

# Der motorische Kortex

Paul Natterer

2002/2008/2018

Im Gehirn oder Zentralen Nervensystem (ZNS) werden (1) **sensorische**, (2) **motorische**, (3) **emotionale** (limbische) **Zentren** unterschieden. Die hintere Hälfte des Großhirns analysiert und synthetisiert den sensorischen Dateneingang (sensorischer Kortex), die vordere Hälfte (motorischer Kortex) ist zuständig für Handlungsantrieb, Verhaltenssteuerung, Bewegungskontrolle. Der limbische Bereich liegt wie ein Saum an und unter der Großhirnrinde (Kortex).

Jedes dieser drei Zentren ist noch einmal untergliedert in **primäre** — **sekundäre** — **tertiäre** Areale. Sowohl der motorische wie die sensorischen (visuellen — sensomotorischen — auditiven) als auch die affektiven (sogenannten *limbischen*) Areale sind somit gegliedert in (1) primäre, (2) sekundäre oder übergeordnete und (3) tertiäre oder assoziative Zentren (Assoziations- und Integrationsregionen) im Scheitel- und Schläfenbereich des Gehirns. Diese Zentren weisen auf allen drei Stufen eine nochmalige Binnengliederung auf in teils untergeordnete, teils koordinierte teils wechselwirkende Areale.

Der **motorische Kortex**, insbesondere der sog. frontale Kortex (Stirnbereich) ist der neurobiologische Ort von **Motiven** und **Handlungsantrieben** sowie motorischer **Verhaltenssteuerung**.

Die sensorisch-motorische Schnittstelle v.a. zwischen tertiärem motorischen Zentrum und den tertiären sensorischen Schläfenlappen verläuft insbesondere über zahlreiche Projektionswege oder Fasern unterhalb des Großhirns (bei der Sprecherzeugung etwa den sog. *Fasciculus arcuatus*).

- Zum motorischen Kortex zunächst folgendes Grundsätzliche: Die Motorik hat drei Funktionen: (1) Die **vegetative Motorik** besorgt den Stoffwechsel — (2) Die **Stützmotorik** ermöglicht Stand und Haltung — (3) Die **Zielmotorik** wird für außengerichtete Bewegungen eingesetzt.
- Es gibt ferner auch drei Kategorien von Bewegung: (1) reizabhängige **reflexgesteuerte** Bewegung — (2) reizunabhängige **programmgesteuerte** Bewegung, die angeboren (z.B. Atmung) oder erlernt (z.B. Geräteturnen und Maschinenschreiben) sein kann — (3) **automatisierte** rhythmische Bewegung als Koprodukt aus den beiden erstgenannten Kategorien.
- Und es gibt vier motorische Dimensionen oder Bewegungsparameter: (1) **Amplitude** (Größe der Bewegungstrecke) — (2) **Richtung** — (3) **Geschwindigkeit** — (4) **Kraft**.

- Die Motorik wird ferner auf drei Stufen aktiviert: (1) **Motivation** und **Planung** der Zielmotorik. Dies übernimmt der tertiäre limbische, sensorische und motorische Kortex — (2) **Bewegungs-Programme** und **Kontrolle** der Zielmotorik. Dies wird von einer Arbeitsgemeinschaft ausgeführt. An dieser ist der primäre und sekundäre motorische Kortex beteiligt; ferner Strukturen an der Schädelbasis (Basalganglien), welche raum-zeitliche Impulsmuster programmieren; schließlich auch das Kleinhirn als Kontrollzentrum für Koordination und Beschleunigung — (3) **Ausführung**. Diese wird an verschiedene Subunternehmer delegiert. Der primäre motorische Kortex übernimmt die Zielmotorik. Der Hirnstamm organisiert die Aktivitäten der Stützmotorik. In die Zuständigkeit des Rückenmarks fallen die Reflexe und isotonische wie isometrische Muskelarbeit. Es gibt also drei Schaltzentren für Haltung und Bewegung: **Rückenmark** — **Hirnstamm** — **motorischer Kortex**.
- Wir haben eben wieder die Einteilung — diesmal beim motorischen Kortex — in ein primäres, sekundäres und tertiäres Zentrum angetroffen. Die motorischen Zentren im Frontal- oder Stirnlappen des Gehirns sind somit ganz entsprechend den sensorischen Arealen aufgebaut. Das **primäre motorische Zentrum** ist an der Basis für hochspezifische Bewegungen der etwa 600 Muskeln der Willkürmotorik (inklusive der Lautgebung oder Sprechproduktion = *Sprachmotorik* in der sog. *Oberen Sprachrinde*) zuständig. Die Repräsentation der Muskeln und Bewegungen ergibt eine für Kopf und Hände stark vergrößerte Kartierung des Körpers und seiner Oberfläche, und ist weitgehend ein Spiegelbild der Abbildung der Tast- und Körpersinne auf den primären somatosensorischen Kortex. Speziell die **Hand** gilt als praktisch eigenes **kombiniertes Greif- und Tastorgan** von phänomenaler Leistungsfähigkeit. Der Greifakt ist eine kombinierte senso-motorische, visuo-motorische und kognitive Leistung, sei es als Kraftgriff mit globalem Fingerschluss oder als Präzisionsgriff mit Opposition von Daumen und Zeigefinger.
- Das sekundäre oder **übergeordnete motorische Zentrum** ist für spezifische Pläne und Handlungsfolgen zuständig. In der Sprachmotorik ist es z.B. mitbeteiligt an der Bildung von Wortformen und Sätzen (Phonetik und Morphologie).
- Das **tertiäre Zentrum**, meist präfrontaler oder prämotorischer Kortex genannt, ist für analytisches Denken, Entscheidungsfindung, Handlungsabsichten, **zweckgerichtetes Handeln und Planen** verantwortlich. Dies schließt das vordere motorische Sprachzentrum ein, welches die **logischen** Beziehungen, die **Grammatik** der Sprache verkörpert, aber auch **zeitlich und logisch geordnete Aktionsmuster** für das Wohin der Augen-, Greif- und Körperbewegung erzeugt. Außerdem vollzieht sich hier die **Assoziation** von **Denken** und **Fühlen**, von Kognition und Emotion. Kurz: Es ist verantwortlich für die Umsetzung von Motiven und kausales Verhalten aus bewussten Gründen. Darüber hinaus vollzieht sich hier eine weitere Objektivierung der Raumvorstellung. Aus der egozentrischen Orientierung mit dem eigenen Körper als Koordinatenzentrum wird nun die **umweltbezogene räumliche Orientierung**.
- Die wichtigsten Einzelleistungen im tertiären Zentrum sind mithin die **zeitliche Ordnung und Steuerung der Wahrnehmungen und Handlungen**. Dies schließt zweitens zielgerichtete **Konzentration** ein durch die Hemmung störender Impulse oder Einwirkungen. Diese Leistungen erfordern drittens die Anwendung der **Kausalitätskategorie**, um das logische Verhältnis und die

zeitliche Ordnung der Reize in Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen zu bestimmen. Ausfälle und Störungen dieses Bereichs führen zu Ablenkbarkeit, Hyperaktivität, Unregelmäßigkeit des Verhaltens, Wirkungslosigkeit sprachlich formulierter Regeln und Pläne (Handlungsprogramme), evidenzwidrige Uneinsichtigkeit und Sturheit, **Pseudo-Psychopathologie**, d.h. soziopathisches, antisoziales Verhalten (bei Störung des rechten präfrontalen Kortex), **Pseudo-Depressivität** (bei Störung des linken präfrontalen Kortex), fehlende Selbstkontrolle.

- Zur Neurobiologie und Neuropsychologie von Zeitanschauung, Zeitorganisation und Zeitbegriff das Folgende: Neurowissenschaftlich und kognitionspsychologisch unterscheidet man vier Qualitäten der Zeit: (1) Das Bewusstsein der **Gegenwart** und Gleichzeitigkeit der aktuellen Wahrnehmung; (2) Der Eindruck des Flusses und der **Dauer** der Zeit, (3) Die Wahrnehmung der Linearität, der sequentiellen Ordnungsstruktur und **Sukzessivität** des Flusses der Zeit, (4) Die Vorwegnahme oder **Planung einer geordneten Sequenz** von Ereignissen (z.B. Sprache, Musik) in Zeitform.
- Die Zeit mit ihren vier Qualitäten wird auf zwei Schienen wahrgenommen bzw. konstruiert, als: (1) direkte Wahrnehmung (biogenetisch mittels einer instinktiven **biologischen Uhr** und psychologisch durch bewusste **Beobachtung**) und als (2) begriffliche **Konstruktion**.
- Die direkte Wahrnehmung folgt dem Rhythmus und der Zeitgebung von physikalischen Phänomenen wie Tag und Nacht, **Mondphasen, Jahreszeiten**, sowie **biologischen** und **psychologischen Zyklen**. Die wichtigsten dieser Rhythmen und Zeiteinheiten sind die **Zirkadianrhythmen** (24 Stunden-Rhythmen) des Wachens, Arbeitens, des Pulses, des Blutdruckes und der Körpertemperatur. Primärer Zeitgeber der inneren Uhr ist das Licht (über einen Regler in deiner Hypothalamus genannten Hirnstruktur). Daneben gibt es noch andere längere und kürzere Zeitgeber.
- Die psychologischen Zeiteinheiten oder **Wahrnehmungsmomente** sind unterschiedlich für unterschiedliche Sinne und Leistungen und schwanken zwischen **25 Millisekunden** und **150 Millisekunden**. Bei den Sinneseindrücken und der automatisierten Motorik sind es 30 Millisekunden. Unter 25 Millisekunden Zeitabstand werden Reize als gleichzeitig wahrgenommen. Die psychologische empfundene Zeitdauer variiert auch entsprechend dem Körperzustand.
- Die Wahrnehmung der Zeit als begriffliche Konstruktion hängt von drei Variablen ab: (1) Die **Ereignisanzahl** in einem Intervall und der **Komplexitätsgrad** der Reizereignisse. Ereignisreiche Intervalle werden experimentell länger und ereignisleere Intervalle drastisch kürzer beurteilt als durchschnittlich ereignisreiche Intervalle (2) Der **Grad** der bewussten **Anstrengung** bei der Informationsverarbeitung und -speicherung. (3) Der **Aufmerksamkeitsgrad** auf den Zeitfluss.
- Die Forschungslage spricht ansonsten nicht für einen ursprünglichen apriorischen Zeitbegriff bzw. eine ursprüngliche apriorische aktuelle Zeitanschauung, sondern Erfahrung und Begriff der Bewegung sind logisch und psychologisch früher.