

Dieses Kapitel ist der Behandlung wichtiger Grundlagen und der Einführung zentraler Begriffe gewidmet. Der Gebrauch schlecht definierter Ausdrücke mit zentraler Bedeutung sollte in einem guten Buch bzw. in fundierten Theorien vermieden werden. In gewissem Sinne stellen der Verlauf dieses Buches und seine Inhalte ein wissenschaftliches Experiment dar, indem immer Fragen an die Natur gestellt werden. Aus den Antworten und aus den Daten werden vorläufige Vermutungen, das heißt Hypothesen, abgeleitet, diese der Gemeinschaft der Leser vorgestellt und damit auch der Validierung bzw. Kritik ausgesetzt. Eine Hypothese, die wiederholt solchen Tests standgehalten hat und die durch viele Beobachtungen und Experimente belegt werden kann, wird schließlich in den Status einer Theorie erhoben.

2.1 Erkenntnistheoretisches Fundament

Das Buch beschäftigt sich im Allgemeinen mit der Entwicklung sogenannter „kognitiver Lösungen“ (cognitive solutions), bei denen es darum geht, Lösungssysteme zunächst als wissensbasierte bzw. kognitive Modelle zu konzeptionalisieren und diese Modelle mit Software und Hardware „intelligent“ bzw. „kognitiv“ auszugestalten. Im Speziellen wird damit die Konzeptionalisierung und Implementierung einer „artificialen Kognition“ (artificial cognition) verfolgt, die durch die Orchestrierung von Simulationen naturanaloger Verfahren das intelligente Verhalten von Lösungssystemen erzeugen soll. Dazu ist eine enge Anlehnung an die Computertechnologie, der Künstlichen-Intelligenz-Forschung (Artificial Intelligence), der Erforschung Künstlichen Lebens (Artificial Life) im Allgemeinen und des Forschungsprogramms Cognitive Robotic bzw. Cognitive Computing im Speziellen gefordert. Darüber hinaus bestehen gerade durch das Cognitive Computing Anknüpfungspunkte zu den zwei Megaprojekten der USA und der EU, wo es im Rahmen

des Brain Activity Map Projekts um die Erfassung der Aktivitäten von Nervenzellen, deren Kartierung und somit um das Funktionsverständnis des Gehirnes geht. Dagegen liegt der Fokus des von der europäischen Union geförderten Human Brain Projekts weniger auf der Kartierung, sondern vielmehr auf der Entwicklung einer Plattform bzw. der Computersimulation des Gehirns. Generell wird dadurch der Versuch gestartet, durch die Synchronisation der Erkenntnisse u. a. aus der Kognitionswissenschaft und der Computerwissenschaften das Verständnis des menschlichen Gehirns als Organ und der Kognition als Artefakt dieses Organs auf eine neue Ebene zu heben. Dazu soll ein Modell des Gehirns entwickelt werden, das alle Strukturen des Organs umfasst. Auf Basis dieses Modells und unter Einsatz von Supercomputern sollen sich dann die Aktivitäten des Gehirns simulieren lassen. Dabei baut dieses Projekt auf den Erkenntnissen des Vorgängerprojektes „Blue Brain Project“ der ETH Lausanne auf, das zwar eine Reihe interessanter Arbeiten hinterlässt, allerdings auch die zum Ziel gesetzte Simulation der Aktivität einer kortikalen Säule hat vermissen lassen.¹ Insofern werden im weiteren Verlauf dieses Buches unter dem Begriff „Artificial Cognition“ sowohl auf Erkenntnisse des Forschungsprogramms Cognitive Robotic bzw. Cognitive Computing, als auch dem des Human Brain Projekts² bzw. Activity Map Projekts³ zugegriffen und somit zum Gegenstandsbereich des Buches.

Den Rahmen dieser Erkenntnisverwertung bilden einige erkenntnistheoretischen Positionen, die im Folgenden kurz erläutert werden sollen. So werden Positionen des *Konstruktivismus* vertreten, nach denen Entitäten bzw. Objekte erst als Resultat eines Konstruktionsprozesses existieren. Die Existenz solcher Entitäten kann insofern nur postuliert werden, wenn es eine Methode oder ein Prinzip zu ihrer Konstruktion gibt. Mit anderen Worten besteht der Kerngedanke des Konstruktivismus darin, dass die menschliche Wahrnehmung, das Denken und Erinnern nicht eine äußere Realität abbildet oder repräsentiert, sondern womöglich eine eigene Wirklichkeit erzeugt bzw. konstruiert.

Dabei gilt es zu bedenken, dass es „den“ Konstruktivismus an sich nicht gibt, da der Begriff „konstruktivistisch“ mehrdeutig verwendet wird. So beschäftigt sich beispielsweise der empirische Konstruktivismus zum einen mit den Objekten der Wirklichkeit und zum anderen mit Konstruktionsprozessen der Wirklichkeit. Die Wirklichkeitskonstruktion wird somit auch hier als konstruktivistischer Prozess aufgefasst. Mit dieser Auffassung werden alle die Gegenstände angesprochen, die auch bei der Entwicklung von Simulationen naturanaloger Prozesse zum Tragen kommen. Es sind dies neben dem Prozess als solchem, Voraussetzungen, Bedingungen und auch die Folgen der kognitiven Konstruktion von Wirklichkeiten. Aber auch eher entwicklungsnahe Aspekte, wie physiologische, biologische, anthropologische Voraussetzungen, Wahrnehmungs-, Daten-, Informationsverarbeitungsprozesse, Affekt-, Situations- und Wissensmanagement werden in die Überlegungen mit einbezogen. Dabei werden Gebiete der Kognitionswissenschaften und Künstlichen Intelligenz-Forschung aufgesucht, wenn es um die Voraussetzungen von Lernen, Interoperation und Kommunikation, der Ordnungsbildung und der Entstehung von Organisationen, beziehungsweise des Phänomens der Emergenz in Prozessen der Selbstorganisation geht.

¹ Siehe auch <http://bluebrain.epfl.ch/>.

² Siehe auch <http://www.humanbrainproject.eu/>.

³ Siehe auch <http://www.nih.gov/science/brain/>.

Die eher philosophische Frage, was systemische Erkenntnis ist oder maximal sein kann, wie sie erlangt und wie sie gerechtfertigt werden kann, verwandelt sich damit in die Frage, wie das Substrat einer solchen Erkenntnis, die Maschine und deren Komponenten, eine solche Erkenntnis erzeugt. Dabei soll der Begriff der Maschine in der funktionalen Weise eines abstrakten Tupels $M=(Q,I,O,f)$ mit einer Zustandsmenge Q , einer Eingabemenge I , einer Ausgabemenge O und einer Zustandsübergangsfunktion f betrachtet werden. Eine solche Maschine kann dann durch ihre möglichen Systemzustände und die Art und Weise, wie sie Anfangszustände in Endzustände überführt, hinreichend modelliert werden.

Zunächst gilt es zu berücksichtigen, dass das System niemals aus seinem Erkenntnisbereich und den darin entwickelnden Repräsentationen der Wirklichkeit heraustreten kann. Zusätzlich stellt das Erkennen vor allem einen selbstbezüglichen Prozess dar, indem das System dann über Wissen verfügen kann, wenn es dieses über einen kognitiven Prozess und den darin verankerten Operationen selbst entwickelt hat. Wissen als Resultat eines solchen Erkenntnisprozesses ist demnach nicht ein „Entdecken“, sondern ein „Konstruieren“ einer Realität und einer Wirklichkeit. Insofern rekurriert dieser Ansatz insbesondere auf Ansätze aus Systemtheorie, Neurobiologie und Kybernetik, die annehmen, dass kognitive Systeme „informationsdicht“ sind, indem sie ihre Wirklichkeit selbst erzeugen.

Die Rückwendung dieses Konstruktivismus und damit die Abkehr vom radikalen Konstruktivismus besteht darin, dass er einen Wissensbegriff etabliert, der nicht ohne Ontologie und damit Repräsentation auskommt (Abb. 2.1).

Die Ontologie beeinflusst dabei nicht nur die Konzeptionalisierung (Modelle) und die Implementierung (Klassen, Methoden etc.), sondern auch die Methodik des gesamten Entwicklungsprozesses. Beispielsweise gliedert sich ein an der Ontologie orientierter Entwicklungsprozess in folgende Pha-



Abb. 2.1 Varianten des Konstruktivismus

sen: *Planung*: Identifikation der Aufgaben, Planung der Aufgaben, Identifikation der Ressourcen. *Kontrolle* der korrekten Abwicklung der Aufgaben. *Qualitätssicherung*: Qualitätssicherung aller im Entwicklungsprozess anfallender Produkte (Ontologie, Softwarekomponenten, Dokumentation etc.) *Vor-Entwicklung*: Plattform- und Entwicklungsumgebung, Grobspezifikation, Machbarkeitsstudien, *Entwicklung*: Konzeptionalisierung, Formalisierung, Implementierung. *Nach-Entwicklung*: Wartung, Produktion, Refactoring. Die Phasen 1 bis 6 *unterstützenden Aktivitäten*: Wissens-Akquise, Evaluierung, Integration durch Wiederverwendung bereits bestehender Lösungen, Dokumentation, Konfigurations-Management, Projektmanagement.

Der artifiziell-systemischen Kognition kommt daher vor allem eine aktive, konstruktive und adaptive Funktion zu und besteht nicht in der passiven Abbildung einer objektiven Wirklichkeit. Insofern besteht Wissen in der Konstruktion von in Begriffen gefassten Entitäten, die entweder mit der Erfahrungswelt eins sind oder aber mit dieser Erfahrungswelt in Konflikt geraten können. Diese Konstrukte müssen im System daher in einem ersten Schritt zunächst mit der ontologischen Welt im Sinne einer Repräsentation übereinstimmen (Minimalforderung), sie müssen aber noch nicht in das Gesamtkonzept der Erfahrung „passen“. Wenn diese begrifflichen Entitäten als Wissen dann auch noch passen (Maximalforderung), so heißt dies nicht mehr und nicht weniger, als dass dieses Wissen sich der Erfahrungswelt als Selektionsmechanismus stellt, und aus diesem Rückkopplungsprozess ein für das erkennende System so lange gangbares „viables“ Verhalten erzeugt wird, als dieses die Problemlösung sichert.

Eine solche Sichtweise widerspricht nicht den Erkenntnissen der Kognitionswissenschaften. Die Repräsentation im neuronalen Substrat erfüllt demnach nicht nur eine Abbildfunktion zwischen Umwelt und kognitivem Apparat, sondern sie konstruiert durch kontinuierliche physische Veränderung das zum Überleben und zur Reproduktion des Organismus adäquate Verhalten und stellt damit eine stabile Beziehung zwischen Umwelt und Organismus dar. Das Repräsentationssystem nimmt aktiv an diesen Konstruktionsprozessen teil. Die Dynamik der Umwelt spielt dabei nur die Rolle eines Auslösers (Perturbation), welche die durch das Repräsentationssystem determinierten Verhaltensweisen selektiert. Strategien von Versuch und Irrtum bzw. der funktionalen Passung bestimmen die Beziehung zwischen Umwelt und Repräsentationssystem. Die Repräsentationsstruktur wird so lange versuchsweise verändert und durch Verhalten externalisiert, bis ein intern oder extern festgestellter Fehler minimiert bzw. der homöostatische Zustand hergestellt ist.

Diese Rückwendung soll auch der Auffassung gängiger konstruktivistischer Epistemologien widersprechen, dass man nicht mehr vernünftig von Beobachtungsdaten sprechen kann, dass diese nicht Informationen über die Außenwelt, sondern lediglich Konstruktionen des Bewusstseins darstellen, die keine Aussagen über eine von diesem Bewusstsein unabhängige äußere Welt zulassen. Ebenfalls widersprochen wird der damit oftmals vorgebrachten Behauptung, dass Erklärungen nicht auf Sätzen mit empirischem Gehalt oder wahren Sätzen beruhen müssen, sondern das angestrebte Ziel einer Erklärung nur in ihrer „Viabilität“, Passung oder Fitness zum Ausdruck kommt. Theorien, Gesetze und damit auch Erklärungen sind demzufolge „viabel“ bzw. „fit“, wenn sie dem Überleben in der Wissenschaftspraxis dienen. Gleichwohl soll die Erkenntnis über die Erkenntnis

„naturalisiert“ werden, um so den Erklärungen auf diese Weise auch einen instrumentellen Charakter zukommen zu lassen.

Dies lässt die folgenden Hypothesen zu:

- Die Repräsentation ist keine passive Abbildung, sondern eine aktive Konstruktion der Umwelt im kognitiven System.
- Weil der Zugang zur Umwelt nur über die Repräsentation im kognitiven System (Brainware) laufen kann, ist die Repräsentation der Umwelt von der Struktur dieses kognitiven Systems determiniert und nicht von der objektiven Struktur der Umwelt.
- Da das kognitive System nicht nur mit eigenen oder anderen Systemzuständen interagiert, sondern vielmehr mit der Umwelt interoperiert, dringen Daten und Information von außen ins System ein.
- Daten und Information werden nach Maßgabe der Strukturdeterminanten des Systems aus den über das perzeptive System eingehenden Signalen erst erzeugt und im kognitiven Prozess durch Semantik angereichert.
- Die im kognitiven System verkörperte Dynamik ist von daher kein unabhängiges, objektives Wissen über die Außenwelt und die Wirklichkeit, sondern abhängig von der Struktur des kognitiven Systems im erkennenden Umgang mit seiner Umgebung.

Im Verlaufe des Buches wird das Verhältnis des Kognitiven und Mentalen zum Physischen behandelt und annähernd erklärt werden müssen. An dieser Stelle soll dabei der Begriff des „Mentalen“ noch in klassischer Verwendungsweise als Kürzel für die recht heterogene Ansammlung von kognitiven, intentionalen und phänomenalen Kompetenzen und Manifestationen stehen, die Lebewesen charakterisieren. Hierzu wird eine *reduktionistisch-funktionale Sichtweise* eingenommen, wo Emergenz- und Supervenienztheorien sowie reduktionistische und eliminative Ansätze unterschiedliche Lösungen bereitstellen.

Mit „Emergenz“ ist an dieser Stelle gemeint, dass Phänomene ihrem Ursprung nach physikalisch, chemisch, oder biologisch zu sein scheinen, dass aber diese Phänomene keinesfalls auf diese Ebene zurückgeführt werden können.

Im Rahmen der Konzeptionalisierung erfolgt zum einen eine „wohl temperierte“, d. h. schrittweise Reduktion der Theorien von einer höheren Beschreibungsebene auf eine darunter liegende, solange, bis das Ziel der Reduktion in der Implementierung erreicht ist (Mikroreduktion). So besteht die Mikroreduktion beispielsweise darin, die Soziologie als Wissenschaft der Interaktion von Gruppen auf die Psychologie als Wissenschaft des Verhaltens einzelner Menschen zu reduzieren. Von dieser Erklärungsebene ausgehend, werden die Gesetze und Theorien, mit denen sich das Verhalten von Menschen erklären und beschreiben lässt, auf Theorien der Biologie reduziert. Auf diese Weise lässt sich beispielsweise das Verhalten eines Menschen in einer bestimmten Situation mit dem Vokabular einer psychologischen oder gar physikalistischen Sprache formulieren, beschreiben und erklären.

So bauen die Simulationen im Rahmen der Validierung auf den Möglichkeiten der Mikroreduktion auf. Zum anderen kommen die Erklärungen in diesem Buch auf der Makroebene nicht ohne den Rückgriff auf Gesetze oder Sachverhalte einer Makroebene aus (Makroreduktion). Die Notwendigkeit des Rückgriffs auf eine Makroebene wird deutlich, dass ein System, dessen Verhalten oder Eigenschaften erklärt werden sollen, nicht losgelöst von seiner Umwelt betrachtet werden kann. Wird das System simuliert, so müssen Eigenschaften und Prozesse der Umwelt in die Simulation mit einfließen.

So erfordern psychologische Erklärungen beispielsweise sehr oft eine Makroreduktion, d. h. sie nehmen Bezug auf soziologische Faktoren, auch wenn sie eine materielle und damit physikalische Basis haben.

Das reduktionistische Programm dieses Buches steht und fällt mit der Möglichkeit, das kognitive Vokabular auf das Vokabular des Cognitive Computing und damit letztlich auf das physikalische Vokabular zu reduzieren. Kern dieses Reduktionismus muss sein, Argumente für die Hypothese aufzuzeigen, dass sich die Rede vom Kognitiven auf die Technologie des Cognitive Computing reduzieren lässt.

Die Grundidee dieses Reduktionismus kann anhand einer Zwiebel metaphorisch verstanden werden: Funktionen oder Ereignisse einer bestimmten Schicht werden durch Prozesse hervorgerufen, die in einer tiefer liegenden Schicht stattfinden. Mit anderen Worten besteht der harte Kern aus der Kognitionswissenschaft und dem Cognitive Computing, deren weitere Schale wiederum die Physik und Philosophie, und dort wiederum die Informatik und das Simulationsexperiment bilden.

Eine Argumentation in diesem Buch wird unter anderem sein, dass das eine Vokabular kommensurabel zum anderen ist, weil zwar nicht dieselben Ereignisse betrachtet und beschrieben, aber diese ereignishaften Differenzen durch Modelle ausgeglichen bzw. die semantische Lücke durch Simulationen überwunden werden kann.

In Bezug auf die Entwicklung von Computerprogrammen zeigen sich damit gewisse reduktionistische Implikationen. Menschliches Wissen im Allgemeinen, aber auch Sachverhalte oder Gegenstandsbeschreibungen im Besonderen, müssen für die Programmierung explizit gemacht und damit in Form von propositionalen Satzgehalten ausgedrückt werden. Ein weiterer Reduktionsschritt besteht darin, dass dieses vergegenständlichte Wissen auch noch formalisiert und damit bestimmten formallogischen Regeln unterworfen werden muss. Letzteres ist sicherlich die weitaus größere Reduktion, welche zur Programmierung der Computersysteme vorgenommen werden muss.

Durch die Modelle und Simulationen soll die Hypothese der Identität kognitiver Zustände und Prozesse mit funktionalen Zuständen und Prozessen trotz fehlender empirischer Befunde gestützt werden. Auf dieser Annahme bauen jedoch die Simulationen als formalisierte und implementierte „Brückengesetze“ auf, die eine Isomorphie der funktionalen Zustände eines Programms auf der einen und jener des menschlichen Bewusstseins bzw. der artifiziellen Kognition auf der anderen Seite stützen sollen. Dabei dient die klassische

Auffassung von Bewusstsein als Subsumption von absichtsvollem Handeln (Intentionalität), Intelligenz (Intuition, Introspektion und Kreativität) als Vorgabe (Blaupause) für die Realisierung eines artifiziellen Bewusstseins durch ein kognitives System. Im Gegensatz dazu wird im Folgenden unter natürlichem und damit menschlichem Bewusstsein ein erweitertes (Selbst)Bewusstsein verstanden, das dadurch entsteht, dass sich der Mensch in seiner Sprachlichkeit rekursiv auf sich selbst bezieht (Selbstreferentialität). Diese Selbstbeobachtung kann durch eine wechselseitige Fremdbeobachtung angereichert werden, was dann zu einem selbstkritischen Selbstbewusstsein führen kann, aber nicht muss.

Im Folgenden wird also im Falle eines natürlichen Bewusstseins stets von Selbstbewusstsein die Rede sein, wodurch beide Begriffe synonym und in Abgrenzung zum artifiziellen Bewusstsein behandelt werden.

Eine Grundposition dieses Buches ist also, dass Simulationen durchaus als Erklärungen benutzt werden können.

Wenngleich im Rahmen der Implementierung der Simulationsprogramme die Einsicht aus dem Konstruktivismus verwertet wird, dass es unter Umständen nicht ausreicht, funktionales Verhalten zu simulieren, sondern dass auch die strukturellen Veränderungen und Prozesse mit untersucht werden müssen, wenn natürliche kognitive System verstanden, erklärt und in Simulationsprogramme überführt werden sollen.

Sie eignen sich für diese Aufgabe, weil mit ihnen nicht nur Ergebnisse produziert werden können, die gut mit zu beobachtenden Ereignissen übereinstimmen, sondern sie zeigen auch auf, dass die modellierten und simulierten Prozesse im Original der Realität ähnlich sind.

Die Eignung des methodischen Funktionalismus, der besagt, dass die Betrachtungsweise kognitiver Phänomene als funktionaler Phänomene für die Zwecke der Forschung angemessen sind, ergibt sich aber auch aus einem rein praktischen Umstand, weil sich die darin getroffenen theoretischen Annahmen einigermaßen leicht computertechnisch umsetzen und implementieren lassen. Dies darf und soll an dieser Stelle nicht verschwiegen werden.

Die Bestätigung dieser Annahme führt zur starken Hypothese der Kognitionswissenschaft, die durch die gute Übereinstimmung der Simulationsergebnisse und der tatsächlich gemachten Beobachtungen zwar gestützt, jedoch bis dato nicht durch eine gesicherte empirische Evidenz, die für die Isomorphie der Prozesse spricht, also durch den empirischen Nachweis von Symbolverarbeitungs- oder von subsymbolischen Informationsverarbeitungsprozessen gefestigt wird (Abb. 2.2).

Nach dem in diesem Buch verfolgten Ansatz sind Theorien die Basis für die Konzeptionalisierung von Kognitionsmodellen. Dabei sind Theorien als auch die Modelle Bestandteil eines zukünftigen allgemeinen Modelles der Kognition, wobei in den einzelnen

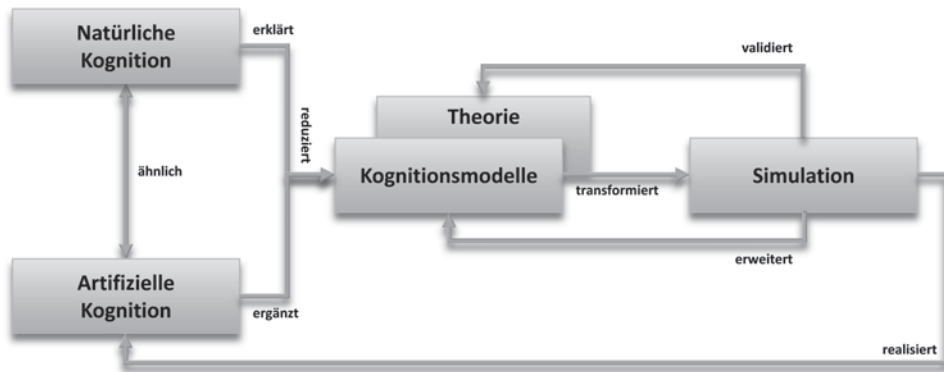


Abb. 2.2 Reduktion auf Modelle und deren Erweiterung durch Simulation

Modellen jeweils andere Zusatzannahmen getroffen werden. Die einzelnen Theorien und Modelle decken folgenden Gegenstandsbereich ab:

- Ein *allgemeines Modell* beinhaltet, dass Kognition Informationsverarbeitung ist. Informationsverarbeitende Prozesse transformieren Eingaben durch Anwendung einer Abbildungsrelation in Ausgaben. Rein mathematisch handelt es sich in der Tat um Relationen und nicht um Funktionen, da die Abbildung nicht zwingend eineindeutig und umkehrbar sein muss. Von der physischen Realisation der informationsverarbeitenden Prozesse wird abgesehen, da ihre Beschreibung rein funktionalistisch erfolgt. Das allgemeine Modell soll dabei idealtypisch für alle kognitiven Systeme gelten und diese erklären.
- Das *natürliche Modell* besitzt gegenüber dem allgemeinen Modell einen wesentlich kleineren Gültigkeitsbereich, da dies nur auf natürliche Systeme, insbesondere Lebewesen, anwendbar ist. Es kommen Elemente hinzu, die berücksichtigen, dass die informationsverarbeitenden Prozesse zum einen durch biologische Strukturen realisiert werden, dass bestimmte kognitive Fähigkeiten im Laufe der Kindheit erlernt werden und dass zum anderen Menschen bzw. deren zentrales Nervensystem stochastischen Prozessen unterliegen. Mit Hilfe dieses Modells kann das Verhalten von natürlichen kognitiven Systemen erklärt und prognostiziert werden. Grundsätzlich sind die in den allgemeinen und natürlichen Modellen beschriebenen Informationsverarbeitungsprozesse auf funktionaler Ebene identisch, doch müssen Zusatzannahmen getroffen werden, um das Verhalten von natürlichen kognitiven Systemen erklären zu können.
- Das *artifizielle Modell* besitzt gegenüber dem allgemeinen Modell ebenfalls einen wesentlich kleineren Gültigkeitsbereich. Die Theorie erklärt Informationsverarbeitung auf Basis von Computern oder ähnlich strukturierten Systemen. So müssen beispielsweise Elemente in der Theorie enthalten sein, die erklären, wie Daten-, Informations- und Wissensstrukturen gespeichert und abgerufen werden. Wiederum sind die in den allgemeinen und artifiziellen Modellen beschriebenen Informationsverarbeitungsprozesse auf funktionaler Ebene identisch.

Philosophisch umstritten ist ein solcher Funktionalismus dahingehend, inwieweit seine Aussagekraft allein aus der modellhaften und später dann technologischen Realisierung entsteht, so dass sich ohne die Computersimulation seine Aussagekraft zur Beschreibung kognitiver Phänomene auflöst und dann die Gefahr erwächst, lediglich fiktionale Annahmen zu treffen. Die Existenz der Modelle und der Simulation (Computer und Programm) mit ihren strukturellen Eigenheiten bedingt nach dieser Überlegung die Aussagekraft der funktionalistischen Theorie.

Insgesamt ist damit die Annahme formuliert, dass eine vereinigende Theorie der Kognition möglich ist, wobei diese selbst noch nicht das Verhalten von natürlichen und künstlichen kognitiven Systemen erklären kann. Für diese Erklärung sind in beiden Fällen Zusatzannahmen notwendig. Es müssen Theorie- und Modellelemente enthalten sein, mit denen die jeweilige spezifische Art und Weise der Informationsverarbeitung erklärt werden kann. Die Zusatzannahmen enthalten damit Anweisungen zur Reduktion, sowohl der Theorie biologischer, wie auch jener technischer Informationsverarbeitung auf eine Theorie allgemeiner Informationsverarbeitung. Daraus folgt aber auch, dass Simulationen allenfalls Teilelemente einer allgemeinen Theorie der Kognition wiedergeben können. Im Rahmen des Cognitive Computing werden daher Theorien sowohl für natürliche als auch für artifizielle (künstliche) kognitive Systeme entwickelt. Diese Entwicklung setzt voraus, dass grundsätzlich akzeptiert wird, dass Kognition eine Form der Informationsverarbeitung ist. Wird diese Annahme abgelehnt, ist das Unternehmen der Reduktion kognitiver Prozesse auf Informationsverarbeitungsprozesse zumindest in Frage gestellt und damit zur philosophischen Auseinandersetzung freigestellt. Insofern verfolgt dieses Buch an dieser Stelle einen *funktionalistischen Ansatz*, indem Simulationen zumindest für Werkzeuge im Dienste der Erklärung von Kognition dienen.

Im Verlauf dieses Buches wird auch ein Paradigma der Symbolverarbeitung formuliert und nimmt damit an dieser Stelle erneut einen rein funktionalistischen Standpunkt ein, d. h. auf der Ebene der funktionalen Beschreibung sind die mentalen Zustände eines Menschen vergleichbar mit denen eines Computers, auf dem ein Programm abläuft. In Bezug auf kognitionswissenschaftliche Aspekte können Bewusstsein, Intelligenz, Intentionen, Ziele, Wünsche, etc. als mentale Zustände identifiziert und als solche mit funktionalen Zuständen gleichgesetzt werden, wobei die Zuordnung nicht kontingenterweise, sondern durch Verknüpfung von Aussagen (nomologisch) geschieht. Die Frage, inwieweit damit Computer, die ein entsprechendes Programm abarbeiten, ebenfalls mentale Zustände besitzen, bleibt an dieser Stelle offen und soll in einer weiteren, dann aber ausschließlich philosophischen Auseinandersetzung, beantwortet werden. Neben dieser Konzentration verfolgt das Buch aber auch einen *pragmatischen Ansatz*. Anstatt zu fragen, wie mentale Zustände auf physikalisch zu beschreibende Vorgänge reduziert werden können, wird der Frage nachgegangen, wie eben diese Vorgänge durch kognitive oder mentale Vorgänge zu beschreiben sind.

Dies erfolgt in etwa nach dem alltagssprachlichen Muster, wie beispielsweise über ein Auto die Aussage getroffen werden kann, dass es sich bewegt bzw. fährt, anstatt zu sagen, dass sich unter der Motorhaube gewisse Teile in bestimmten Zuständen befinden, die dazu führen, dass andere Teile eine Zustandsveränderung erfahren etc.

Es wird also von dem Umstand Gebrauch gemacht, dass es leichter sein kann, eine bekannte Maschine mit mentalen Eigenschaften und Zuständen zu beschreiben, als sich an seiner inneren physikalischen Struktur zu orientieren. Dieser verfolgte Pragmatismus hat den Seiteneffekt, dass er als Kriterium der Güte von Theorien den Aspekt der Wahrheit durch Aspekte wie Anwendbarkeit, Einfachheit oder Realisierbarkeit ersetzt. Dennoch wird die Annahme mentaler Zustände, Prozesse oder Entitäten nicht abgelehnt, obwohl sie zum einen zusätzliche Annahmen bei der Erklärung kognitiver Systeme bedingen, zum anderen nicht direkt beobachtbar sind und somit eine empirische Evidenz für ihre Existenz nur indirekt erfahrbare ist.

Die Übereinstimmung von Simulationsergebnissen und Beobachtungen lässt sich mit den beiden Ansätzen der Symbolmanipulation im Rahmen eines *Symbolismus* oder subsymbolischer Prozesse im Rahmen eines *Subsymbolismus* erzielen.

Eine darin inkludierte Annahme ist, dass subsymbolische Prozesse in neuronalen Netzen als Basis dazu benutzt werden können, auf einer höheren Stufe der Informationsverarbeitung Symbolmanipulation zu realisieren.

In diesem Sinne wird ein Symbolsystem als eine „Maschine“ verstanden, die im Ablauf der Zeit eine sich entwickelnde Anzahl von Symbolstrukturen hervorbringt. Für diese Symbolstrukturen sind zwei Aspekte zentral. Zum einen „bezeichnet“ ein Ausdruck einen Gegenstand, wenn das System bei gegebenem Ausdruck entweder den Gegenstand selbst beeinflussen kann oder sein Verhalten vom Gegenstand abhängig ist. In beiden Fällen gewinnt man über den Ausdruck Zugang zum Gegenstand, und das ist das Wesen der Bezeichnung. Zum anderen kann das System einen Ausdruck „interpretieren“, wenn der Ausdruck einen Prozess bezeichnet und wenn das System bei gegebenem Ausdruck den Prozess ausführen kann. Aus dem Aspekt der Bezeichnung und der Interpretation folgt die Hypothese, dass ein solches Symbolsystem über die notwendigen und hinreichenden Mittel für allgemeine intelligente Handlungen verfügt. Dabei soll unter einer solchen intelligenten Handlung verstanden werden, dass das System in irgendeiner wirklichen Situation ein Verhalten zeigt, das den Zielen des Systems entspricht und sich dadurch den Erfordernissen der Umgebung anpassen kann, wenngleich innerhalb bestimmter Grenzen hinsichtlich Geschwindigkeit und Komplexität. Ein solches Symbolsystem ist eine Instantiierung einer universalen Maschine. Die Symbolsystem-Hypothese geht demnach davon aus, dass artifizielle Intelligenz durch einen universalen Computer realisiert und natürliche Intelligenz simuliert werden kann.

Insofern wird damit der Auffassung widersprochen, dass maschinelle Informationsverarbeitung a priori „dumm“ und menschliche Informationsverarbeitung a priori „intelligent“ zu sein scheint.

Das Buch formuliert daher einen *kognitiven Symbolismus* und stellt folgende Anforderungen an natürliche und artifizielle intelligente Systeme:

Cognitive Computing

Steigerung des systemischen Intelligenzprofils

Haun, M.

2014, XIV, 532 S. 190 Abb., 50 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-662-44074-2