

### 3 Neuronen- und Computermodelle

Alle Modelle in den Computational Neurosciences sind mathematische Modelle. Das heißt, dass die mathematische Sprache, vor allem Differentialgleichungen, genutzt wird, um Neuronale Netzwerkmodelle aufzuschreiben. Diese mathematischen Modelle haben Einfluss auf die Neuronenmodelle in den Neurowissenschaften. Oder wie es eine\*r der Forscher\*innen im Interview ausdrückt: »Also wie jetzt Experimente gestrickt werden, worauf man guckt und so. Das formt auch das Denken.« (Interview 7, 1:13:00) Alle Modelle basieren auf der Verwendung von Stochastik, mit allen Modellen sollen Voraussagen getroffen werden und durch ihre Komplexität sind heute alle Modelle darauf angewiesen, mit dem Computer berechnet zu werden. Der Unterschied zwischen Neuronenmodellen und allgemeinen Computermodellen liegt in der Abstraktion des Erklärungsansatzes. Neuronenmodelle beschreiben auf einer übergeordneten Ebene die Funktionsweise neuronaler Informationsverarbeitung ganzer Netzwerke, die zur mathematischen Berechnung als komplexe Systeme kategorisiert werden. Künstliche Neuronale Netzwerke sind Neuronenmodelle, die die Gesamtheit eines Neuronalen Netzwerkes beschreiben wollen.

Ein Bereich der Computational Neurosciences widmet sich der Reduzierung von Komplexität, um einfachere Modelle erstellen zu können. Die derzeit wohl bekanntesten Neuronenmodelle sind die Decision-Making-Modelle, das heißt Entscheidungsalgorithmen in Neuronalen Netzwerken. Bisher war nur das Messen einzelner Neuronen mithilfe von Elektroden möglich. Durch Optical Imaging lässt sich heute die Neuronenaktivität mehrerer Neuronen gleichzeitig messen, das heißt, Elektroden, die wiederum viele kleine Elektroden in sich vereinen, werden in das Hirngewebe eingeführt. Der mit Hilfe dieser kleinen Elektroden gemessene Bereich ist so klein, dass nur mithilfe ausgeklügelter Algorithmen die gemessenen Spikes sortiert und einzelne Spikes Neuronen zugeordnet werden können. So erhält man die Muster mehrerer Neuronen und die durch sie hervorgebrachten Spikes zugleich. Da sich in ganzen Neuronenpopulationen mehr Information speichern lässt als in einem einzelnen Neuron, ist die Hoffnung, dass unter Zuhilfenahme dieser Daten mehr Erkenntnisse über die Funktionsweise von Neuronalen Netzen generiert werden können. Dies betrifft zum Beispiel die Codierung und Muster in der Informationsverarbeitung vieler Neuronen und die Effekte, wenn bestimmte Neuronen gleichzeitig feuern oder wenn sie in einer bestimmten Zeitspanne feuern. Die Hoffnung liegt darin, über die Analyse immer

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