

DAS
RATIONALE
TIER

LUDWIG
HUBER



EINE
KOGNITIONSBIOLOGISCHE
SPURENSUCHE

SUHRKAMP

bewährter Weise zu bewältigen. Die kognitive Kontrolle, die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit auf zielrelevante Informationen [73] zu beschränken, unterstützt zwar die Lösung einer Vielzahl von schwierigen kognitiven Problemen, aber es gibt auch alltägliche Funktionen, die wenig bis gar keine Kontrolle erfordern, und andere, die sogar von einer reduzierten Kontrolle profitieren.

Ein zentraler Bestandteil der Instinkttheorie der klassischen vergleichenden Verhaltensforschung, wie sie von Konrad Lorenz, Niko Tinbergen und Wolfgang Schleidt vertreten wurde [123, 124], sind die angeborenen Auslösemechanismen (AAM), eine Art von Reizfilter, welche in biologisch relevanten Umweltsituationen auf sogenannte Schlüsselreize ansprechen und artspezifische, stereotype Verhaltensweisen auslösen (motorische Koordination). Diese im Laufe der Evolution einer Art evolvierten Reflexe und ebenso die komplexeren »erbkoordinierten« Bewegungen (Instinktbewegungen) ermöglichen dem Individuum eine schnelle und adäquate Lösung vieler alltäglicher Aufgaben, wie sie in der Umgebung, an welche die Art angepasst ist, permanent auftreten [124]. Als Resultat neuroethologischer Forschung zur Aufklärung der neuronalen Mechanismen instinktiven Verhaltens spricht man später allgemeiner von Auslösesystemen, in denen Merkmalsfilter-, Ortungs-, Motivations- und Lern-Systeme ineinandergreifen, wie das etwa für das Beutefangverhalten der Erdkröte beschrieben wurde [125].

Es ist mittlerweile evident, dass vollkommen starre Systeme keine adäquaten Lösungen im Verhalten komplexer Lebewesen ermöglichen. Dazu zählen auch sensormotorische Modifikationen wirbelloser Tiere wie etwa Honigbienen, welche Anpassungsfähigkeiten aufweisen, die über einfache Reiz-Reaktions-Verbindungen hinausgehen [126]. Die meisten Tiere können ihr Verhalten auf die vielfältigste Weise modifizieren, beginnend mit der Modifikation des AAM durch Hinzulernen von weiteren, für die auslösende Reizkonfiguration kennzeichnenden Merkmalen.

Wenn man eine breite Definition bevorzugt, kann man das Lernen nach Lorenz als eine adaptive Modifikation des komplexen, physiologischen Mechanismus betrachten, dessen Funktion das [74] Verhalten von Tieren und Menschen ist. Das zentrale Paradigma ist das assoziative Lernen, obwohl es auch noch andere, nichtassoziative Formen wie Habituation und Prägung gibt [85]. In der kognitivistischen Literatur wird Lernen ganz allgemein als eine Form der internen Repräsentation der Beziehung, die zwischen den Ereignissen in der Umgebung des Tieres besteht, verstanden. Mit anderen Worten: Lernen ist der Erwerb von Wissen [89]. Dieses assoziative Wissen wird durch die fortschreitende Stärkung der Verbindung mit jeder effektiven Erfahrung einer Beziehung zwischen den Ereignissen erworben [127].

Verhalten wird durch Lernen nicht nur an veränderte Umweltbedingungen angepasst, es kann auch relativ kurzfristig in Abhängigkeit von der jeweils angeregten Bedürfnislage verändert werden. Gemeinsam ist allen in diesem Kapitel beschriebenen Prozessen, dass der Organismus auf das »Hier und Jetzt« reagiert, wobei Mechanismen zur Anwendung kommen, die Erfahrungen aus der Vergangenheit, ob sie in

evolutionären Zeiträumen wie bei den AAMs oder in kürzeren Zeiträumen wie beim Lernen erworben wurden, nutzbar machen. Ein wesentlicher Schritt in der Evolution der Kognition besteht nun in der Entkopplung vom Hier und Jetzt, in der Dezentrierung, das heißt der Versetzung von Gedanken in Raum und Zeit, was eine in die Zukunft gerichtete Handlung ermöglicht. In der Humanpsychologie, genauer gesagt in der Motivations- und Handlungspsychologie, ist der Ausdruck der *willentlichen Handlung* gebräuchlich [128]. Die Fähigkeit zum willentlichen Handeln wird als wesentlich für die menschliche Natur angesehen. Unglücklicherweise ist das Phänomen durch die mitunter heftige Diskussion über den »freien Willen« zwischen Philosophen und Neurowissenschaftlern umstritten und wird in der Tierforschung nur stiefmütterlich behandelt [129]. Auch in den Neurowissenschaften und in der Verhaltensbiologie wurde das Thema traditionell als unwissenschaftlich abgetan, vielleicht, weil die Mechanismen, die zu Handlungen führen, lange Zeit unklar waren. Neue Forschungen haben [75] jedoch Netzwerke von Hirnarealen identifiziert, die der willentlichen Handlung zugrunde liegen [130]. Beim Menschen erzeugen diese Bereiche Informationen für bevorstehende Handlungen und verursachen auch eine ausgeprägte bewusste Erfahrung, handeln zu wollen und dann das eigene Handeln zu kontrollieren [131]. Die Gruppe von Entscheidungen darüber, ob man handeln soll, welche Handlung man ausführen soll und wann man sie ausführen soll, wird als Wille oder fachspezifisch als »Volition« bezeichnet.

Volition wird als Kategorie psychischer Funktionen definiert, welche die Koordination einer großen Zahl einzelner Teilfunktionen – Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Kognition, Emotion, Motivation, Aktivierung und Bewegungssteuerung – aufgrund eines einheitlichen Steuerungsprinzips vermitteln. Das Steuerungsprinzip wird »Absicht« oder »Ziel« genannt [125]. Die Funktion volitionaler Prozesse wird darin gesehen,

die mit einem Vorsatz kompatiblen Reaktionstendenzen so deutlich [zu] verstärken, daß sie anstelle der zunächst stärkeren gewohnheitsmäßigen oder impulsiven Reaktionen ausgeführt werden können [132; S. 678].

Zwei Merkmale zeichnen willentliche Handlungen aus: (1) die Fähigkeit, Zielzustände, also angestrebte Effekte und Ergebnisse eigener Handlungen, mental repräsentieren zu können, und (2) die Fähigkeit, zukünftige Bedürfnislagen antizipieren zu können [120]. Der erste Aspekt, die Fähigkeit zur Antizipation von Handlungseffekten, beruht zunächst – sowohl in der Stammesgeschichte (Phylogenese) als auch in der Individualgeschichte (Ontogenese) des Menschen – auf sensorischen Effekten von Bewegungen. Später kommen mehr und immer reichhaltigere Assoziationen zwischen Handlungen und deren Wirkungen hinzu, welche verinnerlicht werden und zunehmend weiter in der Zukunft liegende Handlungsfolgen in der Vorstellung enthalten. Im [76] Lauf der Zeit bildet das menschliche Kind – und wohl auch manches

Tier – ein ganzes Netz von Assoziationen zwischen Aktionen und den Effekten aus, die diese Aktionen unter bestimmten Bedingungen bewirken [133]. Wenn die Effekte von Handlungen mit positiven Emotionen belegt und somit in der Folge immer stärker gewünscht oder gewollt werden, nehmen sie das Attribut von Handlungszielen oder Zielzuständen an. Man spricht von zielgerichtetem Verhalten, wenn das Subjekt fähig ist, aufgrund der Vorstellung der Zielzustände, und bar direkter Reizbeeinflussung, Aktionen auszuwählen, die diese herbeiführen. Anstatt bloß gewünschte Effekte von Aktionen durch Assoziationen zu erzielen, richten sich Willenshandlungen auf die Erreichung von mental repräsentierten, unter Umständen weit entfernten Zielzuständen [133, 134].

Im Alltag sprechen wir von Absicht und meinen dabei den mentalen Zustand, mit dem wir die Verwirklichung eines Ziels mit einer gewissen Verbindlichkeit anstreben und für erreichbar erachten und zudem entschlossen sind, die dafür notwendigen Handlungsschritte in die Tat umzusetzen. Obwohl Reize eine Handlung initiieren können, bestimmen sie nicht mehr die Handlung selbst, weil diese durch die Vorstellung des zu verfolgenden Ziels, das im Moment vorrangig ist, gesteuert wird. Handlungssteuerung, Handlungskontrolle und Handlungsregulation sind Synonyme für dieses Vermögen. Die Steuerung von Handlungen durch mental repräsentierte Zielzustände ermöglicht nicht nur eine weitreichende Abkopplung des Verhaltens von der unmittelbaren Reizsituation (*Reizentbundenheit* willentlicher Handlungen), sondern auch die Fähigkeit zum Planen, wobei elementare Aktionen zu neuen Verhaltenssequenzen rekombiniert und »geistig simuliert« werden, bevor sie tatsächlich ausgeführt werden [120]. Die höchste Form des willentlichen Handelns liegt am Ende eines Kontinuums, das einfache Reflexe am anderen Ende hat. Während Reflexe also unmittelbare motorische Reaktionen sind, deren Form durch die Reizsituation bestimmt wird, sind das 77 Auftreten, der Zeitpunkt und die Form einer willentlichen Handlung nicht direkt oder bestenfalls sehr indirekt durch einen erkennbaren äußeren Reiz bestimmt. Solche Aktionen zeigen also eine »Freiheit von Unmittelbarkeit« [135].

Handlungsziele müssen nicht nur Handlungseffekte, sondern können auch Bedürfnisse beinhalten. Die Antizipation zukünftiger Bedürfnislagen, das heißt, die Fähigkeit, Bedürfnisse in der Vorstellung vorwegzunehmen, die man aktuell noch gar nicht hat, ist ein weiterer Schritt in Richtung größerer Verhaltensflexibilität [136]. Anstatt sich nur dann auf die Futtersuche zu machen, wenn man hungrig ist, könnte man auch einen zukünftigen Hungerzustand antizipieren und entsprechend Nahrungsvorräte anlegen. Das machen natürlich viele Tiere aus inneren Antrieben und genetisch vorprogrammierten Verhaltensdispositionen heraus, ohne sich im Herbst den Hunger im Winter vorstellen zu müssen. Die besondere Herausforderung für das Subjekt besteht darin, nicht nur zukünftige Bedürfnisse zu antizipieren und dabei die aktuelle Bedürfnislage zu ignorieren, sondern dabei unter Umständen sogar eine

momentane Verschlechterung der aktuellen Bedürfnislage zu tolerieren (*Bedürfnisentbundenheit*).

Die Fähigkeit zur Antizipation zukünftiger Handlungseffekte und Bedürfnislagen kann die Verhaltensflexibilität und auch die Problemlösekapazität stark erhöhen. Die Ausrichtung des Verhaltens auf ein ferneres Ziel bedeutet allerdings, dass zwischen Handlungsalternativen entschieden werden muss, was umso schwieriger wird, je mehr es davon gibt. Außerdem können Konflikte entstehen, wenn man gleichzeitig zwei oder mehr Ziele verfolgt, die inkompatibel sind oder weil sie in Widerspruch zu aktuell angeregten Bedürfnissen oder starken Gewohnheiten stehen. Die Herausforderung für kognitive Systeme besteht darin, Kontrolle über die verschiedenen Reaktionstendenzen zu gewinnen, dabei eine große Zahl sensorischer, kognitiver und motorischer Teilsysteme im Sinne übergeordneter Ziele zu koordinieren und schließlich inadäquate Reaktionen zu unterdrücken. Nur so ist 78 die Kohärenz des Verhaltens und schnelles, zielgerichtetes Handeln möglich.

Neurowissenschaftler haben große Anstrengungen unternommen, um die neuronalen Grundlagen der kognitiven Kontrolle zu entschlüsseln. Dabei sind bereits große Fortschritte gemacht worden, denn sowohl beim Menschen als auch bei anderen Primaten wurden Netzwerke im Gehirn identifiziert, die dem willentlichen, zielgerichteten Handeln zugrunde liegen. Die primären Zentren dabei sind der vordere präfrontale Kortex, der präsupplementäre Motorkortex und der parietale Kortex [130] (Abb. 5).

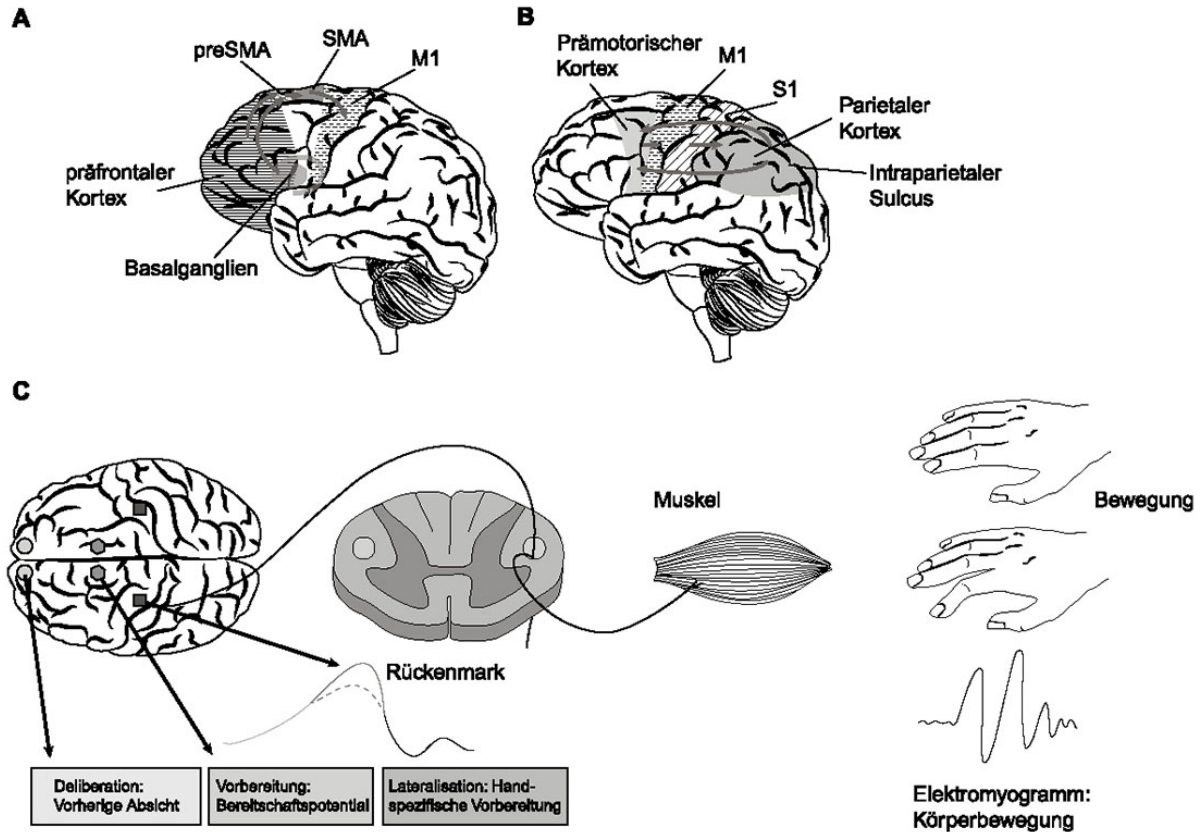


Abb. 5: Die Teile des menschlichen Gehirns, die für die Ausübung willentlichen Handelns zuständig zu sein scheinen. A) Der primär-motorische Kortex (M1) erhält zwei große Klassen von Inputs. Ein wichtiger Input (linkes Feld) erreicht M1 vom supplementär-motorischen Areal (SMA) und vom präsupplementär-motorischen Areal (preSMA), welches wiederum Inputs von den Basalganglien und dem präfrontalen Kortex erhält. B) In einem zweiten kortikalen Netzwerk werden Informationen aus den frühen sensorischen Kortexarealen (S1) an Repräsentationen auf mittlerer Ebene im parietalen Kortex und von dort an den lateralen Teil des prämotorischen Kortex weitergeleitet, der wiederum auf M1 projiziert. Dieser parietal-prämotorische Schaltkreis steuert objektorientierte Handlungen, wie zum Beispiel das Greifen, unter Verwendung des aktuellen sensorischen Inputs, trägt aber auch zu einigen Aspekten des »freiwilligen« Verhaltens bei. C) Hirnaktivität, die einer freiwilligen Handlung der rechten Hand vorausgeht. Der präfrontale Kortex erzeugt langfristige Pläne und Absichten. Das präsupplementär-motorische Areal beginnt mit der Vorbereitung der Handlung; zusammen mit anderen prämotorischen Bereichen erzeugt es die Bereitschaftspotenziale, die abgeleitet werden können. Unmittelbar bevor die Aktion stattfindet, wird M1 aktiv. In späteren Stadien der Vorbereitung ist die kontralaterale Hemisphäre aktiver als die ipsilaterale Hemisphäre; dies spiegelt sich in einer lateralisierten Differenz zwischen den Bereitschaftspotenzialen wider, die über die beiden Hirnhälften aufgezeichnet werden (durchgezogene und gepunktete Linien). Schließlich verlassen die neuronalen Signale M1 in Richtung Rückenmark und der kontralateralen Handmuskeln. Die Kontraktion der Muskeln wird als elektrisches Signal, das Elektromyogramm, gemessen. Aus [130].