

Stochastische Entscheidungen, eingeschrieben in technisch regulierte Abläufe, führen jedoch zu einer epistemischen Zwangsläufigkeit: »Die Instrumentelle Vernunft kann Entscheidungen treffen, aber zwischen Entscheiden und Wählen besteht ein himmelweiter Unterschied.« (Weizenbaum 1990, 338) Die Macht, die uns intelligente Technologien versprechen, da ist sich Weizenbaum sicher, »ist nichts, wenn sie nicht bedeutet [...], zu wählen« (ebd.), wenn wir keine Wahl haben.

4 Ausblick: Die Schönheit des Denkens

*My conscious begs for time – I AMX
– Insomnia*

Auf die Schwierigkeit die Forschungsbereiche der Computational Neuroscience und der KI sowie Machine Learning voneinander abzugrenzen, habe ich in diesem Buch immer wieder hingewiesen. Denn einerseits ist die Grenze nicht klar zu ziehen, und andererseits gehen die beiden Felder nicht ineinander auf. Gleichzeitig ist der Unterschied für jede*n einzelne*n Wissenschaftler*in im Feld sehr bedeutungsvoll. Ist es doch diese Abgrenzung, aus der folgt, auf welches Erklärungsmodell der Funktionsweise des Gehirns zurückgegriffen wird und wie sehr die als Methode entwickelten Neuronenmodelle als epistemische Verallgemeinerungen angenommen und als Kausalerklärung gesetzt werden.

In einem Interview wird die Spannung thematisiert, die sich aus der Verwendung von Mathematik in der eigenen Forschung und der allgemeinen Frage, ob hierdurch der Mensch als reine Entscheidungsmaschine konstruiert wird, ergibt:

I can see the tension, on the one hand, as a scientist I like mathematization, because you know, it is nice and clear and we know what the models are – and maybe they're wrong, I mean these models are wrong, but at least I know how they are wrong. But then the flipside is how this affects our self-image or image of others. Does that mean, that we see people as machines? I don't. I think I can safely say, that I do not see or treat my fellow human beings as machines. But I do feel that there is a tension there. Not in myself, because I don't feel internally confused by this, but I do think for instance for people who see my work that they may think: oh, that is a very reductive way of thinking about human beings. But I

don't think so. I actually think, with computational proofs I can actually show that people are capable of doing things that no machine can do. Like creativity. I do use mathematics for that, but of course the very fact of using mathematic does not make you start to mathematically think about human behavior. (Interview 6, 57 Min.)

Es kann also meines Erachtens nicht um ein generelles Infragesstellen von Mathematik und mathematischer Logik in neurowissenschaftlichen Praktiken gehen. Was aber zur Debatte steht, ist die Einsicht, dass Algorithmen und Neuronenmodelle nicht neutral sind und jede »Betrachtung des Gehirns zwangsläufig politisch ist« (Malabou 2006, 80). Im Anliegen dieses Buches steckt der Wunsch, die Ideengeschichte der Mathematik mit der Wissenschafts- und Technikgeschichte zu verknüpfen und darüber zu einem Verständnis zu gelangen, welcher Art die Argumente einer gegenwärtig deutungsmächtigen Disziplin wie der Computational Neurosciences sind. Zu verstehen, auf welchen Grundannahmen aufgebaut wird und wie diese ausgebaut werden und die Erkenntnisproduktion heute leiten. Zu verstehen, worauf das Licht der Computational Neurosciences derzeit fällt. Strategie dieses Buches ist es, einerseits der Herausbildung der Computational Neurosciences nachzugehen, andererseits, ihre immanenten Logiken herauszustellen. Das Zusammentragen und Beschreiben verlangten nach einer erheblichen Reduktion in der Darstellung der Konzepte und ein Ausklammern der vielen, parallel stattfindenden Entwicklungen in den anderen Bereichen neurowissenschaftlicher Forschung, die in manchen Fällen auf die gleichen Begriffe zurückgreifen, aber unter Umständen unterschiedliche Bedeutungen beinhalten.

Mir geht es nicht um eine Bewertung des untersuchten Wissenschaftsreichs, sondern um das Offenlegen der zahlreichen epistemisch-technischen Spuren, die sich heute in der computergestützten Wissensproduktion über das Gehirn wiederfinden lassen. Dies soll dazu dienen, das so gewonnene Wissen besser einschätzen und kontextualisieren zu können. Was davon wollen wir, welche Fragen werden vielleicht falsch gestellt und könnten mit anderen Methoden so gestellt werden, dass sie dem Gegenstand besser gerecht werden? Wie lassen sich Mathematik und Technologien nutzen, um dem gerecht zu werden, was mit ihnen untersucht werden soll: menschliches Denken und menschliche Verhaltensweisen? Die Beantwortung dieser Fragen liegt außerhalb des Rahmens dieses Buchs. Es verschafft jedoch einen Überblick über die Technologien und Methoden sowie die in sie eingewobenen Modelle und

Annahmen und erlaubt es, diese Fragen in einer Form zu stellen, die Diskussionen ermöglicht, die über die oftmals reduktionistische Modellierung der Wirklichkeit der Computational Neurosciences hinausgehen. In diesem Sinne ist das Ziel dieses Unterfangens, herauszustellen, dass Antworten, die auf Leibniz' Systemlogik und auf Wahrscheinlichkeitsrechnungen basieren, unweigerlich naturalisieren.

Die einer Mathematischen Logik folgende Neurowissenschaft lotet immer auch das Verhältnis von Kultur und Natur aus und bestimmt darüber, wie sich der Mensch selbst auffasst. In einer feministischen Studie aus den Science and Technology Studies wie der vorliegenden gilt es immer auch die Frage anzuschließen, wie in bestimmten Wissenskonstellationen – hier in der Mensch-Maschine-Konstellation – das Verhältnis von Natur und Kultur angelegt ist, und darauf hinzuweisen, dass auch das vermeintlich rein Biologische auf Metaphern und Konzepten beruht, die sich der Mensch ausgedacht hat, um Wissen über sich selbst und Maschinen hervorzubringen. So wie Marx darauf hingewiesen hat, dass die ökonomischen Verhältnisse seiner Zeit nicht auf göttlich-biologischen und damit unveränderbaren Strukturen beruhen, sondern menschengemacht und damit veränderbar sind, so stellt das Aufdecken des Mensch-Maschine-Verhältnisses scheinbar natürliche Schlussfolgerungen infrage und verweist auf ihre biopolitischen, also ihre regulierenden Wirkungen. Wie kann das Mensch-Maschine-Verhältnis entbiologisiert werden?

Wir wissen immer nur so viel über unsere Sinne, wie uns unsere Medien/Technologien über sie verraten (vgl. Kittler 2002). Dieser Gedanke Friedrich Kittlers über den Zusammenhang dessen, wie wir uns selbst imaginieren – also wie wir uns modellieren und ausdenken, wie unser Gehirn funktioniert, wie die Denkprozesse ablaufen – und den technischen Apparaturen, die wir alltäglich verwenden, gar nicht unbedingt nur, aber auch, um diese Prozesse zu untersuchen, verweist auf die Notwendigkeit, sich die symbolische Bedeutung der in den erkenntnisproduzierenden Neurowissenschaften und ihren Modellen verwendeten Begrifflichkeiten genauer anzuschauen. Aber nicht nur die symbolische Ebene spielt hier eine Rolle, auch die Art, wie wir Denken denken. Algorithmisches Denken, so der Mathematiker Sebastian Stiller, »verändert nicht nur, was wir denken, sondern wie wir denken. Wir denken mit anderen Methoden und Kriterien über diese Welt nach. [...] Es verändert den Einzelnen und die Gesellschaft im Ganzen. Schon die Produkte des algorithmischen Denkens lassen unsere alltägliche Klugheit verkümmern.« (Stiller 2015, 32) Den letzten Satz würde ich in dieser von Sebastian Stiller

vorgenommenen Verkürzung nicht unterschreiben, nutze ihn aber, um auf die Problematik der kapitalistischen Instrumentalisierung technischen Fortschritts hinzuweisen. Denn die derzeitige Erschließung des Gehirns erfolgt unter der Prämisse, dieses für technische Apparaturen und Prothesen bereitzustellen.

Eine Konsequenz aus dieser Einsicht verlangt die umfangreiche Denaturalisierung und historische Kontextualisierung der verwendeten Modelle, Daten, Neuronalen Netzwerke und anderer Modelle der Kognitionswissenschaften, wie etwa die Gleichsetzung von Auge und Wahrnehmung. Die Medienwissenschaftlerin Orit Halpern fordert die historische Situierung wissenschaftlicher Prämissen und Vorannahmen: »about the value of data, our regular obsession with »visualization«, and our almost overwhelming belief that we are in the midst of a digital-media-driven »crisis« of attention that can only be responded to through recourse to intensifying media consumption.« (Halpern 2014, 1)

Es muss hier selbstverständlich unterschieden werden zwischen der Verwendung einer mathematischen, formalen Sprache mit dem Wissen um ihre Vor- und Nachteile und der Behauptung, dass sie die einzige Sprache sei, die dabei helfen kann, Wissen über einen bestimmten Untersuchungsgegenstand zu generieren. Denn welches mathematische Modell, welcher statistische Weg für die Analyse verwendet wird, entscheidet mit darüber, welche Charakteristika einem Prozess oder einem Verhalten zuerkannt werden und worauf der Fokus der Untersuchung gelegt wird. Alle dynamischen Prozesse in der Untersuchung von Entscheidungsfindung etwa basieren auf dem Konkurrenzgedanken, also darauf, welches Netzwerk als Erstes die Membranaktivität aufbringt und feuert, welches als Erstes »schreit«. Welchen Einfluss diese Grundannahme, die allen Untersuchungen zu Neuronalen Netzwerken zugrunde gelegt wird, auf die Untersuchungsergebnisse hat, lässt sich nur schwer einschätzen. Zu bedenken ist in jedem Fall, dass die Herangehensweise, biologische und biochemische Systeme und allgemein alle evolutionären Prozesse im kapitalistisch-neoliberalen Sinne als Ergebnis von Konkurrenz zu betrachten, nicht zum ersten Mal in die Kritik gerät. Der wesentliche Grund dafür ist, dass er verhindert, Prozesse und daraus sich ergebende Verhaltensweisen als Ergebnis von Plastizität, Symbiose und Kooperation zu verstehen (vgl. Marquies 1995; Malabou 2006).

Gleichzeitig kann es nicht darum gehen, sich von mathematisch-logischem Denken, mathematischen Modellen und Stochastik generell zu verabschieden. Mathematische Modelle, Mustererkennung und die Wahrschein-

lichkeitsrechnung sind wichtige Tools, um in den immer größeren Datenmengen überhaupt etwas zu erkennen und zu interpretieren. Es lässt sich aber nur dann eine kritische Perspektive entwickeln, wenn man versteht, wie mathematisch-logisches Denken funktioniert und wie leicht sich eine Statistik fälschen lässt, also nur, wenn man die Arbeitsweise und die daraus möglichen und naheliegenden Schlussfolgerungen der Logik und des mathematischen Denkens nachvollziehen kann. Das Beispiel der Relativitätstheorie zeigt auch, dass eine Gleichung, die sich über ihren epistemischen Gehalt bewusst ist, eine große Offenheit gegenüber dem zu formalisierenden Gegenstand einnehmen kann. Weizenbaum räsoniert, dass über den Computer oft gesagt würde, er sei »nur« ein Werkzeug:

Die Funktion des Wörtchens »nur« in dieser Aussage soll zu dem Schluß verleiten, daß der Computer in keinem fundamentalen Sinne sehr wichtig sein kann, da Werkzeuge an sich nicht sehr wichtig sind. Ich habe behauptet, daß Werkzeuge die Rekonstruktion der Wirklichkeit in der Phantasie des Menschen formen und deshalb an der Ausbildung menschlicher Identität beteiligt sind. (1990, 213)

Seine Analyse, Computer und K.I. als Werkzeuge zu verstehen, die gesellschaftliche Bedingungen mitverfassen, ist gleichermaßen richtig wie wünschenswert. Computer und künstliche Intelligenz als Werkzeuge zu beschreiben, würde derzeit einer »Zähmung« aktueller Debatten gleichkommen, deren Versprechen und Dystopien alles beinhalten: von baldiger Übernahme der Macht oder zumindest der Forderung nach der dem Menschen gleichgestellten juristischen Subjektwerdung bis hin zu einer ohnmächtigen Hinnahme der Entwicklungen, teils aus dem Unverständnis dessen, was derzeit technisch machbar ist, teils weil diese Technologien als Heilsbringer inszeniert werden und ihre Entwicklung als unabwendbar erscheint. Weizenbaums Verweis zeigt, dass, erstens, Werkzeuge und ihre realitätsbegründenden Effekte nicht unterschätzt werden sollten, und dass es, zweitens, an der Zeit ist, die Erkenntnis- und Wahrheitsdispositive als streng historisch zu verorten, um zu verstehen, worauf gegenwärtige Wissensproduktion und Erkenntnisse basieren, um dann den Apparaturen einen Stellenwert zuzuschreiben, der ihnen angemessen ist: Hilfsmittel für den Menschen zu sein, Werkzeuge oder auch Prothesen, die etwas Bestimmtes können, für das sie unbedingt eingesetzt werden sollten, die aber für vieles andere keinen weiteren Nutzen haben.

Neuronale Netze instrumentalisieren durch die Implementierung mathematischer Argumentationen erneut eine Art instrumentelle, objektive Ver-

nunft. Die eigentlichen Probleme der in diesem Buch beschriebenen Mathematisierung der Wahrnehmung ergeben sich aus zweierlei: einerseits aus der konzeptuellen Abgrenzung des menschlichen Gehirns als eigenständiges, selbstlernendes und sich selbst erhaltendes System, abgetrennt vom Rest des Körpers und der Welt. Andererseits führt die Generalisierung dieser mathematischen Konzepte auf nahezu alle Abläufe zu einer Zurichtung von Welt und dem sich darin verortenden Menschen. Neuronale Netzwerke sind hierin hierarchisch bestimmt, auf Konkurrenz untereinander ausgelegt, suchen nach Ähnlichkeiten und bauen sich ihre kausalen Zusammenhänge in einer formalisierten Welt durch mathematisch formalisierte Entscheidungen, die das wahrscheinliche Eintreten vorhersagen oder Fehlerhaftigkeit zurückmelden, was wiederum eine Optimierung nach sich zieht. Neuronenmodelle modellieren die Eigenschaften, die auch an das neoliberale Subjekt gestellt werden, als eigenständige, sich selbst organisierende optimierende Systeme, die wiederum aus weiteren sich selbst organisierenden Systemen bestehen, alle abgetrennt voneinander. Erfahrung kann in diesem Modell nur vermittelt über Assoziationen oder Repräsentationen stattfinden, Wahrnehmung erfolgt hauptsächlich über das Auge. Denken ist eine hintereinander gereihete Ansammlung von Entscheidungen, die aber keine Wahl mehr ermöglichen, da der ›freie Wille‹ abgeschafft und durch innere, in der ›fehlenden halben Sekunde‹ einsetzende Affekte ersetzt wurde. Die Neuronenmodelle legen den Fokus auf systemimmanente Entscheidungen, die ›keine Wahl mehr lassen zu wählen‹.

Die kybernetische Einlagerung operationalisierbarer Schritte in die Logik von Entscheidungstechnologien erreichte im 20. Jahrhundert im Kontext von System- und Komplexitätstheorien einen bis heute wirksamen Interpretationsrahmen. Bei Thomas Lemke findet sich in *The Government of Things* (2021) der Verweis auf eine ab den 2000er-Jahren implementierte Neokybernetik. Im Gegensatz zu einer früheren Phase der Kybernetik, die sich durch den Fokus auf Probleme des Lernens, Formen der Selbstkontrolle und der Abgeschlossenheit von Systemen auszeichnet, verfolgt die Neokybernetik das Ziel einer grundlegenden Erfassung, Regulierung und Kontrolle von Verhalten, Affekten, von Beziehungen, von Intensitäten und Kräften (vgl. Lemke 2021, 177; Hörl 2017, 10).

Die Frage nach der Möglichkeit eines ›freien‹ Willens stellt sich heute, unter einer neo-kybernetischen Prämisse auch auf gesellschaftspolitischer Ebene neu. Die instrumentelle Vernunft wurde längst durch das Zusammenwirken einer sich abzeichnenden *Computational Rationality* (Berry 2011) und dem

sich Durchsetzen einer *Algorithmic Governmentality* (Rouvroy 2014) in technischen Regierungsweisen abgelöst. Was ist eine ›freie Entscheidung‹ in einer Welt, in der künstliche Intelligenzen personalisierte Profile von Personen anlegen und damit nicht nur mehr über jede*n Einzelne*n wissen als jeder Staat vor ihnen, sondern auch vermeintlich besser wissen, welche Vorlieben Menschen haben, oder sogar dank Auslesen von Daten meinen, besser zu wissen, was diese denken.

In die mathematisch-stochastischen Formalisierungen der modernen Hirnforschung sind epistemologisch wirkmächtige Grundannahmen eingelagert, die einen individuellen, substanzialistischen Blick auf das Gehirn befördern. So führt die *Mathematisierung der Wahrnehmung* zu einer formal-mathematischen Sprache, die einen »methodologischen Individualismus« (Ehrenberg 137) befördert, der sich statistisch ausdrückt. Das Interesse verschiebt sich von der »Wahrnehmung auf die Entscheidungsfindung« (Ehrenberg 2019, 138), da Entscheidungsfindung mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Folgerungsstatistiken mathematisch vorhersagbar wird. Der im Buch beschriebene Zirkelschluss offenbart, dass die Implementierung der induktiven Logik in die mathematischen Berechnungen menschlicher Entscheidungsfindungen, diese aufgrund von Wahrscheinlichkeitsvorhersagen vorgenommenen Verallgemeinerungen, zur Metapher für kognitive Prozesse per se stilisiert werden. Das Ergebnis sind Modelle Neuroner Netzwerke, die einzig die Grundlagen und weitere Verarbeitung dieser Entscheidungsfindungen thematisieren. Das führt zu einer radikalen Individualisierung auf das denkende Subjekt, da »[b]isher auf objektive Ungewissheiten bezogene Wahrscheinlichkeiten und Statistiken [...] auf subjektive Wahrscheinlichkeiten erweitert« (ebd.) werden. Durch die Fokussierung auf Entscheidungsfindungen als charakteristisches Merkmal menschlichen Wahrnehmens kann Kognition nur noch »vom Individuum her« (ebd., 225) gedacht werden. Gleichzeitig folgen diese Entscheidungsfindungsprozesse einer induktiven Logik, der Logik also, die vom Besonderen auf das Allgemeine schließen lässt, vom subjektiv wahrscheinlichsten Eintreten eines Ereignisses, durch seine Projektion ins Unendliche, zu einer objektiven Wahrscheinlichkeit führt. Die aktuelle Erkenntnisproduktion über menschliches Denken und Wahrnehmen trägt diese verobjektivierende Unendlichkeitsannahme in sich. Eine nicht verortete, nicht kontextualisierte Zeitlichkeit schreibt sich in die objektive Erkenntnisproduktion ein und führt damit zu ›utopischen Erkenntnissen‹. Es sind solche Verallgemeinerungen epistemischer Grundannahmen, die den erkennenden Blick auf

den denkenden Menschen heute leiten. Ein Erkenntnisinteresse aber, dass Entwicklung und Prozesshaftigkeit außerhalb der Zeit modelliert und sie gleichzeitig zu einem Attribut des Absoluten macht, bringt nur einen stark limitierten Erkenntnisgewinn. Prozesse und Entwicklung ohne ihre vergänglich, entropischen Komponenten, also ohne Zeit die vergeht und nicht unendlich wiederholbar ist, zu konzeptionalisieren, begreift ›Entwicklung ohne Entwicklung‹. Dies beinhaltet die irreleitende Annahme, dass Prozesse, menschliches Denken und Neuronale Netzwerke sich allein aus sich selbst heraus entwickeln, in einer als absolut gedachten und aus der Zeit gefallenen Selbstreferenzialität.

Die Selbstreferenzialität und Abgegrenztheit des denkenden Ichs sind keine Episteme, die erst mit den Computational Neurosciences in die Wissensproduktion eingelagert wurden. Das autonom denkende Subjekt steht in einer langen Tradition der Philosophie und nicht nur der Philosophie des Geistes. Schon bei Platon ist das Denken »das Gespräch zwischen mir und mir selbst«. Auf die erkenntnistheoretischen Effekte des cartesianischen Dualismus und die Rolle des denkenden, erkennenden Ichs in natur- wie geisteswissenschaftlicher Wissensproduktion wurde bereits in Kapitel 1 hingewiesen. Im selben Kapitel wurde auf die Immanenz einer göttlichen Letztinstanz in der Regelmäßigkeit der mathematischen Ordnung aufmerksam gemacht, die sich bis heute in den abgeschlossenen Modellen organischer wie künstlicher neuronaler Netzwerke wiederfinden lässt: auf die Selbstreferenzialität neuronaler Systeme, die zwar mit Daten trainieren, aber ohne Lehrer lernen; und dass diese Systeme gleichwohl eine Kausalmatrix benötigen, an der sie sich ›orientieren‹, ebenso wie einen von außen angelegten Antrieb, der nicht näher ausgewiesen wird, sondern mit mathematischer Zufallsverteilung herbeigeführt wird. Neuronale Netzwerke sind zwar selbstreferenziell und selbstorganisiert, können sich aber nicht aus sich selbst heraus erklären beziehungsweise interpretieren. Was es braucht, ist der Austausch mit der Welt, mit anderen Netzwerken – nicht nur als Input und Output gedacht, sondern als Interaktion. Sonst bleibt dieser Antrieb in der Logik eines unbewegten Bewegers, einer göttlichen Instanz. Dieser Gedanke wurde bereits von dem Philosophen Ludwig Feuerbach im Anschluss an eine ausführliche Kritik der Religion seiner Zeit formuliert. So sieht Feuerbach die Aufgabe des Philosophierens darin, sich aus der absoluten Allwissenheitsdoktrin, dem *view of nowhere*, zu befreien, nicht das eigene Ich in den Mittelpunkt des Denkens zu stellen und menschliche Subjektwerdung als einen Dialog der das Andere miteinbezieht zu verstehen:

Der absolute Philosoph sagte, oder dachte wenigstens, analog dem *L'etat c'est moi* des absoluten Monarchen und dem *L'etre c'est moi* des absoluten Gottes – von sich, als Denker natürlich, nicht als Menschen: *la vérité c'est moi*. Der menschliche Philosoph sagt dagegen: ich bin auch im Denken, auch als Philosoph Mensch mit Menschen. Die wahre Dialektik ist kein Monolog des einsamen Denkers mit sich selbst, sie ist ein Dialog zwischen Ich und Du. (1843, 83)

In diesem Sinne möchte ich mit der Feststellung aus einem meiner Interviews enden, in der zu einer Neuausrichtung zukünftiger Hirnforschung aufgerufen wird, die bedenkt, dass das Gehirn nie die ganze Antwort bereithält:

And this is important, because this means in order to explain cognition, we cannot explain it by the brain, we must assume that there is a world, that just the right way fits the brain. And so it is the world-brain pair that makes it possible. And, of course, cognitive neuroscience is not always like this, but then I say you have to look outside of the brain to understand how cognition can work in the world. If you only look in the brain, you will think you find answers, but they can never be complete. (Interview 6, 52 Min.).

