

3 ERGEBNISSE

3.1 SOZIOBIOGRAPHISCHE DATEN

Der Vergleich der Patienten mit Zwangsstörung und der gesunden Kontrollprobanden mit Hilfe des t-Tests zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede im Alter ($T = 0,225$; $df = 48$; $p = 0,823$) und in der Anzahl der Bildungsjahre ($T = -0,891$; $df = 48$; $p = 0,377$), im Chi-Quadrat-Test ergab sich kein Unterschied in der Geschlechterverteilung zwischen den beiden Diagnosegruppen ($df = 1$; $p = 0,945$) (siehe Tabelle 4).

Die Patienten mit Zwangserkrankung wiesen in der Y-BOCS eine mittlere Gesamtpunktzahl von 21,09 Punkten auf (Standardabweichung $SD = 9,1$), der Mittelwert für den Zwangsgedanken-Score lag bei 11,22 Punkten ($SD = 4,9$) und der Mittelwert für den Zwangshandlungen-Score bei 9,9 ($SD = 5,6$). Eine Gesamtpunktzahl von 21,09 Punkten entspricht in der Y-BOCS einer mäßigen Ausprägung der Zwangserkrankung.

	Patienten mit Zwangserkrankung		Gesunde Kontrollen		p
	MW	SD	MW	SD	
Alter	37,3	13,9	38,2	13,7	0,8
Bildungsjahre	15,5	4,2	14,6	3,0	0,4
Geschlecht m : w	13 : 10		15 : 12		0,9

Tabelle 4 : Mittelwerte in Jahren (MW) und Standardabweichung (SD) des Alters und der Bildungsjahre.

Verhältnis der Geschlechter in absoluten Zahlen.

p für Alter und Bildungsjahre: t-Test für unverbundene Stichproben

p für Verhältnis der Geschlechter: Chi-Quadrat-Test

3.2 AUSWERTUNG DER TESTERGEBNISSE IM pORT

Die Tabelle 5 zeigt die Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima der Testergebnisse im pORT für gesunde Kontrollprobanden und Patienten mit Zwangsstörung. Die Definitionen der Kriterien für die Auswertung des pORT finden sich in Kapitel 2.4.1 des Methodenkapitels.

Der statistische Gruppenvergleich der Testergebnisse wurde mit dem Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Dabei zeigten sich bei keinem Testergebnis signifikante Unterschiede zwischen Gesunden und Patienten mit Zwangserkrankung (siehe Tabelle 5).

	Gesunde				Zwangserkrankte			
	MW	SD	Min	Max	MW	SD	Min	Max
Punkte gesamt (1)	1703,7	733,5	-120,0	2800,0	1593,0	905,9	-280,0	2680,0
Gelernte Trials (2)	61,5	15,1	27,0	84,0	58,3	16,6	25,0	78,0
Ungelernte Trials (3)	88,5	15,1	60,0	123,0	91,7	16,6	72,0	125,0
Trials zum Kriterium (4)	28,3	44,9	0,0	150,0	42,0	59,4	0,0	150,0
Gelernte Blöcke (5)	3,3	1,5	0,0	5,0	2,7	1,7	0,0	5,0
Verlernte Blöcke (6)	0,6	0,8	0,0	2,0	0,9	0,8	0,0	3,0
Perseverative Fehler in % (7)	25,2	14,3	0,0	68,0	23,2	16,9	0,0	56,0

Tabelle 5: deskriptive Statistik der Testergebnisse im pORT in den Probandengruppen. MW (Mittelwert), SD (Standardabweichung), Min (Minimum), Max (Maximum).

Ergebnisse des nonparametrischen Gruppenvergleichs mit dem Mann-Whitney-U-Test:

(1) $Z = -0,25$; $p = 0,8$ (2) $Z = -0,69$; $p = 0,49$ (3) $Z = -0,69$; $p = 0,49$ (4) $Z = -0,32$; $p = 0,75$

(5) $Z = -1,31$; $p = 0,19$ (6) $Z = -1,3$; $p = 0,19$ (7) $Z = -0,16$; $p = 0,88$

In der Korrelationsanalyse nach Pearson der pORT- Testergebnisse mit den soziobiographischen Daten zeigten sich signifikante Korrelationen des Alters mit der erreichten Gesamtpunktzahl im pORT ($r = -0,325^*$; $p = 0,021$), der Anzahl der gelernten Trials ($r = -0,372^{**}$; $p = 0,008$), der Anzahl der ungelernten Trials ($r = 0,372^{**}$; $p = 0,008$), der Anzahl der Trials bis zum Erreichen des Lernkriteriums ($r = 0,304^*$; $p = 0,032$) und der Anzahl der gelernten Blöcke ($r = -0,285^*$; $p = 0,044$).

Die Anzahl der Bildungsjahre korrelierte signifikant mit der Gesamtpunktzahl im pORT ($r = 0,309^*$; $p = 0,029$), mit der Anzahl der gelernten Trials ($r = 0,325^*$; $p = 0,021$), mit der Anzahl der ungelernten Trials ($r = -0,325^*$; $p = 0,021$) und mit der Anzahl der Trials bis zum Erreichen des Lernkriteriums ($r = -0,36^*$; $p = 0,01$).

In der Gruppe der Patienten mit Zwangserkrankung zeigten sich keine signifikanten Korrelationen des Y-BOCS-Gesamtscores und der Y-BOCS-Teilscores für Zwangsgedanken und Zwangshandlungen mit den Testergebnissen im pORT.

	Y-BOCS Gesamtscore		Y-BOCS Zwangsgedanken		Y-BOCS Zwangshandlungen	
	r	p	r	p	r	p
Punkte gesamt	0,013	0,95	0,112	0,61	-0,078	0,72
Gelernte Trials	-0,038	0,86	0,048	0,83	-0,105	0,64
Ungelernte Trials	0,038	0,86	-0,048	0,83	0,105	0,64
Trials zum Kriterium	-0,045	0,83	-0,134	0,54	0,046	0,83
Gelernte Blöcke	0,008	0,97	0,046	0,84	-0,029	0,89
Verlernte Blöcke	-0,04	0,85	0,113	0,61	-0,166	0,45
Perseverative Fehler	-0,034	0,87	0,053	0,81	-0,102	0,64

Tabelle 6: Korrelation der Testergebnisse im pORT mit dem Y-BOCS-Gesamtscore und den Teilscores für Zwangsgedanken und Zwangshandlungen bei Patienten mit Zwangserkrankung.

3.3 ANALYSE DER EVOZIERTEN POTENTIALIALE

3.3.1 Grand Averages der evozierten Potentiale

Den Verlauf der evozierten Potentiale an der Elektrode Fz für die Bedingungen Belohnung, Bestrafung und neutrale Rückmeldung für beide Diagnosegruppen zeigt Abbildung 5.

Die Kurven der Grand Averages geben die Höhe der Amplitudengipfel nur annähernd wieder. Für die statistische Berechnung der Amplituden und Latenzen wurden die Daten der Einzelableitungen jedes Probanden zugrundegelegt (siehe Tabellen 7 und 8).

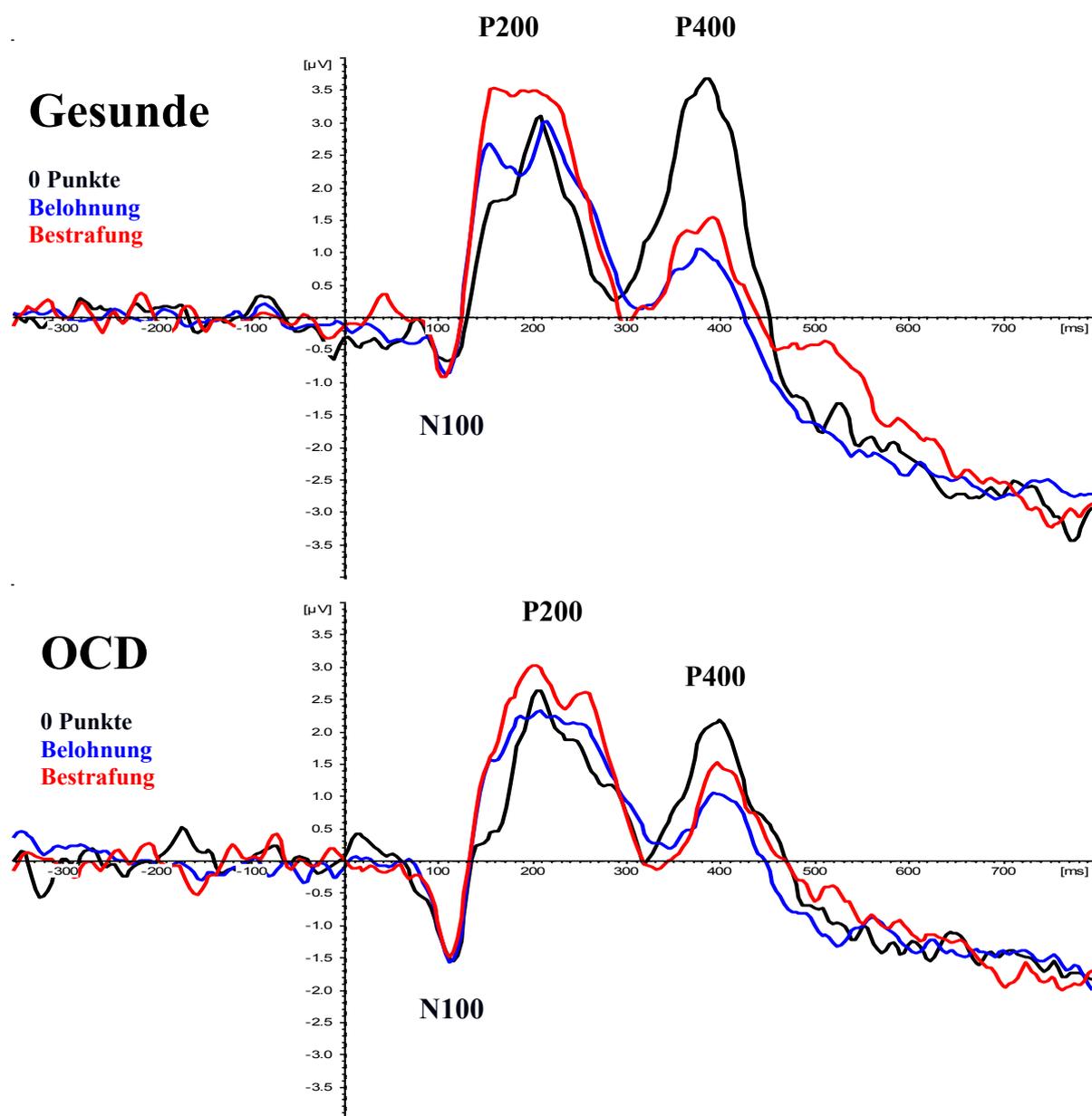


Abbildung 5 : Grand Averages (interindividuelle Mittelungen) an der Elektrode Fz bei gesunden Kontrollen (oben) und Patienten mit Zwangserkrankung (unten) jeweils für die Bedingungen 0 Punkte (schwarze Linie), Belohnung (blaue Linie) und Bestrafung (rote Linie). Beachte die deutlich kleinere Amplitude der P400 für neutrale Rückmeldung bei der Patientengruppe.

3.3.2 Statistischer Vergleich der evozierten Potentiale in jeder Probandengruppe

Die Tabellen 7 und 8 zeigen die Ergebnisse des t-Tests für abhängige Stichproben für die Latenzen und Amplituden der evozierten Potentiale N100, P200 und P400 für beide Diagnosegruppen.

	Gesunde Kontrollen		Patienten mit Zwangsstörung	
	MW	p	MW	p
N100 Neutral – N100 Belohnung	104,0 – 106,9	0,28	102,8 – 111,3	0,05 (*)
N100 Neutral – N100 Bestrafung	104,0 – 105,3	0,68	102,8 – 106,6	0,35
N100 Belohnung – N100 Bestrafung	106,9 – 105,3	0,47	111,3 – 106,6	0,23
P200 Neutral – P200 Belohnung	196,7 – 193,2	0,61	212,3 – 208,7	0,65
P200 Neutral – P200 Bestrafung	196,7 – 190,8	0,27	212,3 – 208,3	0,66
P200 Belohnung – P200 Bestrafung	193,2 – 190,8	0,68	208,7 – 208,3	0,95
P400 Neutral – P400 Belohnung	388,1 – 390,2	0,73	400,5 – 396,5	0,65
P400 Neutral – P400 Bestrafung	388,1 – 394,4	0,32	400,5 – 407,5	0,44
P400 Belohnung – P400 Bestrafung	390,2 – 394,4	0,64	396,5 – 407,5	0,24

Tabelle 7: Mittelwerte (MW) der Latenzen (in ms) der Amplitudengipfel N100, P200 und P400 für die Bedingungen neutrale Rückmeldung, Belohnung und Bestrafung von gesunden Kontrollen und Patienten mit Zwangserkrankung. p= Ergebnis des t-Tests für abhängige Stichproben für die Latenzen der Amplitudengipfel. (*) p< 0,1

	Gesunde Kontrollen		Patienten mit Zwangsstörung	
	MW	p	MW	p
N100 Neutral – N100 Belohnung	-1,9 – -1,6	0,06 (*)	-2,5 – -2,4	0,45
N100 Neutral – N100 Bestrafung	-1,9 – -2,1	0,67	-2,5 – -2,6	0,79
N100 Belohnung – N100 Bestrafung	-1,6 – -2,1	0,08 (*)	-2,4 – -2,6	0,28
P200 Neutral – P200 Belohnung	4,7 – 5,3	0,16	4,0 – 3,9	0,65
P200 Neutral – P200 Bestrafung	4,7 – 5,8	0,01 *	4,0 – 4,6	0,14
P200 Belohnung – P200 Bestrafung	5,3 – 5,8	0,06 (*)	3,9 – 4,6	0,07 (*)
P400 Neutral – P400 Belohnung	5,1 – 2,4	0,00 *	3,7 – 2,3	0,001 *
P400 Neutral – P400 Bestrafung	5,1 – 3,4	0,00 *	3,7 – 3,0	0,15
P400 Belohnung – P400 Bestrafung	2,4 – 3,4	0,003 *	2,3 – 3,0	0,07 (*)

Tabelle 8: Mittelwerte (MW) der Amplituden (in μV) der Amplitudengipfel N100, P200 und P400 für die Bedingungen neutrale Rückmeldung, Belohnung und Bestrafung von gesunden Kontrollen und Patienten mit Zwangserkrankung. p= Ergebnis des t-Tests für abhängige Stichproben für die Amplituden der Amplitudengipfel. * p< 0,05 ; (*) p< 0,1

3.3.3 Statistischer Vergleich der evozierten Potentiale zwischen Gesunden und Patienten mit Zwangserkrankung

Im t-Test für unverbundene Stichproben unterschieden sich die Latenzen (in ms) der Potentiale N100, P200 und P400 für die Bedingungen Belohnung, Bestrafung und Neutrale Rückmeldung zwischen den Diagnosegruppen nicht signifikant voneinander (siehe Tabelle 9).

	Gesunde Kontrollen		Patienten mit Zwangsstörung		p
	MW	SD	MW	SD	
N100 Neutral	104,0	18,4	102,8	16,6	0,808
N100 Belohnung	106,9	13,1	111,3	12,8	0,244
N100 Bestrafung	105,3	15,2	106,6	16,6	0,778
P200 Neutral	196,7	35,1	212,3	35,4	0,125
P200 Belohnung	193,2	34,6	208,7	37,3	0,134
P200 Bestrafung	190,8	35,7	208,3	36,9	0,095
P400 Neutral	388,1	23,5	400,5	36,6	0,156
P400 Belohnung	390,2	35,2	396,5	35,8	0,535
P400 Bestrafung	394,4	33,9	407,5	37,9	0,203

Tabelle 9: Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) der Latenzen (in ms) der Amplitudengipfel N100, P200 und P400 für die Bedingungen Neutrale Rückmeldung, Belohnung und Bestrafung von gesunden Kontrollen und Patienten mit Zwangserkrankung. p= Ergebnis des t-Tests für unverbundene Stichproben für die Latenzen der Amplitudengipfel.

Die Amplituden (in μV) des Potentials P200 für die Bedingung Belohnung unterschieden sich signifikant zwischen den beiden Diagnosegruppen.

Die Amplituden des Potentials P200 für die Bedingung Bestrafung und die Amplituden des Potentials P400 für die Bedingung Neutrale Rückmeldung zeigten einen statistischen Trend (siehe Tabelle 10).

	Gesunde Kontrollen		Patienten mit Zwangsstörung		p
	MW	SD	MW	SD	
N100 Neutral	-1,9	1,7	-2,5	1,7	0,241
N100 Belohnung	-1,6	1,8	-2,4	1,8	0,117
N100 Bestrafung	-2,1	1,7	-2,6	1,8	0,276
P200 Neutral	4,7	1,9	4,0	2,0	0,230
P200 Belohnung	5,3	2,2	3,9	1,9	0,030 *
P200 Bestrafung	5,8	2,2	4,6	1,9	0,057 (*)
P400 Neutral	5,1	2,7	3,7	2,5	0,053 (*)
P400 Belohnung	2,4	1,4	2,3	1,4	0,890
P400 Bestrafung	3,4	1,9	3,0	2,3	0,547

Tabelle 10: Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) der Amplituden (in μV) der Amplitudengipfel N100, P200 und P400 für die Bedingungen Neutrale Rückmeldung, Belohnung und Bestrafung von gesunden Kontrollen und Patienten mit Zwangserkrankung. p= Ergebnis des t-Tests für unverbundene Stichproben für die Amplituden der Amplitudengipfel. * $p < 0,05$; (*) $p < 0,1$

3.4 QUELLENANALYSE: LORETA-T-TEST

Wir führten die Quellenanalyse mit der Low Resolution Electromagnetic Tomography (LORETA) in Abschnitten von 20 ms im Zeitbereich 80 bis 480 ms post Stimulus durch.

Zuerst sollte festgestellt werden, ob sich die orbitofrontale Aktivität nach Präsentation des Stimulus von der Aktivität vor Präsentation des Stimulus unterscheidet.

Im ersten Analyseschritt erfolgte daher ein Vergleich der orbitofrontalen Stromdichtemaxima nach Präsentation des Stimulus (Belohnung, Bestrafung und Neutrale Rückmeldung) mit den orbitofrontalen Stromdichtemaxima im Prästimulusbereich, jeweils getrennt für beide Diagnosegruppen (Kapitel 3.4.1 bis 3.4.3).

Im Anschluss daran sollte untersucht werden, ob sich die orbitofrontale Aktivität bei Belohnung und Bestrafung signifikant von der Aktivität bei Neutraler Rückmeldung unterscheidet.

Im zweiten Analyseschritt erfolgte daher, wieder für beide Diagnosegruppen getrennt, der Vergleich der orbitofrontalen Stromdichtemaxima für die Bedingungen Belohnung versus Neutrale Rückmeldung und Bestrafung versus Neutrale Rückmeldung (Kapitel 3.4.4 und 3.4.5).

Zuletzt sollte untersucht werden, ob signifikante orbitofrontale Aktivitätsunterschiede zwischen beiden Diagnosegruppen für die Bedingungen Belohnung, Bestrafung und Neutrale Rückmeldung vorliegen.

Im dritten Analyseschritt führten wir daher einen LORETA- t-Test der orbitofrontalen Stromdichtemaxima zwischen der Gruppe der Patienten mit Zwangserkrankung und der Gruppe der gesunden Probanden jeweils für die Bedingungen Belohnung, Bestrafung und Neutrale Rückmeldung durch (Kapitel 3.4.6–3.4.8).

3.4.1 Belohnung post Stimulus versus Prästimulusbereich: Gegenüberstellung der Stromdichtemaxima von Gesunden und Patienten mit Zwangserkrankung im frühen Zeitbereich 100–120 ms

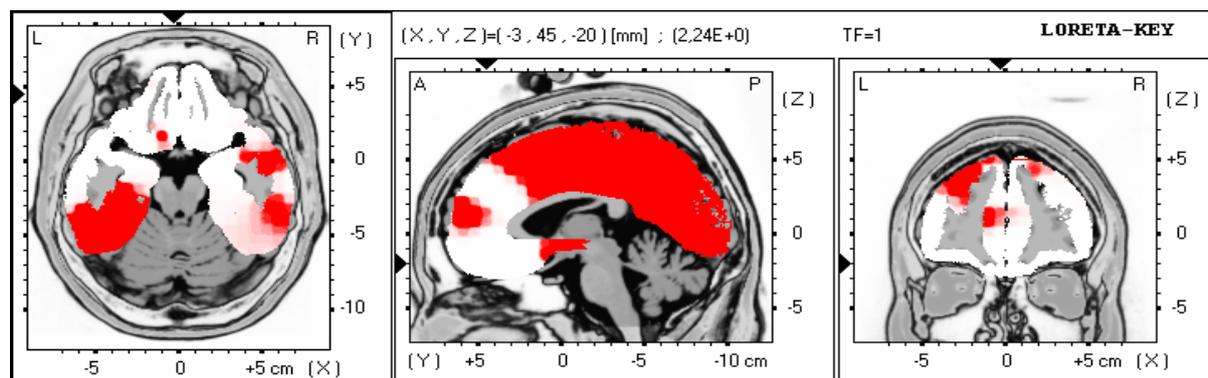
Im statistischen LORETA-t-Test wurden die Stromdichtemaxima für die Bedingung Belohnung post Stimulus in Zeitabschnitten von jeweils 20 ms mit den Stromdichtemaxima prä Stimulus im Zeitbereich –250 bis –231 ms verglichen.

Bei Gesunden zeigte sich im Zeitbereich 100–120 ms post Stimulus noch keine signifikante Mehraktivität im orbitofrontalen Kortex für die Bedingung Belohnung im Vergleich zum Prästimulusbereich.

Bei Patienten mit Zwangserkrankung lag in diesem Zeitbereich bereits signifikante Mehraktivität in beiden Hemisphären des orbitofrontalen Kortex für die Bedingung Belohnung im Vergleich zum Prästimulusbereich vor (siehe Abbildung 6).

Belohnung post Stimulus versus prä Stimulus: Zeitbereich 100–120 ms

Gesunde



OCD

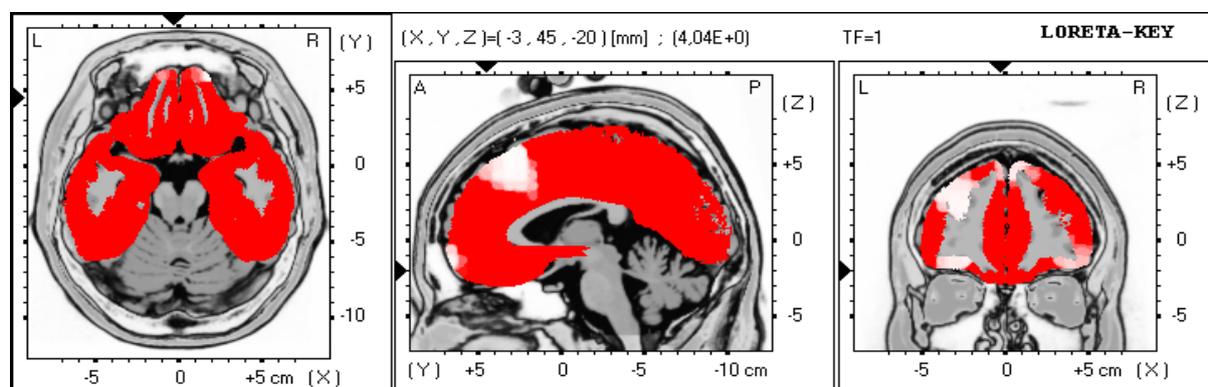


Abbildung 6: statistischer Vergleich (LORETA-t-Test) der orbitofrontalen Aktivität nach Belohnungsstimulus (100–120 ms) versus prä Stimulus (–250 bis –231 ms) bei Gesunden (oben) und bei OCD (unten). Signifikant höhere Aktivität ($p < 0,05$) nach Präsentation des Belohnungsstimulus ist rot dargestellt. Gesunde: $T = 3,323$ und OCD: $T = 3,294$. Die schwarzen Pfeile zeigen die Lokalisation der Schnittebene durch den OFC.

Im Zeitbereich von 120 bis 480 ms lag in beiden Diagnosegruppen durchgehend und gleichbleibend signifikante Mehraktivität in allen Bereichen des orbitofrontalen Kortex für den Vergleich Belohnung versus prä Stimulus vor.

Die Abbildung 7 zeigt daher den Zeitverlauf und die topographische Ausdehnung signifikanter orbitofrontaler Mehraktivität in beiden Diagnosegruppen nur im Zeitbereich 80 bis 200 ms post Stimulus.

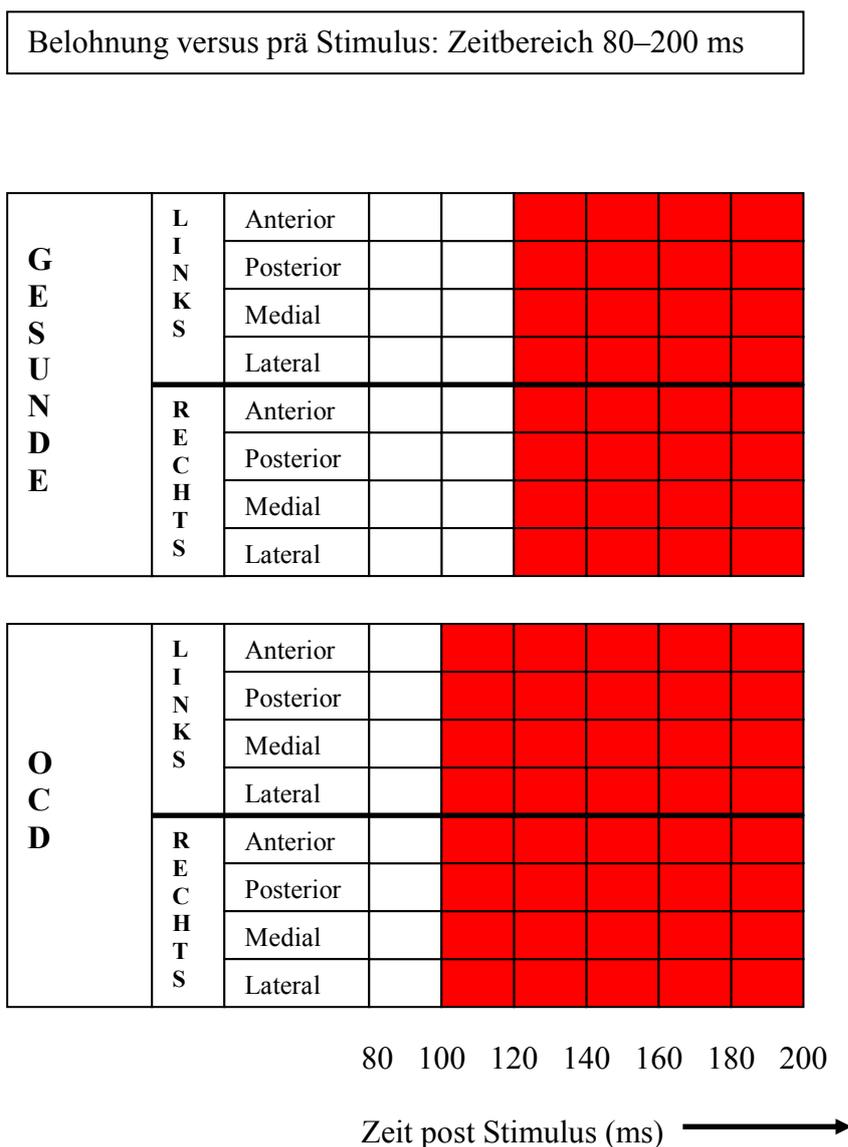


Abbildung 7: Zeitabschnitte mit signifikanten Aktivitätsunterschieden im OFC für den Vergleich der Bedingung Belohnung versus prä Stimulus. Rote Felder repräsentieren signifikante Mehraktivität bei Gesunden (oben) und Patienten mit Zwangserkrankung (unten). Die Tabelle gibt die Aktivität in der linken und rechten Hemisphäre des OFC, jeweils untergliedert nach anterior, posterior, medial und lateral wieder. Horizontale Achse: Zeitverlauf post Stimulus von 80 bis 200 ms.

3.4.2 Bestrafung post Stimulus versus Prästimulusbereich: Gegenüberstellung der Stromdichtemaxima von Gesunden und Patienten mit Zwangserkrankung im frühen Zeitbereich 100–120 ms

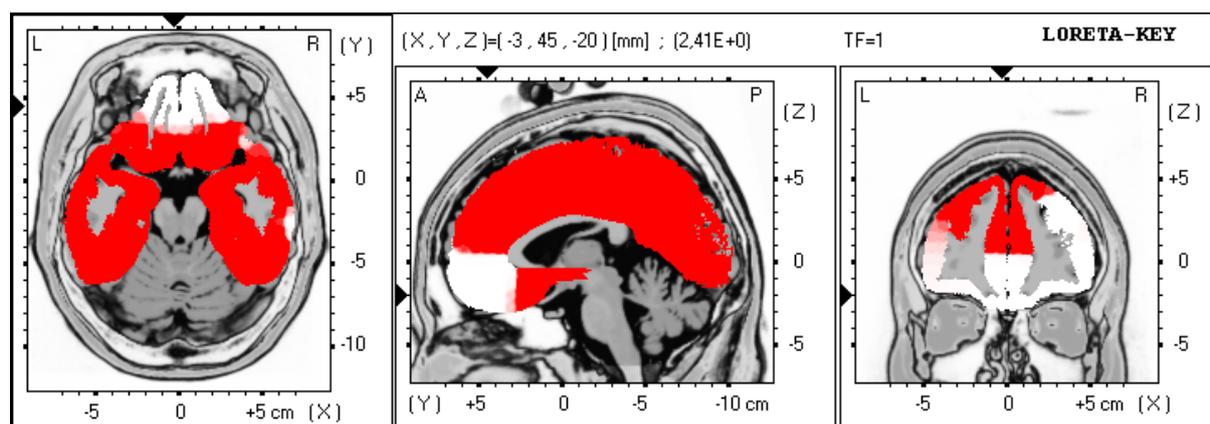
Entsprechend der Vorgehensweise bei Belohnung wurden auch für die Bedingung Bestrafung die Stromdichtemaxima in Zeitabschnitten von 20 ms post Stimulus statistisch mit den Stromdichtemaxima im Zeitbereich prä Stimulus verglichen (–250 bis –231 ms).

Es zeigte sich bei Gesunden im Zeitbereich 100–120 ms keine signifikante Mehraktivität im orbitofrontalen Kortex im Vergleich zum Prästimulusbereich.

Bei Patienten mit Zwangsstörung trat hier in der rechten Hemisphäre des orbitofrontalen Kortex bereits signifikante Mehraktivität auf (siehe Abbildung 8).

Bestrafung post Stimulus versus prä Stimulus: Zeitbereich 100–120 ms

Gesunde



OCD

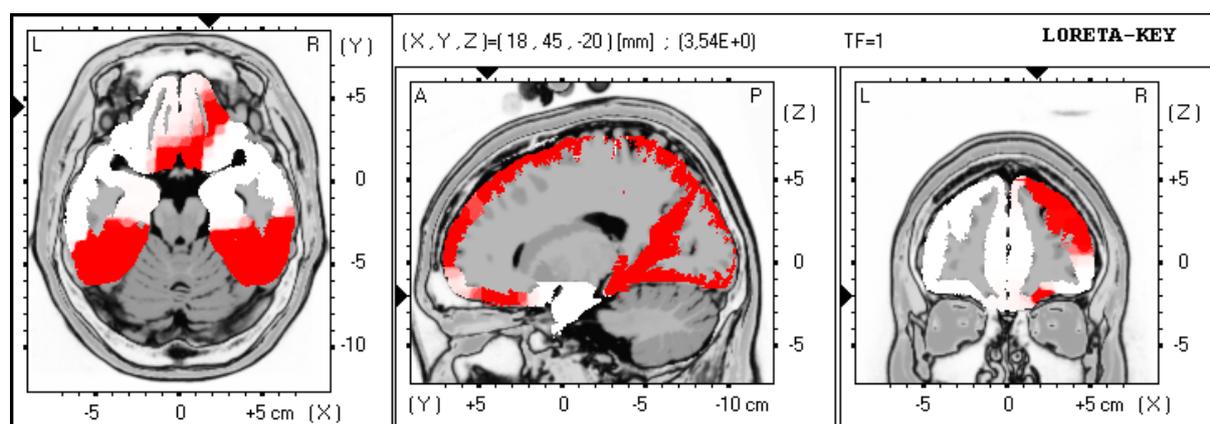


Abbildung 8: statistischer Vergleich (LORETA-t-Test) der orbitofrontalen Aktivität nach Bestrafungsstimulus (100–120 ms) versus prä Stimulus (–250 bis –231 ms) bei Gesunden (oben) und bei OCD (unten). Signifikant höhere Aktivität ($p < 0,05$) nach Präsentation des Bestrafungsstimulus ist rot dargestellt. Gesunde: $T = 3,353$ und OCD: $T = 3,510$. Die schwarzen Pfeile zeigen die Lokalisation der Schnittebene durch den OFC.

Im Zeitbereich von 120 bis 480 ms lag in beiden Diagnosegruppen durchgehend und gleichbleibend signifikante Mehraktivität in allen Bereichen des orbitofrontalen Kortex für den Vergleich Bestrafung versus prä Stimulus vor.

Die Abbildung 9 zeigt daher den Zeitverlauf und die topographische Ausdehnung signifikanter orbitofrontaler Mehraktivität in beiden Diagnosegruppen nur im Zeitbereich 80 bis 200 ms post Stimulus.

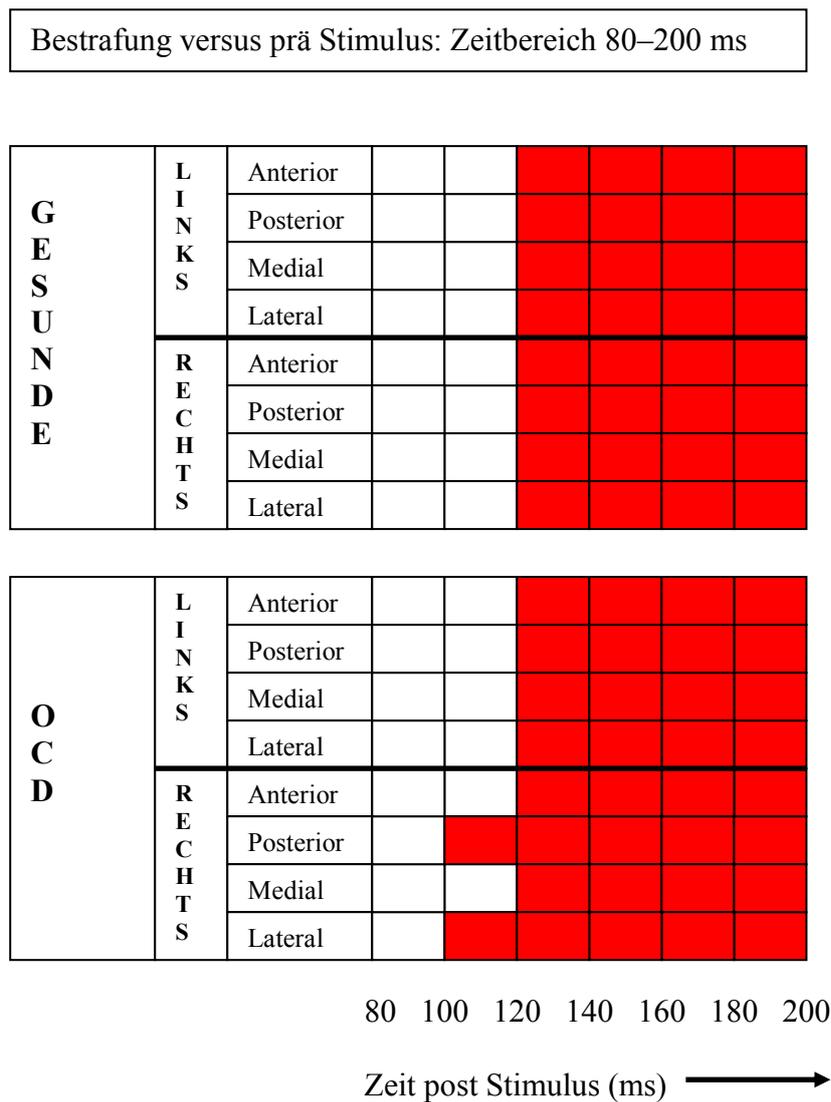


Abbildung 9: Zeitabschnitte mit signifikanten Aktivitätsunterschieden im OFC für den Vergleich der Bedingung Bestrafung versus prä Stimulus. Rote Felder repräsentieren signifikante Mehraktivität bei Gesunden (oben) und Patienten mit Zwangserkrankung (unten). Die Tabelle gibt die Aktivität in der linken und rechten Hemisphäre des OFC, jeweils untergliedert nach anterior, posterior, medial und lateral wieder. Horizontale Achse: Zeitverlauf post Stimulus von 80 bis 200 ms.

3.4.3 Neutrale Bewertung post Stimulus versus Prästimulusbereich:

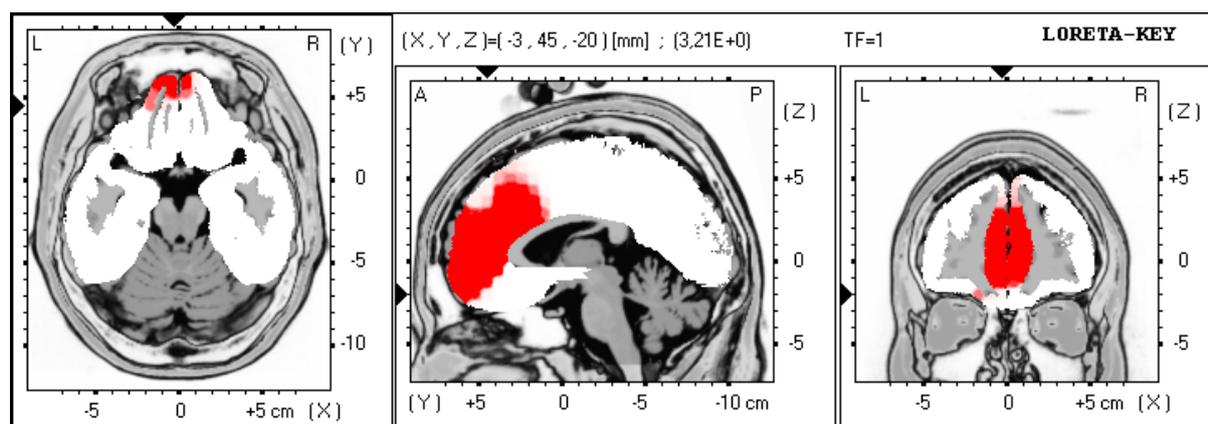
Gegenüberstellung der Stromdichtemaxima von Gesunden und Patienten mit Zwangserkrankung in den Zeitbereichen 80–100 ms und 100–120 ms

Ebenso wurden im statistischen LORETA-t-Test die Stromdichtemaxima für die Bedingung Neutrale Rückmeldung post Stimulus im Vergleich zu den Stromdichtemaxima des Prästimulusbereichs (–250 bis –231 ms) in Abschnitten von jeweils 20 ms untersucht.

Es zeigte sich in beiden Diagnosegruppen signifikante orbitofrontale Mehraktivität bereits bei 80–100 ms post Stimulus. Deshalb wird hier zusätzlich der Zeitbereich 80–100 ms aufgeführt. Bei Gesunden war in diesem Zeitbereich die signifikante orbitofrontale Mehraktivität linkshemisphärisch betont, bei den Patienten mit Zwangserkrankung lag sie in der rechten Hemisphäre (siehe Abbildung 10).

Neutral post Stimulus versus prä Stimulus: Zeitbereich 80–100 ms

Gesunde



OCD

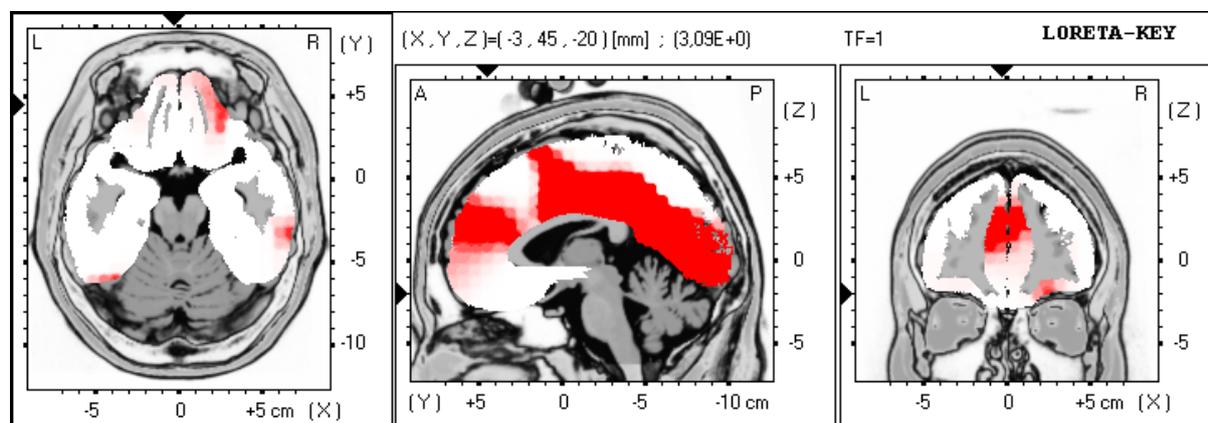


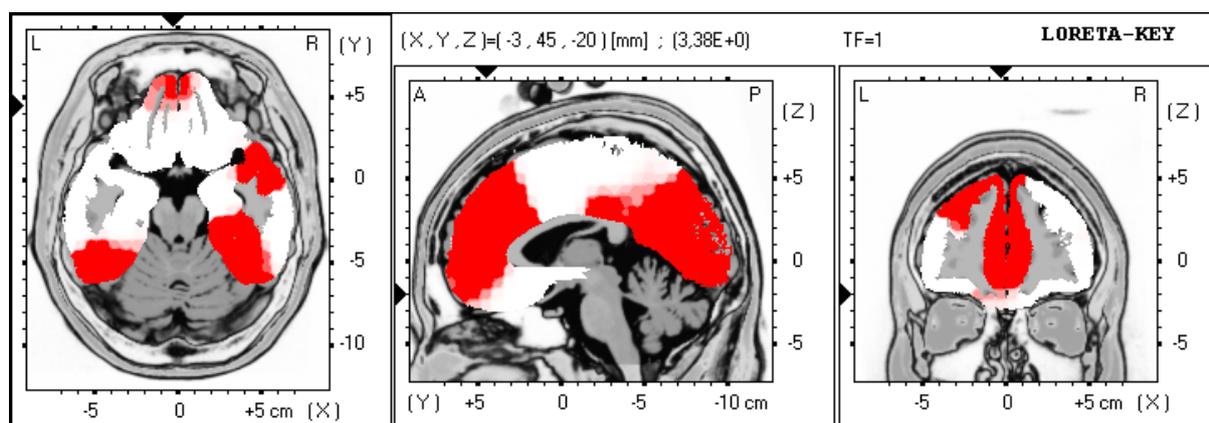
Abbildung 10: statistischer Vergleich (LORETA-t-Test) der orbitofrontalen Aktivität nach neutralem Stimulus (80–100 ms) versus Baseline (–250 bis –231 ms) bei Gesunden (oben) und bei OCD (unten). Signifikant höhere Aktivität ($p < 0,05$) nach Präsentation des neutralen Stimulus ist rot dargestellt. Gesunde: $T = 3,523$ und OCD: $T = 3,614$. Die schwarzen Pfeile zeigen die Lokalisation der Schnittebene durch den OFC.

Im Zeitbereich 100–120 ms post Stimulus zeigte sich die signifikante Mehraktivität bei Gesunden orbitofrontal gleichbleibend linksbetont und nicht weiter ausgedehnt.

Bei den Patienten mit Zwangsstörung war die signifikante orbitofrontale Mehraktivität auf beide Hemisphären ausgeweitet (siehe Abbildung 11).

Neutral post Stimulus versus prä Stimulus: Zeitbereich 100–120 ms

Gesunde



OCD

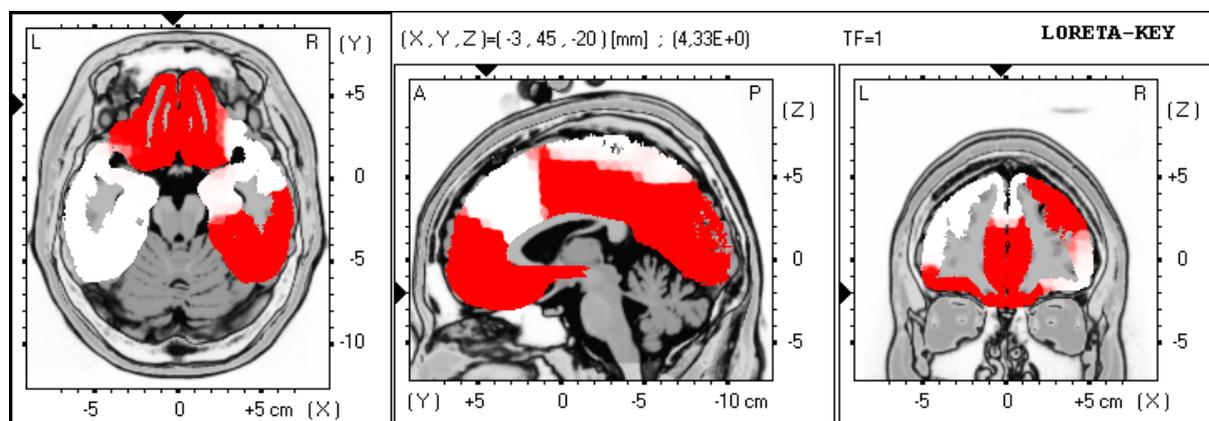


Abbildung 11: statistischer Vergleich (LORETA-t-Test) der orbitofrontalen Aktivität nach neutralem Stimulus (100–120 ms) versus Baseline (–250 bis –231ms) bei Gesunden (oben) und bei OCD (unten). Signifikant höhere Aktivität ($p < 0,05$) nach Präsentation des neutralen Stimulus ist rot dargestellt. Gesunde: $T = 3,475$ und OCD: $T = 3,515$. Die schwarzen Pfeile zeigen die Lokalisation der Schnittebene durch den OFC.

Von 120 bis 480 ms post Stimulus lag gleichbleibend und durchgehend signifikante Mehraktivität im orbitofrontalen Kortex sowohl bei gesunden Kontrollen als auch bei Patienten mit Zwangserkrankung vor. Die Abbildung 12 zeigt daher den Zeitverlauf und die topographische Ausdehnung der signifikanten orbitofrontalen Mehraktivität in beiden Diagnosegruppen nur bis 200 ms post Stimulus.

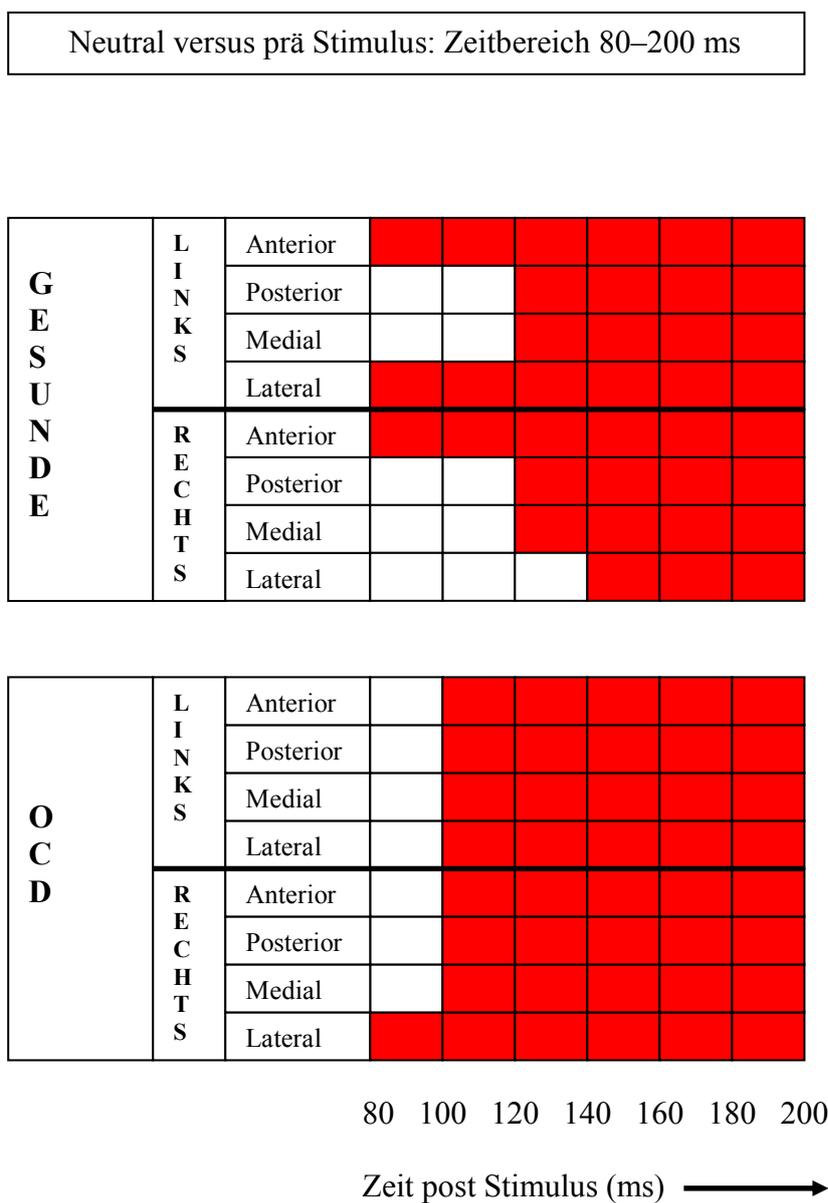


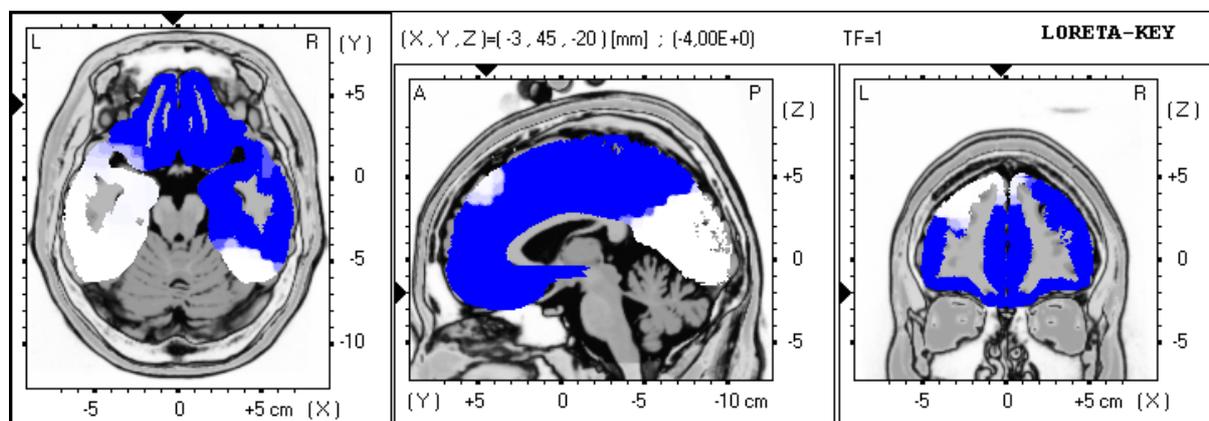
Abbildung 12: Zeitabschnitte mit signifikanten Aktivitätsunterschieden im OFC für den Vergleich der Bedingung Neutrale Rückmeldung versus prä Stimulus. Rote Felder repräsentieren signifikante Mehraktivität bei Gesunden (oben) und Patienten mit Zwangserkrankung (unten). Die Tabelle gibt die Aktivität in der linken und rechten Hemisphäre des OFC, jeweils untergliedert nach anterior, posterior, medial und lateral wieder. Horizontale Achse: Zeitverlauf post Stimulus von 80 bis 200 ms.

3.4.4 Belohnung versus Neutrale Rückmeldung: Gegenüberstellung der Stromdichtemaxima von Gesunden und Patienten mit Zwangserkrankung in den Zeitbereichen 80–100 ms, 100–120 ms und 360–460 ms

Der LORETA-t-Test der Stromdichtemaxima für die Bedingungen Belohnung versus Neutrale Rückmeldung (null Punkte) zeigte im Zeitbereich 80–100 ms sowohl bei Patienten mit Zwangserkrankung als auch bei gesunden Kontrollen signifikante Minderaktivität in beiden Hemisphären des orbitofrontalen Kortex für Belohnung im Vergleich zu neutraler Rückmeldung (siehe Abbildung 13).

Belohnung versus Neutral: Zeitbereich 80–100 ms

Gesunde



OCD

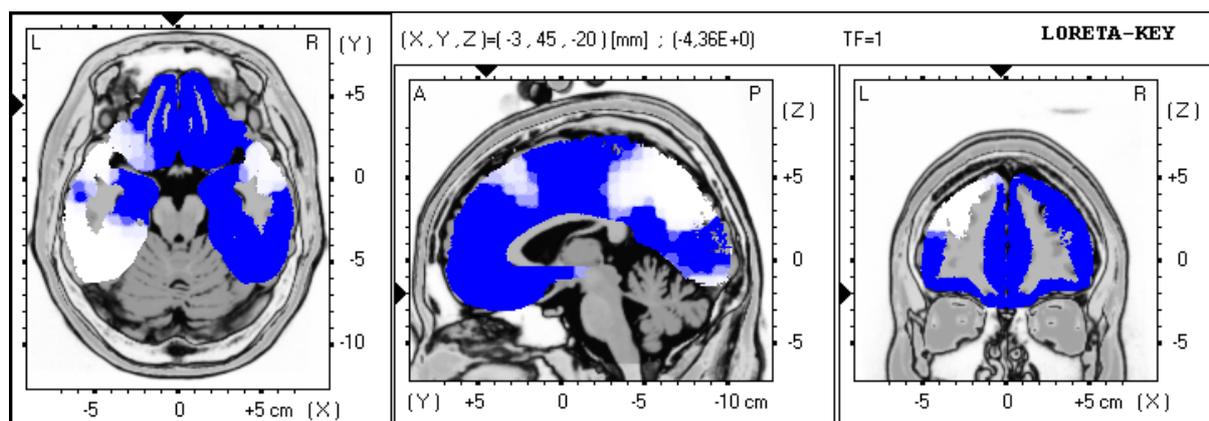


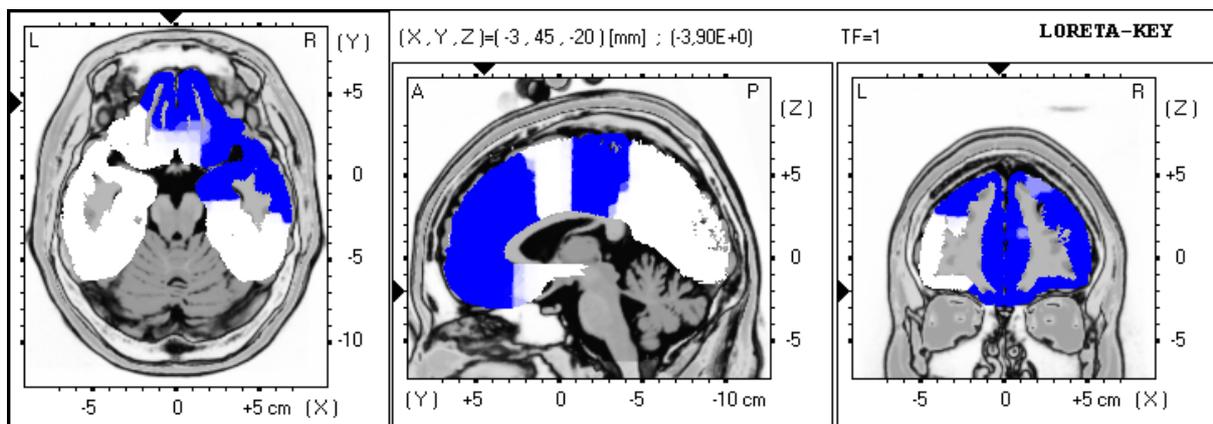
Abbildung 13: statistischer Vergleich (LORETA-t-Test) der orbitofrontalen Aktivität nach Belohnung (80–100 ms) versus Neutrale Rückmeldung (80–100ms) bei Gesunden (oben) und bei OCD (unten). Signifikant geringere Aktivität ($p < 0,05$) nach Präsentation der Belohnung ist blau dargestellt. Gesunde: $T = 3,245$ und OCD: $T = 3,636$. Die schwarzen Pfeile zeigen die Lokalisation der Schnittebene durch den OFC.

Im folgenden Zeitabschnitt 100–120 ms post Stimulus fand sich im orbitofrontalen Kortex der gesunden Kontrollprobanden weiter signifikante Minderaktivität für Belohnung im Vergleich zu neutraler Rückmeldung.

Patienten mit Zwangsstörung zeigten in diesem Zeitabschnitt 100–120 ms keine signifikante Minderaktivität im orbitofrontalen Kortex für Belohnung im Vergleich zu neutraler Rückmeldung (siehe Abbildung 14).

Belohnung versus Neutral: Zeitbereich 100–120 ms

Gesunde



OCD

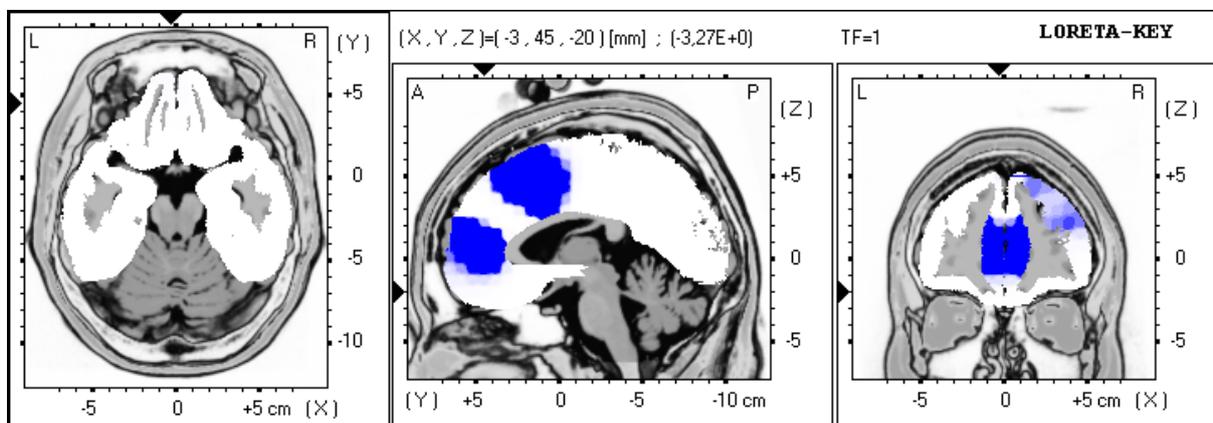


Abbildung 14: statistischer Vergleich (LORETA-t-Test) der orbitofrontalen Aktivität nach Belohnung (100–120 ms) versus Neutale Rückmeldung (100–120ms) bei Gesunden (oben) und bei OCD (unten). Signifikant geringere Aktivität ($p < 0,05$) nach Präsentation der Belohnung ist blau dargestellt. Gesunde: $T = 3,500$ und OCD: $T = 3,745$. Die schwarzen Pfeile zeigen die Lokalisation der Schnittebene durch den OFC.

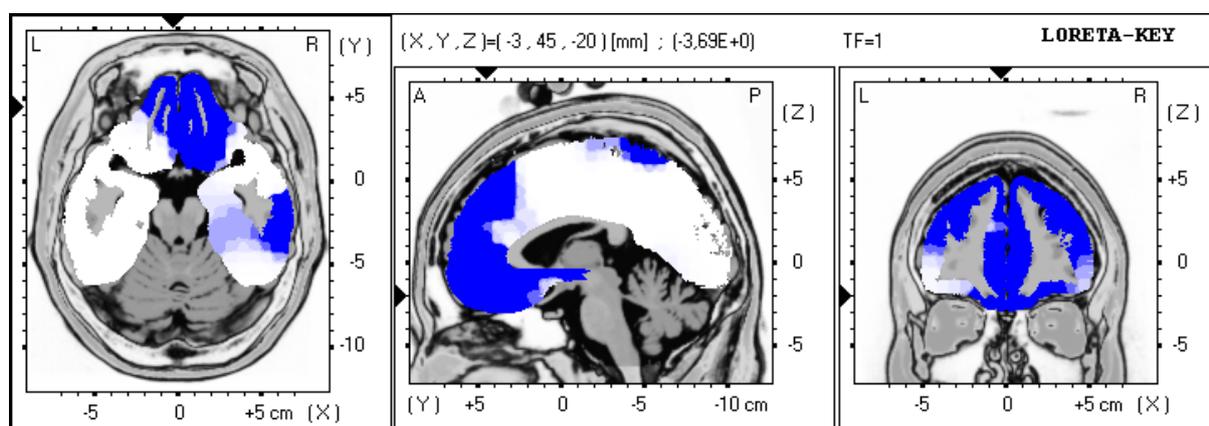
Im Zeitbereich von 120 bis 360 ms post Stimulus fand sich im LORETA- t- Test kein Hinweis auf signifikante Mehr- oder Minderaktivität im orbitofrontalen Kortex bei Gesunden und Patienten mit Zwangserkrankung für die Bedingung Belohnung im Vergleich zu Neutraler Rückmeldung.

Der LORETA-t-Test der Stromdichtemaxima für die Bedingungen Belohnung versus Neutrale Rückmeldung (null Punkte) zeigte im Zeitbereich 360–460 ms post Stimulus wie im frühen Zeitbereich 100–120 ms bei den gesunden Kontrollen signifikante Minderaktivität in beiden Hemisphären des orbitofrontalen Kortex.

Die Patienten mit Zwangserkrankung zeigten im Zeitbereich 360–460 ms wie im Zeitbereich 100–120 ms post Stimulus keine signifikante Minderaktivität im orbitofrontalen Kortex (siehe Abbildung 15).

Belohnung versus Neutral: Zeitbereich 360–460 ms

Gesunde



OCD

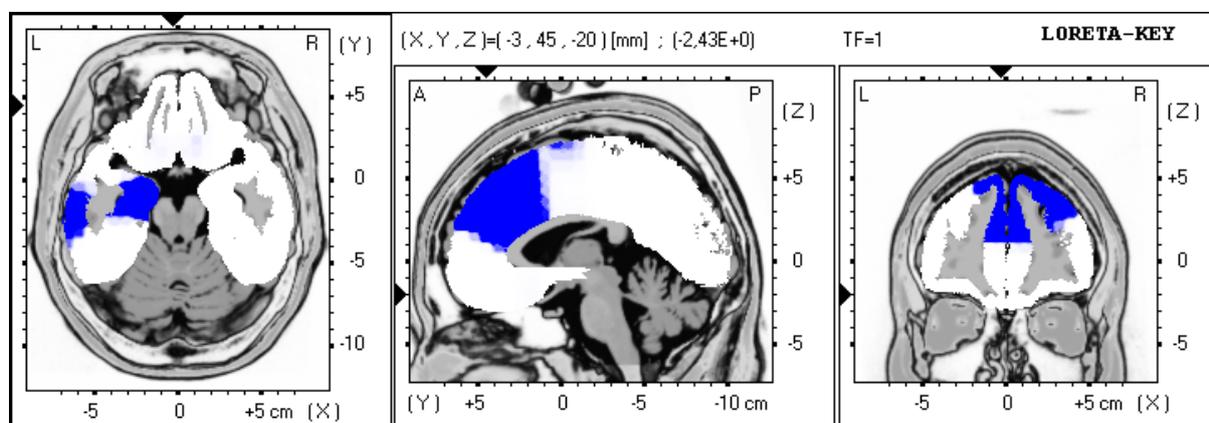


Abbildung 15: statistischer Vergleich (LORETA-t-Test) der orbitofrontalen Aktivität nach Belohnung (360–460 ms) versus Neutrale Rückmeldung (360–460ms) bei Gesunden (oben) und bei OCD (unten). Signifikant geringere Aktivität ($p < 0,05$) nach Präsentation der Belohnung ist blau dargestellt. Gesunde: $T = 3,349$ und OCD: $T = 3,605$. Die schwarzen Pfeile zeigen die Lokalisation der Schnittebene durch den OFC.

Abbildung 16 zeigt den Zeitverlauf in Abschnitten von 20 ms und die topographische Ausdehnung der signifikanten orbitofrontalen Minderaktivität für die Bedingung Belohnung versus Neutrale Rückmeldung bei Gesunden und Patienten mit Zwangserkrankung im Zeitbereich von 80 bis 480 ms post Stimulus.

3.4.5 Bestrafung versus Neutrale Rückmeldung: Gegenüberstellung der Stromdichtemaxima von Gesunden und Patienten mit Zwangserkrankung

Im LORETA-t-Test der Stromdichtemaxima für die Bedingungen Bestrafung versus Neutrale Rückmeldung (null Punkte) fand sich im analysierten Zeitbereich 80–480 ms post Stimulus weder bei Gesunden noch bei Patienten mit Zwangserkrankung signifikante Aktivität im orbitofrontalen Kortex. Es lag auch kein Trend vor.

3.4.6 Gruppenvergleich OCD versus Gesunde: Gegenüberstellung der Stromdichtemaxima für die Bedingung Belohnung in den Zeitbereichen 100–120 ms und 360–460 ms

Im LORETA-t-Test wurden die Stromdichtemaxima von Patienten mit Zwangsstörung im Vergleich zu gesunden Kontrollen für die Bedingung Belohnung untersucht.

Nur im Zeitbereich 100–120 ms post Stimulus zeigte sich signifikante Mehraktivität im orbitofrontalen Kortex der Patienten im Vergleich zu den gesunden Kontrollen (siehe Abbildung 17).

Das Maximum der signifikanten orbitofrontalen Mehraktivität bei den Patienten lag in der rechten Hemisphäre.

OCD versus Gesunde: Belohnung im Zeitbereich 100–120 ms

OCD

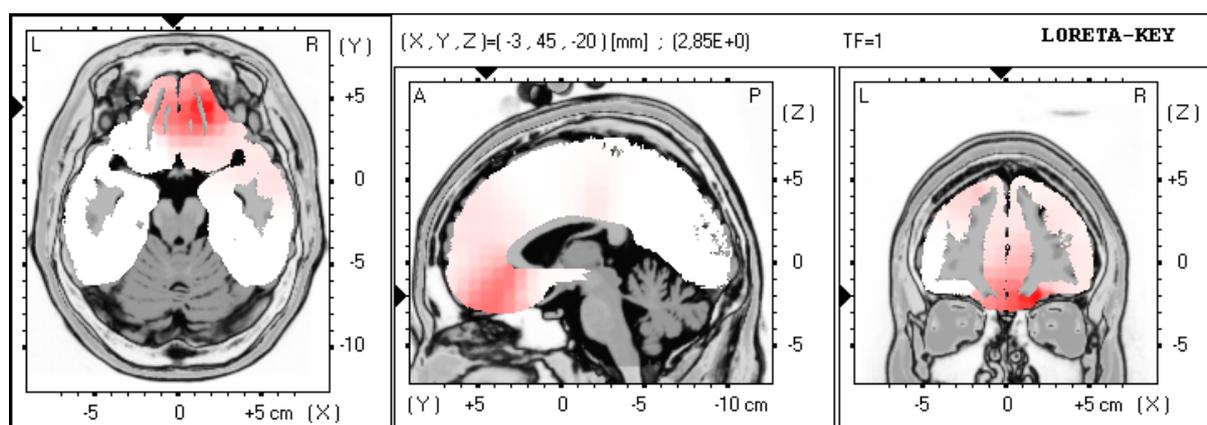


Abbildung 17: statistischer Vergleich (LORETA-t-Test) der orbitofrontalen Aktivität nach Belohnung (100–120 ms) für Patienten mit Zwangserkrankung im Vergleich zu gesunden Kontrollen. Signifikant höhere Aktivität ($p < 0,05$) nach Präsentation der Belohnung ist rot dargestellt. OCD: $T = 3,203$. Die schwarzen Pfeile zeigen die Lokalisation der Schnittebene durch den OFC.

Das Maximum der signifikanten orbitofrontalen Mehraktivität (BA 11, Talairach x,y,z: 18, 45, -20; $t = 3,20$) nach Belohnung bei den Patienten mit Zwangserkrankung wird in Abbildung 18 dargestellt.

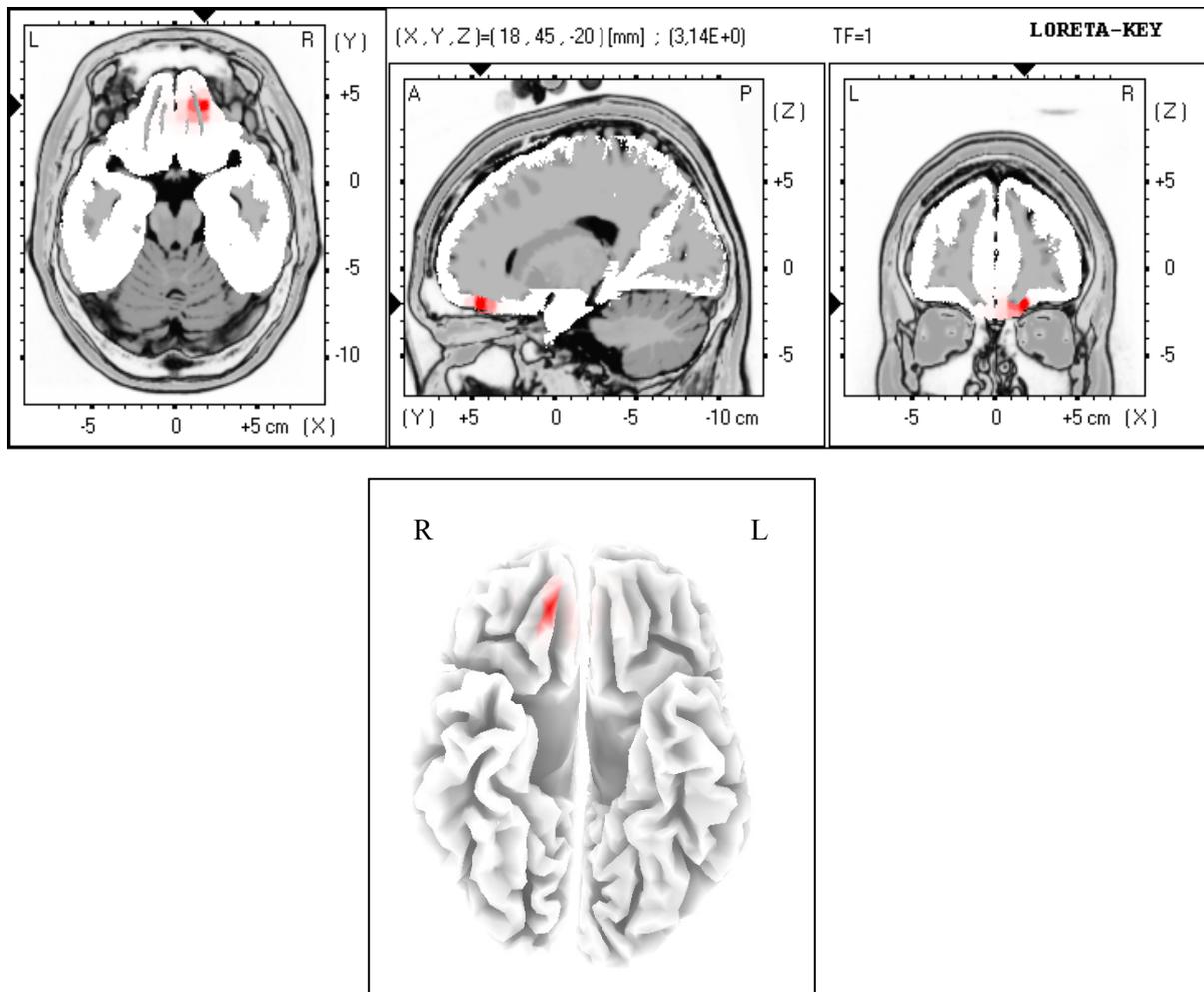


Abbildung 18: statistischer Vergleich (LORETA-t-Test) der orbitofrontalen Aktivität nach Belohnung (100–120 ms) für Patienten mit Zwangserkrankung im Vergleich zu gesunden Kontrollen. Signifikant höhere Aktivität ($p < 0,05$) nach Präsentation der Belohnung ist rot dargestellt. OCD: $T = 3,20$. Abgebildet ist das Maximum der signifikanten orbitofrontalen Mehraktivität in der rechten Hemisphäre (BA 11; Talairach x, y, z: 18, 45, -20). Oberes Bild: Horizontalschnitt, Sagittalschnitt, Transversalschnitt. Die schwarzen Pfeile zeigen die Lokalisation der Schnittebene durch den OFC. Unteres Bild: Blick von unten auf das Gehirn.

Im anschließend untersuchten späten Zeitbereich 360–460 ms zeigte sich im LORETA-t-Test der Stromdichtemaxima von Patienten mit Zwangsstörung im Vergleich zu gesunden Kontrollen für die Bedingung Belohnung kein signifikanter Aktivitätsunterschied im orbitofrontalen Kortex zwischen den beiden Diagnosegruppen.

3.4.7 Gruppenvergleich OCD versus Gesunde: Gegenüberstellung der Stromdichtemaxima für die Bedingung Bestrafung

Im LORETA-t-Test wurden die Stromdichtemaxima von Patienten mit Zwangserkrankung im Vergleich zu gesunden Kontrollen für die Bedingung Bestrafung untersucht. Es fanden sich im analysierten Zeitbereich 80–480 ms post Stimulus keine signifikanten und keine tendenziellen Aktivitätsunterschiede im orbitofrontalen Kortex zwischen den beiden Diagnosegruppen.

3.4.8 Gruppenvergleich OCD versus Gesunde: Gegenüberstellung der Stromdichtemaxima für die Bedingung Neutrale Rückmeldung

Im LORETA-t-Test wurden die Stromdichtemaxima von Patienten mit Zwangserkrankung im Vergleich zu gesunden Kontrollen für die Bedingung Neutrale Rückmeldung untersucht. Es fanden sich im analysierten Zeitbereich 80–480 ms post Stimulus keine signifikanten und keine tendenziellen Aktivitätsunterschiede im orbitofrontalen Kortex zwischen den beiden Diagnosegruppen.

