

1 Einleitung

Im somatosensorischen Kortex ist die gesamte Körperoberfläche mit den einzelnen sensiblen Modalitäten (Druck, Schmerz, Temperatur) repräsentiert. Jedes Körperteil hat in diesem Teil des Gehirns ein eigenes Repräsentationsareal. Schon in den dreißiger Jahren des letzten Jahrhunderts führten Penfield und Kollegen aus Montréal/Kanada während neurochirurgischer Eingriffe am Menschen elektrische Stimulationen dieser kortikalen Areale durch [128]. Wache Patienten wurden im Bereich des Gyrus postcentralis stimuliert, auf der kontralateralen Körperseite beschrieben die Patienten dann eine Berührungsempfindung. Mit dieser Methode wurden kortikale Repräsentationskarten erstellt. Zum einen zeigte sich, dass angrenzende kortikale Areale auch angrenzenden Körperarealen entsprachen. Zum anderen waren die kortikalen Arealgrößen unterschiedlich groß. Die Größen der einzelnen Areale waren abhängig von der räumlichen Auflösung der einzelnen Körperregionen und nicht von deren tatsächlichen Größe. Körperoberflächen mit wichtigen Tastfunktionen wie die Finger oder die Zunge zeigten sich deutlich größer als die z. B. vom Oberarm oder Rücken. Der Begriff des Homunkulus wurde geprägt (siehe Abbildung 4).

Anfang des letzten Jahrhunderts wurde von Brodmann die histologische Charakterisierung des menschlichen Gehirns vorgenommen [21]. Dabei zeigten sich histologische Unterschiede innerhalb des Kortex. So wies auch der primäre somatosensorische Kortex nach Brodmann drei unterschiedliche Areale auf: 3, 1 und 2. Eine weitere Unterteilung des Areals 3 in 3a und 3b wurde durch Vogt und Vogt vorgenommen [169]. Die Bedeutung dieser Unterareale haben Mountcastle und seine Kollegen in elektrophysiologischen Untersuchungen bei Tieren zeigen können [116]. Jedes Areal bekommt von bestimmten Haut- und Muskelrezeptoren bevorzugt Informationen, so dass unterschiedliche Empfindungsqualitäten örtlich differenziert verarbeitet werden.

Um Funktionen des Gehirns am lebenden Menschen nichtinvasiv darzustellen, werden unterschiedliche Methoden verwendet die im Wesentlichen auf zwei verschiedenen neurophysiologischen Grundlagen basieren. Die erste Methode misst elektrische bzw. magnetische Felder von Neuronenpopulationen. Die zweite Methode beruht auf dem von Roy und Sherrington erstmals 1890 vorgestellten Zusammenhang zwischen der Änderung neuronaler Aktivität und Änderung des lokalen Blutflusses (regionaler Cerebraler Blutfluss = rCBF). Zu der

ersten Methodengruppe gehören die Elektroencephalographie (EEG), Elektrocortikographie (ECoG) und Magnetencephalographie (MEG). In die zweite Gruppe der sogenannten vaskulären Methoden fallen die Positronen-Emissions-Tomographie (PET), Single-Photon-Emissions-Computer-Tomographie (SPECT), funktionelle Kernspintomographie (fMRT), Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) und Transkranielle Dopplersonographie (TCD).

Mit der funktionellen Kernspintomographie gibt es seit Anfang der 1990er Jahre die Möglichkeit, nicht-invasiv die neuronale Aktivität des Gehirns am lebenden Menschen zu messen. Die fMRT bietet gegenüber den elektrophysiologischen Methoden den Vorteil, dass neuronale Aktivität mit einer hohen räumlichen Auflösung den jeweiligen kortikalen Repräsentationsarealen zugeordnet werden kann. Die elektrophysiologischen Verfahren haben dagegen eine deutlich bessere zeitliche Auflösung. Im Gegensatz zur PET kommt die fMRT ohne radioaktive Tracer aus und hat zudem eine höhere räumliche und zeitliche Auflösung.

Ziel dieser Arbeit ist es, den menschlichen primären somatosensorischen Kortex mit der nicht-invasiven, räumlich hochauflösenden funktionellen Kernspintomographie zu charakterisieren. In der ersten Studie wird die Abhängigkeit des kortikalen fMRT-Signals von der elektrischen Stimulationsfrequenz untersucht. In Studie 2 wird die Somatotopie der Repräsentationen zweier Finger einer Hand und in Studie 3 die der Repräsentationen von Daumen und Lippen untersucht.