

spezifischerer Feuerungsverhalten ganzer Netzwerke, komplexeren kognitiven Funktionen, wie beispielsweise Entscheidungsfindungen, auf die Spur zu kommen.

Der Fokus dieses Buches liegt nicht allein auf den stochastischen Neuronenmodellen, sondern nimmt auch die Mathematisierung der Wahrnehmung in den Blick, die diesen Modellen vorausging, und ermöglicht somit eine Verortung neurowissenschaftlichen Wissens über Neuronale Netzwerke in den Debatten um künstliche Intelligenz und den freien Willen. Was bedeuten diese Modelle und Forschungszugänge für die Erkenntnisse über uns und unser Gehirn, wenn wir glauben, ein mathematischer Blick auf das Gehirn liefere die Antworten? Und was war dann eigentlich die Frage? Erst wenn wir die grundlegenden Logiken und Mechanismen in den Wissenschaften vom Gehirn verstehen, lassen sich Einschätzungen darüber abgeben, welchen Status der Mensch und das Denken in diesen Denkkollektiven der Wissenschaftler*innen einnimmt. Wie alle anderen wissenschaftlichen Disziplinen auch braucht die neurowissenschaftliche Forschung Modelle und einen Ausgangspunkt, eine Überzeugung, von der die eigene wissenschaftliche Praxis ausgeht.

4 Methode und Kapitelübersicht

Die letzten Jahre meiner Forschung bestanden darin, aktuelle Debatten und Strömungen in der Hirnforschung zu verstehen und sie im Feld der Wissensgenerierung über das Gehirn zu kontextualisieren. Ausgehend von der Frage, wie Wissen über das Gehirn in den einzelnen Teilbereichen der Neurowissenschaften generiert wird, ging es mir dabei insbesondere darum, die historischen Anleihen und epistemischen Rahmenbedingungen der jeweiligen disziplinären neurowissenschaftlichen Methoden zu verstehen und daran anschließend der Frage nachzugehen, welche Art Erkenntnisse, welches Puzzlestück über das Gehirn die jeweilige Disziplin zum Verständnis beitragen kann und will und in welcher Theorietradition sie sich verortet. Die Nähe der Computational Neurosciences und der Neuro-Informatik zur Künstlichen Intelligenzforschung machte die Beschreibung der Unterschiedlichkeit der einzelnen Disziplinen besonders notwendig und zugleich mitunter schwierig. Es galt, ihre Unterschiede in den Herangehensweisen zu beschreiben und gleichzeitig ihre gemeinsamen Begrifflichkeiten zu erfassen, die in den einzelnen Disziplinen jeweils unterschiedlich verwendet werden, bei ihrer Einspeisung

in gesellschaftliche Debatten aber konsistent erscheinen und hier wiederum für eigenständige Anknüpfungspunkte und Auseinandersetzungen sorgen. Dieses Buch zeichnet die Historizität heutiger technischer Apparaturen und Wissensräume nach. Mit dieser Methode sollen »[i]n den Schichten des Diskurses die Bedingungen seiner Geschichte« (Foucault 1973, 17) bloßgelegt werden, und ausgehend von einer feministischen Wissenschafts- und Technikkritik werden »die materiellen Spuren des Historischen an den technischen Dingen und wissenschaftlichen Objekten« (Scheich 1999, 95) untersucht. Dadurch entsteht ein Zugriff, der über die historischen Spuren »einen epistemischen Zugang zur Welt [...] der Kontingenzen erkennbar macht, Komplexität von Entwicklungen in sozialen Verhältnissen kontextualisiert und damit auf eine spezifische Weise eine kritische Reflexion des Un/Möglichen erlaubt« (Fitsch/Meißner 2017, 75).

Methodisch bin ich auch für dieses Buch technografisch vorgegangen: teilnehmende Beobachtung, Interviews, Dokumentenanalyse und der historische Blick mit Fokus auf die Funktions- und Wirkweisen der jeweils in dem untersuchten Bereich verwendeten Technologien. Ich hatte die Chance, Expert*inneninterviews mit zahlreichen Kolleg*innen aus den verschiedenen Disziplinen zu führen: aus der Mathematik, der Physik, der Wissenschafts- und Technikforschung, den Computational Neurosciences und den Cognitive Computational Neurosciences. Für die Offenheit und die spannenden Gespräche möchte ich mich herzlich bedanken. Die Expert*inneninterviews wurden von mir transkribiert, anonymisiert, durchnummeriert und analysiert. Einige Ausschnitte aus den geführten Interviews finden sich als Zitate in diesem Buch.

Die spezifische Perspektive dieses Buches führte dazu, dass es, wie so oft in der Wissenschaft, vor allem um die Erkenntnisse von (weißen) Männern geht. Mit einem anderen Fokus hätte die Geschichte sicher anders erzählt werden können, denn es gibt und gab sie: diverse weiblich sozialisierte Mathematikerinnen und Logikerinnen, ebenso wie Philosoph*innen, Mathematiker*innen und Informatiker*innen of Color. Beispielseweise die Mathematikerin Émilie Du Châtelet (1706–1749) die sich um eine nicht tendentiöse Interpretation von Descartes, Leibniz und Newtons Arbeiten verdient machte, was in Folge zu einer Neurorientierung methodologischer, mathematischer Ansätze führte. Du Châtelet entscheidet sich nicht, wie viele Kolleg*innen ihrer Zeit, für eine der konkurrierenden Seiten. »Was sie interessiert, sind vielmehr gerade die Bedingungen, unter denen dieser Skandal der Vernunft sich überhaupt erst etablieren konnte.« (Hagengruber/Hecht 2019, VI) Einen

ähnlich anwendungsorientierten Ansatz verfolgten die Mathematikerinnen of Color, die bereits in den 1950er- und 1960er-Jahren in den NASA-Programmen leitende Funktionen übernahmen: Katherine Johnson (1918–2020), Dorothy Vaughan (1910–2008) und Mary Jackson (1921–2005). Oder die Mathematikerin Margaret Hamilton (*1936), die mit ihrem Team die Software für den ersten bemannten Landeanflug der Apollo 11 auf dem Mond programmierte und hierfür kein starres Programm verwendete, sondern menschliche und technische Fehler einberechnete. Ohne Hamiltons Voraussicht menschlicher Fehler wäre der Landeanflug der Apollo 11 gescheitert, denn das Drücken auch nur eines falschen Knopfes beanspruchte zwischenzeitlich mehr Rechenleistung, als der Bordcomputer leisten konnte, was ihn daran gehindert hätte, die für einen reibungslosen Ablauf der Landung nötigen Aufgaben zu bewältigen. Hamilton und ihr Team hatten daher ein Programm geschrieben, in dem die Software entscheidet, welche Aufgaben für das Ziel der Landung am wichtigsten sind, und dafür sorgt, dass diese prioritär durchgeführt werden. Hamilton rettete damit nicht nur Menschenleben und ermöglichte den Amerikaner*innen die erste Mondlandung. Sie setzte auch Standards für Softwareprogrammierung, die bis heute verwendet werden, wenn auch oft nicht mehr mit dem Wissen darum, dass nicht nur Menschen fehlbar sind, sondern auch von Menschen geschaffene Maschinen.

Das Unterfangen dieser Arbeit aber ist ein anderes: Es geht mir darum, die Durchsetzung einer mathematischen und damit – über den Rekurs auf die Regelhaftigkeit apriorisch geltender Naturgesetze der Mathematik – als besonders rational geltenden Logik aufzuzeigen und die hierdurch evozierten Effekte auf erkenntnistheoretische Ideale zu beschreiben. Die in Kapitel 1 vorgestellte Mathematische Logik verhandelt den Möglichkeitsraum von Erkenntnissen über das Denken im Besonderen und das Menschsein im Allgemeinen. Die hier erzählte Geschichte der Mathematischen Logik handelt nicht von den Brüchen oder dem Scheitern, sondern zeichnet die Ansätze nach, die trotz ihrer Unzulänglichkeiten auf den verschiedensten Ebenen so erfolgreich wurden, dass sie bis heute die Erkenntnisse, die wir über uns selbst generieren, anleiten und diese Logik in erkenntnisgenerierende Technologien implementieren. Kapitel 2 berichtet über die Herausbildung und die Anfänge morphologischer und artifizieller Neuronenmodelle. Um die Verwobenheit von Mathematischer Logik, Erkenntnismöglichkeiten und Technologien mithilfe von Neuronenmodellen wird es in den darauffolgenden Kapiteln gehen. Kapitel 3 zeichnet die epistemologischen Effekte mathematischer Konzepte in den Erklärungsmodellen der neuronalen Tätigkeit nach und sub-

sumiert diese Entwicklungen unter der Kritik an einer instrumentellen Vernunft. Kapitel 4 behandelt die Verbreitung dieser spezifischen Erkenntnismöglichkeiten durch die Ausweitung des Laborbegriffs und die Möglichkeit, überall und dauernd Daten zu sammeln, zu produzieren und zu reproduzieren. In Kapitel 5 stelle ich das Konzept der Mathematisierung von Wahrnehmung vor und zeige anschließend in Kapitel 6 die Effekte dieser Mathematisierung auf die Debatte über den freien Willen.

Die drei Abbildungen im hinteren Teil des Buches sind der Versuch, einen künstlerischen Umgang mit dem in Neuronale Netzwerke eingeflossenen Prinzip der Unendlichkeit zu schaffen. Unendlichkeit als Motor der Welt der Wahrscheinlichkeiten, so exakt in der Mathematik und dennoch oft so weit entfernt jeglicher realexistierender Erfahrungshorizonte – oder wann haben Sie das letzte Mal erlebt, dass Sie 1/6 mal eine 6 gewürfelt haben? Unendlichkeit, von der wir nicht wissen, ob sie wirklich existiert. Deren erkenntnistheoretische Voreingenommenheit dennoch den Deutungshorizont unserer Zeit bestimmt, in dem sie alle individuelle Erfahrung ins kollektive Gedächtnis der Statistik verlagerte. Was wir wie erinnern, beeinflusst unser Jetzt und den Output perspektivisch unendlich verfügbarer technischer Geräte. Die erkenntnistheoretisch erzeugte Ambivalenz des Verhältnisses des Einzelnen zu den Vielen wird im Angesicht der unendlichen Wüstenwelt aus Frank Herberts Romanzyklus *Dune* zur Handlungsanweisung: »Das Unendliche als endlich sehen, das Analogon des Bewusstseins die empfundenen Stückchen des Unendlichen leitend.« (Herbert 1985, 11)