

*Wolf Singer*

**Die Nachtseite der Vernunft:  
Philosophische Implikationen der  
Hirnforschung**

**23. August 2007**

**Festspiel-Dialoge 2007**

© Copyright Wolf Singer

# Freiheit und neuronaler Determinismus

Wolf Singer

Max-Planck-Institut für Hirnforschung, Frankfurt am Main

## *Ein epistemisches Caveat*

Die Aufklärung der neuronalen Grundlagen höherer kognitiver Leistungen ist mit epistemischen Problemen behaftet. Eines folgt aus der Zirkularität des Unterfangens, da Explanandum und Explanans eins sind. Das Erklärende, unser Gehirn, setzt seine eigenen kognitiven Werkzeuge ein, um sich selbst zu begreifen, und wir wissen nicht, ob dieser Versuch gelingen kann. Ein weiteres Problem rührt daher, daß sich das Gehirn evolutionären Prozessen verdankt, die nicht notwendigerweise zur Ausbildung eines kognitiven Systems führten, das unfehlbar ist. Wir können nur erkennen, was wir beobachten, denkend ordnen und uns vorstellen können. Die Grenzen des Wißbaren werden demnach durch die Beschränkungen der kognitiven Fähigkeiten unseres Gehirns gezogen. Zu fragen ist also, wie es mit der Verlässlichkeit und den Begrenzungen dieses kognitiven Apparates bestellt ist. Unsere kognitiven Funktionen beruhen auf neuronalen Mechanismen, und diese sind ein Produkt der Evolution. Nun deutet wenig darauf hin, daß die evolutionären Prozesse daraufhin ausgelegt sind, kognitive Systeme hervorzubringen, welche die Wirklichkeit so vollständig und objektiv wie nur irgend möglich zu erfassen vermögen. Im Wettbewerb um Überleben und Reproduktion kam es vorwiegend darauf an, aus der Fülle, der im Prinzip verfügbaren Informationen nur jene aufzunehmen und zu verarbeiten, die für die Bedürfnisse des jeweiligen Organismus bedeutsam sind. Wie die hohe Selektivität und Spezialisierung unserer Sinnessysteme ausweist, betrifft dies nur einen winzigen Ausschnitt der uns inzwischen bekannt gewordenen Welt. Zusätzlich zu dieser Optimierung der Signalaufnahme kam es darauf an, die verfügbare Information möglichst schnell in zweckmäßige Verhaltensreaktionen umzusetzen. Eine Fülle von Beispielen belegen, daß sich unsere kognitiven Systeme die Welt in der Tat auf sehr pragmatische und idiosynkratische Weise zurechtlegen. Unsere Sinnessysteme sind zwar hervorragend

angepaßt, um aus wenigen Daten sehr schnell die verhaltensrelevanten Bedingungen zu erfassen, aber sie legen dabei keinen Wert auf Vollständigkeit und Objektivität. Sie bilden nicht getreu ab, sondern rekonstruieren und bedienen sich dabei des im Gehirn gespeicherten Vorwissens. Dieses speist sich aus zwei Quellen: Zum einen ist es das im Laufe der Evolution erworbene Wissen über die Welt, das vom Genom verwaltet wird und sich in Architektur und Arbeitsweise von Gehirnen ausdrückt. Zum anderen ist es das zu Lebzeiten durch Erfahrung erworbene Wissen. Gehirne nutzen dieses Vorwissen, um Sinnessignale zu interpretieren und in größere Zusammenhänge einzuordnen. Unsere als objektiv empfundenen Wahrnehmungen sind das Ergebnis solcher konstruktiver Vorgänge. Diese wissensbasierten Rekonstruktionen können dazu beitragen, die Unvollkommenheit der Sinnessysteme teilweise zu kompensieren. Vorwissen kann genutzt werden, um Lücken aufzufüllen, und logisches Schließen kann helfen, Ungereimtheiten aufzudecken. Zudem lassen sich durch technische Sensoren Informationsquellen erschließen, die unseren natürlichen Sinnen nicht zugänglich sind. Interessant ist jedoch, daß diese Erkenntnisstrategie oft zu Erklärungen führt, die unanschaulich und gelegentlich sogar für die Intuition unplausibel sind. Wir lassen uns jedoch überzeugen, daß auch kontraintuitive Interpretationen zutreffen, wenn sich aus ihnen gültige Voraussagen ableiten oder auf ihrer Grundlage funktionierende Apparate bauen lassen. Aber auch bei diesen rationalen Erklärungen handelt es sich natürlich um Konstrukte unseres Gehirns, denn auch Denkprozesse beruhen auf neuronalen Vorgängen. Sie gehen auf Leistungen der Großhirnrinde zurück, genauso wie die Wahrnehmung. Deshalb bleibt die Sorge, Denken könne auch nicht verlässlicher oder objektiver sein als Wahrnehmen. Je mehr uns die Neurobiologie über die materielle Bedingtheit unserer kognitiven Leistungen aufklärt, um so deutlicher wird, daß wir uns vermutlich vieles nicht vorstellen können und daß wir die Grenzen nicht kennen, jenseits derer unsere Kognition versagt.

Diese Vorbehalte stellen alle abschließenden Behauptungen in Frage, denn dem Argument ist schwer zu begegnen, daß jedwede Erkenntnis vorläufigen Charakter hat und sich durch Einbettung in neue Bezüge wesentlich verändern kann. Dennoch können wir nicht umhin zu versuchen, das jeweils Wißbare so zu ordnen, daß es sich

in Modelle fügt, die uns kohärent und widerspruchsfrei erscheinen. Offen bleibt dabei, nach welchen Kriterien unser Gehirn seine internen Zustände, in denen sich alle kognitiven Prozesse letztlich manifestieren, als stimmig beurteilt.

*Selbsterfahrung und neurobiologische Fremdbeschreibung: Zwei sich widersprechende Erkenntnisquellen*

Es mutet eigentümlich an, daß unsere Intuition Annahmen über die Organisation unseres Gehirnes macht – also jenes Organs, das diese Intuition hervorbringt – die den Erkenntnissen, welche die Naturwissenschaften zu Tage fördern, widersprechen. Uns ist, als ob es in unserem Gehirn ein Zentrum gäbe, in dem alle Informationen über die Geschehen in unserem Körper und die Bedingungen der Umwelt zusammengefaßt werden. Wir vermuten, daß dies der Ort sein müßte, an dem die Sinnessignale zu Wahrnehmungen werden, an dem Entscheidungen fallen und Vorsätze gefaßt werden, an dem Handlungsentwürfe entstehen, und schließlich wäre dies der Ort, an dem das intentionale Ich sich konstituiert und seiner selbst bewußt wird. Wir empfinden uns als fähig, jederzeit, losgelöst von äußeren und inneren Bedingtheiten, Bestimmtes zu wollen und uns frei für oder gegen etwas zu entscheiden. Die moderne Hirnforschung entwirft ein gänzlich anderes Bild. Ihr stellt sich das Gehirn als ein System dar, das in extremer Weise distributiv organisiert ist und sich selbst organisiert. Es findet sich kein singuläres Zentrum, das die vielen, an unterschiedlichen Orten gleichzeitig erfolgenden Verarbeitungsschritte koordinieren und deren Ergebnisse zusammenfassen könnte.

Dies wirft die Frage auf, warum ein erkennendes Organ zu unterschiedlichen Schlußfolgerungen kommen kann, je nachdem, ob es sich bei seiner Erforschung auf die Selbsterfahrung oder auf die Fremdbeschreibung durch naturwissenschaftliche Vorgehensweise verläßt. Der wissenschaftliche Ansatz betrachtet das Gehirn als ein Organ wie jedes andere. Die Grundannahme ist, daß sich seine Funktionen in naturwissenschaftlichen Beschreibungssystemen darstellen lassen müssen, da neuronale Prozesse den bekannten Naturgesetzen unterworfen sind. Diese Annahme basiert auf unterschiedlichen, jedoch konvergierenden Argumentationslinien. Zum

einen scheint gesichert, daß sich Gehirne, ebenso wie der sie beherbergende Organismus, einem kontinuierlichen evolutionären Prozeß verdanken, der zu immer komplexeren Strukturen führte und keine ontologischen Brüche aufweist. Ähnlich kontinuierlich vollzieht sich die Individualentwicklung von der Befruchtung bis hin zur Ausdifferenzierung des reifen Organismus, wobei die Differenzierungsprozesse vollständig im Rahmen naturwissenschaftlicher Beschreibungssysteme erfaßt werden können. Bemerkenswert ist dabei, daß sich in beiden Fällen sehr enge Korrelationen herstellen lassen zwischen der Entwicklung bestimmter Hirnstrukturen und dem sukzessiven Auftreten immer höherer kognitiver Leistungen. Diese Evidenzen legen die Schlußfolgerung nahe, daß alle Verhaltensleistungen, also auch die höchsten kognitiven Funktionen, mit ihren psychischen und mentalen Konnotationen, auf den neuronalen Prozessen im Gehirn beruhen müssen. Bislang sind alle Befunde, die diese Schlußfolgerung nahelegen, widerspruchsfrei geblieben. Noch ist es jedes Mal gelungen, für eine definierte kognitive Funktion das entsprechende neuronale Korrelat zu identifizieren. Dies aber impliziert, daß mentale Prozesse wie das Bewerten von Situationen, das Treffen von Entscheidungen und das Planen des je nächsten Handlungsschrittes auf neuronalen Wechselwirkungen beruhen, die den Naturgesetzen und damit dem Kausalprinzip gehorchen. Auch wenn es sich bei Gehirnzuständen um Zustände eines nicht-linearen dynamischen Systems handelt, gilt nach wie vor, daß der jeweils nächste Zustand die notwendige Folge des jeweils unmittelbar vorausgegangenen ist. Sollte sich das Gesamtsystem in einem Zustand befinden, für den es mehrere Folgezustände gibt, die eine gleich hohe Übergangswahrscheinlichkeit aufweisen, so können minimale Schwankungen der Systemdynamik den einen oder anderen favorisieren. Es kann dann wegen der unübersehbaren Zahl der determinierenden Variablen nicht vorausgesagt werden, für welche Entwicklungstrajektorie sich das System „entscheiden“ wird. Das System ist aufgrund seiner Komplexität und nichtlinearen Dynamik hinsichtlich seiner zukünftigen Entwicklung offen. Es kann völlig neue, bislang noch nie aufgesuchte Orte in einem hoch dimensionalen Zustandsraum besetzen, - was dann als kreativer Akt in Erscheinung tritt. Hierzu mögen zufällige, systemimmanente Fluktuationen durchaus beitragen, die sich thermischem Rauschen oder gar probabilistischen, quantenmechanischen Prozessen

verdanken. All dies ändert aber nichts daran, daß jeder der kleinen Schritte, die aneinander gefügt die Entwicklungstrajektorien des Gesamtsystems ausmachen, auf neuronalen Wechselwirkungen beruht, die den Naturgesetzen folgen.

Diese Sicht steht im Widerspruch zu unserer Intuition, zu jedem Zeitpunkt frei darüber befinden zu können, was wir als je nächstes tun oder lassen wollen. Da unser Selbstbild auf der Existenz dieser Freiheit gründet, werden die Grundthesen der modernen Hirnforschung mit großer Besorgnis rezipiert. Mein Anliegen ist es, einen kleinen Beitrag dazu zu leisten, diese Sorgen zu zerstreuen.

### *Das Gehirn aus naturwissenschaftlicher Perspektive*

Untersuchungen der strukturellen und funktionellen Organisation unseres Gehirns belegen, daß es sich hierbei um ein Organ handelt, das in hohem Maße dezentral organisiert ist, daß in ihm eine Vielzahl von unterschiedlichen Prozessen parallel in sensorischen und motorischen Subsystemen ablaufen und daß es kein singuläres Zentrum gibt, welches diese verteilten Prozesse verwaltet. An der funktionellen Organisation der Großhirnrinde läßt sich dies besonders gut veranschaulichen. Die Hirnrinde ist die letzte große Erfindung in der Evolution von Gehirnen, denn seit ihrem ersten Auftreten bei niederen Wirbeltieren gab es keine wesentlichen strukturellen Neuerungen. Im Laufe der Evolution nimmt das Volumen der Hirnrinde kontinuierlich zu, wodurch sich die Komplexität der Vernetzungsmöglichkeiten dramatisch erhöht. Aber die interne Verschaltung der neuen Areale bleibt unverändert. Da die Verarbeitungsprozesse in Nervennetzen anders als in Computern nicht von getrennten Programmen gesteuert werden, sondern ausschließlich durch die Verschaltung der Nervenzellen determiniert werden, folgt, daß alle Hirnrindenareale nach den gleichen Prinzipien arbeiten, unabhängig davon, ob sie sich mit der Verarbeitung von visuellen, akustischen oder taktilen Signalen befassen oder der Analyse von Sprache oder der Programmierung von Bewegungen. Der Evolution ist hier offensichtlich die Realisierung eines informationsverarbeitenden Prinzips gelungen, das sich zur Bewältigung unterschiedlichster Aufgaben gleichermaßen eignet. Dies stellt uns vor zwei noch

nicht befriedigend beantwortbare Fragen: Erstens, welches mächtige und universelle Prinzip ist hier verwirklicht? Und zweitens, wie kann es sein, daß durch die Vermehrung solcher universeller Module all die neuen Phänomene in die Welt kamen, die wir mit mentalen Prozessen verbinden und die uns so nachhaltig von anderen Primaten unterscheiden; Qualitäten, die es uns Menschen erlaubten, der biologischen Evolution die kulturelle hinzuzufügen? Wie ist vorstellbar, daß allein die Vermehrung von Großhirnrinde und der dazugehörigen Servicestrukturen zur Emergenz von Leistungen führte, die es uns erlaubten, der materiellen Welt eine geistige Dimension hinzuzufügen, uns unserer Wahrnehmungen und Gefühle gewahr zu werden, eine Innensicht unserer psychischen Verfaßtheit zu gewinnen und diese Fähigkeit auch unserem Gegenüber zuzuschreiben? Wir erfahren diese mentalen Phänomene als ebenso real wie die greifbaren Phänomene der dinglichen Welt, wir können sie sprachlich fassen und uns in diesen Konstrukten als autonome Wesen, die über eine geistige Dimension verfügen, der materiellen Welt gegenüberstellen. In dieser Dimension, existieren benennbare Phänomene, die in der materiellen Welt keine Entsprechung haben und die traditionell Forschungsgegenstand der Geisteswissenschaften sind: Empfindungen, Wertungen, Moral, Intentionalität, Schuld, ästhetische Kategorien, kurzum, all das, was erst durch den Menschen in die Welt kam. Was also ist geschehen?

Die Evolution hat die Module der Hirnrinde hervorgebracht und einen genialen Weg entdeckt, diese so miteinander zu verschalten, daß durch deren Vermehrung immer differenziertere kognitive Leistungen realisiert werden konnten. In Gehirnen mit vergleichsweise niedriger Komplexität finden sich diese Module zu einigen wenigen sensorischen und motorischen Rindenarealen zusammengefaßt. Diesen Arealen obliegt es, die Signale aus den verschiedenen Sinnesorganen zu verarbeiten, sie mit der in ihnen gespeicherten Information zu vergleichen, und so aufzubereiten, daß die motorischen Areale daraus angepaßte Verhaltensreaktionen ableiten können. Dabei kommunizieren die verschiedenen Sinnessysteme mit den exekutiven Strukturen über kurze Wege und vermitteln ihre Botschaften parallel und weitestgehend unabhängig voneinander. Dies ist der Grund, warum niedere Tiere nicht gut generalisieren, nicht gut vom einen aufs andere schließen können. In

komplexeren Gehirnen kommen immer mehr Areale hinzu, die sich nicht mehr direkt mit der Verarbeitung sensorischer Signale befassen, sondern vorwiegend mit der Weiterverarbeitung und Rekombination der Ergebnisse, die in den vorgelagerten, evolutionär älteren Arealen erarbeitet wurden.

Parallel zur Vermehrung dieser höheren sensorischen Areale, die sich in allen Sinnesmodalitäten vollzieht, treten Areale hinzu, die sich mit der Vermittlung zwischen den Modalitäten befassen, die Assoziationsareale. Ihnen obliegt es, Gleiches im Verschiedenen herauszuarbeiten und modalitätsunabhängige, abstraktere Repräsentationen von Wahrnehmungsobjekten zu erstellen. In den Spracharealen des Menschen erreicht diese symbolhafte, abstrakte Repräsentation des Wahrgenommenen seine höchste Ausprägung. Hinzu kommen Areale im Frontalhirn, die sich mit der Abspeicherung und Bearbeitung vorverarbeiteter, hoch abstrahierter Inhalte befassen wie sozialen Wertesystemen und Verhaltenscodices. Benachbarten Arealen obliegt es, die Ergebnisse der vielen gleichzeitig ablaufenden Prozesse gegeneinander abzuwägen, ausgewählte mit Aufmerksamkeit zu belegen und solange im Kurzzeitspeichern abzulegen, bis sie entweder nicht mehr gebraucht oder in die Langzeitspeicher verschoben werden. Und schließlich hat sich in den Stirn- und Schläfenlappen ein Netzwerk von Arealen herausgebildet, das uns befähigt, uns als mit uns identisch zu begreifen. Dieses Netzwerk reift auch in der Individualentwicklung spät aus, weshalb kleine Kinder noch keine Vorstellung von ihrer Identität entfalten können.

Die gegenwärtig plausibelste Annahme ist, daß sich die hohen, spezifisch menschlichen kognitiven Leistungen dem Auftreten von Hirnrindenarealen verdanken, deren Aufgabe es ist, die Verarbeitungsergebnisse aus bereits vorhandenen Arealen in vielfältigen Rekombinationen erneut zu bearbeiten – und zwar nach den gleichen Algorithmen, die von sensorischen Arealen bei der Bearbeitung von Sinnessignalen angewandt werden. Diese Iteration von kognitiven Operationen immer gleichen Grundmusters befähigt uns offenbar, über hirninterne Vorgänge Protokoll zu führen, uns unserer eigenen sensorischen Prozesse gewahr zu

werden, sie zu benennen und uns der Entscheidungen und Handlungsentwürfe, die sich im System konstituieren, zumindest zum Teil bewußt zu werden.

Faszinierend ist dabei die Geschlossenheit der hoch entwickelten Gehirne. Nervenzellen in evolutionsgeschichtlich jungen Arealen kommunizieren ausschließlich mit ihresgleichen. Hoch entwickelte Gehirne beschäftigen sich also vorwiegend mit sich selbst und verhandeln die ungeheure Menge von Informationen über die Welt, die in ihrer Architektur gespeichert ist. So kommt es, daß sich die Aktivitätsmuster, die auftreten, wenn sich Menschen etwas vorstellen oder das Vorgestellte tatsächlich vor Augen haben, kaum unterscheiden. Im Traum und bei Halluzinationen verschwinden diese Unterschiede gänzlich, weshalb dann Imagination und Realität eins werden.

#### *Die Struktur von Repräsentationen*

Wenn es im Gehirn keine zentrale, allen Subprozessen übergeordnete Instanz gibt, wie wird dann die Zusammenarbeit der Milliarden von Zellen in den mit verschiedenen Aufgaben betrauten Arealen der Großhirnrinde koordiniert, wie kann das Gehirn als Ganzes stabile Aktivitätsmuster ausbilden, wie können sich die verteilten Verarbeitungsprozesse zur Grundlage kohärenter Wahrnehmungen formieren, wie findet ein so distributiv organisiertes System zu Entscheidungen, woher weiß es, wann die verteilten Verarbeitungsprozesse ein Ergebnis erzielt haben, wie beurteilt es die Verlässlichkeit des jeweiligen Ergebnisses, und wie vermag es fein aufeinander abgestimmte Bewegungen zu steuern? Offensichtlich hat die Evolution das Gehirn mit Mechanismen zur Selbstorganisation ausgestattet, die in der Lage sind, auch ohne eine zentrale koordinierende Instanz Subprozesse zu binden und globale Ordnungszustände herzustellen.

Wir sind vermutlich noch weit davon entfernt, die Prinzipien zu verstehen, nach denen sich die verteilten Prozesse im Gehirn zu kohärenten Zuständen verbinden, die dann als Substrat von Wahrnehmungen, Vorstellungen, Entscheidungen und Handlungssequenzen dienen könnten. Wir verfügen jedoch über eine experimentell

überprüfbar Hypothese, die sich am Beispiel von Bindungsproblemen verdeutlichen läßt, die bei der Verarbeitung sensorischer Signale auftreten. Aufgrund ihrer spezifischen Verschaltung reagieren die Nervenzellen in der Sehrinde selektiv auf elementare Merkmale visueller Objekte: auf Konturen, Texturen, Farbkontraste und Bewegungen. Da sich auf höheren Verarbeitungsstufen Neuronen finden, die auf relativ komplexe Kombination solcher elementaren Merkmale ansprechen, wurde vermutet, daß die Bindung elementarer Merkmale zu Repräsentationen ganzer Objekte dadurch erfolgen könnte, daß die Antworten der elementaren Merkmalsdetektoren in Zellen höherer Ordnung so integriert werden, daß diese Zellen selektiv auf die Merkmalskonstellation einzelner Objekte reagieren. Es müßte dann für jedes wahrgenommene Objekt eine spezialisierte Nervenzelle geben, deren Antwort das Vorhandensein eben dieses Objektes signalisiert. Diese Erwartung ließ sich experimentell nicht bestätigen, und es gibt gute Gründe, warum die Natur diese Option zur Bindung verteilter neuronaler Signale nur für die Repräsentation sehr häufig vorkommender oder sehr bedeutsamer Objekte gewählt hat. Es würde diese Strategie eine astronomisch große Zahl hochspezialisierter Zellen erfordern, um alle wahrnehmbaren Objekte in all ihren unterschiedlichen Erscheinungsformen zu repräsentieren. Zudem wäre es unmöglich, neue, noch nie gesehene Objekte zu repräsentieren und wahrzunehmen, da schwer vorstellbar ist, daß sich im Laufe der Evolution für alle möglichen Objekte entsprechend spezialisierte Zellen ausgebildet haben. Hochentwickelte Gehirne wenden deshalb eine komplementäre, wesentlich flexiblere Strategie an. Objekte der Wahrnehmung, gleich ob es sich um visuell, akustisch oder taktil erfaßte handelt, werden durch eine Vielzahl von gleichzeitig aktiven Neuronen repräsentiert, wobei jedes einzelne nur einen Teilaspekt des gesamten Objektes kodiert.

Die nicht weiter reduzierbare neuronale Entsprechung eines kognitiven Objektes wäre demnach ein raumzeitlich strukturiertes Erregungsmuster in der Großhirnrinde, an dessen Erzeugung sich jeweils eine große Zahl von Zellen beteiligt. Ähnlich wie mit einer begrenzten Zahl von Buchstaben durch Rekombination nahezu unendlich viele Worte und Sätze gebildet werden können, lassen sich durch Rekombination von Neuronen, die lediglich elementare Merkmale

kodieren, nahezu unendlich viele Objekte der Wahrnehmung repräsentieren, selbst solche, die noch nie zuvor gesehen wurden. An der Repräsentation eines freudig bellenden, mit dem Schwanz wedelnden, gerade getätschelten Hundes müssen sich Neuronen aus weit entfernten Hirnrindenarealen zu einem kohärenten Ensemble zusammenschließen: Zellen des Sehsystems, die visuelle Attribute des Hundes kodieren, müssen mit Zellen des auditorischen Systems kooperieren, welche sich an der Kodierung des Gebells beteiligen, Zellen des taktilen Systems müssen Informationen über die Beschaffenheit des Fells beisteuern und Zellen des limbischen Systems werden benötigt, um emotionale Bewertungen hinzuzufügen, um anzugeben, ob das Gebell freudig oder bedrohlich ist. All diese verteilten Informationen müssen zu einer kohärenten Repräsentation zusammengebunden werden, ohne sich an einem bestimmten Ort zu vereinen. Ferner muß dafür gesorgt werden, daß nur die Signale miteinander gebunden werden, die vom gleichen Objekt herrühren, daß die Signale vom Hund getrennt bleiben von Signalen, die von anderen, gleichzeitig wahrgenommenen Objekten herrühren. Bei dieser Kodierungsstrategie müssen die Erregungsmuster der Neuronen demnach zwei Botschaften gleichzeitig vermitteln. Zusätzlich zu der Botschaft, daß das Merkmal, für welches sie kodieren, vorhanden ist, müssen sie angeben, mit welchen anderen Neuronen sie gerade gemeinsame Sache machen. Einigkeit besteht, daß die Amplitude der Erregung eines Neurons Auskunft darüber gibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Merkmal vorhanden ist. Heftig diskutiert wird jedoch die Frage, worin die Signatur bestehen könnte, die angibt, welche Neuronen jeweils gerade miteinander verbunden sind und ein kohärentes Ensemble bilden.

Wir haben vor mehr als einer Dekade beobachtet, daß Neurone in der Sehrinde ihre Aktivitäten mit einer Präzision von einigen tausendstel Sekunden synchronisieren können, wobei sie meist eine rhythmisch oszillierende Aktivität in einem Frequenzbereich um 40 Hz annehmen. Wichtig war dabei die Beobachtung, daß Zellen vor allem dann ihre Aktivität synchronisieren, wenn sie sich an der Kodierung des gleichen Objektes beteiligen. Wir leiteten daraus die Hypothese ab, daß die präzise Synchronisierung von neuronalen Aktivitäten die Signatur dafür sein könnte, welche Zellen sich temporär zu funktionell kohärenten Ensembles gebunden haben.

Wie so oft erweist es sich, daß die ursprüngliche Beobachtung nur die Spitze des Eisbergs war und daß die funktionellen Bedeutungen der beobachteten Synchronisationsphänomene weit über die zunächst vermuteten hinausgehen. Die vielleicht spannendsten Implikationen könnten die jüngsten Untersuchungen an schizophrenen Patienten haben. Sie verweisen darauf, daß in den Gehirnen dieser Patienten die Synchronisation neuronaler Aktivitäten gestört und unpräzise ist. Wenn zutrifft, daß Synchronisation der Koordination von parallel erfolgenden, räumlich verteilten neuronalen Operationen dient, könnte dies manche der dissoziativen Phänomene erklären, welche diese geheimnisvolle Krankheit charakterisieren. Die Befunde könnten dann tatsächlich Hinweise für eine gezielte Suche nach den pathophysiologischen Mechanismen liefern, die zu dieser Erkrankung führen.

Vieles spricht also dafür, daß wir uns als neuronales Korrelat von Wahrnehmungen, Entscheidungen, Plänen und motorischen Programmen komplexe, raumzeitliche Erregungsmuster vorstellen müssen, an denen sich jeweils eine große Zahl von Nervenzellen in verschiedenen Hirnrindenarealen in wechselnden Konstellationen beteiligen.

### *Freiheit und neuronaler Determinismus*

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß alle kognitiven Leistungen, auch unsere als frei empfundenen Entscheidungen, auf sich selbst organisierenden neuronalen Prozessen beruhen müssen, die den Naturgesetzen gehorchen. Dies widerspricht unserer Intuition von Freiheit und bedarf deshalb der Diskussion.

Dabei bedarf es zunächst der Klärung, wovon wir uns frei wähnen. Vielleicht meinen wir nur, daß wir uns frei entschieden hätten, wenn wir frei von äußeren und inneren Zwängen entschieden haben, wobei nicht weiter hinterfragt werden muß, welchem Mechanismus sich der Entscheidungsprozeß selbst verdankt. Wir sagen gemeinhin, eine Person hätte sich frei entschieden, wenn sie die Entscheidung durch bewußtes

Abwägen von Argumenten herbeigeführt hat und kein Hinweis auf das Vorliegen besonderer äußerer oder innerer Zwänge besteht, wenn der Ausgang der Entscheidung nicht durch Bedrohung oder soziale Abhängigkeiten, durch neurotische Zwänge oder pathologische Triebstrukturen beeinflusst wurde. Wir gehen also offenbar davon aus, daß Entscheidungen dann frei sind, wenn sie über die bewußte Deliberation von Argumenten herbeigeführt werden und ohne den Einfluß von Faktoren erfolgen konnten, die diesen bewußten Akt von vorn herein in seinem normalen Ablauf hätten behindern können. Aus eben diesem Grund gelten nicht nur äußere und innere Zwänge, sondern auch Zustände eingeschränkten Bewußtseins als mildernde Umstände.

In der alltäglichen Praxis stellen wir demnach eine enge Verbindung her zwischen frei sein und bewußt sein. Wir attribuieren das Prädikat „frei“ jenen Entscheidungsprozessen, die bewußt erfolgen und sich somit auf jene Variablen stützen, die bewußtseinsfähig sind. Dies können jedoch nur die Variablen sein, die im Kurzzeitspeicher des Gehirns und/oder im sogenannten deklarativen Gedächtnis abgelegt wurden. Beides ist nur für Inhalte möglich, die zum Zeitpunkt der Abspeicherung mit Aufmerksamkeit belegt wurden. Nur die Variablen, die während ihrer Erfassung mit Aufmerksamkeit belegt und ins Bewußtsein gehoben wurden, gelangen in das deklarative Gedächtnis und können später wieder ins Bewußtsein gehoben werden. Ausgeschlossen bleiben dabei all die Variablen, welche Entscheidungen mit beeinflussen, doch im Augenblick der Entscheidungsfindung nicht den Weg ins Bewußtsein gefunden haben. Dies gilt für all das Wissen über die Welt, das während der Evolution erworben wurde und sich in der funktionellen Architektur unserer Gehirne manifestiert. Und es gilt auch für die Lebenserfahrungen, die vor dem 3. bis 4. Lebensjahr gewonnen wurden, da deren Einspeicherung wegen des noch nicht ausgebildeten deklarativen Gedächtnisses nicht bewußt erinnert werden kann. Dazu zählen ferner die vielen grundsätzlich nicht bewußtseinsfähigen Variablen, die innere, unbewußte Bedürfnisse in den Entscheidungsprozeß miteinbringen. Hierzu gehören unter anderem die Dispositionen, welche die Struktur einer Persönlichkeit ausmachen. Sie haben nachhaltigen Einfluß auf unser Verhalten, wir sind uns ihrer aber nur in den

seltensten Fällen bewußt. Dann sind es all die im Prinzip bewußtseinsfähigen Variablen, die jedoch im Augenblick der Entscheidungssuche nicht ins Bewußtsein gelangten. Was von den im Prinzip bewußtseinsfähigen Variablen tatsächlich ins Bewußtsein gelangt, hängt wiederum ab von einer Fülle unbewußter Motive, von Verdrängungsmechanismen, von der Art der assoziativen Einbettung der abgespeicherten Inhalte, und schließlich vom Ablauf des gerade anstehenden Entscheidungsprozesses, der die selektive Aufmerksamkeit je nach Bedarf auf ganz bestimmte Inhalte richtet. Nicht zuletzt wird die Zahl der jeweils gleichzeitig verhandelbaren Argumente durch die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses begrenzt. Diese wiederum weist starke interindividuelle Variabilität auf und ändert sich zudem in Abhängigkeit von schwankender Konzentrationsfähigkeit und Wachheit. Daraus folgt, daß die bewußten, als frei bewerteten Entscheidungen in aller Regel auf einer begrenzten Zahl von Variablen beruhen, deren Verfügbarkeit von einer Fülle unbewußter Prozesse gesteuert wird.

Ferner gilt, daß natürlich auch die bewußten Deliberationen selbst, wie alle anderen kognitiven Leistungen, auf neuronalen Prozessen beruhen – in diesem Fall auf solchen, die vorwiegend in der Großhirnrinde ablaufen. Zu welchem Ergebnis der jeweilige Abwägungsprozeß konvergiert, hängt damit von der spezifischen Auslegung und dem jeweiligen Zustand neuronaler Netzwerke ab. Zum einen bestimmen den Ausgang der Deliberation die Regeln, nach denen der Abwägungsprozess selbst erfolgt. Diese werden durch die funktionelle Architektur der Nervennetze, also durch die Verschaltungsweise der Nervenzellen, vorgegeben. Determinanten dieser Verschaltung wiederum sind zum einen genetische Faktoren, über welche das während der Evolution erworbene Wissen über die Bedingungen der Welt in Hirnarchitekturen übersetzt wird. Hinzu kommen die erfahrungsabhängigen frühkindlichen Prägungen, die nachhaltige Modifikationen der genetisch vorgegebenen Verschaltung bewirken, und schließlich die vorangegangenen Lernprozesse, die über Veränderungen der Effizienz der Verbindungen die neuronalen Netzwerke und damit die von ihnen getragenen Funktionen bleibend verändern. Zudem hängt der Ablauf und damit der Ausgang des jeweiligen Abwägungsprozesses natürlich von der Aktivitätskonstellation ab, die

sich im Netzwerk entwickelt hat und diese Konstellation resultiert aus den unmittelbar vorangehenden Ereignissen. Die Trajektorien, des sich auf eine „Entscheidung“ zu bewegendes Systems, hängen dabei nicht nur von der jeweiligen Vorgeschichte ab, sondern werden fortwährend von der Summe aller sensorischen Einwirkungen beeinflusst. Auch ein eben gehörtes Argument zählt zu diesen Einflüssen. Nach seiner Verarbeitung in den Sprachzentren bestimmt dieses als neuronales Erregungsmuster die Entwicklungstrajektorie des Systems in gleicher Weise wie etwa eine frühere Erfahrung, die in der Architektur des Netzwerkes gespeichert wurde. Ersteres wird als bewußt wahrgenommenes Argument erfahren, die Wirkung früher Prägung entzieht sich unserer Wahrnehmung und entfaltet sich als unbewußter Prozeß.

Unsere Entscheidungen folgen also Regeln, die durch die funktionelle Architektur der beteiligten Hirnregionen festgelegt sind. Wäre dem nicht so, würden diese Prozesse also nicht determiniert, sondern lediglich die Folge aleatorischer Zustandsänderungen sein, dann könnte ein Gehirn keine an die Bedingungen angepaßten Entscheidungen fällen, könnte sich nicht auf Vorwissen verlassen und der aktuellen Situation Rechnung tragen. Ein Organismus, der auf diese Weise frei und ungebunden Entscheidungen trafe, würde am Leben scheitern. Bleibt also die Schlußfolgerung, daß auch die bewußten Entscheidungen, die sich vorwiegend auf deklaratives Wissen stützen, also auf meist sprachlich vermitteltes Kulturwissen, nach wie vor auf Prozessen beruhen, die von einer kaum überschaubaren Vielfalt von Bedingungen abhängen, inneren und von außen herangetragen. Dort wo die Entscheidung vorbereitet und gefällt wird, in den entsprechenden Nervennetzen, verwandeln sich all diese Einflüsse in raumzeitlich strukturierte neuronale Erregungsmuster. Diese sind kompetitiven Selbstorganisationsprozessen unterworfen, deren Dynamik von der Systemarchitektur vorgegeben ist. Diese Prozesse bewirken, daß sich von vielen möglichen das jeweils stabilste, man könnte auch sagen, das jeweils konsistenteste beziehungsweise widerspruchsfreieste Erregungsmuster durchsetzt.

## *Bewußte und unbewußte Entscheidungsprozesse*

Wie also kann es sein, daß wir dennoch von freien und weniger freien Entscheidungen sprechen, und letzteren, wenn sie als Fehlentscheidungen gewertet werden, mildernde Umstände zuschreiben. Ich vermute, daß der Grund hierfür darin liegt, daß wir Freiheit mit Spielraum verwechseln oder gleichsetzen. Unsere Intuition legt nahe, daß an unseren Entscheidungen noch mehr Variablen teilhaben als solche, die uns jeweils bewußt werden. Diese im Unbewußten wirkenden Variablen stehen miteinander ebenso in Wettbewerb wie die bewußten, nach rationalen Regeln abwägbaren Argumente. Weil sie nicht im Bewußtsein aufscheinen, vermögen wir deren Wirken nicht zu benennen, sie beeinflussen Entscheidungen jedoch in hohem Maße. Einmal bestimmen sie mit, welche der „frei“ verhandelbaren Argumente jeweils ins Bewußtsein gelangen, weil sie die Aufmerksamkeitsmechanismen steuern. Ferner nehmen wir die Wirkung unbewußter Abwägungsprozesse als Intuition wahr, als gutes oder schlechtes Gefühl, als angenehme oder unangenehme vegetative Begleiterscheinung des unbewußten Wettstreits. Diese unbewußten Abwägungsprozesse laufen vermutlich nach anderen, einfacheren Regeln ab als die bewußten, die sich auf kulturell vereinbarte, in der Sprachlogik fixierte Regeln stützen. Dafür können aber im Unterbewußtsein mehr Variablen gleichzeitig miteinander verrechnet werden als dies im Bewußtsein möglich wäre, weil die Kapazität des Bewußtseins in hohem Maße beschränkt ist.

Wir verfügen also über zwei parallel agierende Entscheidungsmechanismen, die sich gegenseitig beeinflussen, die aber nicht notwendig zu dem gleichen Ergebnis führen müssen. Im Fall von Widersprüchen sagen wir, wenn die unbewußten, sich in Intuitionen ausdrückenden Entscheidungsmechanismen über die expliziten, bewußten siegen, wir hätten uns wider besseres Wissen entschieden. Im umgekehrten Fall sagen wir, wir hätten gegen unser Gespür entschieden. In beiden Fällen haben wir das Gefühl, nicht ganz frei entschieden zu haben, und sind mit der Entscheidung nicht zufrieden. Dies verweist darauf, daß wir von einer wirklich freien Entscheidung noch mehr verlangen als nur, daß sie auf der Verhandlung

bewußtseinsfähiger Argumente beruht. Wir wollen die Entscheidung auch frei wissen von Widersprüchen, die nicht selten als Zwang erlebt werden, die aus der Dissonanz zwischen unbewußten und bewußten Motiven entstehen. So betrachtet, gibt es dann quantitative Abstufungen hinsichtlich der Erfahrung von Freiheit. Gänzlich frei, und im Sinne der Zurechenbarkeit von allen mildernden Umständen ausgenommen würden demnach Entscheidungen empfunden, die unter Heranziehung aller bewußtseinsfähigen Argumente frei von äußeren und inneren Zwängen getroffen werden. Unter äußeren Zwängen wären dabei alle Bedrohungen zu verstehen, die als Konsequenz einer bestimmten Entscheidung antizipiert werden. Zu den inneren Zwängen wären zu rechnen all die Faktoren, welche die Rekrutierung von bewußtseinsfähigen Argumenten einschränken, aber auch die unbewußten Motive und Zwänge, welche bewußte Entscheidungen in bestimmte Richtungen lenken. Ferner wäre Voraussetzung für so definierte „freie“ Entscheidungen, daß zum Zeitpunkt der Entscheidung keine, das Bewußtsein und dessen Kapazität einschränkenden Bedingungen herrschen dürfen.

Ich denke, daß bei dieser Betrachtungsweise deutlich wird, wie fragwürdig der Versuch ist, jeweils im Nachhinein festzustellen, wie groß der Optionenraum war, wie frei eine bestimmte Entscheidung war, wobei mit „frei“ nur gemeint ist, wie unbehindert von äußeren und inneren Zwängen der bewußte Deliberationsprozeß ablaufen konnte, auch wenn dieser selbst sich natürlich seinerseits neuronalen Prozessen in der Großhirnrinde verdankt. Es scheint also weniger darum zu gehen, ob der Prozeß der Entscheidung nach festen Regeln ablief – und auch rationales Folgern ist ein fest programmierter Vorgang – sondern wie stark dieser Prozeß noch von anderen Faktoren beeinflusst wurde. Offenbar wird mit der Qualität „frei“ lediglich bezeichnet, wie ungehindert die rationale Abwägung erfolgte und wie groß der jeweilige Optionenraum war. Es geht also nicht darum, ob Wollen determiniert ist oder frei, sondern es geht um Spielräume.

*Freiheit und Schuld*

Gemeinhin wird angeführt, Freiheit sei Voraussetzung für Schuldfähigkeit, und diese wiederum diene der Strafbemessung. Entsprechend bemühen Richter den forensischen Psychiater, um zu beurteilen, wie „frei“ der Angeklagte zum Zeitpunkt der Tat war. Hierzu wird ein Katalog etablierter Kriterien zur Abgrenzung von normalen und pathologischen psychischen Konstellationen herangezogen. Der Arzt kann dem Richter Auskunft darüber geben, ob die Hirnfunktionen des Täters hinsichtlich bestimmter Eigenschaften der Norm entsprechen. Dabei wird offensichtlich vor allem geprüft, ob der Delinquent in der Lage war, in vollem Besitz seines Bewußtseins zu entscheiden. Was aber ist damit gewonnen, wenn auch der bewußte Deliberationsprozeß auf neuronalen Vorgängen beruht, die ihrerseits durch genetische Dispositionen, frühe Prägungen und erlernte Routinen in idiosynkratischer Weise, in einer für das Individuum spezifischen Weise ablaufen. Es läßt sich dann lediglich die Feststellung machen, daß der bewußte Deliberationsprozeß, der zu der fatalen, strafwürdigen Entscheidung führte, zwar frei von sichtlichen äußeren und inneren Zwängen ablaufen konnte, daß er also unbehindert war und der Optionenraum weit, daß die Entscheidung aber den bekannten Ausgang nahm, weil die, den neuronalen Abwägungsprozeß determinierenden Bedingungen so ausgelegt waren, daß eben diese und keine andere Entscheidung fallen konnte.

Folgendes Beispiel macht die Problematik des Versuchs deutlich, das Maß der jeweils verfügbaren „Freiheit“ und damit die Größe der subjektiven „Schuld“ zu objektivieren. Findet sich bei einem Delinquenten, der ganz offensichtlich bei vollem Bewußtsein und ohne Zeitdruck eine fatale Aktion ausgeführt hat, durch Zufall im Nachhinein eine Läsion im Präfrontalhirn, welche die Bahnen unterbrochen hat, die den Ort, wo ethische Normen gespeichert sind, mit den Zentren verbinden, deren Aktivierung erforderlich ist, um Handlungen zu unterdrücken, so würden dem Delinquenten im nachhinein mildernde Umstände zugesprochen. Den gleichen Effekt wie makroskopisch feststellbare Läsionen können jedoch unsichtbare Fehlverschaltungen haben, die ihrerseits auf vielfältigste Ursachen zurückgehen können. Hierzu zählen genetische Dispositionen, fehlerhaft verlaufene Entwicklungs- und Prägungsprozesse und die ungenügende oder falsche

Einschreibung von Lerninhalten. Ferner muß mit ebenfalls unsichtbaren und im nachhinein nicht mehr nachvollziehbaren Veränderungen im Gleichgewicht neurochemischer Prozesse gerechnet werden oder mit akzidentellen Entgleisungen der Systemdynamik. Es muß also davon ausgegangen werden, daß jemand tat, was er tat, weil just in dem Augenblick sein Gehirn zu keiner anderen Entscheidung kommen konnte, gleichgültig, wieviel bewußte oder unbewußte Faktoren tatsächlich beigetragen haben. Beurteilt wird also, wie sich ein Täter unter gewissen Bedingungen entschieden hat und somit, wie ein bestimmtes Gehirn sich unter gegebenen Ausgangsbedingungen verhält. Es geht nicht darum, ob der Wille oder die Entscheidungen frei oder determiniert sind, sondern wie ein bestimmter Mensch sich verhält. Und da Verhalten auf neuronalen Prozessen beruht, die durch die funktionelle Architektur des Gehirns determiniert sind, beurteilen wir im Grunde die Normabweichung von Hirnfunktionen. Wenn einer unter Zwängen tut, was die meisten unter gleichen äußeren oder inneren Zwängen auch getan hätten, ist die Normabweichung gering. Es geht also nicht um die Beurteilung von Freiheit und aus ihr abgeleiteter Schuld, sondern um die Feststellung der Normabweichung und – wie die Strafbemessung nahe legt – um die Schwere der Tatfolge, die mit der subjektiven Freiheit beziehungsweise Schuld nur sehr bedingt korreliert. Übersieht jemand ein Rotlicht, verursacht aber keinen Schaden, wird diese Läßlichkeit mit Bußgeld und Punkten im Register geahndet. Führt jedoch die gleiche Läßlichkeit, ein Moment abgelenkter Aufmerksamkeit, zu einem Unfall mit Todesfolge und lebenslanger Behinderung, so wird das Strafmaß wesentlich höher ausfallen.

Daraus folgt selbstverständlich nicht, daß abweichendes Verhalten nicht sanktioniert werden darf und muß. Denn dann dürften wir auch unsere Kinder, für das, was sie tun, weder bestrafen noch belobigen. Denn wir sprechen ihnen Schuldfähigkeit ab, weil sie nur über einen begrenzten Optionenraum verfügen, stark eingeschränkte deklarative Kompetenzen haben und weniger als Erwachsene zur bewußten Verarbeitung von Argumenten fähig sind. Wir ziehen die Kinder zur Rechenschaft für das, was sie tun, selbst wenn wir ihnen nur begrenzte Schuldfähigkeit zuschreiben, denn wir machen sie verantwortlich für das, was sie tun. Wir bestrafen und belohnen das Kind in der Absicht, seine Hirnarchitektur so zu prägen, daß es

später Entscheidungen treffen wird, die mit den sozialen Normen der Gesellschaft, in welche es integriert werden soll, konform sind.

Und so stellt sich die Frage, ob es nicht zur Klarheit beitrüge, wenn man andere Terminologien verwendete. Selbstverständlich bleibt die Notwendigkeit zur Zuschreibung von Verantwortung unberührt, denn wer sonst als das handelnde Individuum könnte die Tat verantworten. Nachdem sich das, was mit „Freiheit“ gemeint ist, offensichtlich nur auf einen kleinen Teil der kognitiven Leistungen von Gehirnen bezieht, nämlich auf die Fähigkeit zur bewußten Abwägung von Argumenten, also Inhalten des deklarativen Gedächtnisses, wäre es vielleicht tunlicher, von Mündigkeit zu sprechen. Je mündiger eine Person ist, umso mehr ist sie in der Lage, sich Argumente bewußt zu machen und diese nach sprachlogischen Regeln, welche die jeweilige Gesellschaft vorgibt, abzuwägen und dabei jenes Wissen heranzuziehen, das im deklarativen Gedächtnis gespeichert ist. Dabei handelt es sich ganz vorwiegend um explizites, sprachlich faßbares Wissen. Mündigkeit also, verstanden im Sinne von Sagbarkeit. Was also geschähe, wenn wir den diffusen und mit unterschiedlichsten Konnotationen befrachteten Begriff der Freiheit aufgäben und statt dessen sprächen von der Kohärenz oder Inkohärenz bewußter und unbewußter Prozesse, von der interindividuell stark schwankenden Fähigkeit zur rationalen Verhandlung bewußtseinsfähiger Inhalte (diese Fähigkeit könnte man als Mündigkeit bezeichnen) und von Strafe als Sanktion für abweichendes Verhalten, die sich nicht an der Schwere der subjektiven Schuld orientiert, sondern lediglich an der Normabweichung der Handlung und der Schwere der Tatfolgen. Zumindest im akademischen Bereich könnte diese Begriffsklärung hilfreich sein. Gleichwohl kann es sich als zweckmäßig erweisen, im Rechtsalltag und im Selbstverständnis der Gesellschaft an den Begriffen „Freiheit“, „Schuld“ und „Strafe für Schuld“ festzuhalten, weil jeder, der in unserem Kulturkreis erzogen wurde, damit zwar vage, aber zumindest konsensfähige Inhalte seiner Selbsterfahrung benannt findet.

*Gesellschaftspolitische Konsequenzen unserer begrenzten Intuition*

Die offensichtliche Diskrepanz zwischen unserer Intuition über die Verfasstheit unseres Gehirns und der neurobiologischen Sicht bringt uns zurück zu der Frage, warum unser Vorstellungsvermögen so wenig geeignet ist, über die Vorgänge im Gehirn Auskunft zu geben, die diesem Vermögen zu Grunde liegen.

Ich vermute, daß es an der evolutionären Anpassung unserer kognitiven Leistungen an eine Welt liegt, in der es keinen Vorteil brachte, sich mit nichtlinearen, hochdimensionalen dynamischen Prozessen zu befassen. Eine der wichtigsten Funktionen von Nervensystemen ist, lebensnotwendige Information aus der Umwelt aufzunehmen, Gesetzmäßigkeiten ausfindig zu machen, daraus zutreffende Modelle abzuleiten und aufgrund dieses Wissens optimal angepaßte Verhaltensstrategien zu entwerfen. All dies dient der Sicherung des Überlebens in einer gefährlichen, sich stetig wandelnden Welt. Die Größe von Tieren, die Nervensysteme entwickelt haben, variiert im Bereich von Millimetern bis wenigen Metern. Folglich haben sich die kognitiven und exekutiven Funktionen der Nervensysteme an Prozesse angepaßt, die für Interaktionen von Objekten dieser Größenordnung charakteristisch sind. Es ist das die Welt, in der die Gesetze der klassischen Physik gelten – weshalb wir diese und nicht jene der Quantenmechanik zuerst entdeckten. Es ist die Welt der soliden Gegenstände, der kausalen Wechselwirkungen, der nicht relativierbaren Koordinaten von Raum und Zeit, und es ist die Welt, in der vorwiegend lineare Modelle hinreichen, um den Großteil der für unser Überleben wichtigen Prozesse zu verstehen. Der Grund, warum wir Schwierigkeiten haben, uns die Gesetzmäßigkeiten vorzustellen, die komplexen, nicht-linearen Prozessen zu Grunde liegen, ist vermutlich, daß uns die Ausbildung dieses Vorstellungsvermögens nicht viel weiter gebracht hätte. Modelle von Vorgängen und deren Gesetzmäßigkeiten zu erstellen, ist für Organismen nur dann von Vorteil, wenn sich aus diesen zutreffende Voraussagen ableiten lassen. Für die Entwicklungsdynamik nicht-linearer Systeme ist diese Bedingung nicht erfüllt. Es bringt also kaum Vorteile, sich mit der Analyse der Interaktionsdynamik nicht-linearer Systeme zu befassen, wenn es darum geht, Voraussagen zu machen. Es gab also vermutlich keinen Selektionsdruck für die Ausbildung kognitiver Funktionen zur Erfassung nicht-linearer dynamischer

Prozesse – und dies könnte der Grund dafür sein, warum es uns so schwer fällt, uns solche Prozesse vorzustellen.

Diese Beschränkung unserer kognitiven Fähigkeiten könnte eine Erklärung dafür sein, warum unsere Intuition Vorstellungen über die Organisation unseres Gehirns entwickelt hat, die mit der naturwissenschaftlichen Beschreibung dieses Organs nicht übereinstimmen. Das menschliche Gehirn ist ein komplexes nicht-lineares System. Es kann nahezu unendlich viele Zustände in hoch dimensionalen Räumen einnehmen und dabei neue, prinzipiell unvorhersehbare Muster ausbilden. Auf Grund dieser Eigenschaften ist es in der Lage, sich selbst zu organisieren und ohne den koordinierenden Einfluß einer übergeordneten Instanz, neue Zustände einzunehmen, kreativ zu sein.

Da wir aber kein Sensorium für die in unserem Gehirn ablaufenden Vorgänge haben, stellen wir uns offenbar vor, es müßten in ihm die gleichen linearen Vorgänge ablaufen, die wir den beobachtbaren Phänomenen in der Welt draußen unterstellen. Lineare Systeme können sich nicht selbst organisieren, sie sind nicht kreativ. Ihre Dynamik bewegt sich in unveränderlichen Zirkeln und wenn in ihnen Neues entstehen soll, dann müssen strukturierende Einflüsse von außen auf sie einwirken. Anders als selbstorganisierende Systeme bedürfen sie eines Bewegers. Weil wir Linearität annehmen, uns und unser Gegenüber aber als kreativ und intentional erleben, kommt unsere Intuition zu dem falschen Schluß, in unserem Gehirn müsse es eine übergeordnete, lenkende Instanz geben, welche die vielfältigen verteilten Prozesse koordiniert, Impulse für Neues gibt und den neuronalen Prozessen vorgängig über deren zukünftige Ausrichtung entscheidet. Und da wir diese virtuelle Instanz nicht zu fassen vermögen, schreiben wir ihr all die immateriellen Attribute zu, die wir mit dem Begriff des „Selbst“ verbinden: Die Fähigkeit, initiativ zu sein, zu wollen, zu entscheiden und Neues zu erfinden.

*Ein weiteres Caveat*

Die Einsicht in diese Begrenzung unserer Intuition mag uns auch Warnung sein, die aus unserer Intuition abgeleiteten Vorstellungen von uns und der uns umgebenden Welt nicht zur alleinigen Grundlage zu machen für unser Urteilen und Handeln. Dies gilt vor allem dann, wenn wir absichtlich oder gezwungenermaßen in die Dynamik komplexer Systeme der Außenwelt eingreifen. Hierzu zählen sämtliche Systeme unserer Lebenswelt, die aus einer Vielzahl miteinander wechselwirkender aktiver Komponenten bestehen, also soziale und politische Systeme ebenso wie Wirtschaftssysteme und Biotope. All diese Systeme weisen eine nicht-lineare Dynamik auf: Sie organisieren sich selbst, erzeugen fortwährend neue Muster, sind hinsichtlich ihrer zukünftigen Entwicklung nicht festgelegt und warten deshalb mit Überraschungen auf, die nicht prognostizierbar sind.

Als Handelnde sind wir aktive Komponenten solcher Systeme und befördern durch unser Tun deren Dynamik und zukünftige Entwicklung. Und das konfrontiert uns mit einem doppelten Problem.

Auch unserem Handeln in komplexen lebensweltlichen Systemen scheinen wir vorwiegend lineare Modelle zu Grunde zu legen, weil uns die Intuition für deren nicht-lineares Verhalten fehlt. Wir neigen deshalb dazu, das Selbstorganisationsvermögen dieser Systeme zu unter- und deren Lenkbarkeit zu überschätzen. Wir gehen auch hier davon aus, daß die effektivste Strategie zur Stabilisierung und Steuerung dieser Systeme darin besteht, zentrale Instanzen zu etablieren, welche die vielen verteilten Prozesse regulieren und die Entwicklung des Gesamtsystems in die gewünschte Richtung lenken. Ein Blick auf die hierarchischen Strukturen in unseren Gesellschafts- und Wirtschaftssystemen genügt, um zu erkennen, daß wir diese Intuition auch umsetzen. Dabei stellt sich die Frage, ob unser Vertrauen in die Fähigkeiten dieser Instanzen immer gerechtfertigt ist und ob wir sie nicht gelegentlich überfordern, weil wir von ihnen mehr erwarten als sie selbst unter optimalen Bedingungen leisten können. Aus prinzipiellen Gründen sind die Entwicklungstrajektorien komplexer Systeme offen und schwer prognostizierbar und das selbst dann, wenn die Ausgangsbedingungen vollständig bekannt sind – was natürlich in unseren lebensweltlichen Systemen nie der Fall sein wird.

Aus den gleichen Gründen ist nur schwer vorhersehbar, wie sich steuernde Eingriffe auf das Verhalten solcher komplexer Systeme auswirken werden. Meist wird sich erst im Nachhinein und nach längerer Zeit erweisen, welche Konsequenzen eine dirigistische Maßnahme tatsächlich hatte. Und es wäre verfehlt, den Vorwurf des Irrtums zu erheben, wenn es anders kommt als intendiert, weil die Prämisse der Voraussagbarkeit von Konsequenzen nur sehr eingeschränkt gilt. Irrtum ist konstitutiv, wo Prognostizierbarkeit im Prinzip nicht gegeben ist. Darauf sollten die Lenker bei Versprechungen verweisen. Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, jeweils genau zu prüfen, inwieweit die institutionalisierten Steuerungsmechanismen der Dynamik des zu steuernden Systems entsprechen. Handelt es sich um wenig komplexe Systeme mit vorwiegend linearer Dynamik, dann sind hierarchisch strukturierte, dirigistische Lenkungsstrukturen eine gute Option. Handelt es sich jedoch um hochkomplexe Systeme mit stark nicht-linearem Verhalten, dann ist es vermutlich opportuner, auf die Selbstorganisationskräfte und die Kreativität solcher Systeme zu vertrauen als der Illusion zu erliegen, man könne diese lenken. Eingriffe müßten sich dann darauf beschränken, die Interaktionsgeflechte und Informationsflüsse so zu gestalten, daß sich die selbstorganisierenden Mechanismen optimal entfalten können. Da wir, wie ausgeführt, geneigt sind, die Vorgänge in der Welt intuitiv in linearen Modellen abzubilden, darf vermutet werden, daß wir mehr zu dirigistischen Maßnahmen tendieren als es erforderlich und zweckdienlich ist. Dieser Überforderung ließe sich mit etwas mehr Vertrauen und Demut begegnen.

Daß sich unsere lebensweltlichen Systeme überhaupt soweit entwickeln konnten und dabei leidlich stabil blieben, sollte für sich genommen schon als gute Nachricht gewertet werden und uns ermutigen, der Robustheit dieser durch Selbstorganisation entstandenen Strukturen mehr Vertrauen entgegenzubringen. Kein noch so umsichtiger Planer wäre je fähig gewesen, komplexe Systeme, wie unser Gehirn oder unsere sozialen und wirtschaftlichen Gefüge ab initio zu entwerfen und so zu konzipieren, daß sie funktionieren und über längere Zeiträume stabil bleiben.

