung dieser Verschränkung zwischen menschlich-organischen und technisch-mechanischen Komponenten derart radikal ist, dann ist es durchaus verwunderlich, dass die wissenschaftliche Diskussion dazu vergleichsweise jung ist. Vermutlich hat vor allem die klassische Differenzierung zwischen Technikentwicklung und Wissenschaft eine Einsicht in diesen Zusammenhang lange Zeit erschwert. [3] Die noch heute maßgebliche Aufteilung zwischen dem Künstlichen und dem Natürlichen geht ebenfalls darauf zurück (Simon 1996). Mit dem einen beschäftigt sich das *Engineering*. Dort steht die Frage im Zentrum, wie Dinge gemacht werden sollen, um einen bestimmten Zweck erfüllen zu können. Mit dem anderen befasst sich die *Wissenschaft*, in der es um die Erkenntnis darüber geht, wie die natürliche Welt beschaffen ist.

Am Ende der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts intervenierte durch das Auftauchen der Kybernetik jedoch ein Ereignis, das es unmöglich gemacht hat, die vertrackte Frage der Beziehung von Technik und Menschen, von künstlich Erzeugtem und natürlich Gegebenem, von organisch-kolloidalen und mechanisch-elektrischen Komponenten weiter zu ignorieren (Hörl/Hagner

[3] Zwar sind wir bekanntlich noch nie modern gewesen, so dass diese Trennung nie vollkommen war (Latour 1991), aber zumindest haben wir lange genug so getan, dass daraus beobachtbare strukturelle Besonderheiten entstanden sind.

2008). Es war der Moment, als die ersten rechnenden und programmierbaren Maschinen auftauchten und Fähigkeiten zeigten, die aufgrund der sonst üblichen, klaren Trennung von natürlichem Mensch und künstlicher Technik bisher als typisch menschlich betrachtet wurden: auf die eigene Umwelt reagieren, Entscheidungen treffen, Probleme lösen, lernen oder gar denken. Für das damit aufgekommene Interesse an der Relation Mensch/Technik beziehungsweise Mensch/Maschine war nicht entscheidend, ob die neuen Maschinen das wirklich alles konnten oder ob sie zu Menschäquivalenten werden, sondern vielmehr, dass zum ersten Mal Artefakte konstruiert worden sind, die für Beobachter so etwas wie ein Verhalten zeigten (Rosenblueth et al. 1943) – und zwar ein *Verhalten*, das zielgerichtet, aber nicht vollkommen prognostizierbar war. Es wurden also technisch determinierte Maschinen gebaut, die im Spiel mit ihren Umwelten kausal nicht-determiniertes Verhalten zeigten (Pickering 2010). [4]

Diese Erkenntnis und die damit verbundenen Möglichkeiten haben das Verhältnis von Mensch und Technik wissenschaftlich und kulturell völlig neu bestimmt. Das kybernetische Projekt hat die zuvor lange Zeit etablierte Trennung zwischen Wissenschaft und Design, *zwischen Analyse und Synthese von Materie*, ignoriert. Die Unterscheidung von Organismen und Maschinen wurde zwar getroffen, aber auch gezielt unterlaufen, weil die Kybernetik ihre wesentlichen Einsichten nicht auf die Differenz ihrer materiellen (oder besser: stofflichen) und energetischen Beschaffenheit gegründet hat, sondern auf ihren Zusammenhang: hier haben Kommunikation, Information und Kontrolle ihren empirischen Sinn und ihren begrifflichen Ursprung.

### *HCI und AI*

Im Bereich der Technikentwicklung bekommt die Kybernetik schon aus historischen Gründen ein besonderes Gewicht – vor allem, weil die drei traditionellen Felder, in denen es um die Konstruktion, Gestaltung und Reflexion von hybriden, organisch-mechanischen Verbindungen geht, alle ihren Ursprung alle in der Kybernetik haben. Das sind zum einen die beiden eng verbundenen und in gewisser Weise konkurrierenden Bereiche der *Artificial Intelligence* (AI) und der *Human-Computer-Interaction* (HCI), deren Forschungsergebnisse und abgeleiteten Prinzipien die Entwicklung von Computern, Robotern und künstlichen Intelligenzen seit Beginn der 1960er Jahre folgt (Markoff 2015). Zum andern, eher lose daran gekoppelt, sind es Cyborgs, die ursprünglich als reale Möglichkeit konzipiert wurden, sich später allerdings vornehmlich als Feld der sozialwissenschaftlichen und popkulturellen Reflexion der Kopplung von Organismen und technischen Artefakten etabliert haben. Viele technische Artefakte, die zur Unterstützung von Handlungen oder körperlichen Funktionen entwickelt werden (zum Beispiel Hörgeräte, Implantate, Augmented Reality, Sprachsteuerung) werden heute als eine Realisierung der Idee des Cyborgs beobachtet und bewertet (Suchman 2007, 271ff.; Rose 2014, 23ff.).

Die Kybernetik ist zwar der gemeinsame Ursprung dieser drei großen historischen Formen der Verschränkung zwischen Mensch und Technik, aber die Bedingung der Möglichkeit ihres technischen Erfolgs war eine

[4] Das ist natürlich nicht derjenige Teil der Forschung gewesen, der dann technologisch und wirtschaftlich ausgebeutet wurde. Einen unberechenbaren Computer wollte niemand haben.

Zerschlagung der kybernetischen Einheit von Wissenschaft und Technik, von *science* und *engineering*. Die Möglichkeiten der Entwicklung technischer Artefakte wurde von den strittigen wissenschaftlichen Fragen zu Komplexität, Zirkularität und Selbstorganisation wieder getrennt. [5] Die Kritik der Kybernetik als immaterielle Regelungs- und Steuerungswissenschaft (Hayles 1999, 2) sowie als ideeller Ursprung heutiger Kontrollregime (Wiedemann 2016, 27ff.) ist insofern nicht ganz unbegründet, ignoriert aber diesen Punkt [6] und überlässt der ingenieurstechnisch-kausalistischen Kybernetik wie sie am *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) betrieben und propagiert worden ist die Diskurshegemonie. [7] Viele Kritiken orientieren sich deshalb eher an Bildern „kybernetischer“ Utopien als an der kybernetischen Forschung selbst. Die eminent materielle und subversive Bedeutung von Kybernetik wird auf diese Weise heruntergespielt. Cyborgs, AI und HCI nehmen in diesem Zusammenhang eine ambivalente Position ein: Sie sind als kybernetische Spin-offs zunächst ein Beweis dafür, dass die Kybernetik sehr konkrete materielle Arrangements hervorbringt. Zugleich sind sie in ihrer MIT-Version und mit dem dort gepflegten kognitivistischen Paradigma ohne Zweifel mit verantwortlich für das technisch trivialisierte Bild von Kybernetik (und von Kognition als Symbolverrechnung), das heute mit der Kybernetik selbst verwechselt wird (Varela 1990).

Die Reduktion der Kybernetik auf technische Machbarkeit zeigt schnelle, nachweisbare Erfolge. Die zentralen epistemologischen und ontologischen Herausforderungen der Kybernetik haben die meisten Ingenieure nicht sonderlich beschäftigt. Nachrichtentechnik, Maschinensteuerung, Regelkreise und Automatisierung voranzutreiben ist von Haus aus attraktiver gewesen. Wenn man heute das ingenieurstechnische Erbe der Kybernetik sucht, wird man es in diesen Feldern finden. Allerdings sind auch spezifisch „kybernetische“ Forschungsbereiche in den Ingenieurwissenschaften entstanden, insbesondere Künstliche Intelligenz und Mensch-Computer-Interaktion. Sie sind die kulturell augenscheinlichsten Erben der Kybernetik und prägen nun seit mehr als fünf Jahrzehnten die gesellschaftliche Sicht auf neue Technologien und Digitalisierung (Markoff 2015).

In der Forschung zu Künstlicher Intelligenz (*Artificial Intelligence* – AI) werden Maschinen insbesondere in Form von Computern und Robotern gebaut, die dazu fähig sind, einzelne menschliche Kompetenzen wie logisches Schließen, Schach spielen oder Treppen steigen zu emulieren. Maschinen, so das Forschungsziel, sollen die ihnen gestellten Aufgaben so erfüllen, dass sich das Resultat von dem eines Menschen in Bezug auf diese Aufgabe entweder nicht unterscheiden lässt oder sich dahingehend unterscheidet, dass es nach bestimmten Kriterien überlegen ist, zum Beispiel in Bezug auf Schnelligkeit, Effektivität, Genauigkeit oder Effizienz. Die bis dahin nur Menschen zugeschriebene Eigenschaft der Intelligenz, die mit Beginn der 1920er Jahre sogar zum quantitativen Maß menschlicher Kapazität schlechthin gemacht worden ist, wurde also in ein technisches Problem überführt und damit *herstellbar*. Dieses Bestreben und die damit verbundene Arbeit sind seitdem bekannt als Programm der *Mainstream-AI*.

[5] „Mit den luftigen Grundfragen der Kybernetik wurden die industriellen und wirtschaftlichen Interessen an Datenverarbeitungsfachleuten nicht befriedigt.“ So Coy (2004, 258) in Bezug auf die Entstehung der Informatik.

[6] Dieser Punkt ist Teil einer möglichen Antwort auf die Frage von Pias (2004, 17), „wann und wo ein solches Denken des Dazwischen zugunsten einer trivialisierenden oder naturalisierenden Gewißheit universaler Erklärungsmuster verblaßt“. Das Experiment wurde zum Instrument.

[7] Zur institutionellen Durchsetzung und Legitimation der symbolischen AI gegenüber dem damals bereits existierenden Ansatz neuronaler Netze: Olazaran 1996.

Zur gleichen Zeit ist mit der *Human-Computer-Interaction* (HCI) [8] der zweite Strang einer im engeren Sinne kybernetischen Technikentwicklung hervorgegangen. Hier geht es nicht um die Konstruktion von Maschinen mit menschlichen Fähigkeiten, sondern – wie der Name sagt – um die Gestaltung der Interaktion zwischen (intelligenten) Computern und Menschen. Sofern nicht-menschliche, aber dennoch mithandelnde Einheiten die gesellschaftliche Bühne tatsächlich betreten, sollten sie so gestaltet werden, dass ihre Verbindung zu Menschen unproblematisch ist. Maschinen und Menschen müssen sich interfacen, um Interaktion gelingen zu lassen.

HCI und AI stehen also für eine Bifurkation der ingenieurstechnischen Ausbeutung kybernetischer Ideen zur Mensch-Technik-Interaktion. Sie stehen vor allem auch für zwei Pole, zwischen denen sich die Arbeit an der Beziehung von Mensch und Maschine abspielt. Sie werden hier deshalb ausführlich erwähnt, weil sie eine Art Diagramm bilden (Deleuze 1987, 39ff.), das die aktuelle Sichtbarkeit und Sagbarkeit in diesem Bereich konditioniert. Das gilt auch für die gerade intensiv geführte normative Diskussion, ob Maschinen – darunter auch sich autonom bewegende Maschinen (Roboter) – Menschen in Bezug auf bestimmte professionelle Aufgaben, zum Beispiel in der industriellen Produktion, aber auch bei vielerlei Formen der Dienstleistung (nicht nur im Niedriglohnbereich), zunehmend ersetzen (Ford 2015).

Trotz der evidenten Differenz zwischen diesen beiden Forschungsrichtungen, wird natürlich auf beiden Seiten letztlich über die *Beziehung* zwischen Menschen und Maschinen, Computern und Robotern nachgedacht und daran gearbeitet. Das geschieht jedoch jeweils an verschiedenen Stellen im technischen Entwicklungsprozess. Bei der AI steht die technische Machbarkeit im Vordergrund. Erst anschließend werden Fragen einer möglichen Interaktion mit Menschen gestellt. Wenn ein Roboter Treppen steigen, ein Ei greifen oder Karosserieteile schweißen soll, dann werden Fragen der Interaktion mit Menschen als zweitrangig betrachtet. Im Bereich der HCI informieren die Möglichkeiten und strukturellen Besonderheiten der menschlichen Anatomie und Kognition als einschränkende Bedingung hingegen den Entwicklungsprozess der Technik von Beginn an. Kurz: in der AI (als Forschungsprogramm) werden Roboter konstruiert und anschließend bei Bedarf Interaktionsmodule verbaut und programmiert, während bei der HCI entsprechende Artefakte um das Problem der Interaktion mit Menschen herum entwickelt werden. [9]

Diese Einschränkung der HCI ist sehr restriktiv. Deshalb wird man auch keinen Roboter finden, der nur auf Grundlage des HCI-Ansatzes entstanden ist. Alle Roboter, die heute als Roboter erkennbar sind und gern als Attraktion durch Online-Kanäle und andere Massenmedien geistern, sind letztlich Produkte des AI-Programms. Die Resultate der HCI sind meist die bekannten Interfaces: Bedien- und Eingabemodule (Tastaturen, Joysticks, Graphic User Interfaces), Touch-Bildschirme, Spracherkennungssoftware, augmentierte oder virtuelle Umgebungen und Simulationsprogramme. Kombinationen von HCI und AI sind freilich zu beobachten (es werden Roboter und Schnittstellen benötigt), aber die Differenz dieser beiden grundlegenden Ausrichtungen in Bezug auf die Arbeit an der Relation von Mensch und Maschine bleibt sowohl konzeptionell als auch institutionell unverkennbar.

[8] Diese Forschungsorientierung findet sich unter anderem auch unter den Bezeichnungen *Man-Machine-Interaction* (MMI), *Human-Machine-Interaction* (HMI) oder *Human-Robot-Interaction* (HRI). Im Deutschen spricht man generell von Mensch-Technik-Interaktion (MTI) und unter Ingenieuren gern auch von Mensch-Maschine-Kollaboration.

[9] Faktisch sieht das dann aber meistens so aus, dass der HCI-Ansatz angewendet wird, um bereits existierende Produkte besser nutzbar zu machen (ein Stichwort ist: usability) und erfolgreich auf den Markt zu bringen. Dort wird also eine kurzfristige Orientierung gepflegt, während in der AI eher langfristig gedacht wird (Grudin 2009).

## Cyborgs

Neben diesen beiden ingenieurstechnischen Strömungen der Kopplung von Mensch und Technik existiert noch eine weitere Form, die sich ebenso der Kybernetik verdankt und sich ihr bedient, aber mit der kybernetischen Forschung selbst, wie AI und HCI im Grunde genommen auch, nur lose gekoppelt ist. Es ist der Cyborg, der *cybernetic organism*. Manfred E. Clynes und Nathan S. Kline haben diese Bezeichnung in ihrem Aufsatz „Cyborgs and Space“ geprägt, der 1960 in der Zeitschrift *Astronautics* erschienen ist (Clynes/Kline 1960). Sie haben darin keinesfalls die Cyborgs der Popkultur vorgedacht, die anschließend (und auch vorher schon, mit anderen Bezeichnungen) unser Bild dieser Erscheinung geprägt haben. Die Problemstellung war vielmehr, wie Menschen insbesondere durch biochemische (in Kombination mit elektronischen und physiologischen) Modifikationen an Umwelten angepasst werden können, ohne dafür die genetische Erbmasse des Körpers verändern zu müssen. Die hier interessierende Umwelt war das Weltall und ihr Ausgangspunkt war die kybernetische Konzeption der homöostatischen Regelung menschlicher Organismen in Abhängigkeit von ihrer Umwelt. Die Frage der Autoren lautete nun: Soll man ein Stück der irdischen Umwelt wie in einer Art Blase mit ins All nehmen oder vielmehr den Organismus über technische Mittler, aber durch Nutzung seiner eigenen Regelung, dazu befähigen, im All zu leben? Die zweite Möglichkeit, der Cyborg, erschien ihnen robuster, um dauerhaft im All leben und arbeiten zu können.

Zweck der technischen Modifikation des biologischen Organismus war es also nicht, den menschlichen Körper zu optimieren oder seine Leistung zu steigern oder ein hybrides Wesen zu schaffen. Es ging darum, auch in anderen Umwelten Mensch *bleiben zu können* (Madrigal 2010). Die Technik sollte es möglich machen, dass Menschen die Funktionsfähigkeit des Körpers auch in anderen Umwelten so selbstverständlich voraussetzen können, wie sie es hier auf der Erde tun: sie sollten auch im All vergessen können, dass sie leben. Dafür brauchte es dann das ein oder andere Implantat (insbesondere osmotische Pumpen, die die Abgabe von Wirkstoffen regulieren können) und zahlreiche Drogen/Medikamente, die damit in Abhängigkeit von bestimmten körperlichen Zuständen automatisch verabreicht werden können, um unter anderem Wachheit, Metabolismus, Hypothermie, Muskeltonus, Flüssigkeitshaushalt oder auch Psychosen während eines Raumflugs modulieren zu können. Der erste Cyborg war ein Junkie.

Anders als AI und HCI sind Cyborgs in der ursprünglich gedachten Form eine Utopie geblieben. [10] Natürlich ist es ein Leichtes, jeden Menschen mit Brille, Zahnimplantat, Hörgerät, künstlicher Hüfte oder Herzschrittmacher als Cyborg zu betrachten. Der Gedanke ist in der kulturellen Auseinandersetzung mit technischen Entwicklungen allgegenwärtig und alles andere als abwegig. Taucher mit Neoprenanzug und Sauerstoffflasche sind der ersten Idee eines Cyborgs dennoch weitaus näher – vor allem auch näher als diejenigen, die heutzutage Biohacking betreiben und sich technische Module (Hardware) implantieren, um Radiowellen fühlen oder Farben hören zu können. Obgleich die Bezeichnung „Cyborg“ mittlerweile auf all diese organisch-technischen

[10] Außerdem sind Cyborgs Opfer eines Missverständnisses, weil „cybernetic“ typischerweise als technische Komponente und „organism“ als organische Komponente verstanden wird, die dann die Einheit eines Cyborgs bilden. Das ignoriert, dass ein Organismus aus Sicht der Kybernetik auch ohne Technik schon kybernetisch operiert, nämlich als ein sich über Feedback selbst regulierendes System. Es gibt nur kybernetische Organismen.



Kopplungen ausgeweitet wird, gibt es eine entscheidende Differenz. Pop-Cyborgs nutzen die Technik nicht, um die physiologische Selbstorganisation ihrer Körper in Abhängigkeit von variierenden Umwelten aufrecht zu erhalten, sondern versuchen ihre Körper in einer konstant gehaltenen Umwelt mit zusätzlichen Wahrnehmungsmöglichkeiten, Fähigkeiten und Funktionen auszustatten. Pop-Cyborgs wollen kurz gesagt in einer konstanten Umwelt einen Unterschied machen; die Cyborgs von Clynes und Kline wollen in variierenden Umwelten gerade keinen Unterschied machen.

Für Donna Haraway (1991) sind Cyborgs mittlerweile ein reales und weit verbreitetes Phänomen, das sich aus der Ubiquität und Unsichtbarkeit moderner mikroelektronischer Geräte irreversibel ergibt und die Abgrenzungen zwischen Organismen und Maschinen unbestimmt werden lässt. Cyborgs haben deshalb eine gesellschaftliche und damit auch eine politische Dimension. In Haraways Zuschnitt als „ironisch politischer Mythos“ hat der Begriff jedoch nicht nur profitiert, sondern auch an Kraft verloren, und zwar gerade in Bezug auf den Materialismus, für den er eigentlich sensibilisieren wollte. Der Cyborg bleibt im Reich des Diskurses stecken. Überdies wird er zur schillernden Version für Vermischungen und Hybride aller Art. Seine Materialität, die aus kybernetischer Perspektive nie in Frage gestanden hat, wird durch symbolische Generalisierung und Überladung verdeckt. Die Verbindungen von Mensch, Tier und Technik werden als selbstverständlich vorausgesetzt, weil sie jetzt einfach da sind und es kein Zurück gibt. Doch die erforderliche Arbeit, um sie als Verbindungen überhaupt gelingen zu lassen, die materielle Prekarität von Cyborgs, ihre Brüchigkeit und das Scheitern der Kopplung geraten aus dem Blick, wenn Cyborgs zum politischen Normalfall gemacht werden. [11]

Obwohl die Rolle der Cyborgs nicht direkt mit AI und HCI vergleichbar ist, gehören sie ohne Zweifel in diese Zusammenstellung gesellschaftlicher Formen der Auseinandersetzung mit organisch-mechanischen Kopplungen. Cyborgs sind der mitlaufende Horizont von AI und HCI. Sie thematisieren aktuelle und potentielle Verbindungen zwischen Mensch und Technik, die über eine bloße Interaktion zwischen zwei deutlich unterscheidbaren, separaten Einheiten hinausweisen. Darüber hinaus bilden sie eine Brücke von den Technik- zu den Sozialwissenschaften und von den Wissenschaften zu einer sozio-kulturellen Reflexion der Technik. In dieser Hinsicht sind Cyborgs der AI und HCI also weit voraus. Aber sie hinken hinterher, wenn es darum geht, ihre eigene soziale Unwahrscheinlichkeit anzuerkennen. Es reicht nicht, nur die geglückten Verbindungen von organischen und mechanisch-elektronischen Komponenten zu betrachten. Zur Realität der Cyborgs gehört auch die Geschichte ihres laufenden Scheiterns. Diese Geschichte ist bei AI und HCI ebenfalls nicht dokumentiert, aber ein Blick in die Labore der Robotik, der Softwareentwicklung oder der Prothetik zeigt rasch, dass die Gestaltung und Konstruktion von Mensch-Technik-Relationen und ihrer sozialen Einbettung laufend zusammenbricht und nur in Ausnahmen glückt. Deshalb müssen diese drei Formen zusammen betrachtet werden, um zu einer angemessenen Einschätzung und möglichen Alternativen und Perspektiven der direkten Verbindung von organischen und mechanischen Stoffen zu kommen. Das lässt sich durch einen Rückgriff auf grundlegende kybernetische Ideen der

[11] Für Haraway sind Körper immer im Prozess des Werdens und deshalb stets in kritischen Zuständen, also keinesfalls fertig und robust. Dennoch nimmt dieser Aspekt im „Cyborg Manifesto“ wenig Raum ein, insbesondere in Bezug auf die Beschreibung organisch-mechanischer Verbindungen.

Kommunikation und Kontrolle erreichen, sofern es gelingt zu zeigen, dass und in welcher Form sie für Prozesse der Materialisierung stehen.

## II. Die Materialisierung der Kommunikation

Die Kybernetik war der Anlass für die Entstehung von HRI, AI und Cyborgs, aber die Bekanntheit dieser Anwendungsformen sollte nicht darüber hinwegtäuschen, dass das kybernetische Forschungsinteresse an Rekursivität, Kommunikation und exotischen Artefakten, zum Beispiel biologischen Computern und Lernmaschinen, immer am Mainstream der Wissenschaft vorbeigelaufen ist. [12] Sie war/ist eine *nomadische, nicht-moderne* Wissenschaft im Sinne von Deleuze/Guattari und Latour (Pickering 2010, 11ff.). Im Fokus der Kybernetik stand nie die bloße Umsetzung technischer Visionen. Mit ihren vielen kleinen und größeren Maschinen, die ihre Überlegungen im genauen Sinn verkörpert haben, wurde vielmehr erprobt, inwiefern es möglich ist, sich durch materielle Rekonfigurationen überraschen zu lassen. Lassen sich physische Komponenten so rekombinieren, dass ein System entsteht, das keinem kausal determinierten Pfad folgt?

Die Bedingungen für die Erprobung solcher Materialisierungen sind Einsichten in Formen der Verbindung, die nicht einfach nur feststehende Kanäle für Ursachen und Wirkungen sind. Hier kommt Kommunikation ins Spiel, die weder als abstrakte Idee noch im Sinne eines sprachlichen Austauschs eingeführt worden ist, sondern als Bezeichnung für nicht zwingend kausale, sondern unbestimmte, aber (technisch) bestimmbare physische Prozesse innerhalb materieller Anordnungen. [13] Das gleiche gilt für Information, Feedback, Selbstorganisation oder Kontrolle. Sie sind deshalb zu kybernetischen Grundbegriffen geworden, weil sie zur Beschreibung von Prozessen einer laufenden Rekonfiguration organischer und mechanischer Körper und Objekte und zur Konstruktion von materiellen Arrangements benötigt werden, deren *Eigenaktivität mit dem üblichen Kausalitätsdenken nicht mehr angemessen begriffen werden kann*.

Die zuvor selbstverständlichen Unterscheidungen zwischen Mensch und Maschine, zwischen organisch und technisch oder zwischen lebend und nicht-lebend haben dabei keine primäre Rolle gespielt. Die Kybernetik zweiter Ordnung löste die Eindeutigkeit der Differenz von Maschine und Organismus dann epistemologisch weiter auf. Die frühe Kybernetik hat die Differenz zwar begrifflich überbrückt, aber noch immer (organische und mechanische) Objekte von ihren Beobachtern getrennt. In der Kybernetik zweiter Ordnung sind Beobachter und Beobachtetes nicht mehr trennbar und es wird die gemeinsame Genese von Organismen und Objekten untersucht (von Foerster 1976; Kauffman 2005).

Dieses Interesse an *Ontogenese* ist die kybernetische Form des Zugangs zu Fragen der Materialisierung. Sie beschäftigt aus ganz anderer Richtung auch Karen Barad (2003; 2012) oder Rosi Braidotti (2013). Insbesondere Barads neuer Materialismus ist dem hier skizzenhaft angedeuteten kybernetischen Forschungsprogramm derart ähnlich, dass der fehlende Bezug eigentlich nur mit dem in gewisser Hinsicht nachvollziehbaren, aber zum

[12] Natürlich hat die Kybernetik auch deutliche Spuren in den Wissenschaften hinterlassen. So zum Beispiel in der Regelungstechnik der Ingenieurwissenschaften, die sie praktisch begründet hat. Siehe auch Kay (2000) für den Einfluss auf die Molekulargenetik oder zur Prägung des modernen Naturbegriffs durch die Kybernetik Weber (2003). Aber die grundlegenden epistemologischen Konsequenzen finden sich nirgends im Mainstream verankert. Objektivität und Kausalität sind noch immer maßgebend für die gängige Beurteilung wissenschaftlicher Qualität. Beobachter und Kommunikation sind dagegen tatsächlich nie im Mainstream angekommen, auch nicht in den Sozialwissenschaften – vom Bau nutzloser, exotischer Maschinen ganz zu schweigen.

[13] Es ist immer wieder wichtig, an den genauen Wortlaut des Titels von Norbert Wiens (1948) namensgebendem Buch zu erinnern: *Cybernetics or Communication and Control in the Animal and the Machine*.

Großteil negativen wahrheitspolitischen Image der Kybernetik erklärt werden kann. Dabei gibt es in der nomadischen, nicht-modernen Kybernetik mehrere zentrale Überlegungen, die sich nun im Rahmen des neuen Materialismus wiederfinden. [14] Dieses Potenzial erkennen auch Manuel De Landa (1997), Brian Massumi (2002) oder Jane Bennett (2010), bei denen deutliche Bezüge auf kybernetisch-systemtheoretische Begriffe existieren. Neben einer Konzentration auf Selbstorganisation (von Materie) gibt es allerdings auch eine klare Präferenz für den Poststrukturalismus, in dem Beobachter, Kontrolle und Kommunikation nicht im Vordergrund stehen beziehungsweise in einer anderen Form diskutiert werden. [15]

Trotz der verschiedenen Ausprägungen des neuen Materialismus (Dolphijn/van der Tuin 2012; Lemke 2015b), gibt es wesentliche Gemeinsamkeiten. Neben der generellen Klage, dass Materie in der Philosophie und den Sozialwissenschaften vor allem seit dem *linguistic turn* zu lange ignoriert worden sei, betont der neue Materialismus vor allem die *Eigenaktivität* der Materie sowie die *Ereignishaftigkeit* und die *Unabschließbarkeit der Materialisierung* (Folkers 2013). Im Unterschied dazu hat die Kybernetik tatsächlich nie die Unterscheidung von Materie und Diskurs thematisiert. Aber das gehört durchaus zu ihrem Programm, weil Information und Kommunikation so konzipiert werden, dass sie zugleich beide Seiten adressieren (MacKay 1969). Es gibt keine eingebaute Präferenz für Sinn, Semantik und Bedeutung auf Kosten von Materie und Energie. Die kybernetische und dann auch systemtheoretische Vernachlässigung von Materie ist also genau genommen eine Vernachlässigung der *Thematisierung* von Materie als Zustand, um eine Konzentration auf die *In-Formation* von Materie zu ermöglichen. [16] Information ist gleichbedeutend mit Materialisierung als Ereignis und Prozess, das heißt der lokalen Hervorbringung von Welt, inklusive ihrer Subjekte, Objekte und Relationen (Varela 1990, 88ff.). Sie ist deshalb immer physisch lokalisiert (Peres 2003).

### *Objektivität, Repräsentation und Ontologie*

Der Agentielle Realismus ist Karen Barads Bezeichnung für ihre Form des neuen Materialismus. Im Gegensatz zu anderen neo-materialistischen Abhandlungen kommt er ohne Bezüge auf die Kybernetik aus, aber vielleicht eignet er sich gerade deshalb besonders gut für den Versuch, damit die Materialität der Kybernetik zu zeigen – zumal im agentiellen Realismus Unbestimmtheit und Beobachtung genau wie in der Kybernetik eine wichtige Rolle spielen.

Wissenschaftstheoretisch scheint dieser Versuch trotz allem auf den ersten Blick zum Scheitern verurteilt zu sein. Auf der einen Seite steht der operative, also ontogenetische, *Konstruktivismus* von Kybernetik und Systemtheorie, auf der anderen ein agentieller Realismus. Üblicherweise würde man sagen, dass sich hier zwei unversöhnliche, diametrale Positionen gegenüberstehen. Aber es gibt keinen Antagonismus, der aus dem Weg geräumt werden müsste, denn auf beiden Seiten geht es jeweils um *reale Konstruktionen*. [17] Das Adjektiv „agentiell“ relativiert bei Barad jegliche Naivität des Realismus, weil es die dafür notwendige Objektivitätsannahme unterläuft. An Phänomenen

[14] Siehe auch Pickering (2002), der die Kybernetik in Bezug auf den Impuls einer Auflösung von Disziplingrenzen als Inspiration für die STS betrachtet.

[15] Eine gewisse Ausnahme mit weitergehenden Referenzen auf Kybernetik und neuere Systemtheorie ist die Studie von Bryant (2011). Bei De Landa (1997) wird zudem ein wichtiger Punkt deutlich, der einen Unterschied macht: Er bezieht sich ausführlich auf eine Komplexitätsforschung („Chaos-Theorie“), die in einem objektivistisch-naturwissenschaftlichen Rahmen operiert, in dem die epistemologischen Konsequenzen der Kybernetik ausgeblendet werden. Das ist ohne Zweifel legitim, aber dabei handelt es sich gerade nicht um die nomadische Kybernetik und Systemtheorie, deren Problemstellung hier adressiert wird.

[16] Die Unterscheidung von Information, Materie und Energie hat in der Kybernetik ohne Zweifel eine wichtige Stellung. Mit ihr konnte sich die Kybernetik von der Physik abgrenzen, indem sie auf die Seite der Information gestellt und der Physik Materie und Energie überlassen hat (Glanville 2016, 39f.). Die Form kybernetischer (Forschungs-)Praktiken hat sich jedoch kaum an dieser Trennung orientiert, sondern die Unbestimmtheit und Selbstorganisationsfähigkeit materieller Strukturen und energetischer Zustände auf den Begriff gebracht – und zwar, so lässt sich aus heutiger Sicht sagen, auf den Begriff der *Kommunikation von Unterscheidungen*.

[17] Wenn hier von Konstruktivismus die Rede ist, so ist damit nicht der „social constructivism“ gemeint, der in allen Texten des neuen Materialismus zu Recht kritisiert wird, sondern ein operativer, ontogenetischer Konstruktivismus. Der Realismus Barads dient vor allem der Abgrenzung vom sozialen Konstruktivismus. Siehe für eine scharfe Kritik der damit verbundenen Idee von „sozialer Konstruktion“ Hacking 1999.

beteiligte Agentien/Beobachter, ganz gleich welcher Art, werden schließlich genau in dem Augenblick als Agentien beobachtbar, wenn sie überraschend intervenieren, also nicht prognostizierbar sind. Das bringt jeden Objektivismus und jede Kausalitätsannahme in Schwierigkeiten.

Barad hält dennoch an einer Idee von Objektivität (und Kausalität) fest. Sie bindet die Bedingung ihrer Möglichkeit allerdings daran, dass Beobachter und Beobachtetes im Phänomen ontologisch untrennbar sind und ihre Unterscheidung unbestimmt ist (Barad 2003, 815) – also an etwas, das Objektivität klassisch unmöglich macht. Heinz von Foerster (1979) hat aus denselben Gründen einer durch Schließung erzeugten Unbestimmtheit und der Untrennbarkeit von Beobachter und Beobachtetem bevorzugt, den Begriff der Objektivität fallen zu lassen. Sofern die von Barad vorgeschlagene Begriffsversion allerdings gilt, ist sie von der Position eines operativen Konstruktivismus nicht zu unterscheiden. Kybernetik und Systemtheorie sind dann die Speerspitze der Objektivität – auch weil sie die Position des Beobachters und damit seine Verantwortung für bestimmte Unterscheidungen immerzu mitmarkieren (Barad 2003, 824).

Die agentiell realistische Absage an die epistemologische Idee der Repräsentation, die unabhängig existierende Einheiten postuliert und eine selbstverständliche Trennung zwischen Subjekt und Objekt annimmt, ist daher nur konsequent (Barad 2003, 804ff.). Neben dem aufgeführten Feminismus, dem Poststrukturalismus, den Queertheorien und den postkolonialen Studien findet sich eine radikale Kritik der Repräsentation ebenso in der Kognitionswissenschaft, in die die Kybernetik in den 1970er Jahren als Kybernetik zweiter Ordnung eingegangen ist (von Foerster 1979; Varela 1981). **[18]** Die Alternative zu Repräsentation ist für Barad Performativität und damit der Aspekt, den Pickering (2010, 18ff.) als entscheidend für das wissenschaftliche Selbstverständnis der kybernetischen Bewegung herausarbeitet. **[19]**

Als Basis ihrer Darstellung einer posthumanistischen Performativität präsentiert Barad eine „relationale Ontologie“, die Relationen untersucht, ohne dafür vorhandene Relata voraussetzen zu müssen. **[20]** Vor dem Hintergrund der epistemologischen Umstellung ist dies ein notwendiger Schritt. Allenfalls der Begriff der Ontologie wirft Fragen auf. Bezeichnungen wie „relationale Ontologie“ sind im neuen Materialismus und den *Science and Technology Studies* (STS) en vogue, aber unglücklich, weil sie einen ontologischen Ansatz suggerieren, der im klassischen Verständnis prinzipiell nicht von Relationen ausgeht, sondern von feststehenden Substanzen und bereits existierenden Relata, deren Essenz es zu entdecken gilt. Mit der Problematisierung von Objektivität und Repräsentation kommt jedoch unweigerlich die Problematisierung der Ontologie. Entscheidend ist allerdings, dass weder im neuen Materialismus noch in den STS noch im Poststrukturalismus oder der Systemtheorie Ontologie als Theorie oder Methode Verwendung findet, sondern dass Ontologien dort zum *Gegenstand* gemacht werden (daher auch der Plural). *Sofern man Ontologien untersuchen will, sollte man also besser nicht auf Ontologie setzen* – sondern eben auf Genealogie, auf Prozesse des Werdens, auf Performativität beziehungsweise auf *Ontogenese* (von Foerster 1985; Karafillidis 2015a). Das ist die Folge einer Kritik der Repräsentationsannahme

**[18]** Dieser Abschied von der Repräsentation war im Übrigen eine wichtige Ressource für Luhmanns Kritik der Ontologie als Theoriefigur (Luhmann 1990)

**[19]** Karen Barad kritisiert Pickerings Vorstellung von Performativität, weil sie die politische Genealogie des Begriffs ignoriere (Barad 2007, 410f.). Es spricht allerdings nichts dagegen, diesen Begriff an dieser Stelle als Grenzobjekt und Einfallstor für poststrukturalistische Fragen der Bedeutung, Identität oder Macht zu nutzen.

**[20]** Das korrespondiert darüber hinaus mit der Position der Relationalen Soziologie (Fuhse/Mützel 2010), die in Teilen ebenso Relationen ohne vorhandene Relata konzipiert, um darüber die Entstehung von Entitäten nachvollziehen und erklären zu können (Abbott 1995; Karafillidis 2010b).

und der sie begleitenden Trennung von Ontologie und Epistemologie, an der sich Kybernetik und neuer Materialismus unmittelbar treffen.

Barads Bezeichnung ihrer Position als *Onto-epistem-ologie* könnte die seit den 1970er Jahren laufende kybernetische Forschung nicht treffender zusammenfassen – inklusive ihrer ethischen Implikationen. Die agentuell realistische *Ethico-onto-epistem-ologie* und Heinz von Foersters kognitionstheoretische *KybernEthik* sind deshalb nicht sogleich identisch. Jedoch ist die Vermutung gerechtfertigt, dass gerade ihre *Differenz* ein sozialwissenschaftlich aufschlussreiches Interferenzmuster zeigt.

### *Intra-Aktion und Kommunikation*

Die von Barad empfohlene diffraktive Lektüre – also eine Lektüre, die ein bestimmtes Argument mit Hilfe eines anderen Arguments liest, so dass eine Art Interferenzmuster sich überlagernder Wellen erkennbar wird – liefert noch weitere aufschlussreiche Resultate hinsichtlich einer kybernetischen Materialität. Das betrifft insbesondere die Begriffe *Kommunikation* und *Intra-aktion*. [21]

Kommunikation ist in der Soziologie sehr eng mit dem Namen Niklas Luhmann verbunden. Dabei ist sein Kommunikationsbegriff, den er als Synthese der drei Selektionen Information, Mitteilung und Verstehen entworfen hat (Luhmann 1984: 191ff., 1995), zugleich eine Schwäche der soziologischen Systemtheorie. In dieser Fassung trifft der Begriff genau genommen nicht die Operation der Kommunikation selbst, sondern nur die Form ihrer Selbstbeobachtung. Luhmann, der anders als Talcott Parsons keine analytischen Begriffe verwendet und sie sogar ablehnt (Luhmann 1984: 246 und passim), ist dadurch gezwungen, die Operation der Kommunikation analytisch zu bestimmen und von drei „Komponenten“ der Kommunikation zu sprechen, aus denen ein kommunikatives Ereignis besteht. Die Form der Operation ist aber im Sinne der mathematischen Theorie der Kommunikation von Shannon (Shannon/Weaver 1949) die *Selektion*, die anschließend erst mit Hilfe der Unterscheidung von Mitteilung, Information und Verstehen beobachtet und auf diese Weise geöffnet wird (Karafillidis 2010a, 211ff.).

Diese eigentümliche Synthese dreier Selektionen hat Luhmann ohne jegliche Referenz auf die Kybernetik formuliert. Deshalb ist sein Kommunikationsbegriff anthropozentrisch gebaut. [22] Bei Luhmann selbst findet sich dagegen auch ein kognitionswissenschaftlicher Begriff der Kommunikation, den er selbst indes nicht weiter ausgearbeitet hat. Zum einen stellt Luhmann grundlegend fest, dass Kommunikation die Welt nicht mitteilt, sondern einteilt (Luhmann 1989, 7). Schon diese einfache Art der Zuspitzung deutet darauf hin, dass es bei Kommunikation nicht auf Mitteilung ankommt, sondern auf *Unterscheidung* und *Selektion*. Zum anderen ist Kommunikation ein *Beschränken* – ein sich selbst und andere unter Beschränkungen setzen (Luhmann 1984, 66 und ebd. Fn. 77). Kommunikation, so heißt es dort, ermögliche durch Sich-Beschränken sich selbst, weil die Beschränkungen (zum Beispiel Sprache oder Normen) ihr nicht vorausgehen, sondern ihre eigenen Produkte sind.

[21] Hier ergeben sich auch zahlreiche potentielle soziologische Anschlusspunkte bei der gerade schon erwähnten Relationalen Soziologie (Emirbayer 1997), der Interaktionstheorie (Goffman 1967) und der Soziologie sozialer Prozesse und fraktaler Unterscheidungen (Abbott 1995; 2001).

[22] Vermutlich ist es eher umgekehrt: Luhmann wollte den Kommunikationsbegriff auf menschliche Verhältnisse beschränken und hat an dieser entscheidenden Stelle genau deshalb nicht auf die Kybernetik zurückgegriffen.

Ein Zusammenziehen dieser beiden Grundgedanken liefert die Grundlage für einen unterscheidungstheoretischen Kommunikationsbegriff, der das Selegieren selbst aus einem dadurch miterzeugten, zunächst unbestimmten Raum bezeichnet, der mit jeder erfolgten Selektion neu bestimmt wird. Kommunikation eröffnet also Freiheitsgrade und setzt sie zugleich unter Beschränkungen (Baecker 2005; Karafillidis 2010a, 197ff.). Dieser Begriff schließt Luhmanns Überlegungen mit ein, bezeichnet aber darüber hinaus rekursive und beobachterabhängige Prozesse, in denen Menschen nur eine mögliche Komponente sind – beziehungsweise genauer: aus denen Menschen nur als ein möglicher Komplex, als nur eine mögliche Identität hervorgehen.

Unterscheidung, Beschränkung und Unbestimmtheit kennzeichnen auch Barads Intra-aktion. Die an der Intra-aktion beteiligten Einheiten sind nicht zuvor bestimmt, sondern entstehen in Phänomenen, und zwar durch Schnitte (*agential cuts*). Die so entstehenden Beschränkungen lösen die inhärente ontologische Unbestimmtheit auf, so dass unterscheidbare Einheiten wie zum Beispiel Körper, Subjekte und Objekte entstehen und bezeichnet werden können (Barad 2003, 815ff.). Diese Betonung Barads, dass all das immer *innerhalb von Phänomenen* geschieht – Phänomene sind die epistemologisch und ontologisch kleinsten materiellen Einheiten – wird in der Kybernetik informationale Schließung und in der Systemtheorie operative Schließung genannt. Die prinzipielle Offenheit und Unabschließbarkeit materiell-diskursiver Praktiken [23] bleibt davon nicht nur vollkommen unberührt, sondern die Schließung des Phänomens ist mehr noch Bedingung seiner Unabschließbarkeit. Differenzen entstehen nur innerhalb von Unterscheidungen und in diesem Rahmen werden sie stabilisiert, unterlaufen, modifiziert oder substituiert (Karafillidis 2015b) – bis hin zur Rejektion der Unterscheidung selbst (Günther 1976) und der Entstehung eines anderen Phänomens.

„Materie ist ein Agens und kein festes Wesen oder eine Eigenschaft von Dingen. Wenn etwas wichtig ist, dann wird es von anderem Unterschieden, und diejenigen Unterschiede, die bedeutsam werden, erlangen ihre Bedeutsamkeit durch die iterative Produktion verschiedener Unterschiede.“ (Barad 2012, 15) Wenn die Produktion von Unterschieden aus Unterschieden die agentielle Qualität der Materie ausmacht, dann ist Materie – auf Grundlage von Gregory Batesons Bestimmung von Information als Unterschied, der einen Unterschied macht – redundante, iterative In-formation. [24] Ein solche Beschreibung von Materie und Materialisierung als Vollzug von agentiiellen Schnitten innerhalb unbestimmter Verhältnisse sowie von innerhalb eines Phänomens erzeugten Grenzen (Äußerlichkeiten *in* Phänomenen), die Körper und Bedeutungen ereignishaft bestimmen, ist nur eine andere Beschreibung für die Kommunikation der Kybernetik. Das bedeutet allerdings, dass entweder der neue Materialismus eine kybernetische Kommunikationstheorie ist – oder Kommunikation das materialisierende Ereignis schlechthin sein muss.

### *Information als Materie-Energie*

Kommunikation vollzieht sich nicht nur sprachlich [25] und ist auch nicht auf Menschen beschränkt. Sie ist ein materiell-diskursives Ereignis. Sofern soziale

[23] Barad (2012, 23ff.) nennt diese Praktiken auch differenzproduzierende Apparate. Ein Beispiel für solche Apparate sind naturwissenschaftliche Experimentalaufbauten, wozu auch die beteiligten Menschen gehören. Auch Apparate sind Phänomene. Die kleinste materielle Einheit, das Phänomen, muss also nicht mikroskopisch klein sein oder sich im atomaren Bereich bewegen.

[24] Das Verhältnis von Information und Kommunikation ist über Redundanz bestimmt. Die Grundidee findet sich bei Bateson (1972, 409ff. und 454ff.) und auch MacKay (1969). Für eine ausführliche Herleitung des Zusammenhangs siehe Karafillidis 2010a, 197ff. Die Kommunikation von Unterscheidungen ist die Klammer zwischen Energie, Information und auch, wie Barads Analysen zeigen, von Materie. Zur Materialität von Form und Information auch Latour 2007, 386f.

[25] Es liegt nicht in Luhmanns Verantwortung, dass einige Kritiker seines Kommunikationsbegriffs es gern so darstellen. Er selbst hat Kommunikation nie auf sprachliche Formen beschränkt.

Formen mit kommunikativen Unterscheidungen und Unbestimmtheiten zu rechnen verstehen, rechnen sie folglich zugleich auch mit Materialisierung. Die Suche nach einer spezifischen Materialität der Kommunikation wird damit überflüssig. Die Bestimmung von *Formen der Kommunikation*, in denen die Unterscheidung zwischen Technik und Mensch, zwischen mechanisch und organisch produziert wird, geht der Frage nach, wie diese agentiellen Komponenten materiell bedeutsam werden (*come to matter*). Die drei historischen Formen der AI, der HCI und des Cyborgs setzen dagegen den Unterschied zwischen Technik und Mensch auf ihre jeweils eigene Art voraus, denn sie haben aus technischen (AI, HCI) beziehungsweise politischen (Cyborgs) Gründen auf den Gebrauch derjenigen Begrifflichkeiten verzichtet, die es erlauben, den Unterschied zwischen organischer und mechanischer Materie zu suspendieren.

Doch wozu eigentlich der Umweg über die fast schon museal erscheinende Kybernetik? Könnte man nicht einfach STS betreiben oder direkt beim Agentiellen Realismus oder einer anderen Form des Neuen Materialismus bleiben? Tatsächlich geht es im Folgenden überhaupt nicht darum, davon zu überzeugen, dass der Kommunikationsbegriff in irgendeiner Form überlegen ist und bevorzugt werden müsste. Es geht darum, das wissenschaftliche Problem der Differenz von Energie und Information oder Materie und Diskurs in eine bearbeitbare Form zu bringen. Ein „kybernetischer Realismus“ zeigt, dass Energie und Information beide auf der Produktion von Unterschieden aus Unterschieden basieren und damit *Materie-Energie als Form von Information sowie umgekehrt Information als eine Form von Materie-Energie beschrieben werden kann*. Kommunikation ist ein Begriff für diesen Zusammenhang. Die empirische Synthese von Kommunikation entspricht materiellen Prozessen der In-Formation und ihre unterscheidungstheoretische Modellierung schließt demnach genau diesen Aspekt mit ein (Baecker 2005, Karafillidis 2010a).

Doch wohin kann dieser im Begriff der Kommunikation offen zu Tage tretende Materialismus der Kybernetik führen, wenn es um organisch-mechanische Verbindungen geht?

### III. Reverse Engineering: Das Phänomen der Unterstützung

Die Kybernetik hat aufgrund ihrer technischen Vergangenheit einen sehr direkten und performativen Zugang zum Problem der organisch-mechanischen Verbindungen. [26] Im Vergleich zu den STS ist es ein anderer Zugang. Bei beiden finden sich trotz unterschiedlicher Verständnisse letztlich aber sowohl Ingenieurs- als auch Sozialwissenschaften wieder. In den STS gibt es allerdings trotz (und auch wegen) Bruno Latour kein ausgeprägtes Interesse an soziologischer Theoriebildung. Der gilt noch mehr für die neo-materialistische Wissenschaftstheorie Barads. Bis auf eine Auseinandersetzung mit Michel Foucault (Barad 2012; Lemke 2015a) fehlt dort die sozialtheoretische Anbindung. Doch diese wechselseitige Unkenntnis macht das Lesen der einen Theorie mit Hilfe der anderen (Barads Methode der „diffraktiven Lektüre“) gerade lohnenswert. [27]

[26] Wie das mit unzähligen Beispielen gespickte Buch von Pickering (2010) zur Entwicklung der britischen Kybernetik deutlich zeigt.

[27] Neben der Materialisierung der Kommunikation ließen sich darüber hinaus auch Verbindungen von Kybernetik und (post-)strukturalistischen Theorieentwürfen weiterverfolgen. Insbesondere die etymologische Nähe zwischen Gouvernamentalität und Kybernetik verdient eine eigene Untersuchung.

In der Technikentwicklung steht die empirische Bestimmung von Formen der Kommunikation vor der Schwierigkeit, die im Feld bereits erfolgten agentuellen Schnitte und damit Materialisierungen nachzuvollziehen. [28] Die verbreitete Rede von Mensch/Technik-Interaktion verdeutlicht das Problem: was Technik ist und was Mensch, ist bereits klar festgelegt. Ihr Unterschied steht nicht in Frage. Das lässt sich insbesondere bei Ingenieuren beobachten, die entsprechende Artefakte entwerfen und konstruieren. Aber es gilt auch für den Großteil anderweitig interessierter Beobachter. Die Versammlung im Kollektiv setzt schon unterscheidbare Aktanten voraus, die jeweils als technische bzw. menschliche Identitäten kondensiert und markiert sind. Wie lässt sich die Offenheit der Situation methodisch wiederherstellen, um ihre jeweilige Entstehung und Trennung beobachten zu können?

Die hier skizzierte Theorie der Kommunikation kann genau diese methodische Funktion erfüllen. Zum einen wird die Offenheit der Situation und ihrer Entitäten durch die laufende Erinnerung an die *Ereignishaftigkeit* der Kommunikation (und damit, so können wir jetzt sagen: der Materialisierung) hergestellt. Das entspricht der Aufforderung, diese Unterscheidungen/Schnitte entgegen der gewohnten Wahrnehmung getrennter Objekte nie für abgeschlossen zu halten, sondern zu erkennen, dass sie in jedem Moment vollzogen werden müssen, um stabilisiert werden zu können. Zum anderen ist es dafür erforderlich, das Phänomen [29] genauer zu bestimmen, in dem die materiell-diskursive Trennung und Verbindung von Technik (mechanisch) und Mensch (organisch) – das heißt die Kommunikation ihrer Unterscheidung – realisiert wird. Es reicht also nicht, unbestimmt bei Kommunikation, Interaktivität oder Intra-aktion zu verharren. Es braucht eine Konkretisierung des kommunikativ erzeugten Phänomens, um seine laufende Produktion zu beobachten und zu beschreiben.

Das zu bestimmende Phänomen, so der Vorschlag, ist *Unterstützung*. Diese Annahme führt zurück zum Anfang des Texts. „Unterstützung“ ist zunächst ein aktuell beobachtetes empirisches Phänomen im Bereich der Technikentwicklung. Technische Assistenzsysteme zur Unterstützung des Menschen haben im ingenieurwissenschaftlichen Bereich der Mensch-Technik-Interaktion Konjunktur. Das hat in den 1970er Jahren mit den ersten damals entwickelten *Decision Support Systems* (heute: Expertensysteme) begonnen und gewinnt seitdem kontinuierlich an Bedeutung. Das Phänomen der Unterstützung ist jedoch zugleich als Begriff von Bedeutung, mit dem eine Untersuchung von organisch-mechanischen Verbindungen angeleitet werden kann (Karafillidis/Weidner 2015; Karafillidis 2017).

Es gibt durchaus Einwände gegen eine solche Generalisierung von Unterstützung als maßgebend für alle möglichen Formen der Mensch-Technik-Interaktion. Das hat auch mit bestimmten Konnotationen des Worts zu tun. „Unterstützung“ impliziert eine scheinbar feststehende Trennung von Unterstütztem und Unterstützendem und außerdem eine Asymmetrie („unter“, „sub“). Der Begriff arbeitet aber nicht gegen, sondern mit diesen Konnotationen. Beides sind strukturelle Besonderheiten von Unterstützungssituationen, aber der Begriff selbst legt nicht fest, wie diese Trennung empirisch erfolgt und wie die Asymmetrie sich äußert. [30] Es ist gerade nicht festgelegt,

[28] Die quantenmechanische Offenheit eines Bohr'schen Experiments – die Barad als Ausgangspunkt und Illustration nutzt, um die Unbestimmtheit der Materie und die Offenheit jeder Materialisierung zu demonstrieren – ist weder gesellschaftlich noch organisatorisch noch in Bezug auf konkrete Artefakte einfach reproduzierbar.

[29] Beziehungsweise: den Apparat. Barads „Apparate“ sind hier zu kurz gekommen, deshalb noch einmal in aller Kürze: sie produzieren Unterschiede von Belang und sind spezielle, stets erweiterbare, materiell-diskursive Praktiken. Sie sind selbst Phänomene, die Welt und ihre Raumzeitlichkeit rekonfigurieren (Barad 2012, 31f.).

[30] Die Konnotationen des Unterstützungsbegriffs (engl. support, sub-portare) laufen im Übrigen parallel zu denen des Subjektbegriffs (sub-iacere). Analog stellt sich die hier die poststrukturalistische Frage nach der Formierung von Unterstützung.



ob mein Smartphone mich unterstützt oder ich mein Smartphone. Das gilt auch für mitlaufende Asymmetrien. Gerade die Selbstverständlichkeit mit der das Smartphone als Unterstützung für seine User betrachtet wird, sollte zu denken geben. Es zeigt, wie eng das alltägliche Verständnis der Interaktion/Intra-Aktion von Mensch und Technik ist. Die Verwunderung, die dieses Beispiel auslöst (Menschen unterstützen Smartphones?), ist außerdem ein Hinweis darauf, wie der Begriff hier verstanden wird und welchen Effekt er methodisch hervorrufen kann.

Nehmen wir ein anderes Beispiel. Die Entwürfe eines Ingenieurs in Abbildung 1 zeigen zwei unterschiedliche technische Unterstützungssysteme, die ein Mensch am Körper tragen kann, um die bei einer in oder über Kopfhöhe auszuführenden manuellen Aufgabe wirkenden Kräfte umzuleiten, so dass eine Überlastung des muskulo-skeletalen Systems im Schulter- und Nackenbereich vermieden werden kann. Es gibt bei solchen Entwürfen empirisch nie Zweifel (und das liegt nicht nur an der farblichen Hervorhebung), wo die Technik verortet ist und was im Unterschied dazu den menschlichen Körper darstellt. Auf dieser Ebene der Betrachtung bedarf es eines hohen Aufwands, um sichtbar zu machen, dass dieser Schnitt, also die Kommunikation der Unterscheidung zwischen organisch und mechanisch nicht zwingend so verläuft wie es nach diesen Zeichnungen zu erwarten ist.

Eine zu den historischen Formen der HCI, AI und der Cyborgs alternative Form der Konstruktion, Gestaltung und Reflexion von organisch-mechanischen Verbindungen, die nicht bei der Unterscheidung Mensch/Technik verharret, muss diese Zeichnungen von Abb. 1 praktisch über ihren Rahmen hinaus erweitern, um ihre unbestimmte, aber bestimmbare Außenseite als Teil ihrer Innenseite zu entdecken. Methodisch geht eine entsprechende kommunikationstheoretisch-kybernetische Analytik von *Unterstützung als Phänomen* aus. **[31]** Das ist die kleinste epistemologische Einheit. Darüber hinaus sieht sie von der scheinbar feststehenden Struktur ab, die hier suggeriert wird. Sie betrachtet Unterstützung als Ereignis, das durch eine bestimmte Infrastruktur vor seinem Zusammenbruch gewahrt wird und bestimmte Aktivitäten und Praktiken ermöglicht, aber andere zugleich behindert. **[32]** Die soziologische Frage lautet dann: Wie vollzieht sich Kommunikation in dieser konkreten Situation der Unterstützung als Phänomen und bringt ihre eigenen Beschränkungen in Form von bestimmten technischen und organischen Identitäten hervor? Welche Unterscheidungen sind im Spiel und wie werden die daraus folgenden Selektivitäten kombiniert, damit empirisch die Selbstverständlichkeit der Differenz von Technik und Mensch (wie zum Beispiel in Abb. 1) diskursiv-materiell hervorgebracht wird?

**[31]** Für eine ausführliche soziologische Herleitung und feinere Auflösung von Unterstützung siehe Weidner/Karafilidis 2015 sowie Karafilidis/Weidner 2015 und Karafilidis 2017.

**[32]** Hier liegt ein Ansatzpunkt sowohl für Infrastrukturstudien (Larkin 2013) als auch für eine generalisierte Form der *Disability Studies*, die Formen des disabling im Zusammenhang mit dem Einsatz von Artefakten untersucht (Schillmeier 2010). Siehe außerdem zum *breakdown* als Designprinzip von Technik, und zwar ebenfalls auf Grundlage von Kybernetik und Kognitionswissenschaft, Winograd/Flores 1986.

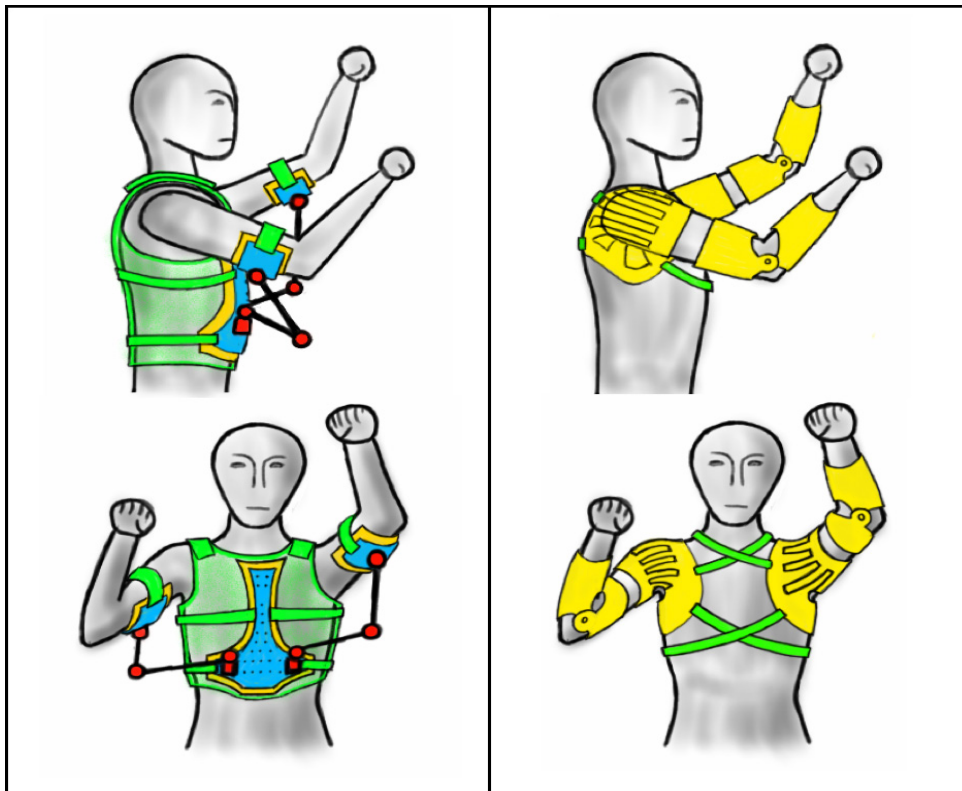


Abbildung 1: Zwei mögliche Formen eines technischen Unterstützungssystems zur manuellen Lasthandhabung (Zeichnungen: Tobias Meyer, Projekt smartASSIST, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg)

Solche am Körper tragbaren technischen Systeme sowie ihre entsprechenden Körperlichkeiten und weitere Komponenten materialisieren und erlangen Bedeutung, wenn sie als Relata von Unterstützungsrelationen beobachtet werden. Das geht auch dann, wenn bestimmte Schnitte schon längst selbstverständlich erscheinen. Die Beobachtung von Unterstützung entspricht methodisch also der Aufforderung eines laufenden *reverse engineering*: die bereits vorliegenden Schnitte werden unterlaufen und die Komponenten und ihre Relationen dadurch wieder unbestimmt, um untersuchen zu können, wie sie laufend gemacht werden. Auf diese Weise wird im Fall dieses Exoskeletts ein bestimmtes kommunikatives Arrangement von Unterscheidungen erkennbar, das weitere Unterschiede macht. Das Unterstützungssystem ist dann nicht die Addition von Exoskelett, Mensch und Situation, sondern die materialisierende Information – oder kybernetisch: der Kontrollkreislauf, der sie als jeweils diese strukturell unterscheidbaren Einheiten hervorbringt und in Beziehung setzt.

Der Beginn einer solchen Betrachtung kann dennoch nur in *medias res* erfolgen, also inmitten von technischen Konzepten, propagierten Entwicklungsabsichten, Möglichkeiten und Grenzen der additiven Fertigung (3D-Druck), der Messung menschlicher Körper und ihrer Bewegungen, verwendeten Werkzeugen, verfügbaren Sensoren, betrieblichen Abläufen, stofflichen Eigenschaften und mitgeteilten Bedarfen. Das sind für den Fall der Entwicklung eines Exoskeletts mögliche Identitäten, die in der Entwicklung zu Grunde gelegt und in ein Arrangement gebracht werden, in dem sie sich gegenseitig kontrollieren (Karafilidis 2017). Die Formierung der Unterstützung läuft so gesehen entlang des Versuchs, zu einer bestimmten, stabilisierten Form der Unterstützung

zu gelangen, die dann nicht mehr offenlässt, welche Relationen und Relata in jeder Situation jeweils in welcher Form materialisieren.

Im Rahmen der Entwicklung eines Artefakts zur Unterstützung von Mitarbeitern in der industriellen Montage ist eines der langwierigsten Angelegenheiten die Zuspitzung dessen gewesen, wie die Unterstützungssituation genau zu verstehen ist, um dann die Kontrollbeziehungen beobachten zu können, die notwendig erscheinen, um zu einem beabsichtigten Resultat zu gelangen. Das Problem steckt in der Frage, auf welche Information man inmitten all dieser Dinge verzichten kann. Ein Exoskelett kann für sehr viele mögliche Aktivitäten gebaut werden, aber der Versuch ein Universalexoskelett zu konstruieren führt nirgendwo hin. Es bliebe ein Labormonster. Die möglichst genaue Beschreibung der Aktivität war im Projekt smartASSIST [33] deshalb ein entscheidender Punkt. Sie bildete sich erst nach zahlreichen Gesprächen und Beobachtungen in verschiedenen industriellen Fertigungsbetrieben im Laufe der Zeit heraus. Von „die Werker brauchen etwas für Arbeiten über Kopf“ bis zu „Tätigkeiten mit Werkzeugen in und über Kopfhöhe in Situationen der industriellen Montage“ ist es nur scheinbar ein kleiner Schritt. Diese Einschränkung auf die oberen Extremitäten, den Rumpf und den Kopf, sowie auf den Gebrauch verschiedener Werkzeuge und die Besonderheiten der Montage in einem industriellen Kontext ist hingegen grundlegend. Sie verrät aber noch immer nicht, in welcher Form Unterstützung gelingen kann. Diese Einschränkung eröffnet also gleichzeitig weitere unbestimmte, aber bestimmbare Freiheitsgrade, an denen wiederum Einschränkungen erprobt werden. Die Selektion der Unterscheidungen und ihrer Verschränkung lässt auf diese Weise bestimmte Relationen und ihre Relata materialisieren. Das bedeutet, dass alle unterscheidbaren Entitäten eines Unterstützungssystems in jeweils *dieser* kommunikativen Konfiguration in ihrer materiellen Einzigartigkeit und Differenz entstehen. Außerhalb, also isoliert, haben sie eine andere Materialität und damit auch einen anderen Sinn.

„Materialisierung“ darf man sich natürlich nicht als eine *creatio ex nihilo* vorstellen. Die Relata einer Relation entstehen nicht aus dem Nichts. Der Punkt ist, dass was auch immer schon da ist, so lange materiell unbestimmt bleibt, bis ein Beobachter es empirisch bestimmt. Die Potenzialität von Materie ergibt sich folglich aus dem Netzwerk von Relationen, in das sie eingelassen ist und zu dem immer auch Beobachter gehören. Es ließe sich leicht einwenden, dass diese materialisierten Identitäten sich auch isoliert identifizieren und betrachten lassen. Das Kugelgelenk der Schulter, die Kinematik aus Aluminium oder die organisationalen Bruchlinien zwischen Technologieabteilung und operativer Arbeit in der Werkhalle (das sind im Übrigen weitere kontingente Einschränkungen, die im Prozess des Projekts neue Freiheitsgrade ins Spiel gebracht haben) – sind sie nicht alle vorher schon da? Überdauern sie die Unterstützungssituationen etwa nicht? Es ist nicht leicht gegen diese plausible Evidenz zu argumentieren. [34] Aber die Kugelgelenksmaterialität einer Schulter ist unabhängig von ihren organischen sowie nicht-organischen Relationen weder phylo- noch ontogenetisch erklärbar. Das entsorgte Exoskelett ist wiederum kein Exoskelett zur Unterstützung körperlicher Aktivitäten, sondern Müll. Das ist eindeutig eine andere Form von Materialität – es sei

[33] Diese und weitere Untersuchungen zu einer Soziologie der Unterstützung und der Entwicklung entsprechender Technologien sind an der Helmut-Schmidt-Universität in Hamburg im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts smartASSIST entstanden (Förderkennzeichen 16SV7114).

[34] Ernst Cassirer (1910), Alfred Korzybski (1933) und Gregory Bateson (1982) haben früh entsprechende relationale Theoriepositionen formuliert. Es bleibt trotz allem schwer, unserer aristotelisch geprägten Wahrnehmung zu misstrauen. Wissenschaftliches Wissen hat sich historisch dennoch immer weiter vom *common sense* entfernt. Wissenschaft produziert kontrafaktische Wahrnehmungen (Bachelard 1940).

denn es finden sich Beobachter, die es wiedererkennen und exakt in seinen alten Zusammenhang wiedereinzusetzen versuchen oder vielleicht nur das Aluminium mitnehmen, um es anders zu verwerten, was dieses Metall aber zu einer Komponente einer anderen Materialisierung werden lässt. [35]

Doch auch in einer einmal einrastenden Kontrollrelation dieser materialisierten Komponenten, wenn sie also ein *Interface* bilden (White 1982), bleibt ihre Konfirmation, ihre Bewährung im nächsten Moment, immerzu ungewiss. Die berühmte Zuverlässigkeit und kausale Schließung der Technik wird erst im Rahmen der Produktentwicklung abgesichert. Das Artefakt bleibt jedenfalls immer nur eine Komponente *in* einem Unterstützungssystem. Genau wie der menschliche Körper ist es raum-zeitlich eingebettet als eine von mehreren (materiellen) Identitäten in einem Kommunikationsprozess

### Schluss: Sociological Engineering

Die historisch entstandenen Formen der Gestaltung, Konstruktion und Reflexion von organisch-mechanischen Verbindungen lassen nicht viel Raum für Möglichkeiten der Technikentwicklung, in denen Sozialwissenschaften unmittelbar integriert sind. Unterstützung ist eine Möglichkeit, die dominanten Formen der AI, der HCI und des Cyborgs zu überwinden und dennoch an sie anschlussfähig zu sein. Ihr gemeinsamer Ausgangspunkt in der Kybernetik ist eine Grundlage, auf der das Gelingen kann – sofern ihre immanente Materialität wieder sichtbar wird und ihre soziologischen Möglichkeiten ausgenutzt werden.

Der Begriff der Unterstützung ist nicht so attraktiv wie mancher Neologismus es sein könnte. Jedoch ist es ein Begriff, der physische Anordnungen beschreibt, in denen sich seine strittigen, im Wort steckenden Konnotationen (vor allem: Asymmetrie und Separabilität) empirisch realisiert finden. Seine Funktion liegt jenseits wissenschaftlicher Gelehrsamkeit, nämlich dort, wo sich die Frage stellt, wie die Soziologie „comes to matter“ – zum Beispiel in Innovationsprojekten und der Technikentwicklung. Unterstützung verbindet Ingenieurwissenschaften und Soziologie, so dass soziologisches Wissen nicht nur für Kontextbedingungen, Bedarfsermittlung und Akzeptanzanalysen von neuen Technologien nachgefragt wird, sondern Gelegenheit bekommt, in den Artefakten selbst zu materialisieren.

[35] Auch Aluminium zeigt seine charakteristischen Eigenschaften im Übrigen nur in Reinform, die aufwändig produziert werden muss. Das gilt im Prinzip für alle chemischen Elemente. Ihr elementarer Charakter ist nicht gegeben, sondern wird hergestellt. Sie sind techno-wissenschaftliche Produkte (Lefèvre 2012, 29). Ähnliches gilt analog für Organismen. Darin lassen sich zum Beispiel nur dann identische neuronale Reaktionen auf visuelle Stimuli erzeugen (also feststehende Eigenschaften behaupten), wenn ihre innere und äußere Umwelt zum Beispiel durch Betäubung vereinfacht wird (Varela 1999, 47). Insofern materialisiert das Nervensystem eines Organismus in Abhängigkeit von seiner Körperhaltung-in-einer-Umwelt jeden Moment neu. Ein aristotelischer Beobachter sieht, dass die einzelnen Nervenzellen schon vorher da sind und überdauern, so dass sie für ihn „an sich“ bestimmte Eigenschaften haben. Aber diese Eigenschaften und das neuronale Potenzial sind wiederum nur: temporär bestimmte Eigenschaften und Potenziale in einem relationalen Geflecht – dem eines neurowissenschaftlichen Labors zum Beispiel.

### Bibliographie

- Abbott, A. (1995) Things of Boundaries. In: *Social Research* 62 (4): 857-882.
- Abbott, A. (2001) *Chaos of Disciplines*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Bachelard, G. (1940) *Die Philosophie des Nein. Versuch einer Philosophie des neuen wissenschaftlichen Geistes*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1980.
- Baecker, D. (2005) *Form und Formen der Kommunikation*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Barad, K. (2003) Posthumanist Performativity: Toward an Understanding of How Matter Comes to Matter. In: *Signs: Journal of Women in Culture and Society*

- 28 (3): 801-831.
- Barad, K. (2007) *Meeting the Universe Halfway*. Durham et al.: Duke UP.
- Barad, K. (2012) *Agentieller Realismus*. Über die Bedeutung materiell-diskursiver Praktiken. Berlin: Suhrkamp.
- Bateson, G. (1972) *Steps to an Ecology of Mind*. Chicago: University of Chicago Press, 2000.
- Bateson, G. (1982) *Geist und Natur. Eine notwendige Einheit*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Bennett, J. (2010) *Vibrant Matter: A Political Ecology of Things*. Durham & London: Duke UP.
- Biniok, P.; Lettkemann, E. (eds.) (2017) *Assistive Gesellschaft*. Wiesbaden: Springer VS.
- Bischof, A. (2017) *Soziale Maschinen Bauen. Epistemische Praktiken der Sozialrobotik*. Bielefeld: transcript.
- Braidotti, R. (2013) *The Posthuman*. Cambridge: Polity Press.
- Bryant, L. R. (2011) *The Democracy of Objects*. Open Humanities Press.
- Cassirer, E. (1910) *Substanzbegriff und Funktionsbegriff. Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik*. Berlin: Verlag von Bruno Cassirer.
- Clynes, M. E.; Kline, N. S. (1960) Cyborgs and Space. In: *Astronautics* (September 1960).
- Coy, W. (2004) Zum Streit der Fakultäten. Kybernetik und Informatik als wissenschaftliche Disziplinen. In: Pias, C. (ed.) *Cybernetics | Kybernetik. The Macy Conferences 1946-1953*, Band II: Essays und Dokumente. Zürich: diaphanes.
- De Landa, M. (1997) *A Thousand Years of Nonlinear History*. New York: Zone Books.
- Deleuze, G. (1987) *Foucault*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Dolphijn, R.; van der Tuin, I. (2012) (eds.) *New Materialism: Interviews & Cartographies*. Ann Arbor: Open Humanities Press.
- Emirbayer, M. (1997) Manifesto for a Relational Sociology. In: *American Journal of Sociology* 103 (2): 281-317.
- Folkers, A. (2013): Was ist neu am neuen Materialismus? – Von der Praxis zum Ereignis. In: Goll, T.; Keil, D.; Telios, T. (eds.) *Critical Matter. Diskussionen eines neuen Materialismus*. Münster: edition assemblage.
- Ford, M. (2015) *Rise of the Robots. Technology and the Threat of a Jobless Future*. New York: Basic Books.
- Fuhse, J.; Mützel, S. (2010) (eds.) *Relationale Soziologie. Zur kulturellen Wende der Netzwerkforschung*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Glanville, R. (2016) Lernen ist Interaktion. Über Gordon Pask, An Approach to Cybernetics (1961). In: Baecker, D. (ed.) *Schlüsselwerke der Systemtheorie*, 2. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag.
- Goffman, E. (1967) *Interaction Ritual. Essays in Face-to-Face Behavior*. New York: Doubleday.
- Grudin, J. (2009) AI and HCI: Two Fields Divided by a Common Focus. In: *AI Magazine*, Winter 2009: 48-57.
- Gumbrecht, H. U.; Pfeiffer K. L. (eds.) (1988) *Materialität der Kommunikation*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

- Günther, G. (1976) Cybernetic Ontology and Transjunctional Operations. In: ders.: *Beiträge zur Grundlegung einer operationsfähigen Dialektik*, Band 1. Hamburg: Meiner.
- Guizzo, E.; Goldstein, H. (2005) The Rise of The Body Bots. In: *IEEE Spectrum* October 2005: 50-56.
- Hacking, I. (1999) *Was heißt ‚soziale Konstruktion‘? Zur Konjunktur einer Kampfvokabel in den Wissenschaften*. Frankfurt a. M.: Fischer.
- Haraway, D. (1991) A Cyborg Manifesto. In: dies., *Simians, Cyborgs and Women: The Reinvention of Nature*. New York: Routledge.
- Hayles, N. K. (1999) *How We Became Posthuman. Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*. Chicago et al: The University of Chicago Press.
- Hörl, E.; Hagner, M. (2008) Überlegungen zur kybernetischen Transformation des Humanen. In: Hagner, M.; Hörl, E. (eds.) *Die Transformation des Humanen. Beiträge zur Kulturgeschichte der Kybernetik*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Jungert, M.; Romfeld, E.; Sukopp, T.; Voigt, U. (eds.) (2010) *Interdisziplinarität. Theorie, Praxis, Probleme*. Darmstadt: WBG.
- Karafilidis, A. (2010a) *Soziale Formen. Fortführung eines soziologischen Programms*. Bielefeld: transcript.
- Karafilidis, A. (2010b): Grenzen und Relationen. In: Fuhse, J.; Mützel, S. (eds.) *Relationale Soziologie. Zur kulturellen Wende der Netzwerkforschung*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Karafilidis, A. (2015a) Ontogenesis, or: If You Want to Study Ontology, Do not Use Ontology. In: *Constructivist Foundations* 10 (2): 214-216.
- Karafilidis, A. (2015b) Formale Bedingungen von Hybridität und nicht-moderne Beobachter. In: Kron, T. (ed.) *Soziale Hybridität – hybride Sozialität*. Weilerswist: Velbrück.
- Karafilidis, A. (2017) Synchronisierung, Kopplung und Kontrolle in Netzwerken. Zur sozialen Form von (technischer) Unterstützung und Assistenz. In: Biniok, P.; Lettkemann, E. (eds.) *Assistive Gesellschaft*. Wiesbaden: Springer VS.
- Karafilidis, A.; Weidner, R. (2015) Grundlagen einer Theorie und Klassifikation technischer Unterstützung. In: Weidner, R.; Redlich, T.; Wulfsberg, J. P. (eds.) *Technische Unterstützungssysteme*. Berlin: Springer.
- Kauffman, L. H. (2005) EigenForm. In: *Kybernetes* 34 (1/2): 129-150.
- Kay, L. E. (2000) *Who wrote the Book of Life? A History of the Genetic Code*. Stanford: Stanford UP.
- Kleine, N. (2016) Gesellschaftliche Auswirkungen von Wearable Technologie. Gewinn oder Verlust für die individuelle Autonomie? In: Weidner, R. (ed.) *Proceedings der zweiten transdisziplinären Konferenz „Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen“*, Hamburg.
- Korzybski, A. (1933[1994]) *Science and Sanity. An Introduction to Non-Aristotelian Systems and General Semantics*. Fifth Edition. Brooklyn, NY: Institute of General Semantics.
- Larkin, B. (2013) The Politics and Poetics of Infrastructure. In: *Annual Review of Anthropology* 42: 327-343.
- Latour, B. (1991) *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*. Frankfurt a. M.: Fischer, 1998.

- Latour, B. (2007) *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Lefèvre, W. (2012) Viewing chemistry through its ways of classifying. In: *Foundations of Chemistry* 14: 25-36.
- Lemke, T. (2015a) New Materialisms: Foucault and the ‚Government of Things‘. In: *Theory, Culture & Society* 32 (4): 3-25.
- Lemke, T. (2015b) Varieties of Materialism. In: *BioSocieties* 10 (4): 490-495.
- Luhmann, N. (1984) *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Luhmann, N. (1989) Reden und Schweigen. In: Luhmann, N.; Fuchs, P., *Reden und Schweigen*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp
- Luhmann, N. (1990[1993]) Identität – was oder wie? In: ders.: *Soziologische Aufklärung 5. Konstruktivistische Perspektiven*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N. (1995) Was ist Kommunikation? In: ders., *Soziologische Aufklärung 6. Die Soziologie und der Mensch*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- MacKay, D. M. (1969) *Information, Mechanism and Meaning*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Madrigal, A. C. (2010) The Man Who First Said ‚Cyborg‘, 50 Years Later. In: *The Atlantic* (Sep 30).
- Markoff, J. (2015) *Machines of Loving Grace. The Quest for Common Ground Between Humans and Robots*. New York: Harper Collins.
- Massumi, B. (2002) *Parables for the Virtual: Movement, Affect, Sensation*. Durham & London: Duke UP.
- Meister, M.; Lettkemann, E. (2004): Vom Flugabwehrgeschütz zum niedlichen Roboter. Zum Wandel des Kooperation stiftenden Universalismus der Kybernetik. In: Strübing, J; Schulz-Schaeffer, I.; Meister, M.; Gläser, J. (eds.), *Kooperation im Niemandsland. Neue Perspektiven auf Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technik*. Wiesbaden: Springer.
- Olazaran, M. (1996) A Sociological Study of the Official History of the Perceptrons Controversy. In: *Social Studies of Science* 26 (3): 611-659.
- Peres, A. (2003) Einstein, Podolsky, Rosen, and Shannon. *arXiv:quant-ph/0310010v1*.
- Pias, C. (2004) Zeit der Kybernetik – Eine Einstimmung. In: Pias, C. (ed.) *Cybernetics | Kybernetik. The Macy Conferences 1946-1953*, Band II: Essays und Dokumente. Zürich: diaphanes.
- Pickering, A. (2002) Cybernetics and the Mangle: Ashby, Beer and Pask. In: *Social Studies of Science* 32 (3): 413-437.
- Pickering, A. (2010) *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Rose, D. (2014) *Enchanted Objects. Design, Human Desire, and the Internet of Things*. New York et al.: Scribner.
- Rosenblueth, A.; Wiener, N.; Bigelow, J. (1943) Behavior, Purpose and Teleology. In: *Philosophy of Science* 10 (1): 18-24.
- Sahinol, M. (2016) *Das techno-zerebrale Subjekt. Zur Symbiose von Mensch und Maschine in den Neurowissenschaften*. Bielefeld: transcript.
- Schillmeier, M. (2010) *Rethinking Disability. Bodies, Senses, and Things*. New

- York: Routledge.
- Shannon, C. E.; Weaver, W. (1949) *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana and Chicago: University of Illinois Press, 1963.
- Simon, H. A. (1996) Understanding the Natural and the Artificial Worlds. In: ders.: *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Starner, T. (2014) How Wearables Worked Their Way Into The Mainstream. In: *IEEE Pervasive Computing* 13 (4): 10-15.
- Suchman, N. A. (2007) *Human-Machine Reconfigurations. Plans and Situated Actions*, 2<sup>nd</sup> Edition. Cambridge: Cambridge UP.
- Varela, F. J. (1981) Autonomy and Autopoiesis. In: Roth, G.; Schwegler, H. (eds.) *Self-organizing systems: An interdisciplinary approach*. Frankfurt a. M.; New York: Campus.
- Varela, F. J. (1990) *Kognitionswissenschaft – Kognitionstechnik. Eine Skizze aktueller Perspektiven*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Varela, F. J. (1999) *Ethical Know-How. Action, Wisdom, and Cognition*. Stanford: Stanford UP.
- von Foerster, H. (1976[1997]) Gegenstände: greifbare Symbole für (Eigen-) Verhalten. In: ders.: *Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- von Foerster, H. (1979[1993]) Kybernetik der Kybernetik. In: ders.: *KybernEthik*. Berlin: Merve.
- von Foerster, H. (1980[1997]) Epistemologie der Kommunikation. In: ders., *Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- von Foerster, H. (1985[1997]) Betrifft: Erkenntnistheorien. In: ders., *Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- von Foerster, H. (1993) Für Niklas Luhmann: Wie rekursiv ist Kommunikation? In: *Teoria Sociologica* I (2): 61-88.
- Weber, J. (2003): *Umkämpfte Bedeutungen. Naturkonzepte im Zeitalter der Technoscience*. Frankfurt a. M.; New York: Campus.
- Weber, J. (2005) Vom ‚Teufel der Unordnung‘ zum Engel des Rauschens. Kontroll- und Rationalitätsformen in Mensch-Maschine-Systemen. In: *Blätter für Technikgeschichte* 66/67: 237-259.
- Weber, J. (ed.) (2010) *Interdisziplinierung? Zum Wissenstransfer zwischen den Geistes-, Sozial- und Technowissenschaften*. Bielefeld: transcript.
- Weidner, R.; Karafillidis, A. (2015) Three General Determinants of Support Systems. In: *Applied Mechanics and Materials* 794: 555-562.
- Weidner, R.; Redlich, T.; Wulfsberg J. P. (eds.) (2015) *Technische Unterstützungssysteme*. Berlin: Springer.
- White, H. C. (1982) Interfaces. In: *Connections* 5 (1): 11-20.
- Wiener, N. (1948) *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine. Second Edition*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1994.
- Wiedemann, C. (2016) *Kritische Kollektivität im Netz. Anonymous, Facebook und die Kraft der Affizierung in der Kontrollgesellschaft*. Bielefeld: transcript.
- Winograd, T.; Flores, F. (1986) *Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design*. Norwood: Ablex.