

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Studie 1: Frequenzabhängigkeit

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus den drei Gruppen der ersten Studie vorgestellt. In der ersten Gruppe wurde ein größerer Stimulationsbereich (1 bis 10 Hz) untersucht, in den beiden anderen Gruppen wurden ein unterer (1 bis 3 Hz) und ein oberer (3 bis 7 Hz) Stimulationsbereich untersucht.

#### 4.1.1 Gruppe 1: Stimulationsfrequenzen: 1, 3, 7 und 10 Hz

Die elektrische Stimulation des Zeigefingers führte bei allen Frequenzen zu einer Änderung der Signalintensität im Gyrus postcentralis. Es kam zu unterschiedlichen Signalintensitätsänderungen entsprechend der gewählten Einteilung der einzelnen Areale (siehe Abbildung 12).

a) In dem als Area 3b bezeichneten Bereich betrug das Volumen 29 mm<sup>3</sup> bei 1 Hz, 56 mm<sup>3</sup> bei 3 Hz und 86 mm<sup>3</sup> bei 7 Hz Stimulationsfrequenz. Bei einer Stimulationsfrequenz von 10 Hz nahm das Volumen wieder auf 75 mm<sup>3</sup> ab (siehe Abbildung 13). Der Page-Test zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen der zunehmenden Stimulationsfrequenz und einer Zunahme des aktivierten Volumens an ( $p = 0,05$ ). Der Wilcoxon-Test zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Frequenzpaaren 1 Hz und 7 Hz ( $p < 0,025$ ) sowie zwischen 1 Hz und 10 Hz ( $p = 0,045$ ). Die Unterschiede zwischen den anderen Frequenzen waren nicht signifikant.

Die mittlere Signalintensität änderte sich bei einer Stimulationsfrequenz von 1 Hz um 0,67 %, bei 3 Hz um 1,22 % und bei 7 Hz um 1,60 %. Von 7 Hz auf 10 Hz war die Signalintensitätsänderung mit 1,61 % nahezu gleich (siehe Abbildung 13). Der Page-Test zeigte einen signifikanten Zusammenhang ( $p = 0,01$ ) zwischen der zunehmenden Stimulationsfrequenz und einer Zunahme der Signalintensität an. Die Zunahme zwischen 1 Hz und 3 Hz war im Wilcoxon-Test signifikant ( $p = 0,046$ ). Hoch signifikant war die Zunahme zwischen 3 Hz und 10 Hz und zwischen 1 Hz und 7 Hz bzw. 1 Hz und 10 Hz ( $p < 0,01$ ). Zwischen 3 Hz und 7 Hz war keine Signifikanz erkennbar ( $p = 0,081$ ).

b) In der Tabelle 4 sind die Ergebnisse für die Area 1/2 dargestellt. Der Page-Test zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen der zunehmenden Stimulationsfrequenz und einer

Zunahme des aktivierten Volumens ( $p = 0,05$ ). Allerdings gab es im Wilcoxon-Test keinen signifikanten Unterschied zwischen den einzelnen Frequenzen. Lediglich zwischen 7 Hz und 10 Hz war ein Trend zu erkennen, der einen Abfall des aktivierten Volumens zwischen 7 Hz und 10 Hz andeutete ( $p = 0,07$ ).

Der Page-Test zeigte einen signifikanten Zusammenhang ( $p = 0,05$ ) zwischen der zunehmenden Stimulationsfrequenz und einer Zunahme der Signalintensität an. Signifikant war die Zunahme zwischen 3 Hz und 7 Hz ( $p = 0,046$ ), sowie die Zunahmen zwischen den Intensitäten bei 1 Hz auf 7 Hz und 1 Hz auf 10 Hz ( $p < 0,01$ ). Ein Trend war zwischen 3 Hz auf 10 Hz zu erkennen ( $p = 0,062$ ).

Der Zusammenhang zwischen der Zunahme der Signalintensität und des aktivierten Volumens ist in Abbildung 15 zu sehen. Es zeigt sich zwischen 1 Hz und 7 Hz ein annähernd linearer Verlauf, der zwischen 7 Hz und 10 Hz nicht mehr zu erkennen ist.

Stimulationsfrequenz (Hz)	1		3		7		10	
	3b	1/2	3b	1/2	3b	1/2	3b	1/2
<b>Volumen <math>\pm</math> s.d. (mm<sup>3</sup>)</b>	29 $\pm 38$	69 $\pm 60$	56 $\pm 114$	77 $\pm 87$	86 $\pm 90$	108 $\pm 67$	75 $\pm 96$	81 $\pm 54$
<b>Signalintensität <math>\pm</math> s.d. (%)</b>	0,67 $\pm 0,70$	1,21 $\pm 0,62$	1,22 $\pm 1,16$	1,33 $\pm 0,78$	1,60 $\pm 1,66$	1,81 $\pm 0,84$	1,61 $\pm 1,21$	1,69 $\pm 0,93$

Tabelle 4: Änderung des Volumens und der Signalintensität in Area 3b und Area 1/2 in der Gruppe 1.

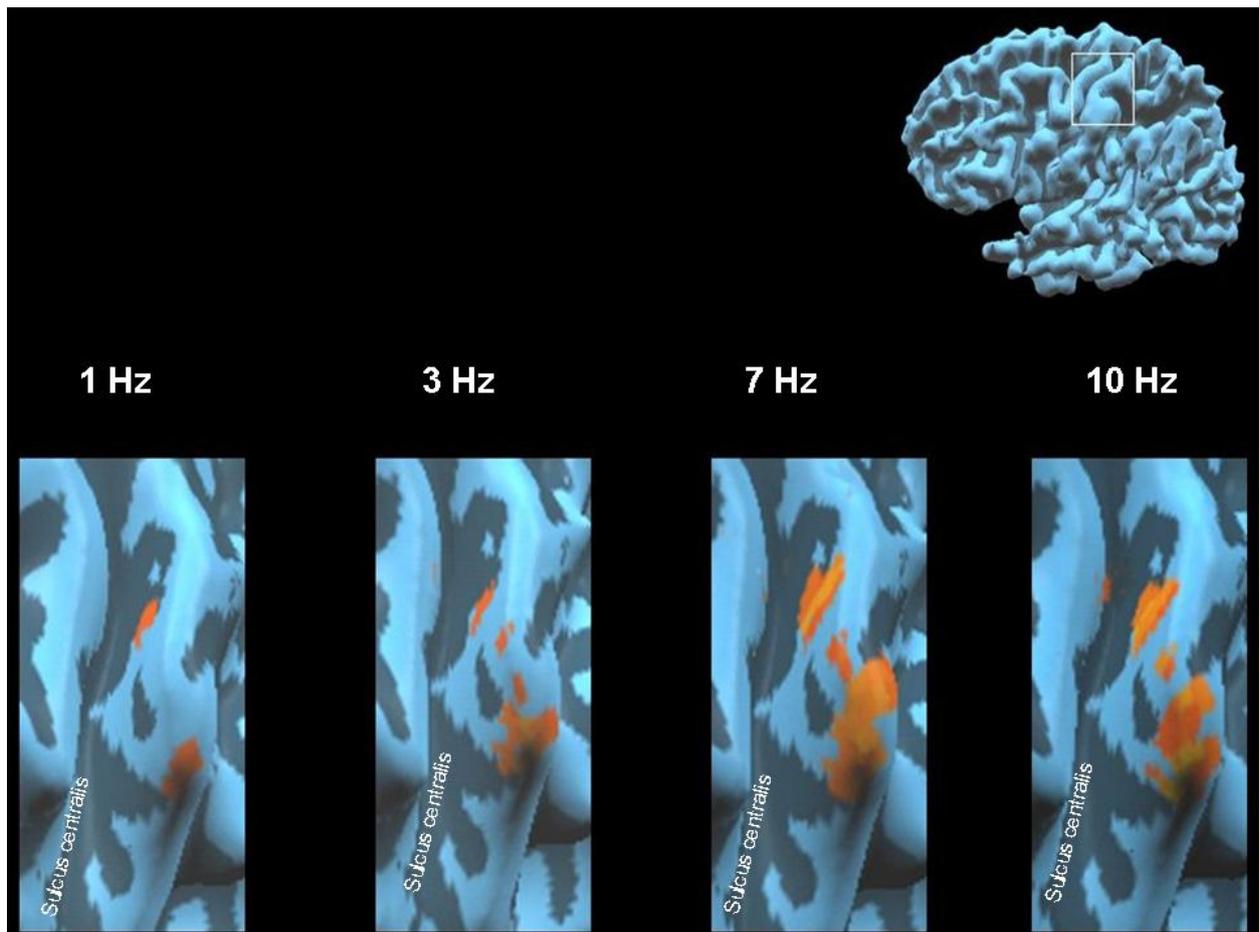


Abbildung 12: Darstellung der Signalveränderungen auf eine semiinflatierten Oberflächenrekonstruktion (Brainvoyager) des Gehirns exemplarisch bei einem Probanden (Stimulationsfrequenzen 1 Hz bis 10 Hz). Durch diese Methode lässt sich ein besserer Einblick in die Sulci gewinnen. Die Ausschnittvergrößerung stellt einen Teil des Sulcus centralis mit dem Gyrus postcentralis dar. Gemäß der in dieser Arbeit gewählten operationalisierten Definition entspricht die dorsale Wand des Sulcus centralis der Area 3b (mit ‚3b‘ markiert) und die Kuppe des Gyrus postcentralis den Areae 1/2 (mit ‚1/2‘ markiert). Hier ist die Zunahme des aktivierten Volumens in beiden Arealen deutlich zwischen den Stimulationsfrequenzen 1 Hz, 3 Hz und 7 Hz zu sehen.

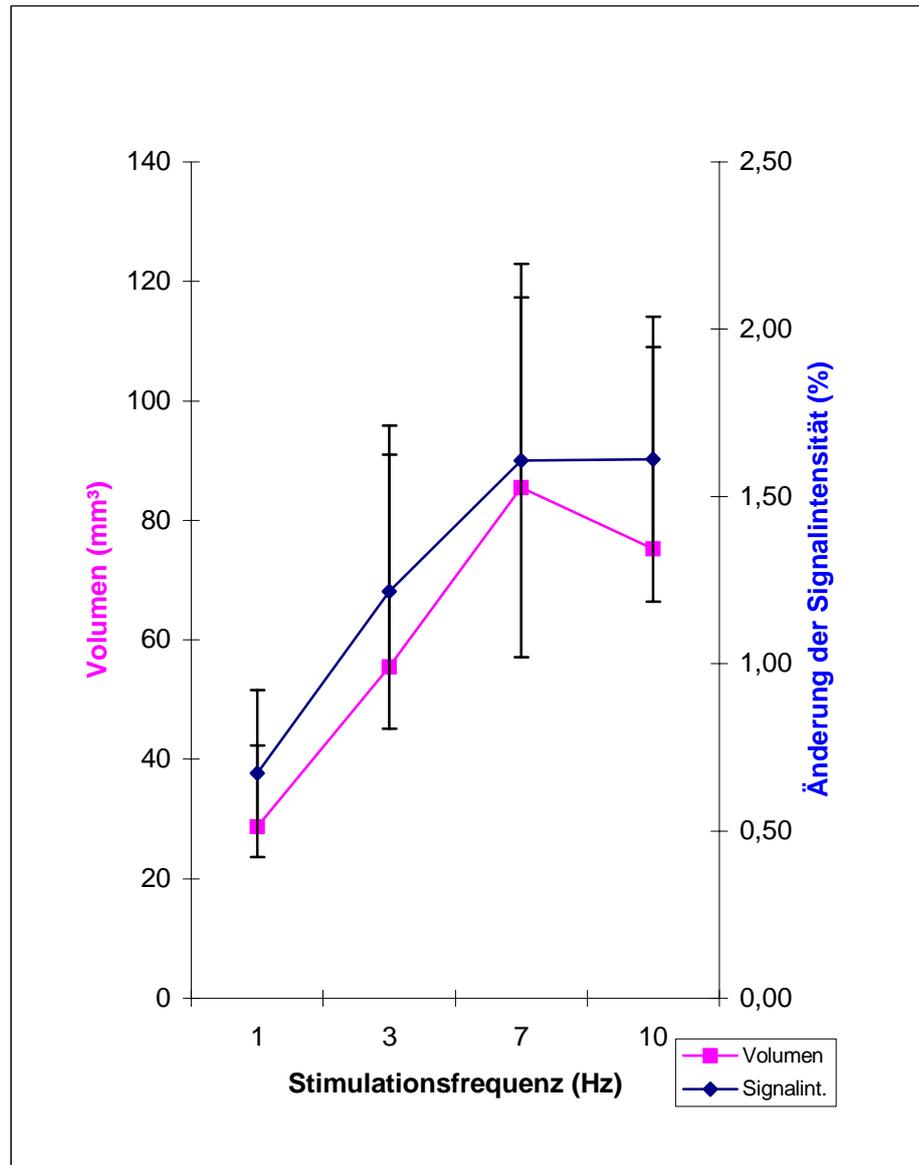


Abbildung 13: Durchschnittliche Veränderung von Volumen und Signalintensität in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz in der Area 3b (Gruppe 1, n = 8) (Fehlerbalken: Standardfehler).

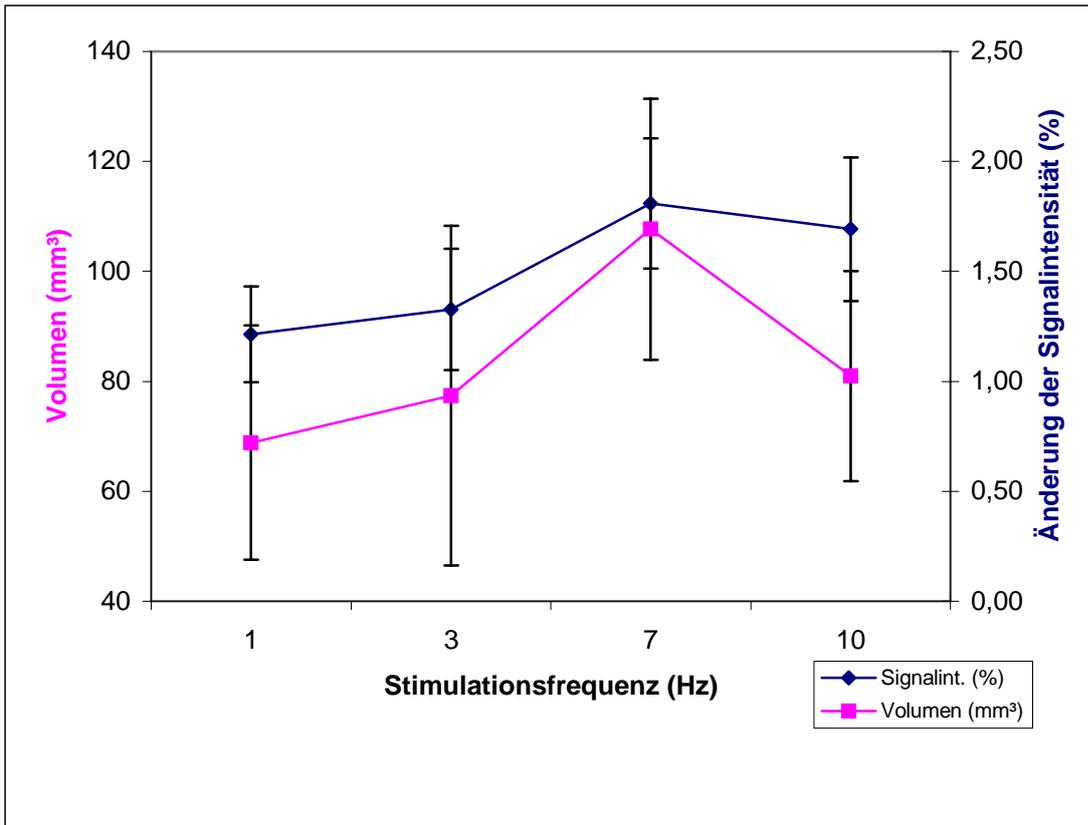


Abbildung 14: Durchschnittliche Veränderung von Volumen und Signalintensität in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz in der Area 1/2 (Gruppe 1, n = 8) (Fehlerbalken: Standardfehler).

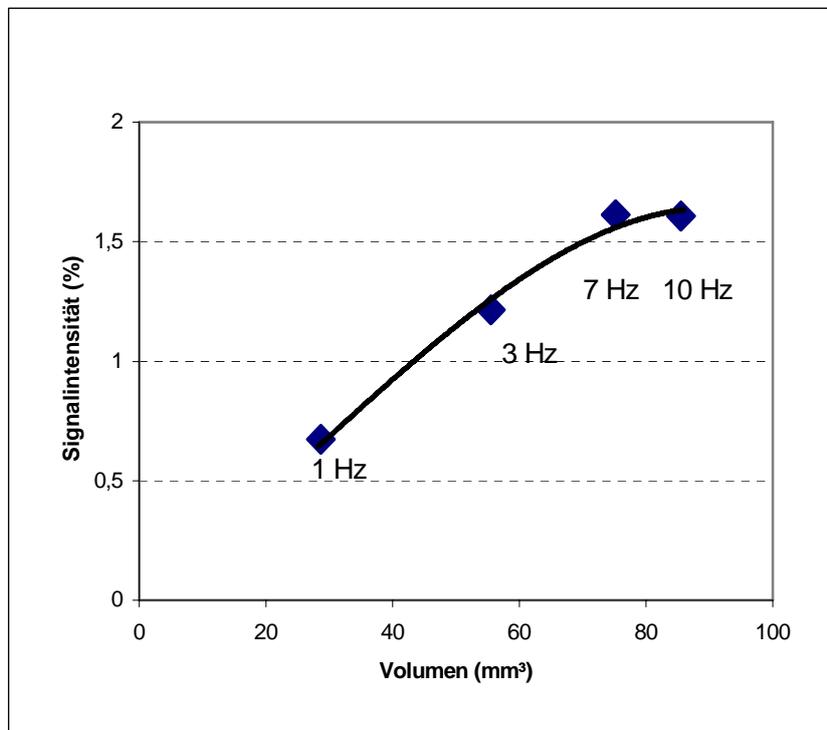


Abbildung 15: Zusammenhang zwischen der Zunahme der Signalintensität (%) und Volumen in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz (1 Hz bis 10 Hz) in Area 3b.

#### 4.1.2 Gruppe 2: Stimulationsfrequenzen: 1, 2 und 3 Hz

In der zweiten Gruppe wurden die Probanden im unteren Frequenzbereich stimuliert (1, 2 und 3 Hz).

a) In der Area 3b betrug das Volumen bei der Stimulation mit 1 Hz 62 mm<sup>3</sup>, 2 Hz 96 mm<sup>3</sup> ( $p = 0,046$ ) und 3 Hz 272 mm<sup>3</sup> ( $p = 0,023$ ). Die Unterschiede waren im Wilcoxon-Test signifikant (siehe Tabelle 5). Die Änderungen der Signalintensität in der Area 3b betragen bei der Stimulation mit 1 Hz 1,42 %, 2 Hz 1,69 % und 3 Hz 2,09 %. Die Signalintensitätszunahme zwischen den Stimulationsfrequenzen 1 Hz und 2 Hz war als Trend zu erkennen ( $p = 0,058$ ). Signifikant war die Zunahme der Signalintensität zwischen 2 Hz und 3 Hz ( $p = 0,014$ ). Der Page-Test zeigte einen hoch signifikanten Zusammenhang zwischen der Zunahme der Stimulationsfrequenz und der kortikalen Zunahme des aktivierten Volumens, sowie der Signalintensität in der Area 3b ( $p = 0,01$ ).

b) Das Volumen in der Area 1/2 betrug bei den Stimulationsfrequenzen mit 1, 2 und 3 Hz jeweils 42 mm<sup>3</sup>, 85 mm<sup>3</sup> und 101 mm<sup>3</sup>. Der Page-Test zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen ansteigender Stimulationsfrequenz und Volumenzunahme ( $p = 0,01$ ). Ein signifikanter Unterschied zwischen den Volumina der einzelnen Stimulationsfrequenzen ergab sich mit dem Wilcoxon-Test nicht.

Die Signalintensitätsänderung betrug in der Area 1/2 bei der Stimulationsfrequenz mit 1 Hz 1,3 %, bei 2 Hz 1,17 % und bei 3 Hz 1,84 %. Der Page-Test zeigte auch hier einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Zunahme der Stimulationsfrequenz und der Änderung der Signalintensität ( $p = 0,01$ ). Im Wilcoxon-Test zeigte sich eine signifikante Zunahme nur zwischen den Stimulationsfrequenzen 2 Hz und 3 Hz ( $p = 0,037$ ).

Stimulationsfrequenz (Hz)	1		2		3	
	3b	1/2	3b	1/2	3b	1/2
Volumen ± s.d. (mm <sup>3</sup> )	62 ±84	42 ±68	96 ±73	85 ±160	272 ±209	101 ±173
Signalintensität ± s.d. (%)	1,42 ±0,99	1,30 ±0,63	1,69 ±0,92	1,17 ±0,67	2,09 ±0,96	1,84 ±1,10

Tabelle 5: Änderung des Volumens und der Signalintensität in der Area 3b und Area 1/2 in der Gruppe 2.

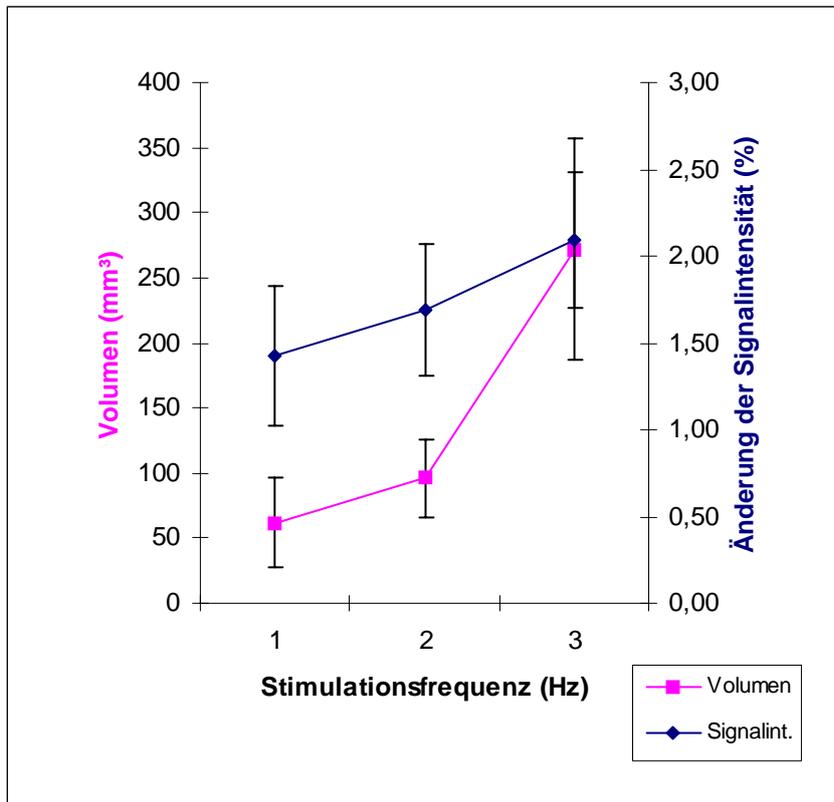


Abbildung 16: Veränderung von Volumen und Signalintensität in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz in der Area 3b (Gruppe 2) (Fehlerbalken: Standardfehler).

### 4.1.3 Gruppe 3: Stimulationsfrequenzen: 3, 5 und 7 Hz

Die Probanden der Gruppe 3 wurden im oberen Frequenzbereich stimuliert (3, 5 und 7 Hz).

In der Area 3b betrug das Volumen bei der Stimulationsfrequenz mit 3 Hz 124 mm<sup>3</sup>, 103 mm<sup>3</sup> bei 5 Hz und 158 mm<sup>3</sup> bei 7 Hz. Der Page-Test zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen zunehmender Stimulationsfrequenz und der Zunahme des Volumens in Area 3b an ( $p = 0,01$ ). Der Unterschied zwischen 5 und 7 Hz war im Wilcoxon-Test signifikant ( $p = 0,045$ ).

Die Signalintensität nahm in der Area 3b bei den einzelnen Stimulationsfrequenzen um 1,06 % (3 Hz), 1,71 % (5Hz) und 2,09 % (7 Hz) zu. Der Page-Test zeigte keine signifikante Änderung der Signalintensität in Abhängigkeit der Stimulationsfrequenzen. Der Unterschied zwischen 3 Hz und 7 Hz war im Wilcoxon-Test signifikant ( $p = 0,045$ ).

In der Area 1/2 kam es bei Stimulation mit 3 Hz zu einem aktivierten Volumen von 21 mm<sup>3</sup>, bei 5 Hz 5 mm<sup>3</sup> und bei 7 Hz 25 mm<sup>3</sup>. Die Signalintensität änderte sich um 1,64 % (3 Hz), 1,41 % (5 Hz) und 1,90 % (7Hz). Der Page-Test zeigte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Zunahme der Stimulationsfrequenz und der Zunahme des Volumens bzw. der Signalintensität in Area 1/2.

Im Wilcoxon-Test war die Zunahme des Volumens ( $p = 0,039$ ) und der Signalintensität ( $p = 0,031$ ) zwischen 5 Hz und 7 Hz signifikant.

Stimulationsfrequenz (Hz)	3		5		7	
	3b	1/2	3b	1/2	3b	1/2
Volumen $\pm$ s.d. (mm <sup>3</sup> )	124 $\pm$ 155	21 $\pm$ 28	103 $\pm$ 178	5 $\pm$ 9	158 $\pm$ 216	25 $\pm$ 32
Signalintensität $\pm$ s.d. (%)	1,06 $\pm$ 0,41	1,64 $\pm$ 0,68	1,71 $\pm$ 0,82	1,41 $\pm$ 0,56	2,09 $\pm$ 0,9	1,90 $\pm$ 0,85

Tabelle 6: Änderung des Volumens und der Signalintensität in der Area 3b und Area 1/2 in der Gruppe 3.

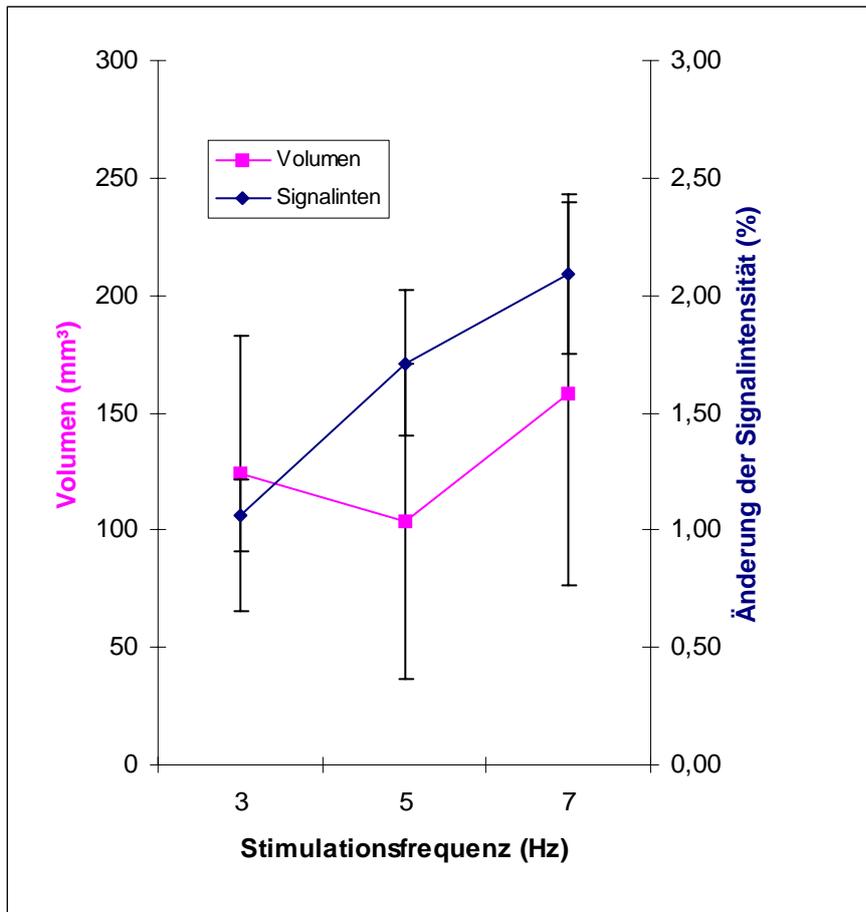


Abbildung 17: Veränderung von Volumen und Signalintensität in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz in der Area 3b (Gruppe 3) (Fehlerbalken: Standardfehler).

## 4.2 Studie 2: Somatotope Darstellung der Finger 2 und 5

In der zweiten Studie wurden der 2. und 5. Finger der rechten Hand stimuliert um deren kortikale Repräsentation im primären somatosensorischen Kortex darzustellen.

14 von 20 Probanden zeigten dabei bei mindestens einem der beiden stimulierten Finger eine signifikante Aktivierung im kontralateralen Gyrus postcentralis, Area 3b (siehe Tabelle 7). Acht Probanden zeigten eine signifikante Aktivierung bei beiden stimulierten Fingern in Area 3b, zwei Probanden nur bei Finger 2, vier Probanden nur bei Finger 5. Bei vier Probanden lag die Repräsentation von Finger 2 lateral und kaudal der Repräsentation von Finger 5 (siehe Abbildung 18). Bei einem Proband lag die Repräsentation von Finger 5 lateral und kaudal zu der von Finger 2. Drei Probanden zeigten überlappende Repräsentationen (siehe Abbildung 19). Die maximale euklidische Distanz zwischen den Repräsentationen des zweiten und fünften Fingers betrug 12 mm. Im Durchschnitt lag sie bei  $8,6 \pm 2,8$  mm.

Zusätzliche Aktivierungen in der kontralateralen Hemisphäre wurden bei 11 Probanden beobachtet. Acht Probanden zeigten diese Aktivierungen im dorsalen Teil des Gyrus postcentralis, nahe des Sulcus postcentralis lokalisiert (siehe Abbildung 20). Sechs Probanden zeigten Aktivierungen im posterioren parietalen Kortex. Ipsilaterale Aktivierungen im Gyrus postcentralis wurden bei drei Probanden beobachtet (siehe Abbildung 21).

Proband	Aktivierung kontralateral SI (Area 3b)				zusätzlich aktivierte Areale		
	Finger 2	Finger 5	Distanz (mm)	überlap- pend	ipsilateral (Finger)	kontralateral (Finger)	
						postzentral	posterior - parietal
#1	+	+	7		+ (5)	+(2)	+(2)
#2	+	+	12			+(2)	
#3	+	+	12				+(5)
#4	+	+	6				
#5	+	+	6			+(2)	+(5)
#6	+	+		+		+ (5)	
#7	+	+		+		+(5)	+(5)
#8	+	+		+	+ (5)	+(5)	
#9		+					+(2 & 5)
#10		+					+(5)
#11		+			+ (2)	+(5)	
#12		+				+(2 & 5)	
#13	+						
#14	+						

Tabelle 7: Übersicht der Ergebnisse der Studie 2. In Klammern sind die repräsentierten Finger angegeben, „+“ bedeutet signifikante Aktivierung.

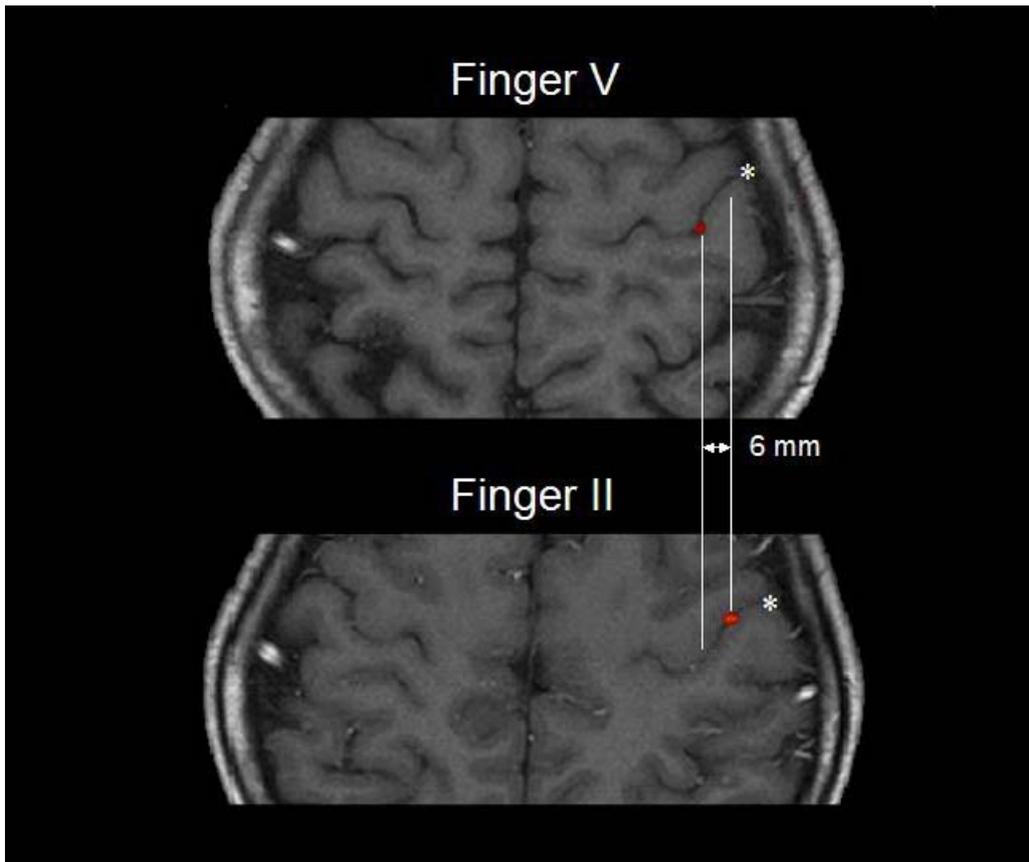


Abbildung 18: Beispiel für die Fingerrepräsentationen II und V im primären somatosensorischen Kortex. Der Abstand zwischen den beiden Repräsentationen beträgt 6 mm in der transversalen Ebene. (Stern = Sulcus centralis)

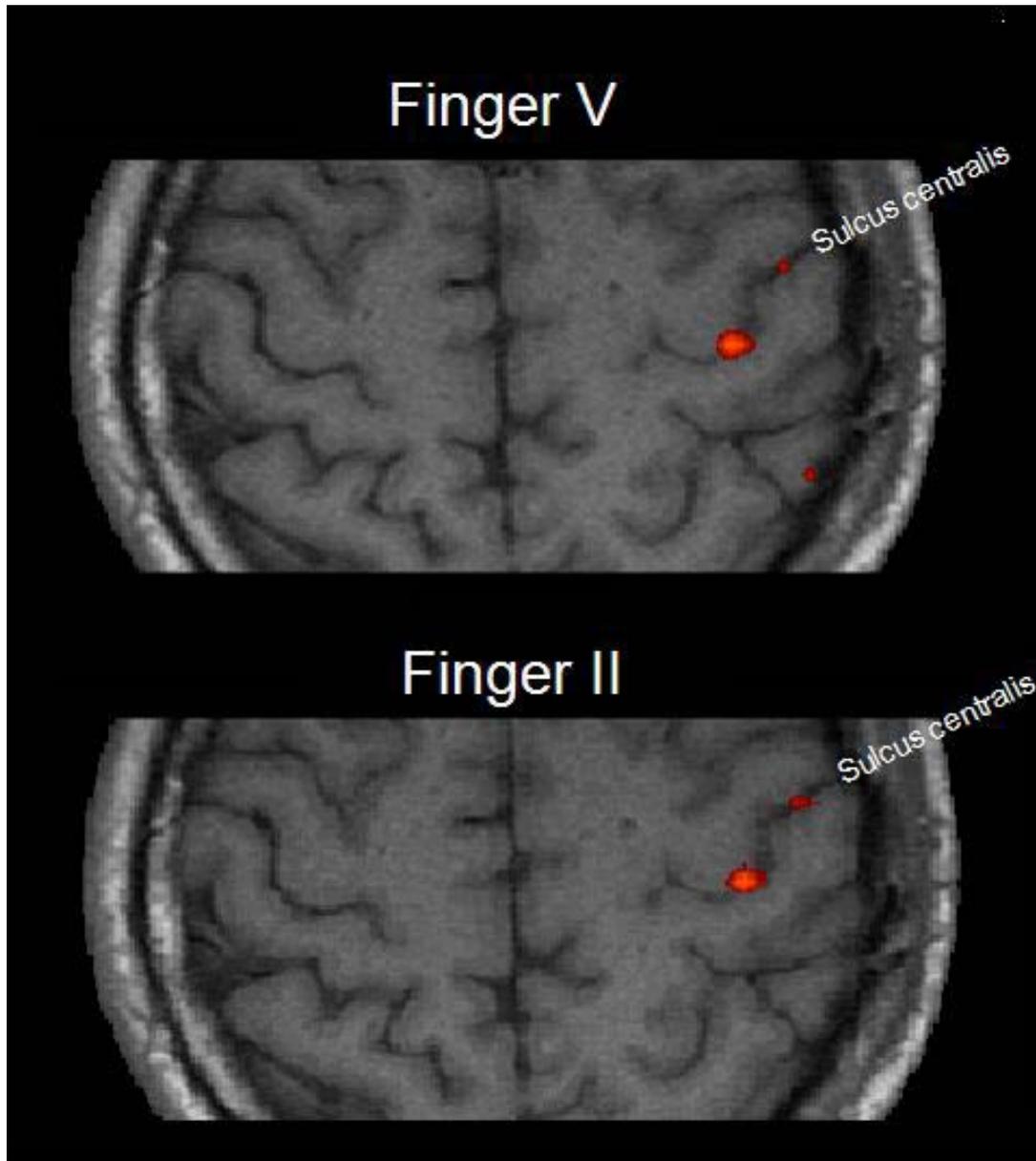


Abbildung 19: Beispiel für eine überlappende Fingerrepräsentation II und V.

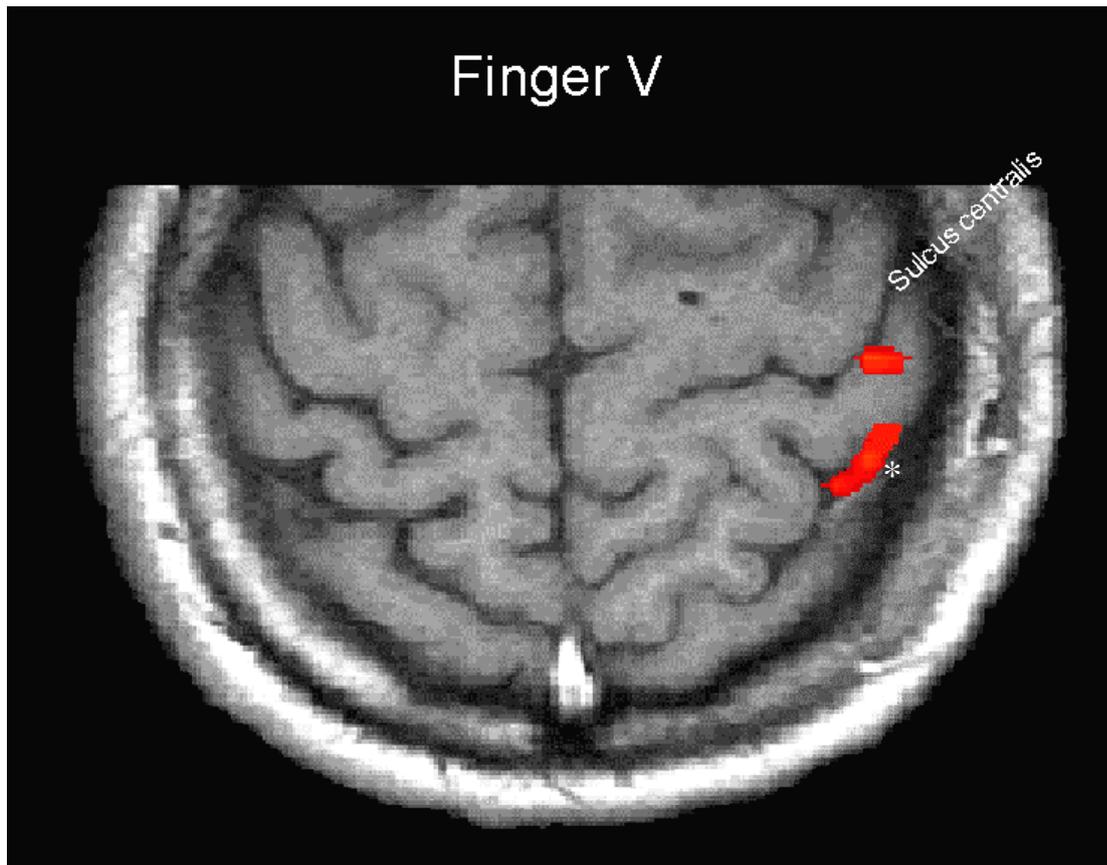


Abbildung 20: Aktiviertes Fingerrepräsentationsareal V mit zusätzlicher Aktivierung dorsal des Gyrus postcentralis (\*).

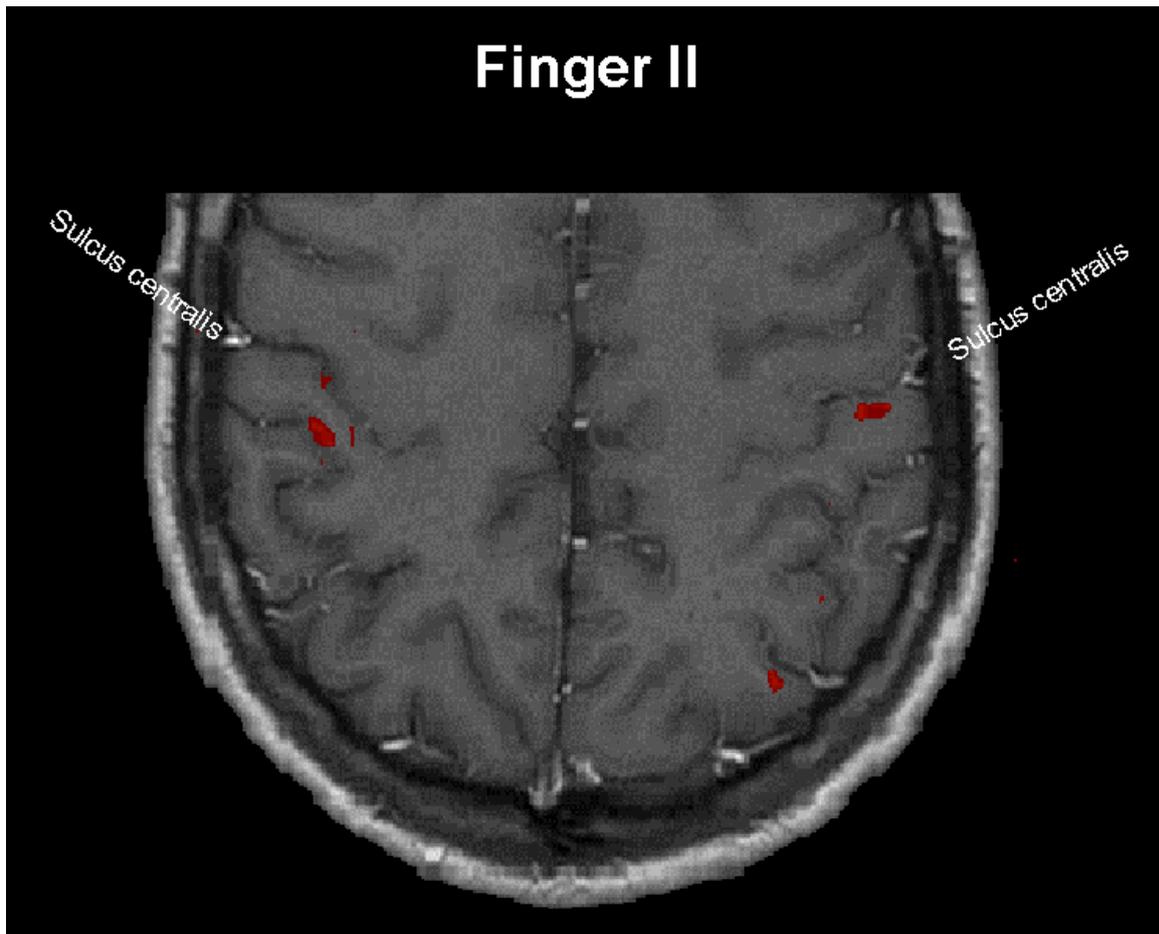


Abbildung 21: Beispiel für Aktivierungen während der Stimulation des Zeigefingers im kontralateralen Gyrus postcentralis und posterioren parietalen Kortex sowie im ipsilateralen Gyrus postcentralis.

### 4.3 Studie 3: Somatotope Darstellung des Daumens, der Ober- und Unterlippe

In dieser Studie wurden der Daumen, die Ober- und die Unterlippe elektrisch stimuliert, um deren kortikalen Repräsentationsareale darzustellen. Auf der Abbildung (Abbildung 22) sind die kortikalen Aktivierungen eines Probanden, die bei der Stimulation des rechten Daumens (D), der rechten Unterlippe (U) und der rechten Oberlippe (O) hervorgerufen wurden, dargestellt.

Die Stimulation des Daumens zeigte mehrere getrennt voneinander aktivierte Areale: In der kontralateralen Area 3b sowie in der angrenzenden Area 1/2 (welche wie oben erläutert nicht subdifferenziert wurde). Die Stimulation der Oberlippe führte zu kontralateralen Aktivierungen in Area 3b, Area 1/2 sowie ipsilateral in Area 1/2. Bei der Stimulation der Unterlippe traten kontralaterale Aktivierungen in den Area 3b und Area 1/2 auf, ipsilateral nur in der Area 3b. Die Anordnung der Zentren der aktivierten Areale zeigte bei diesem Probanden eine Anordnung der Repräsentationsareale von Daumen, Ober- und Unterlippe (D-O-U) in kraniokaudaler Richtung. In Area 1/2 zeigte sich ebenfalls eine Anordnung der Repräsentationsareale von Daumen, Ober- und Unterlippe in kraniokaudaler Richtung mit der Repräsentation des Daumens am weitesten kranial und der Repräsentation der Unterlippe am weitesten kaudal.

Bei fünf Probanden (#1-5) konnten alle stimulierten Körperteile (Daumen, Unterlippe und Oberlippe) in der kontralateralen Area 3b dargestellt werden. Bei vier der fünf Probanden (#2-5) waren die Repräsentationsareale von Daumen, Ober- und Unterlippe (D-O-U) von kranial nach kaudal und medial nach lateral entlang des Sulcus centralis angeordnet. Nur bei einem Probanden (#1) war die Reihenfolge der kortikalen Repräsentationen von Daumen, Unterlippe und Oberlippe in kraniokaudaler Richtung (D-U-O). Drei Probanden (#6-8) konnten nur an Daumen und Unterlippe stimuliert werden, da die Stimulation an der Oberlippe zu Elektrodenartefakten führten. Bei diesen Probanden konnten nur Aktivierungen des Daumens und der Unterlippe in der kontralateralen Area 3b beurteilt werden. Die kranio-kaudale Reihenfolge ist bei diesen Probanden Daumen, Unterlippe. Bei vier Probanden (#9-12) konnte nur eins der drei stimulierten Körperteile in der kontralateralen Area 3b dargestellt werden. Bei 2 Probanden (#9, #10) konnte nur das Daumenareal dargestellt werden, bei einem nur die Oberlippe (#11) und bei dem letzten dieser Gruppe nur die Unterlippe (#12). Diese vier Probanden wurden nicht in die weitere Auswertung eingeschlossen.

Betrachtete man die mittleren Entfernungen zwischen den Zentren der Aktivierung, dann betrug sie für Daumen und Unterlippe  $16,4 \pm 7,9$  mm ( $n = 8$ ) und für Daumen und Oberlippe  $9,8 \pm 5,2$  mm ( $n = 5$ ). Der mittlere Abstand zwischen Ober- und Unterlippe betrug  $11,9 \pm 8,3$  mm ( $n = 5$ ).

Als weiteres wurde die Größe der aktivierten Areale beurteilt: In der kontralateralen Area 3b zeigte die Unterlippe ein Repräsentationsareal mit einem mittleren Volumen von  $248,7 \pm 282,8$  mm<sup>3</sup> (von 21,5 bis 763,9 mm<sup>3</sup>,  $n = 8$ ), das Repräsentationsareal des Daumens von  $161,4 \pm 146,4$  mm<sup>3</sup> (von 43,0 bis 365,8 mm<sup>3</sup>,  $n = 8$ ). Die Repräsentation der Oberlippe hatte ein mittleres Volumen von  $62,4 \pm 87,5$  mm<sup>3</sup> (von 10,8 bis 139,9 mm<sup>3</sup>,  $n = 5$ ).

Untersuchte man die Repräsentationsareale, so zeigte sich in Area 3b, dass die Zentren der Aktivierungen zueinander abgrenzbar waren. Betrachtete man dagegen das gesamte aktivierte Areal, so zeigten sich mehrere Überlappungen der einzelnen Repräsentationsareale. Überlappungen zwischen den Arealen des Daumens und der Oberlippe wurden bei drei von fünf Probanden, zwischen Daumen und Unterlippe bei zwei von acht Probanden und zwischen Ober- und Unterlippe bei drei von fünf Probanden beobachtet.

Bei einem Großteil der Probanden waren neben der Area 3b zusätzliche Aktivierungen in Area 1 und Area 2 zu beobachten: Während der elektrischen Stimulation des Daumens waren zusätzlich Aktivierungen bei 5 von 8, der Unterlippe bei 7 von 8 und der Oberlippe bei 3 von 5 Probanden in der kontralateralen Area 1/2 zu sehen. Bei allen vier Probanden, bei denen es zu Aktivierungen in Area 1/2 des Daumen- und Unterlippenareals kam, konnte keine Abgrenzung zwischen den einzelnen Arealen gemacht werden (Überlappung). Gleiches gilt für die Probanden, bei denen eine Aktivierung von Oberlippe und Daumen zu beobachten war; auch hier überlappten sich beide Areale. Nur bei einem von zwei Probanden, bei denen Aktivierungen in Area 1/2 auftraten, kam es während der Stimulation zu Überlappungen zwischen Ober- und Unterlippe.

Betrachtete man die Größe der kortikalen Aktivierung im gesamten kontralateralen primären somatosensorischen Kortex (Area 3b, 1/2), so war sie ebenfalls am größten für die Unterlippe mit einem mittleren Volumen von  $414,7 \pm 364,8$  mm<sup>3</sup> ( $n = 8$ ), gefolgt vom Daumen mit einem mittleren Volumen von  $258,5 \pm 221,3$  mm<sup>3</sup> ( $n = 8$ ) und der Oberlippe mit einem mittleren Volumen von  $171,7 \pm 165,8$  mm<sup>3</sup> ( $n = 5$ ).

Zu weiteren aktivierten Arealen außerhalb vom kontralateralen primären somatosensorischen Kortex kam es in der ipsilateralen Area 3b und im contralateralen parietalen Kortex. Zu

ipsilateralen Area-3b-Aktivierungen kam es bei 7 von 8 Probanden, bei denen eine kontralaterale Aktivierung des Unterlippenareals zu beobachten war. Ipsilaterale Aktivierungen des Daumenareals waren bei 4 von 8 Probanden, bei denen es kontralateral zu einer Aktivierung kam, zu beobachten. Einer von fünf an der Oberlippe stimulierten Probanden zeigte kontra- und ipsilaterale Aktivierungen in der Area 3b. Die ipsilaterale Repräsentation der Unterlippe hatte ein Ausmaß von  $0,4 \pm 0,44 \text{ mm}^3$ , die des Daumens von  $0,18 \pm 0,29 \text{ mm}^3$  (je  $n = 8$ ).

Im parietalen Kortex kam es zu kontralateralen Aktivierungen bei der Stimulation des Daumens (3 von 8), der Unterlippe (ebenfalls 3 von 8) und der Oberlippe (1 von 5) (siehe Tabelle 8).

Stimulationsort	Area 3b	Area 1/2
Daumen	8/8	5/8
Unterlippe	8/8	7/8
Oberlippe	5/5	3/5
Summe der Stimulationsorte und Probanden	21/21 (100%)	15/21 (71%)

Tabelle 8: Übersicht der Probanden mit der Anzahl der aktivierten Areale bei den entsprechenden stimulierten Körperoberflächen.

Proband	D	U	O	Distanz	Distanz	Distanz	Überlap-	Überlap-	Überlap-
	Größe ( $\text{mm}^3$ )	Größe ( $\text{mm}^3$ )	Größe ( $\text{mm}^3$ )	D-U (mm)	D-O (mm)	U-O (mm)	pung D-U ( $\text{mm}^3$ )	pung D-O ( $\text{mm}^3$ )	pung U-O ( $\text{mm}^3$ )
#1	43,03	21,52	10,76	4,6	7,3	3,3	0	0	0
#2	322,75	763,85	139,86	12,60	6,24	8,09	107,76	21,52	86,07
#3	71,00	236,67	71,00	17,55	7,58	14,14	0	47,334	23,67
#4	59,17	35,50	47,33	12,5	7,6	6,8	0	11,84	11,84
#5	365,79	21,52	43,03	32,8	20,2	27,0	0	0	0
#6	59,17	118,33		16,20			0		
#7	322,75	602,47		12,54			107,58		
#8	47,33	189,33		22,80			0		

Tabelle 9: Durch elektrische Stimulation von Daumen (D), Unter- (U) und Oberlippe (O) hervorgerufene Aktivierungen in der Area 3b. Die Tabelle zeigt die Größe für jedes stimulierte Körperteil, die Distanz zwischen den jeweiligen Aktivierungszentren und die Überlappung der jeweiligen Körperteilen.

Probanden	Aktivierungen in der ipsilateralen Area 3b (mm <sup>3</sup> (ratio ipsi/contra))			Aktivierungen in der kontralateralen Area 1/2 (mm <sup>3</sup> )						Aktivierungen im parietalen Kortex
	D	U	O	D Größe	U Größe	O Größe	Überlap- pung D-U	Überlap- pung D-O	Überlap- pung U-O	
#1	0 (0)	10,76 (0,5)	0	21,52	43,03	0	10,76			+ (U)
#2	21,52 (0,07)	451,85 (0,6)	139,86 (1)	161,38	53,79	53,79	21,52		32,28	
#3	35,50 (0,5)	11,83 (0,05)	0	0	23,67	0				+ (D)
#4	0 (0)	11,83 (0,33)	0	0	47,33	94,67				+ (D, O)
#5	32,27 (0,09)	0 (0)	0	215,17	0	398,06	21,517	43,03	21,52	
#6	0 (0)	153,84 (1,3)		0	816,52					+ (D)
#7	0 (0)	64,55 (0,11)		118,34	107,58					+ (U)
#8	35,50 (0,75)	47,33 (0,25)		260,34	236,67		71,00			+ (U)

Tabelle 10: Aktivierte Areale in der kontralateralen Area 1/2, der ipsilateralen Area 3b sowie dem kontralateralen parietalen Kortex durch elektrische Stimulation von Daumen (D), Unterlippe (U) und Oberlippe (O). Zusätzlich wird neben der Größe das Verhältnis der Größe (ratio) zwischen der kontra- und ipsilateralen Area 3b angegeben. Die letzte Spalte gibt zusätzliche Aktivierungen im kontralateralen parietalen Kortex an.

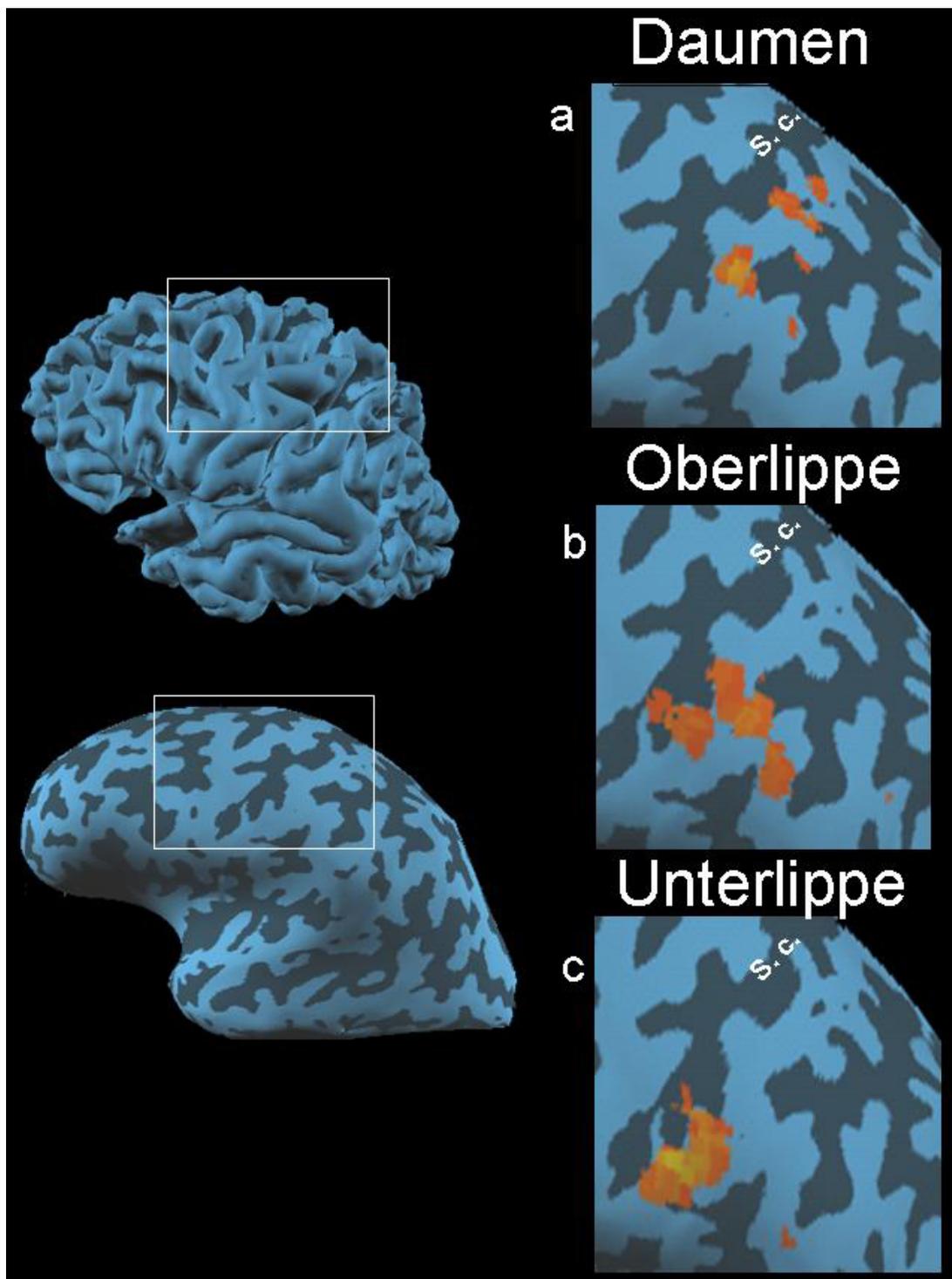


Abbildung 22: Korticale Repräsentation von Daumen (a), Oberlippe (b) und der Unterlippe (c) exemplarisch bei einem Probanden. Die Repräsentation des Daumens liegt weiter medial und kranial, gefolgt von der Oberlippe und der am weitesten lateral und kaudal gelegenen Repräsentation der Unterlippe. 3D-Rekonstruktion der Kortexoberfläche vor und nach Entfaltung. Rechts oben ist die noch unbearbeitete kortikale Oberfläche zu sehen. Unterhalb sind alle Sulci nach dem *flattening* (Entfaltung) an der Oberfläche gut zu sehen. Die Ausschnitte zeigen den entfalteten Sulcus centralis mit dem Gyrus prä- und postcentralis. (S. c. = Sulcus centralis)