

Kapitel 6: Wenn du denkst, du denkst nur, dass du denkst

Rückwärts schauend in die Zukunft laufen – *Walter Benjamin*

Und denkt dran, dass aus einem *Nein*
auch der Morgen entsteht – *Brief des*
Zapatistischen Subcomandante Marcos

Das im letzten Kapitel entworfene Konzept der Mathematisierung von Wahrnehmung beschreibt den epistemischen Endpunkt einer langen Geschichte mathematisch-technischer Denkmodelle. Um ein Verständnis gegenwärtiger Neuronenmodelle zu ermöglichen, hat sich diese Abhandlung auf die Suche gemacht nach den vielen Ursprüngen westlich-philosophischer Überlegungen, die seit vielen hundert Jahren Zugänge entwickeln, um die Vorgänge im »komplexesten System unseres Universums« näher beschreiben oder gar erfassen zu können. Die konkreten Anfänge für mathematisch-vorhersagende Neuronale Netzwerke liegen in der in Kapitel 1 vorgestellten Genese der modernen, mathematischen *Logik* sowie in weiteren mathematischen Vorbedingungen für heutige Erkenntnismodalitäten wie der *Wahrscheinlichkeitstheorie*. In der Philosophie wird schon früh, spätestens aber mit Leibniz, die Nähe von Logik und logischem Schließen zur Funktionsweise von Denkprozessen konstatiert und sich darum bemüht, die mathematischen Formalisierungen in der Logik auf die Abläufe im Gehirn zu übertragen.

Das zweite Kapitel zeichnet die Geschichte der Physiologie, der Kognitionspsychologie und der Funktionsmorphologie nach, deren Erkenntnisse im 20. Jahrhundert sukzessive in verschiedene Neuronenmodelle implementiert werden. Vor allem jene Neuronenmodelle, die im Anschluss an die Kyberne-

tik formuliert wurden, basieren auf dem aus den Computerwissenschaften stammenden Kerngedanken der Regulation. Mit der *Kybernetik* werden die in mathematische Grundregeln gegossenen Formalisierungen der Aussagenlogik mit der mechanischen Operationalisierung von Entscheidungsregeln ver- schränkt.

In Kapitel 3 werden einige der Konzepte vertiefend beschrieben und ihre epistemischen Effekte vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf der Darstellung von *Neuronenmodellen*, die in den 1940er- und 1950er-Jahren noch auf einer Mechanisierung der Aussagenlogik und des Geistes basierten, wodurch die neuen mathematischen Konzepte komplexer rekursiver Systeme und der Implementierung von wahrscheinlichkeitstheoretischen Bedingungen neu formuliert wurden. Aktuelle Neuronenmodelle zeichnen sich durch die Verwendung von stochastischen, also zufallsgetriebenen Berechnungsweisen aus. Das heißt, dass die Neuronalen Netze als abgeschlossene Systeme modelliert, in Schichten unterteilt und diese wiederum in kleine Einheiten aufgespalten werden. Diese kleinen Einheiten treffen auf der Basis von Wahrscheinlichkeitsvorhersagen Entscheidungen. Aus der Vielfalt existierender Neuronenmodelle sticht das Neuronenmodell der künstlichen Neuronalen Netzwerke besonders heraus: Dieses in algorithmische Abläufe übertragene, sogenannte selbstlernende Neuronenmodell hat die Technik- und Softwarewelt tiefgreifend verändert, Stichwort *Deep Learning*.

Das vierte Kapitel wirft einen Blick auf die Auswirkungen, die sich aus den rechnerischen Möglichkeiten in der Erkenntnisproduktion ergeben; neue laborative, erkenntnisgenerierende Praktiken werden vorgestellt, die sich durch die Einführung rechenstarker Computer in den letzten 50 Jahren konkret verändert haben. Anhand der Geschichte laborativer Praktiken lässt sich zeigen, wie das, was als wissenschaftliche Erkenntnis gilt, immer wieder ausgehandelt wird, und in welchem Verhältnis erfahrungsbasiertes, kontextabhängiges und experimentelles Wissen zu apriorischem beziehungsweise mathematisch begründetem Wissen steht. Die computerbasierten Laborpraktiken der Computational Neurosciences, die größtenteils darin bestehen, Computermodelle und Simulationen zu erstellen, haben einerseits zu einer veränderten Verwendung laborativer Daten geführt. Andererseits lässt sich eine Ausweitung laborativer Praktiken – etwa durch die Implementierung stochastischer Entscheidungsprozesse in alltäglich genutzte Technologien – beobachten, was von mir als *Laboratisierung der Gesellschaft* beschrieben wurde.

Das fünfte Kapitel schließlich fasst die vorher beschriebene Genese der mathematischen Logik und ihre Implementierung in die erkenntnistheoreti-

schen, methodischen wie technologischen Ansätze unter dem Konzept der *Mathematisierung von Wahrnehmung* zusammen. Dieses Konzept erfasst die mathematischen, technischen Episteme, die in die Erkenntnisproduktion der Computational Neurosciences eingelassen sind, und verweist auf die Effekte, die durch die sukzessive Einbettung von auf Aussagenlogik und Codes basierenden und Vorhersagen generierenden Epistemen entstehen. Am Beispiel des Affekts konnte die Problematik aufgezeigt werden, die die Wiederbelebung des widerständigen Körpers und die Komplexität der Natur innerhalb dieser mathematischen Erkenntnisproduktion mit sich bringen. Das nicht mit diesen Modellen und Technologien Messbare, das Unverfügbare wird im Rahmen von allein auf Entscheidungen gerichteten Neuronalen Netzwerken zu einem vordiskursiven, nicht vermittelten *Affekt*. Damit ist der Affekt, diese nicht erfassbare halbe Sekunde, dem bewussten Zugang entzogen und schreibt sich so in die Diskussion um die Logik des freien Willens ein. Ausgehend davon soll die Diskussion um die Möglichkeit eines vermeintlich freien Willens in Zeiten seiner technischen Reproduzierbarkeit in dem nun folgenden, sechsten Kapitel aufgegriffen und für einen kritischen Ausblick nutzbar gemacht werden.

Die Formation Neuronaler Netzwerke als deutungswirksame Episteme – die Mathematisierung von Wahrnehmung – hat weitreichende Auswirkungen, die im folgenden Ausblick angedeutet werden sollen. Dass den Computational Neurosciences, wie im Vorwort bereits angedeutet, ein argumentativer Zirkelschluss zugrunde liegt, hat das in diesem Buch Dargestellte hinreichend illustriert. Dieser Zirkelschluss hat tiefgreifende Folgen für ein gesellschaftlich-technisches Verständnis des Menschen, vor allem aber für die Wahrnehmung menschlicher Eigenschaften. Das zentrale Problem einer erkenntnisleitenden Mathematischen Logik liegt in der Tragweite der darin eingelagerten Formalisierung und Beweisführung – *the way of reasoning*. Die Mathematik verspricht, rationale und objektive Schlüsse zu ziehen. Ihre Prämissen sind es, mit denen heute epistemologisch und empirisch ein Verständnis von Denkaktivität angestrebt wird. Auf Basis dieses mathematisch-technisch implementierten Objektivitätsanspruchs versuchen die Wissenschaftler*innen ein universales Wissen zu generieren, unabhängig und losgelöst von den Gehirnen und Körpern einzelner Proband*innen oder Patient*innen. Der geflügelte Satz auf einer Tagung, ausgerichtet an der Berliner School of Mind and Brain, blieb mir lange im Ohr: *We have to find out why the patient is saying something different than the data*. Neben der Frage, wen dieses *Wir* miteinschließt, beachte man auch die Reihenfolge: Nicht die Daten müssen auf ihren Er-

klärungsanspruch geprüft werden, sondern die Aussagen der Patient*innen. Hier scheint auf, was in der Debatte um den, zugegeben etwas unglücklichen Begriff des freien Willens am Ende dieses Kapitels ausführlicher behandelt wird.

1 Zirkelschluss. Die Implementierung mathematischer Logik in die Vorstellung neuronaler Netze

Ausgehend von der Mathematisierung der Aussagenlogik setzt sich die Mathematische Logik mithilfe des formalisierten Beweises von Aussagen als wahr oder falsch, beziehungsweise als graduell angegebene *wahrscheinlich* oder *unwahrscheinlich* eintretende Ereignisse, in gegenwärtigen Erkenntnispraktiken durch. Die Algebraisierung der Logik führte zunächst zu mechanischen Modellen des Geistes und zu Neuronenmodellen, die sukzessive durch Mathematische Logiken wie beispielsweise die Wahrscheinlichkeitstheorie und die Stochastik erweitert wurden. Feedforward und rekurrente Neuronenmodelle stellen gegenwärtig die prominentesten Neuronenmodelle in den Computational Neurosciences und der Neuroinformatik dar. Diese Neuronenmodelle sind das Ergebnis der sukzessiven Zusammenführung mathematischer Beweisführung und elektrotechnischer, auf Aussagenlogik beruhender Entscheidungsmechanismen. Die Neuronenmodelle der Computational Neurosciences schließen nun den Kreis eines Argumentationsmusters, das sich über die letzten Jahrhunderte wirkmächtig behauptet hat: Demnach verarbeitet das Gehirn Informationen in logischer Weise, und mithilfe von auf Mathematik beruhenden Maschinen können diese neuronalen Verarbeitungsprozesse untersucht und berechnet werden. Vergessen wird dabei jedoch, dass die Modelle und Algorithmen ursprünglich (nur) zur Untersuchung beziehungsweise zur Berechnung neuronaler Prozesse entwickelt wurden – heute dagegen werden die mathematisch-technischen Analyseinstrumentarien als Vorgänge beschrieben, die im Gehirn selbst ablaufen. Die zunächst zu methodischen Vermessungszwecken eingeführten Algorithmen dienten also zugleich als Vorbild für eine Rekonstruktion des Gehirns und bestimmen nun die Vorstellung davon, wie das Gehirn vermeintlich funktioniert – nämlich nach mathematischen Regeln. Heutige Computermodelle Neuroner Netze werden also nicht mehr zur Analyse verwendet, sondern sollen vielmehr mithilfe stochastischer Prozesse das Wachstum neuronaler Netzverbindungen simulieren und nachbauen.