

[Startseite](#) → [Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie](#) → [Vol. 27, No. 4](#)[< VORHERIGE ARTIKEL](#)[NÄCHSTE ARTIKEL >](#)**VOLLER ZUGRIFF**

ORIGINALIA

# Haptische Wahrnehmung und EEG-Veränderungen bei Anorexia nervosa

M. Grunwald, C. Ettrich, B. Assmann, A. Dähne, W. Krause, L. Beyer, R. Rost und H.-J. Gertz

Online veröffentlicht: September 01, 2006

<https://doi.org/10.1024//1422-4917.27.4.241> Abschnitt[Facebook](#)  
[Twitter](#)  
[LinkedIn](#)  
[Reddit](#)  
[E-Mail](#)

## Abstract

**Zusammenfassung:** *Fragestellung:* 1. Die haptische Wahrnehmungsfähigkeit Patientinnen (AN; n = 13) ist gegenüber gleichaltrigen gesunden Probanden (13-17 Jahre) beeinträchtigt. 2. Die hirnelektrische Aktivität während haptischer Explorationsanforderungen ist bei anorektischen Patientinnen im Vergleich zu gesunden Kontrollen im Theta-Band (Power) über dem rechten parietalen Kortex signifikant geringer ausgeprägt. *Methodik:* Die Struktur von 6 Tiefenreliefmustern sollte mit beiden Händen, bei geschlossenen Augen, erfaßt und zeichnerisch (mit geöffneten Augen) reproduziert werden. Sowohl während der haptischen Explorationsanforderungen als auch in anforderungsfreien Ruhesituationen wurde ein 19kanaliges EEG aufgezeichnet und spektrale EEG-Parameter (absolute Theta-Power) berechnet. *Ergebnisse:* Es konnte gezeigt werden, daß die Wahrnehmungsgüte der anorektischen Patientinnen im haptischen Test gegenüber gesunden Kontrollpersonen deutlich eingeschränkt

war. Die spektrale Leistung der AN Gruppe im Theta-Band war gegenüber der Kontrollgruppe unter Ruheanforderungen über Pz und T6 höher und unter haptischen Explorationsbedingungen über P3, Pz, P4, T6, O1 und O2 geringer ausgeprägt. Dabei zeigte sich eine geringere Power in der Patientengruppe über dem rechten parietalen Kortex. Während der haptischen Explorationsbedingungen - im Vergleich zu den Ruhebedingungen - zeigte sich bei der Patientengruppe eine global über dem Kortex verteilte Abnahme der Theta-Leistung. Die Verteilung der Theta-Aktivität in der AN Gruppe spricht für eine erhöhte perzeptiv-kognitive Ressourcenbeanspruchung während der Testanforderungen und für einen gestörten multisensorischen Integrationsprozeß im rechten Parietallappen.

## Haptic perception and EEG power changes in anorexia nervosa

**Summary:***Objectives:* We predicted that due to diminished somatosensory integrative ability, the anorectic patients would have problems reproducing haptic stimuli. In addition we sought to determine whether EEGs from anorectic patients (AN) and the healthy controls (CO) would show discrepancies between the two groups during haptic explorations in theta-power over the right parietal region. *Method:* EEG power (theta-power) data of AN (n = 13) and CO (n = 13) were analyzed during haptic exploration tasks and rest intervals. The haptic explorations consisted of palpating the structure of six sunken reliefs in sequence with both hands, eyes closed. After each exploration the structure was drawn on a piece of paper. *Results:* The reproductions of haptic stimuli submitted by the anorectic patients were of notably poorer quality than those of the healthy controls. During rest intervals and haptic explorations, spectral power was generally lower in the AN group in comparison to the healthy controls. Significant theta-power differences between groups showed over the right parietal cortex during haptic explorations. The decrease in EEG power in the anorectic patients in the theta bands across the right parietal region during haptic exploration tasks could be interpreted as a minor activation of visuo-spatial regions. The results of the haptic explorations as well as the EEG-power changes indicate a cortical dysfunction and deficits in somatosensory integration processing in anorexia nervosa patients.

## 1. Einleitung

**Kinsbourne & Bemporad (1984)** formulierten die Hypothese, daß bei Anorexia nervosa (AN) eine Dysfunktion der rechten Hemisphäre, insbesondere des rechten Parietallappens vorliegt. Sie nehmen an, daß diese Störung an der veränderten Körperwahrnehmung («anorexic's neglect») der AN-Patienten beteiligt ist. Ausgehend von dieser Annahme wurden von **Rovet et al. (1988)**, **Pendleton-Jones et al. (1991)** und **Bradley et al. (1997)** neuropsychologische Studien zu perzeptiv-kognitiven Beeinträchtigungen, insbesondere rechtshemisphärischer Leistungsdefizite bei Anorexia nervosa durchgeführt. Die elektrophysiologischen Befunde (ERPs, event related potentials) der Untersuchungen von **Bradley et al. (1997)** unterstützen die Annahme einer rechts-parietalen Dysfunktion bei AN.

Den deutlichen Gruppendifferenzen der untersuchten hirnelektrischen Parameter stehen keine signifikanten Unterschiede innerhalb der neuropsychologischen Testbatterie gegenüber. Sowohl **Bradley et al. (1997)** als auch **Schmidt et al. (1997)** konnten keine kognitiven Defizite bei AN im Rahmen neuropsychologischer Tests nachweisen. Andere Untersucher wie **Small et al. (1983)**, **Brouwers et al. (1986)**, **Pendleton-Jones et al. (1991)**, **Laessle et al. (1992)** und **Szmukler et al. (1992)** fanden in ihren Untersuchungen Einschränkungen der perzeptiv-kognitiven Leistungsfähigkeit bei AN-Patienten, die nicht nur auf Defizite der rechten Hemisphäre zurückzuführen sind.

Somit ist gegenwärtig nicht entschieden, ob rechtshemisphärische Defizite bei Anorexia nervosa in perzeptiv-kognitiven Leistungsbereichen nachzuweisen sind. Die Ergebnisse von **Bradley et al. (1997)** machen deutlich, daß möglicherweise die verwendeten neuropsychologischen Testverfahren zum Nachweis einer rechtshemisphärischen Störung bei AN-Patienten nicht hinreichend sensitiv sind. So ist denkbar, daß die in der Regel überdurchschnittlich guten bis durchschnittlich guten Intelligenzleistungen anorektischer Patienten (**Gordon et al., 1984; Witte et al., 1985; Ranseen & Humphries, 1992; Blanz et al., 1996**) Störungen der perzeptiv-kognitiven Funktionen überlagern und deshalb mögliche Einschränkungen im Rahmen der verwendeten Testbatterien nicht beobachtet werden konnten.

Um die eingangs formulierte Hypothese experimentell zu überprüfen, sollte demnach ein Testverfahren genutzt werden, bei dem möglichst wenige Vorerfahrungen und erprobte Lösungsstrategien durch die untersuchten Personen angewendet werden können. Weiterhin sollte die Aufgabenstruktur explizit an Raumoperationen und sensorische Integrationsprozesse gebunden sein, die vorwiegend rechtshemisphärisch organisiert und verarbeitet werden (**Kolb & Whishaw, 1993**). Gleichzeitig sollte das Setting so gewählt werden, daß elektrophysiologische Parameter (EEG) parallel während der Aufgabenbearbeitung analysiert werden können. Eine Möglichkeit, diese Vorgaben zu realisieren, besteht in der experimentellen Untersuchung haptischer Wahrnehmungsleistungen. Haptische Wahrnehmungsbedingungen sind im Gegensatz zur taktilen Wahrnehmung durch aktive Explorationsbewegungen der Extremitäten gekennzeichnet. Aufgrund von Lageänderungen der Haut-, Gelenk-, Sehnen- und Muskelrezeptoren während der Exploration (tasten) werden sukzessive Einzelinformationen über das explorierte Objekt erfaßt. Nur durch die Integration der Einzelinformationen im Rahmen einer multisensorischen Verarbeitung wird es möglich, das Objekt in seinen räumlichen- und Textureigenschaften präzise zu erfassen. Können die eintreffenden Körperinformationen auf kortikaler Ebene nicht adäquat verarbeitet und zu einem Gesamtperzept integriert werden, ist die haptische Wahrnehmung nicht möglich oder inadäquat. Eine relativ bekannte Form der haptischen Wahrnehmungsstörung, die in der neurologischen Literatur beschrieben wird und bei Schädigung des rechten Parietallappens auftritt, wird als Astereognosie bezeichnet (**Kolb & Whishaw, 1993**). Die Patienten sind hierbei nicht in der Lage, bei geschlossenen Augen die Struktur eines haptisch explorierten Objektes zu erfassen und wiederzugeben.

Studien von **Rescher et al. (1996)**, **Grunwald (1998)** und **Grunwald et al. (1999)** konnten zeigen, daß während haptischer Explorationsanforderungen u.a. der frontale und parietale Kortex in verstärktem Maße aktiviert wird. Über diesen Kortexgebieten konnten während haptischer Explorationsanforderungen insbesondere im langsamen Theta-Band anforderungsabhängige Veränderungen der hirnelektrischen Aktivität beobachtet werden. Ebenso konnten **Schacter (1977)**, **Gevins et al. (1979)**, **Mecklinger (1992)** und **Bösel (1993)** im Rahmen verschiedener kognitiver Paradigmen zeigen, daß Veränderungen der spektralen Theta-Aktivität sowohl mit spezifischen Verarbeitungs- und Speicherprozessen, als auch mit Prozessen der Ressourcenbereitstellung kovariieren. Es ist daher anzunehmen, daß Veränderungen auf der perceptiv-kognitiven Ebene - z.B. während haptischer Wahrnehmungsleistungen - mit Veränderungen im elektrophysiologischen Korrelat der spektralen Theta-Leistung in Zusammenhang stehen.

Aufgrund dieser Befunde wurden folgende Hypothesen formuliert und experimentell überprüft:

1. Die haptische Wahrnehmungsfähigkeit anorektischer Patientinnen ist gegenüber gleichaltrigen gesunden Probanden beeinträchtigt.
2. Die hirnelektrische Aktivität während haptischer Explorationsanforderungen ist bei anorektischen Patientinnen im Vergleich zu gesunden Kontrollen im Theta-Band (Power) über dem rechten parietalen Kortex signifikant geringer ausgeprägt.



## 2. Untersuchungsmethoden

### 2.1 Untersuchungsablauf und Stichproben

Es wurden 13 *anorektische Patientinnen* (AN) zu Beginn der stationären Behandlung mit einer haptischen Testbatterie untersucht. Während der Testdurchführung wurde ein 19kanaliges, digitales EEG aufgezeichnet und spektrale Leistungsparameter berechnet. Vor jeder Testsitzung wurde das Körpergewicht, sowie die Körpergröße der Probanden ermittelt. Die Dauer der Testsitzung betrug etwa 1 ½ Stunden. Die untersuchten Patientinnen wurden im Untersuchungszeitraum (1995-1998) in der Kinder- und Jugendpsychiatrie der Universität Leipzig stationär behandelt. Alle Patienten erfüllten die ICD-10 Kriterien für Anorexia nervosa. Aus der Anamnese war bekannt, daß alle Patienten die Gewichtsreduktion durch restriktives Fasten herbeigeführt hatten. In keinem Fall war der übermäßige Gebrauch von Laxantien bekannt. Zu Beginn der stationären Behandlung betrug das Alter der Patientinnen im Durchschnitt 15,84 Jahre (sd: 1,67). Der mittlere BMI betrug bei Aufnahme 14,64 (sd: 1,18) und zum Zeitpunkt der Testdurchführung (ca. 4 Wochen nach Aufnahme) 14,67 (sd: 1,18), wobei kein signifikanter Unterschied zwischen den Meßwerten beobachtet werden konnte (Wilcoxon, 2-seitig  $p = 0,152$ ). Bei vier Patienten war bekannt, daß sie bereits früher aufgrund einer Eßstörung stationär behandelt wurden. Drei Patientinnen wurden zum Zeitpunkt der Untersuchung in der oben genannten Klinik nach ambulanter Betreuung stationär behandelt. Die mittlere Dauer der

Erkrankung betrug bis zum Zeitpunkt der Untersuchung 6.46 Monate (sd: 4,15). Alle Patientinnen besuchten das Gymnasium. Der mittlere IQ-Bereich (HAWIK, **Tewes 1983**) lag bei 110,68 (sd: 13,63). Der IQ wurde einen Tag vor der Testdurchführung ermittelt. Zum Zeitpunkt der Untersuchung wurden 4 Patientinnen (kup; mey; lüb; fun) parallel zur Psychotherapie pharmakologisch behandelt (kup: Opipramol; mey: Bifiteral; lüb: Ethinylestradiol, Norethisteronacetat, Promethazin; fun: Bifiteral).

Als *Kontrollgruppe* (KO) nahmen 13 gesunde, weibliche Probandinnen mit einem mittleren Alter von 16,10 Jahren (sd: 0,76) an der Untersuchung teil. Der mittlere BMI der Kontrollgruppe lag bei 21,80 (sd: 2,82). Der mittlere IQ (HAWIK) betrug 114,69 (sd: 13,51). In Vorbereitung der EEG-Untersuchung wurden die Probandinnen über die Einnahme von Medikamenten sowie über aktuelle bzw. vergangene neurologische oder psychische Erkrankungen befragt. Bei keiner der Probandinnen wurde eine Erkrankung oder aktuelle Medikation angegeben. Für die Teilnahme an der Untersuchung erhielten die Probanden der Kontrollgruppe eine Aufwandsentschädigung von 20 DM.

Die Händigkeit wurde mit der bearbeiteten Version des Händigkeitsfragebogens von Benton (nach **Traxler, 1970**) bestimmt. Bei allen Personen (AN und KO) konnte eine dominante Rechtshändigkeit festgestellt werden. Die Untersuchung wurde durch die Ethikkommission der Universität Leipzig genehmigt (Reg. Nr. 662).

## 2.2 Testverfahren

Die Testaufgabe bestand darin, sechs einzelne Tiefenreliefs jeweils nacheinander mit beiden Händen und geschlossenen Augen bei freier Zeitwahl abzutasten und die entsprechende Reliefstruktur zu erkennen. Jeweils im Anschluß an die Stimulusexploration sollte die erkannte Struktur mit geöffneten Augen auf vorbereitete Unterlagen gezeichnet werden. Es wurde die schriftliche Instruktion gegeben, die Reliefstruktur so genau und präzise wie möglich zu erfassen und wiederzugeben. Die einzelnen Tiefenreliefs werden in **Abbildung 1** dargestellt. Um Reihenfolgeeffekte auszuschließen, wurde die Darbietungsfolge der Stimuli für jede Person zufällig bestimmt. Die haptischen Stimuli lagerten während der Exploration in einer frei verstellbaren Halterung und die zufällige Aufnahme visueller Informationen über die Struktur der Stimuli wurde durch einen Sichtschirm verhindert. Ein Feedback über die Güte der Reproduktionsleistungen wurde nicht gegeben. Über ein PC gesteuertes Sensorsystem wurde die Explorationszeit pro Stimulus erfaßt. Um Bewegungsartefakte zu verhindern, lagerten die Unterarme der Probandinnen auf einer breiten Polsterung. Vor Untersuchungsbeginn konnten die Probandinnen anhand eines Probestimulus, den sie auch visuell explorieren konnten, die Aufgabe üben (1 min) und die Struktur des haptischen Materials kennenlernen. Der experimentelle Ablauf der Untersuchung wird in **Abbildung 2** schematisch dargestellt.

## Abbildung 1. Haptische Stimuli der Untersuchung. Sechs Tiefenreliefs (PVC-Platte: 13 × 13 × 0.7 cm) mit einer Frästiefe von 0.4 cm

## Abbildung 2. Untersuchungsablauf

Die Beurteilung der Reproduktionsgüte erfolgte durch ein Ratingverfahren, das von 2 unabhängigen Personen durchgeführt wurde (eine technische Assistentin und ein Student der Medizin). Zur Beurteilung der Reproduktionsleistungen wurde eine 4-stufige rating scale genutzt; 1 = korrekte Wiedergabe des Stimulus, 2 = korrekte Wiedergabe des Stimulus mit einem bis drei Fehlern, 3 = keine korrekte Wiedergabe des Stimulus, nur einzelne Stimuluselemente werden richtig wiedergegeben, 4 = keine korrekte Wiedergabe des Stimulus und keine korrekte Wiedergabe von Einzelementen. Das Ratingverfahren wird ausführlich in **Grunwald (1998)** beschrieben. Die Beurteiler erhielten keine Informationen über das experimentelle Design bzw. über den Zweck der Untersuchung. Die Beurteiler wurden instruiert, metrische Abweichungen Reproduktionen vom Ausgangsstimulus - Veränderungen in der Größe - nicht in die Beurteilung aufzunehmen. Die Beurteilung sollte sich ausschließlich auf strukturelle Abweichungen der Reproduktionen konzentrieren. Die Beurteilung wurde mit einem Betrag von 25 DM vergütet. Die Beurteilung fand unabhängig voneinander an verschiedenen Tagen statt, so daß eine gegenseitige Beeinflussung durch die Beurteiler ausgeschlossen wurde. Die zu beurteilenden Reproduktionen lagen als 1:1 Kopien in ungeordneter Folge vor. Die Interraterreliabilität zwischen den Beurteilern wurde mit dem Kappa-Maß (**Douglas, 1991**) bestimmt. Für den Vergleich aller Urteile wurde ein Maß von  $k_{A/B} = .810$  erreicht.

## 2.3 EEG-Aufzeichnung und Parametrisierung

Das EEG wurde nach dem internationalen 10-20 System von 19 Skalpelektroden gegen verbundene Ohrreferenz kontinuierlich, mit einer Abtastfrequenz von 333 Hz (Zeitkonstante 0,3 Sekunden) aufgezeichnet und auf optical Discs (WORM) digital gespeichert. Zur EEG-Messung und Archivierung wurde ein rechnergestütztes, digitales PLEEG-System von Walter genutzt (Walter Graphtek GmbH, Bad Oldesloe) genutzt. Es wurden Ag/AgCl-Napfelektroden mit Elektrodenpaste (Ten-20 Elektrodenpaste Nihon Koden) auf den Kopfhautstellen fixiert (Übergangswiderstände pro Elektrode > 5 KΩ). Zur Registrierung der Bulbusartefakte wurde die vertikale und horizontale EOG vom linken Auge der Probanden abgeleitet. Die EEG-Aufzeichnung erfolgte in einem schallisolierten und vollständig farradayisch abgeschirmten Laborraum mit netzgetrennter Batterieversorgung für die Beleuchtung. Die experimentelle Anordnung wird ausführlich in **Grunwald (1998)** beschrieben.

Vor Beginn und nach Abschluß der haptischen Testanforderungen erfolgte eine 5minütige Ruheableitung bei geschlossenen Augen. Die Aufzeichnung des EEG während der Ruhe- und Testphase erfolgte kontinuierlich, wobei der Beginn sowie der Abschluß der Exploration durch ein

Triggersignal des Sensorsystems zur Zeitmessung an das EEG-Gerät übertragen wurde (Kanal 23). Während der Reproduktionsphasen (zeichnerische Wiedergabe) wurde das EEG aufgrund von störenden motorischen Einflüssen nicht aufgezeichnet. Die weitere Verarbeitung und Parametrisierung der EEG-Daten wurde mit dem EEG-Analyseprogramm EEGA von **Rost et al. (1992)** durchgeführt. Dabei wurde das EEG der Untersuchungsphasen - Referenzphasen 1-2 (Ruhe mit geschlossenen Augen), Explorationsphasen 1-6 (haptische Exploration) - fortlaufend, ohne Überlappungen in EEG-Sweeps segmentiert. Nach vollständiger Segmentierung jeder Versuchsphase wurden die EEG-Sweeps visuell überprüft. EEG-Sweeps mit Artefakten wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Für artefaktfreie EEG-Sweeps wurde das EEG-Signal kanalweise Fourier transformiert (Wurzel-2-FFT) und die spektrale Leistung (Power) für 5 Frequenzbereiche berechnet (Theta: 4-8 Hz, Alpha: 8-13 Hz, Alpha1: 8-10 Hz, Alpha2: 10-13 Hz, Beta1: 13-18 Hz, Beta2: 18-24 Hz).

Für die Überprüfung der eingangs formulierten Hypothese wurden für die weitere Parameterauswertung nur die Daten der Theta-Leistung (absolute Power) verwendet. Zur weiteren Datenauswertung wurden die berechneten Parametersätze pro EEG-Sweep in das Datenformat des Programmpakets SPSS für Windows 6.0.1 überführt. Vor der Berechnung der mittleren spektralen Leistung wurden die Rohwerte pro Versuchsperson und Kanal über alle Versuchsphasen z-transformiert ( $m = 0$ ,  $sd = 1$ ). Im Anschluß daran erfolgte die Bildung der mittleren spektralen Leistung pro Person und Kanal, wobei die EEG-Sweeps der Testphasen sowie der Ruhephasen separat gemittelt wurden. Für die gruppenstatistische Auswertung (KO-AN) wurden somit die mittleren z-transformierten spektralen Leistungswerte der Versuchsphase «Exploration» und «Ruhe» der einzelnen Versuchspersonen genutzt.

## 2.4 Auswertung

Aufgrund der Stichprobengröße und Verteilungscharakteristik wurden zur Überprüfung der Gruppendifferenzen parameterfreie Verfahren genutzt. Bei Gruppenvergleichen der EEG-Parameter innerhalb der Patienten- und Kontrollgruppe ( $AN_{Ruhe}-AN_{Haptik}$  und  $KO_{Ruhe}-KO_{Haptik}$ ) wurde der Rangtest von Wilcoxon (zweiseitige Fragestellung) verwendet. Für die Prüfung der Gruppendifferenzen zwischen Kontroll- und Patientengruppe ( $KO_{Ruhe}-AN_{Ruhe}$ ,  $KO_{Haptik}-AN_{Haptik}$ ) wurde der Prüftest von Mann-Whitney (zweiseitig) genutzt. Zur Beschreibung der Zusammenhänge zwischen den Leistungsgrößen Reproduktionsgüte, IQ, BMI und Explorationszeit (ET) wurde das lineare Regressionsmodell verwendet.

Die Ergebnisse der statistischen Einzelvergleiche pro EEG-Kanal werden durch probability-maps dargestellt (Petsche et al., 1989). Hierbei werden die Irrtumswahrscheinlichkeiten pro Test durch offene ( $\square$ ) oder geschlossene ( $\blacksquare$ ) Quadrate gekennzeichnet, die sich hinsichtlich der Größe unterscheiden. Die Größe ist abhängig von der erreichten Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p \leq 1\%$ ,  $p \leq 5\%$ ,  $p \leq 10\%$ ,  $p > 10\%$  {n.s.}). Entsprechend der Fragestellungen kennzeichnet ein offenes Quadrat die signifikante Abnahme bzw. die größere spektrale Leistung. Ein geschlossenes



Quadrat zeigt die signifikante Zunahme der spektralen Leistung bzw. die geringere über der relevanten Elektrode an. Ein Punkt (•) kennzeichnet nicht-signifikante Differenzen ( $p > .09$ ).

### 3. Ergebnisse

#### Reproduktionsgüte

Der Vergleich der haptischen Reproduktionsleistungen zwischen der Patienten- und Kontrollgruppe ergab signifikante Unterschiede. Die Reproduktionsgüte der Patientengruppe war jeweils deutlich schlechter im Vergleich zur Kontrollgruppe (**Tab. 1**). Der statistische Vergleich der mittleren Ratingscores der Untersuchungsgruppen ergab einen Prüfunterchied mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p = .005$ . Aufgrund dieser Befunde kann die experimentelle Hypothese angenommen werden. Die Reproduktionen der Untersuchungsgruppen werden in der **Abbildung 3a,b** dargestellt.

#### **Tabelle 1. Gruppenmittelwert, Standardabweichung der Untersuchungsgruppen sowie Irrtumswahrscheinlichkeiten aus den statistischen Gruppenvergleichen**

[View as HTML](#)

#### **Abbildung 3. Verkleinerte Darstellung (170%) der Reproduktionen der Kontrollgruppe (a) sowie der Patientengruppe (b)**

#### **Reproduktionsgüte bei AN in Abhängigkeit vom BMI und der Erkrankungsdauer (ED)**

Die Güte der Reproduktionen (RG) der anorektischen Patienten war unabhängig vom BMI. Die lineare Regressionsanalyse ergab; RG-BMI:  $r^2 = 0,060$ ,  $b_0 = 16,0728$ ,  $b_1 = -0,5943$ ,  $p = .418$ . Ebenso konnte keine lineare Beziehung zwischen der Erkrankungsdauer (ED) und der Reproduktionsgüte beobachtet werden; RG-ED:  $r^2 = 0,053$ ,  $b_0 = 1,8685$ ,  $b_1 = 1,9577$ ,  $p = .449$ .

#### **Explorationszeit, BMI, IQ**

Hinsichtlich der benötigten Explorationszeit und des allgemeinen Intelligenzniveaus (IQ) zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede. Der Vergleich des Body Mass Index (BMI) zwischen der Kontroll- und Patientengruppe ergab signifikante Gruppenunterschiede. Der Body Mass Index war in der Kontrollgruppe deutlich höher im Vergleich zur Patientengruppe (**Tab. 1**).

#### **Reproduktionsgüte in Abhängigkeit vom IQ und der Explorationszeit**



Die Überprüfung der Fragestellung, mit welchem der erhobenen Parameter die Reproduktionsgüte im haptischen Test in Zusammenhang steht, erfolgte mittels eines linearen Regressionsmodells. Es konnte gezeigt werden, daß zwischen der Explorationszeit (ET) und der Reproduktionsgüte (RG), sowie zwischen dem IQ (IQ) und der Reproduktionsgüte kein linearer Zusammenhang besteht ([ET-RG:  $r^2 = 0,001$ ,  $b_0 = 2,01$ ,  $b_1 = -0,0003$ ,  $p = .02$ ], [IQ-RG:  $r^2 = 0,110$ ,  $b_0 = 4,04$ ,  $b_1 = -0,018$ ,  $p = .097$ ]).

## Spektrale Theta-Leistung des EEG

Der Vergleich der spektralen Leistung erfolgte im Theta-Frequenzbereich für die Versuchsphasen «Ruhe, geschlossene Augen» sowie für «haptische Exploration, geschlossene Augen». Die Ergebnisse für die Intergruppenvergleiche ( $KO_{Ruhe}-AN_{Ruhe}$ ;  $KO_{Haptik}-AN_{Haptik}$ ) werden in **Abbildung 4 a,b** und die der Intragruppenvergleiche  $AN_{Ruhe}-AN_{Haptik}$  und  $KO_{Ruhe}-KO_{Haptik}$  werden in **Abbildung 4d,c** als probability-map dargestellt. Das erreichte Signifikanzniveau pro Einzeltest und die Richtung der Parameterunterschiede wird in **Tabelle 2** dargestellt. Es wird deutlich, daß im Gegensatz zur Kontrollgruppe die Theta-Leistung während haptischer Explorationsanforderungen bei der Patientengruppe über dem gesamten Kortex - mit Ausnahme des frontalen Kortex - deutlich abfällt (**Abb. 4d**). Einen signifikanten Abfall der spektralen Leistung während der haptischen Exploration konnte in der Kontrollgruppe nur über dem okzipitalen Ableitpunkt O1 beobachtet werden (**Abb. 4c**). Der Vergleich der Untersuchungsgruppen hinsichtlich der beiden Versuchsphasen (Ruhe und Haptik) zeigte eine erhöhte spektrale Theta-Leistung der Patientengruppe während der Ruhephase über parieto-zentralen und parietalen (Pz, T6) Gebieten (**Abb. 4a**). Während der haptischen Exploration zeigten die anorektischen Patientinnen eine deutlich geringere Theta-Leistung über parieto-okzipitalen Gebieten mit verstärkter Ausprägung über dem rechten parietalen Kortex (**Abb. 4b**). Unter Verwendung der Bonferoni-Korrektur ( $\alpha' = 0,025$ ) kann die statistische Hypothese einer gleichen Rangverteilung der Theta-Leistung über dem rechten parietalen Kortex während haptischer Exploration zwischen den Untersuchungsgruppen abgelehnt werden. Zieht man zur deskriptiven Bewertung dieser Ergebnisse die Einzeltests des Ruhevergleichs zwischen den Untersuchungsgruppen hinzu (**Abb. 4a**), wird deutlich, daß sich die geringere spektrale Leistung während der haptischen Exploration auch über zentro-parietale Gebiete erstreckt. Somit konnte gezeigt werden, daß anorektische Patienten während haptischer Explorationsanforderungen eine deutlich geringere Theta-Aktivität über dem rechten parietalen Kortex generieren. Dieses Ergebnis bestätigt die experimentelle Hypothese.

**Abbildung 4. Probability map der Einzelvergleiche (KO: Kontrollgruppe, AN: Anorexia nervosa Patienten) pro Kanal für die spektrale Theta-Leistung in den Versuchsphasen Haptische Exploration und Ruhe**

**Tabelle 2. Irrtumswahrscheinlichkeiten (p) der Einzeltests pro Kanal für den Inter- und Intragruppenvergleich hinsichtlich der Versuchsbedingungen. Die Richtung der Pfeile gibt an: für KO-AN (↑ / ↓ höhere oder niedrigere Theta-Leistungen der AN gegenüber KO), für KO-KO und AN-AN (↑ / ↓ Zunahme oder Abfall der Theta-Leistung unter der haptischen Versuchsbedingung im Vergleich zur Ruhesituation)**

[View as HTML](#)

## 4. Diskussion

Der Vergleich der *Reproduktionsleistungen* zwischen gesunden Probanden und anorektischen Patientinnen ergab deutliche Unterschiede bei der Verarbeitung haptischer Informationen. Die untersuchten anorektischen Patientinnen zeigten schlechtere Reproduktionsleistungen des haptischen Testmaterials im Vergleich zur Kontrollgruppe. Ein Zusammenhang zwischen der Reproduktionsgüte und der benötigten Explorationszeit sowie dem IQ konnte nicht festgestellt werden. Somit kann nicht davon ausgegangen werden, daß die geringeren Testleistungen der Patientinnen mit einem niedrigen Intelligenzniveau oder einer kürzeren Explorationszeit korrespondieren. Weiterhin sind unterschiedliche Vorerfahrungen mit dem Testmaterial auszuschließen. Sowohl die Kontroll- als auch die Patientengruppe hatte nur im Rahmen der experimentellen Untersuchung mit dem Stimulusmaterial Kontakt. Ein prä-experimenteller Erfahrungsbereich mit den verwendeten Tiefenreliefs aus dem alltäglichen Leben ist sehr unwahrscheinlich.

Die Reproduktionsleistungen zeigen, daß die verzerrte Wiedergabe vorwiegend bei komplexen Stimuli auftritt. Einfache Strukturen (z.B. Trapez) werden relativ adäquat erfaßt. Die Anforderungen an die sensorische Integration sind bei diesen Stimuli deutlich geringer. Entsprechende Defizite können durch verschiedene Strategien korrigiert werden. Einerseits sind diese Stimuli durch einen geringeren Informationsumfang gekennzeichnet und andererseits besteht die Möglichkeit einer semantischen Unterstützung während der Exploration. Bei drei anorektischen Patientinnen (kup, kuh, tor) wird jedoch deutlich, daß selbst der einfachste Stimulus nicht adäquat erfaßt wurde. Die Verzerrungen bei der Wiedergabe der Stimulistrukturen sind im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Stimuluselemente isoliert und ohne strukturellen Zusammenhang wiedergegeben wurden. D.h., die Gesamtstruktur des Stimulus wird intern nicht zu einem geschlossenen Perzept integriert, sondern durch die Wiedergabe zum Teil erheblich diffuser Einzelmerkmale ersetzt. Aufgrund der vielfältigen Befunde zum kognitiven Status anorektischer Patienten kann nicht angenommen werden, daß hierfür Aufmerksamkeits- oder Gedächtnisdefizite verantwortlich sind (**Pendleton-Jones et al., 1991; Kaye et al., 1995; Bradley et al., 1997; Schmidt et al., 1997**).

Auf deskriptivem Niveau konnte zudem beobachtet werden, daß die Mehrzahl der Reproduktionen in der Patientengruppe gegenüber der Kontrollgruppe deutlich kleiner ausfallen. Über die möglichen Ursachen können an dieser Stelle aufgrund fehlender Vergleichsstudien - z.B. zu feinmotorischen oder graphomotorischen Leistungen und ihre Beziehung zu Persönlichkeitsdimensionen bei AN - keine Aussagen getroffen werden.

Unabhängig von der gruppenstatistischen Betrachtung der Reproduktionsergebnisse zeigten die Ergebnisse der anorektischen Patienten interindividuelle Unterschiede. Diese Beobachtungen könnten möglicherweise von prognostischer Bedeutung sein. Gegenwärtig, aufgrund der begrenzten Fallzahl und fehlender Längsschnittdaten, können hierzu jedoch keine Aussagen getroffen werden.

Die Untersuchung der *hirnelektrischen Aktivität* mittels spektraler Parameter (absolute Leistung im Theta-Band) zeigte die erwarteten Veränderungen. Es konnte beobachtet werden, daß die Theta-Leistung während haptischer Explorationsanforderungen über dem rechten parietalen Kortex in der Patientengruppe gegenüber der Kontrollgruppe deutlich geringer ausgeprägt war. Im Gegensatz hierzu war die Theta-Leistung der Patientengruppe während der Ruhephase gegenüber der Kontrollgruppe an zwei Ableitpunkten deutlich erhöht (Pz, T6). Der Vergleich der spektralen Leistung innerhalb der Untersuchungsgruppen bezüglich der Versuchsphasen (Ruhe-Haptik) zeigte eine global verteilte Abnahme der Leistung während der haptischen Anforderungen bei der Patientengruppe. Der entsprechende Vergleich der spektralen Leistung für die Kontrollgruppe ergab eine Abnahme der Leistung über einem Ableitpunkt (O1). Diese Parameteränderungen innerhalb der Patientengruppe deutet auf ein verstärktes Aktivierungsniveau während der haptischen Explorationsanforderungen hin. Wie Untersuchungen von **Bösel (1993)**, **Rösler et al. (1993)**, **Pennekamp et al. (1994)**, **Schupp et al. (1994)** und **Rescher et al. (1996)** gezeigt haben, korrespondiert eine Abnahme der Theta-Leistung über posterioren Kortexgebieten während perzeptiv-kognitiver Anforderungen mit Verarbeitungs- und insbesondere mit sensorischen Integrationsprozessen. Die zu beobachtende Umverteilung der kortikalen Aktivität richtet sich hierbei nach dem erforderlichen kognitiven Aufwand, der für die Bewältigung der Anforderung erbracht werden muß (**Grunwald, 1998; Grunwald et al., 1999**). Die verstärkten Aktivitätsänderungen im Theta-Band lassen auf einen generell erhöhten perzeptiv-kognitiven Aufwand der anorektischen Patientinnen während der Testanforderungen schließen. Die Befunde aus dem Intergruppenvergleich der spektralen Leistung während der haptischen Anforderungen zeigen, daß offenbar der parietale Kortex in besonderer Weise aktiviert wird. Es konnte eine deutlich geringere Theta-Leistung der Patientengruppe im Vergleich zu den Kontrollpersonen beobachtet werden, die jedoch nicht bilateral verteilt war. Vielmehr zeigte sich, daß die verstärkten Leistungsabnahmen über dem rechten parietalen Kortex dominanter auftraten. Wie bereits erwähnt, ist dieses Kortexgebiet wesentlich an der Verarbeitung somatosensorischer Informationen beteiligt. Eintreffende Informationen über die Bewegung und Stellung der Gliedmaßen sowie über Berührungsreize werden unter Mitwirkung des rechten Parietallappens zu einem Gesamtperzept integriert. Die verstärkte Aktivierung dieses Gebietes

während haptischer Explorationsanforderungen bei anorektischen Patientinnen deutet darauf hin, daß die Verarbeitung der stimulusbezogenen und körpereigenen Informationen mit einer erhöhten Ressourcenbeanspruchung verbunden war. Die starke rechtshemisphärische Desynchronisation im Theta-Band über dem parietalen Kortex kann somit als Ausdruck intensiver multisensorischer Integrationsprozesse während der haptischen Exploration verstanden werden (**Posner & Petersen, 1990; Weiss et al., 1995**). Das Ergebnis dieses Prozesses - wie die Reproduktionen der anorektischen Patientinnen zeigen - ist jedoch nicht stimulusadäquat. Offensichtlich werden im Rahmen der multisensorischen Integrationsprozesse des parietalen Kortex nur einzelne Stimuluselemente erfaßt und es gelingt nicht, die Einzelinformationen zu integrieren. Die beobachtete Theta-Aktivität über dem rechten Parietallappen könnte somit als kortikaler Erregungsprozess verstanden werden, der dem Versuch dient, durch verstärkte Aktivierung relevanter Kortexgebiete ein funktionales Defizit auszugleichen.

Der gegenwärtige Kenntnisstand erlaubt die Aussage, daß bei Anorexia nervosa Leistungsdefizite im Bereich der haptischen Wahrnehmung vorliegen. Weiterhin deuten die korrespondierenden EEG-Befunde darauf hin, daß ein Zusammenhang zwischen der verstärkten Aktivierung des rechten parietalen Kortex und den verminderten haptischen Wahrnehmungsleistungen besteht. Bezogen auf den Verarbeitungsprozeß haptischer Informationen nehmen wir an, daß den Beobachtungen insbesondere ein Defizit im Rahmen multisensorischer Integrationsprozesse zugrunde liegt, die nach neuropsychologischen Kenntnissen vorwiegend im rechten parietalen Kortex organisiert werden. Diese Leistung, die eine grundsätzliche perzeptiv-kognitive Voraussetzung für die adäquate Verarbeitung körpereigener räumlicher Informationen darstellt, erscheint bei anorektischen Patienten gestört. Aus diesen Annahmen leiten wir die Hypothese ab, daß für die beobachteten Leistungsdefizite der anorektischen Patientinnen eine funktionelle Störung des rechten parietalen Kortex verantwortlich ist. Es ist jedoch aufgrund des gegenwärtigen Kenntnisstandes nicht möglich, abschließende Aussagen über die Ursachen der haptischen Wahrnehmungsveränderungen bei Anorexia nervosa zu treffen. In weiteren Untersuchungen muß geklärt werden, ob diese Leistungsdefizite für Anorexia nervosa Patientinnen spezifisch sind und in welchem Ausmaß die Effekte von Faktoren wie z.B. dem Körpergewicht, der Medikation, der motorischen Koordinationsleistungen oder der Dauer der Erkrankung abhängig sind. Weiterhin sollte in Folgestudien der Zusammenhang zwischen der veränderten Körperwahrnehmung und den haptischen Wahrnehmungsleistungen überprüft werden. Nach unserer Auffassung könnte die Untersuchung der haptischen Wahrnehmung bei Anorexia nervosa als vereinfachtes Modell multisensorischer Integrationsprozesse genutzt werden und einen nützlichen Beitrag zur Ursachenforschung der Körperschemastörungen leisten.

Für die Unterstützung der Untersuchungen wird den Mitarbeitern der Zentralwerkstatt des Klinikums der Friedrich-Schiller-Universität Jena sowie den EEG-Assistentinnen Frau Thomas und Frau Kraft gedankt. Die Untersuchung wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsinitiative Eißstörungen e.V. unterstützt.

Dr. Grunwald Martin, Klinik für Psychiatrie, EEG-Forschungslabor, Universität Leipzig,  
Emilienstraße 14, D-04107 Leipzig, 0341 97 24 502, 0341 97 24 509, mgrun@medizin.uni-  
leipzig.de

## Hilfe & Kontakt

[Kontakt](#)

[FAQ](#)

[Service](#)

## Rechtliche Informationen



[Datenschutzerklärung](#)

[AGB mit Widerrufsbelehrung](#)

[Nutzungsbestimmungen](#)

[Impressum](#)

## Weitere Angebote

[Hogrefe Webshop](#)

[Hogrefe eLibrary](#)

[DORSCH Online](#)

[CHPD Online](#)

[Psychlehrbuchplus](#)

## Unsere Partner

[CrossRef](#)

[Counter](#)

[Portico](#)

[ScienceOpen](#)

[Hinari](#)



© 2021 Hogrefe. Alle Rechte vorbehalten.  
Powered by Atypon® Literatum

