

Aus der Klinik für Neurologie
der Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. med. Thomas Münte

**Die Auswirkungen des Sättigungszustandes auf
die selektive Aufmerksamkeit bei
der Präsentation von Nahrungsabbildungen.**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck
-Aus der Sektion Medizin-

vorgelegt von
Louisa Anna Paula Müller-Miny
aus Bonn
Lübeck 2020

1. Berichterstatterin/Berichterstatter: Prof. Dr. med. Thomas Münte
 2. Berichterstatterin/Berichterstatter: Prof. Dr. med. phil. Erich Kasten
- Tag der mündlichen Prüfung: 05.01.2021
- Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 05.01.2021

Promotionskommission der Sektion Medizin

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	7
1 Einleitung	8
1.1 <i>Aktueller Stand der Forschung</i>	9
1.1.1 Sättigung und ihre Regulation	9
1.1.2 Aufmerksamkeit	10
1.1.2.1 Allgemeine Systematik der Aufmerksamkeit	10
1.1.2.2 Flaschenhalsproblem	11
1.1.2.3 Filterung - Die Lösung des Flaschenhalsproblems	11
1.1.2.4 Selektive Aufmerksamkeit	12
1.1.2.5 Visuelle Aufmerksamkeit	13
1.1.4 Elektrophysiologische Korrelate	15
1.1.4.1 EKP	15
1.1.4.3 N1	16
1.1.4.4 N2pc	17
1.1.4.5 Parallelen in der Nahrungs- und Aufmerksamkeitsforschung	18
1.2 <i>Hypothese und Fragestellung</i>	20
1.3 <i>Klinische Relevanz</i>	21
2 Material und Methoden	23
2.1 <i>Studiendesign</i>	23
2.2 <i>Versuchsteilnehmerinnen</i>	23
2.3 <i>Versuchsaufbau</i>	25
2.4 <i>EEG- Ableitung</i>	27
2.5 <i>Prozessieren der EEG Daten</i>	28
2.5.1 <i>Artefaktanalyse</i>	28
2.6 <i>Fragebogen zum Essverhalten (FEV)</i>	30
2.7 <i>Inventory of Depressive Symptomatology (IDS)</i>	33
2.8 <i>Statistik</i>	34
3 Ergebnisse	36
3.1 <i>Reaktionszeiten</i>	36

3.2 Anzahl von ausgelassenen Zielreizen	38
3.3 EKP	40
3.3.1 Varianzanalyse	40
3.3.1.1 Zielreiz	41
3.3.1.2 kein Zielreiz.....	42
3.3.1.3 Zielreizdistraktor.....	43
3.3.2 t-Test	45
4 Diskussion	46
4.1 Ergebniszusammenfassung.....	46
4.2 Reaktionszeiten	47
4.2.1 Einfluss der Hypoglykämie	47
4.2.2 Einfluss der unterschiedlichen Abbildungen	47
4.2.3 Einfluss der Hemisphärenseite.....	49
4.3 Anzahl von ausgelassenen Zielreizen	50
4.4 N2pc.....	50
4.4.1 Einfluss der Sättigung	50
4.4.2 Einfluss der evolutionären Komponente.....	51
4.4.3 Einfluss des Belohnungssystems	53
4.4.4 Einfluss von Abhängigkeitssubstanzen.....	55
4.5 Frühere Aufmerksamkeitsallokation	56
4.6 Limitationen	57
4.6.1 Probandinnenkollektiv	57
4.6.2 Ernährungsart.....	57
4.6.3 Aufgabenmethodik.....	58
4.6.3.1 Paradigma.....	58
4.6.3.2 Fragebögen.....	59
4.6.3.3 Lerneffekt	59
4.6.4 Augentracking	59
4.6.5 Sättigungsgrad.....	60
4.7 Ausblick	60
4.8 Beantwortung der Fragestellung	61
5 Zusammenfassung	62
6 Literaturverzeichnis	64

7 Anhang	75
Danksagung.....	91
Lebenslauf	92

Abkürzungsverzeichnis

AEP	Akustisch evozierte Potentiale
Ag-ACI	Silber/ Silberchlorid
Area 19.....	sekundäre und tertiäre Sehrinde
BMI.....	Body Mass Index
D2 Rezeptor	Dopaminrezeptor
EEG.....	Elektroenzephalogramm
EKP	Ereigniskorreliertes Potential
EOG	Elektrookulogramm
FEV	Fragebogen zum Essverhalten
hEOG	horizontales Elektrookulogramm
Hz	Hertz
ICA.....	Independent Component Analysis
IDS.....	Inventory of Depressive Symptomatology
LPP	Late positive Potential
ms	Millisekunden
N. opticus	Nervus opticus
N1pc.....	Negative 1 posterior contralateral
N2.....	Negative 2
N2pc.....	Negative 2 posterior contralateral
OFC.....	orbitofrontaler Kortex
Tr. opticus	Tractus opticus
V1	primäre Sehrinde
vEOG	vertikales Elektrookulogramm
VEP	visuell evozierte Potentiale
Vn.....	nüchterner Versuch
Vs	satter Versuch

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel EKP	16
Abbildung 2: Paradigma.....	26
Abbildung 4: Fragebogen zum Essverhalten- Skala 1	31
Abbildung 5: Fragebogen zum Essverhalten- Skala 2	32
Abbildung 6: Fragebogen zum Essverhalten- Skala 3	33
Abbildung 7: Inventory of Depressive Symptomatology	34
Abbildung 8: Reaktionszeiten	37
Abbildung 9: Anzahl von ausgelassenen Zielreizen	39
Abbildung 10: Ereigniskorrelierte Potentiale.....	40
Abbildung 11: Effekte bei einem Zielreiz	41
Abbildung 12: Effekte ohne einen Zielreiz	42
Abbildung 13: Effekte eines Zielreizdistraktors N1	43
Abbildung 14: Effekte eines Zielreizdistraktors N2pc	44

1 Einleitung

Häufig hängt die Risikofreudigkeit oder der persönliche Einsatz mit der ein bestimmtes Ziel verfolgt wird von der Belohnung ab. Anders ausgedrückt: Die Motivation eine Aufgabe zu lösen, hängt oft von der Belohnung ab, der Motivationalen Salienz. Eine der klassischen Belohnungen ist Nahrung.

Motivationale Magneten lösen in Menschen eine Belohnungserwartung aus. Es sind beispielsweise Abbildungen, die Lust und Motivation, sich eine bestimmte Belohnung zu beschaffen, verstärken (Puglisi-Allegra und Ventura, 2012).

Denn warum kann man die Schokolade nicht liegen lassen, auch wenn man sich vorgenommen hat, gesünder zu essen. Scheinbar hat es nicht nur mit Selbstkontrolle sondern mit der Nahrungsphysiologie zutun (J. E. Blundell und Tremblay, 1995).

Motivationale Magneten wirken auch bei einer unwillkürlichen Wahrnehmung aufmerksamkeits- und verhaltenssteuernd. Sie beeinflussen im Rahmen der „Incentive Saliency Theorie“ die Aufmerksamkeit bei bestimmten Aufgaben deutlich. Die Theorie besagt, dass ein bestimmter Trigger den Willen nach einer bestimmten Belohnung verstärkt (Cameron et al., 2017). Nahrungsabbildungen sind beispielsweise für Menschen motivationale Magneten (DiFeliceantonio und Berridge, 2012). Setzt man dies voraus, ist ebenfalls zu evaluieren, ob die Motivationale Magneten in bestimmten Zuständen oder Situationen ebenfalls verstärkt werden können.

In dieser Studie wird der Effekt von Hunger und Sättigung als Beispiel zweier unterschiedlicher Zustände der Nahrungsregulation auf die selektive Aufmerksamkeit untersucht. Dabei wurden als Parameter für die selektive Aufmerksamkeit Ereigniskorrelierte Potentiale (EKP) und im speziellen die Aufmerksamkeitskomponente der N2pc verwendet. Dafür sind die Reaktionszeiten und parallel dazu die aus dem Elektroenzephalogramm (EEG) extrahierten Ereigniskorrelierten Potentiale (EKP) von Probandinnen gemessen worden. Dies erfolgte mithilfe eines Paradigmas mit ablenkenden Reizen (Distraktoren), wofür eine hohe visuelle Aufmerksamkeitsausrichtung erforderlich ist.

Es wird in dieser Einleitung zunächst der Einfluss von Hunger und Sättigung auf die Reaktionsgeschwindigkeit und vor allem auf die Aufmerksamkeit aufgezeigt. Später wird eine Einführung in die visuelle Aufmerksamkeit gegeben und dargestellt, warum das gewählte Paradigma spezifische Komponenten der Ereigniskorrelierten Potentiale hervorruft, die als Marker für die zugrundeliegenden Aufmerksamkeitsprozesse dienen können. Zuletzt wird die Mittelung eines EKP's erklärt, die N2pc als eine Komponente des EKP's dargestellt und der mögliche Einfluss der Sättigung auf die N2pc erklärt.

1.1 Aktueller Stand der Forschung

1.1.1 Sättigung und ihre Regulation

Sättigung ist das Verlangen, die Nahrungsaufnahme zu beenden (The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2017). Die führenden Grundsätze der Regulation von Sättigung wurden von einem homöostatischen Modell abgeleitet. Die Homöostase ist ein selbstregulierender Prozess eines offenen dynamischen Systems, mit dessen Hilfe biologische Systeme Stabilität aufrechterhalten (The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2018). Die Systeme im Körper stehen in einem ausgeglichenen Zustand, der durch den Prozess der Homöostase hergestellt wird (Bernard, 1878). Bei einem bestimmten Sollwert der Essenszufuhr und Energiebilanz wird der Organismus aufhören, weiteres Essen zu verlangen. Schon früh zeigte sich, dass Glukose die Nahrungsaufnahme steuert (Mayer, 1953). Ebenfalls wurde der Einfluss von Hormonen als kompensierender Faktor in einer negativen Feedback Schleife beschrieben. Sowohl Leptin, Insulin als auch Glucagon können das Sättigungsgefühl stark verändern.

Die Signale der Peripherie über Hunger und Sättigung erreichen das Gehirn durch eine Vielzahl von Hormonen, die durch das gastrointestinale System (z.B. Ghrelin, Insulin) und das weiße Fettgewebe (u.a. Adiponektin, Nesfatin, Leptin) ausgeschüttet werden (Heisler und Lam, 2017).

Das Sättigungs- und Hungerzentrum wird zu Teilen aus dem ventromedialen und lateralen Hypothalamus (Anand und Brobeck, 1951) gebildet. Auch andere Regionen, wie die Amygdala, die Area postrema und der Nucleus tractus solitarius spielen eine Rolle in der Regulation.

Wenngleich homöostatische Prozesse eine hervorragende Rolle bei der Regulation der Nahrungsaufnahme spielen, sind auch weitere Prozesse involviert, die letztlich auch dazu führen, dass Menschen, aber auch andere Organismen, zum Teil deutlich mehr Nahrung zu sich nehmen, als dies dem Energiebedarf entspricht. So kommt hedonischen Prozessen, die über das Belohnungssystem des Gehirns reguliert werden, eine überragende Rolle zu. Es besteht nach den Forschungen der letzten 20 Jahre kein Zweifel mehr, dass Nahrung als Belohnungs- und Verstärkerreiz dient (Lee und Dixon, 2017) .

Schließlich sind auch Gewohnheiten, die über viele Jahre etabliert werden und somit die Nahrungsaufnahme auch bei fehlendem Energiebedarf aufrechterhalten, bedeutsam für eine exzessive Nahrungsaufnahme (C. F. Moore et al., 2017).

Trotz eines vermehrten Verständnisses der Sättigungsphysiologie fehlen noch immer erfolgreiche Möglichkeiten in dieses System einzugreifen. Dies hätte große Auswirkungen auf die Behandlung von Übergewicht (Hussain und Bloom, 2013).

1.1.2 Aufmerksamkeit

1.1.2.1 Allgemeine Systematik der Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit ist der Prozess, sich einem bestimmten Reiz oder Vorgang mit einer gewissen Anstrengung oder Konzentration zuzuwenden und dabei anderes zu ignorieren. Dieser Vorgang wurde erstmalig von William James in dieser Form beschrieben (James, 1890). Aufmerksamkeit als Überbegriff hat viele Teilaspekte z.B. die selektive Aufmerksamkeit, Daueraufmerksamkeit, Alertness, Vigilanz, spatiale Aufmerksamkeit, objektgebundene Aufmerksamkeit und geteilte Aufmerksamkeit (Posner und Petersen, 1990; Posner und Rothbart, 2007; Tsotsos, 2019), die auch auf unterschiedliche Weise verarbeiten und wirken.

In dieser Arbeit wird sich vor allem auf die selektive Aufmerksamkeit im Rahmen dieser Studie konzentriert. Da die mentale Kapazität des kognitiven Systems begrenzt ist, ist eine Auswahl von Informationen notwendig. Diese Auswahl bezeichnet man als selektive Aufmerksamkeit. Je nach Komplexität brauchen verschiedene Vorgänge mehr oder weniger Aufmerksamkeit. Durch Übung ist es jedoch auch möglich, dass weniger Aufmerksamkeit gebraucht wird und der Vorgang automatisiert werden kann (Schneider und Shiffrin, 1977).

1.1.2.2 Flaschenhalsproblem

Das Problem in der Aufmerksamkeitsverarbeitung liegt darin, dass deutlich weniger Eindrücke und Reize verarbeitet als aufgenommen werden können und sich dadurch ein sogenanntes Flaschenhalsphänomen ergibt. Es muss selektiert werden, welche Reize verarbeitet und welche nicht bemerkt werden sollen (D. Broadbent, 1958; Lachter et al., 2004). Dafür sind zunächst die verschiedenen Arten der Aufmerksamkeit mit ihren unterschiedlichen Mechanismen zuständig. Es gibt zwei wichtige Mechanismen: Der erste ist der „Top Down“ Mechanismus. Hier wird explizit nach bestimmten Objekteigenschaften gesucht. Der zweite ist der „Bottom Up“ Mechanismus (Katsuki und Constantinidis, 2013). Dieser kommt zum Tragen, wenn man ein herausstechendes Objekt wahrnimmt und es durch dieses Herausstechen registriert, jedoch nicht genau nach diesem Objekt sucht.

Während der Top Down Mechanismus bewusst aktiviert werden kann, zeigt der Bottom Up Mechanismus häufig einen reflexiven Charakter, beispielsweise bei einer Bewegung, die man aus dem Augenwinkel wahrnimmt.

Beide Mechanismen können jedoch auch zusammenwirken. Während bei dem Bottom Up Mechanismus bestimmte Merkmale alleinig präattentiv bemerkt werden, wird der Top Down Mechanismus nur attentiv verwendet (Treisman und Gelade, 1980). Dabei soll der Bottom Up Mechanismus schon früh in die Informationsverarbeitung eingreifen, während der Top Down Mechanismus erst später dominiert (Hopfinger und West, 2006).

1.1.2.3 Filterung - Die Lösung des Flaschenhalsproblems

Um die Informationsflut bewältigen zu können, werden die Eindrücke gefiltert und selektiert. Bestimmte Informationen konnten Probanden aufnehmen, während sie sich an andere nicht erinnern konnten (Cherry, 1953). Es stellte sich daraufhin die Frage, wo der Ort und Zeitpunkt der Filterung lag und durch welche Mechanismen Informationen selektiert werden.

Initial wurde bestätigt, dass ein Filter schon früh im Aufmerksamkeitsverarbeitungsprozess eingesetzt wird. Dies geschieht zum Beispiel, indem auditive Informationen nach ihrer Lautstärke und Tonhöhe selektioniert werden (D. Broadbent, 1958). Nur wenn die Aufmerksamkeit bereits auf diesen Reiz gerichtet ist (attendierter Reiz) passiert er diesen Filter. Eigene Namen konnten allerdings in ca. 1/3 der Fälle von Probanden auch erkannt werden

auch wenn sie diese Unterhaltung nicht attendierten (Moray, 1958). Für verschiedene Informationen gibt es unterschiedlich hohe Aufmerksamkeitsschwellen (Treisman, 1960; Treisman, 1964). Diese Filterung soll dazu dienen, präattentive in attentive Informationen umzuwandeln und sie so dem Bewusstsein zuzuführen (Neisser, 1967). Die präattentiven Informationen werden durch den Prozess der Filterung akkumuliert, während die attentiven Informationen die Informationen nach der Filterung darstellen. Für etwas Relevantes, wie den eigenen Namen, ist diese Umwandlungsschwelle niedrig, sodass man ihn auch bei einer größeren Informationsflut schneller und häufiger bemerkt. Im Gegensatz dazu fällt beispielsweise das Wort Baum häufig unbeachtet, da die Schwelle für neutrale Reize höher liegt.

Dieses Phänomen wurde in der Merkmalintegrationstheorie zusammengefasst (Treisman und Gelade, 1980). In der Merkmalintegrationstheorie wird die präattentive und attentive Phase genauer charakterisiert. In der präattentiven Phase laufen Prozesse parallel und unbewusst ab. Erst danach beginnt die attentive Phase, in der Prozesse zielgerichtet zu einem Objekt zusammengesetzt und bewusst verarbeitet werden können. Dadurch dauert diese Phase allerdings länger. Eine Ausnahme von dieser Art der Informationsverarbeitung ist die Verarbeitung einer geringeren Menge an Informationen. Dabei greift ein späterer Filter, bei dem viele Informationen zunächst aufgenommen (Lavie, 2010) und erst spät selektiert werden.

In einer weiteren Studie wurde die Modulation dieser verschiedenen Filterungen untersucht. Es wurde herausgefunden, dass die Aufmerksamkeit nicht nur in eine Richtung verläuft. Der erste Punkt der Sehbahn, an dem ein Feedback Mechanismus möglich ist, ist das Corpus geniculatum laterale. In ihm findet die Umschaltung vom ersten auf das zweite Neuron der Sehbahn statt, hier hat die Aufmerksamkeit einen Einfluss auf die weitere Verarbeitung von Objekten (O'Connor et al., 2002). Dies lässt darauf schließen, dass auch die präattentive Phase von Aufmerksamkeit beeinflusst werden kann (Kastner und Pinsk, 2004).

1.1.2.4 Selektive Aufmerksamkeit

Es wurde gezeigt, dass verschiedenen Arten der Aufmerksamkeit in verschiedenen Hirnarealen verarbeitet werden (Michael I. Posner und Rothbart, 2007). Beispielsweise ist die

Wachsamkeit mit dem Neurotransmitter Noradrenalin assoziiert und zeigt eine Aktivität im Hirnstamm, im rechten Frontallappen und in Teilen des Parietallappens. Die ausführende Aufmerksamkeit, zu der die selektive Aufmerksamkeit gehört, ist assoziiert mit dem Neurotransmitter Dopamin und zeigt im anterioren cingulären Kortex, im präfrontalen Kortex und in den Basalganglien seine Hauptaktivität. Diese Areale dienen nicht nur der Aufmerksamkeit, sondern auch unter anderem dem Abrufen von Erinnerungen (Nee und Jonides, 2008).

Bestimmte Aspekte der visuellen selektiven Aufmerksamkeit werden auch „spotlight attention“ genannt. Sie ist einem Scheinwerfer ähnlich vorstellbar, der ein Bild sehr schnell absucht. Auch wenn der Fokus in der Mitte des Scheinwerfers liegt und dort die meiste Aufmerksamkeit zentriert ist, können trotzdem periphere Prozesse wahrgenommen werden. Diese Art der Aufmerksamkeit muss keine orientierende Körperbewegung, insbesondere der Augenmuskulatur, beinhalten (Michael I Posner et al., 1980).

Die selektive Aufmerksamkeit kann durch visuelle Reize, aber auch über z.B. akustische oder auch taktile Reize beeinflusst werden. In dieser Arbeit werden nur visuelle Reize verwandt und ausgewertet.

1.1.2.5 Visuelle Aufmerksamkeit

Für die visuelle Aufmerksamkeit ist die Neuroanatomie der visuellen Sehbahn und der Strukturen zur Regulation von Aufmerksamkeit wichtig.

Die visuelle Sehbahn verläuft über verschiedene Wege. Während die medialen Anteile des N. opticus im Chiasma opticum kreuzen und dem kontralateralen Tractus opticus angehören, laufen die lateralen Anteile auf der ipsilateralen Seite im Tractus opticus direkt zum Corpus geniculatum laterale im Thalamus. Dort beginnt das vierte Neuron, das zur retinotopen Area striata führt (V1). Dies ist die primäre Sehrinde, die sich im Okzipitallappen befindet. Von dort aus geht das Signal weiter zu den sekundären und tertiären Sehrinden, die temporoparietal gelegen sind. Die sekundäre Rinde beinhaltet die bewusste Bildverarbeitung, während die Area 19 das optische Erinnerungsvermögen ermöglicht (Trepel, 2017).

Bereits 1909 wurde aber bei Patienten mit Bálint-Holmes Syndrom festgestellt, dass trotz intakter Sehbahn die visuelle Aufmerksamkeit gestört war (Bálint, 1909).

Dafür verantwortlich sind zwischengeschaltete neuroanatomische Strukturen, die eine Rolle in der Aufmerksamkeitsverarbeitung darstellen (Vossel et al., 2014). Sie erfolgt im Wesentlichen im frontalen Augenfeld, den Colliculi superiores, dem Pulvinar thalami und dem Parietallappen (M. I. Posner et al., 1988; M.I. Posner und Petersen, 1990; Michael I. Posner und Rothbart, 2007).

Die visuelle Aufmerksamkeit kann räumlich und zeitlich unterschieden werden. Die visuelle räumliche Aufmerksamkeit umschließt einen bestimmten Raum und die Objekte in diesem Raum können wahrgenommen und prozessiert werden. In diesem Raum kann man sich mit der versteckten Aufmerksamkeit (engl. Covert Attention) und offenen Aufmerksamkeit (engl. Overt Attention) orientieren. Die versteckte Aufmerksamkeit beinhaltet eine Refokussierung der Aufmerksamkeit ohne eine Bewegung der Augen, während die offene Aufmerksamkeit eine Bewegung der Augen beinhaltet (M. Posner und Cohen, 1984). Da eine Sakkade ca. 200 ms dauert, liegt bei der versteckten Aufmerksamkeit häufig weniger Zeit zwischen Trigger und Reiz.

Zur effizienteren Verarbeitung von Reizen wirken in der visuellen räumlichen Aufmerksamkeit weitere Mechanismen. Während manche Informationen beispielsweise durch ihre Farbe und Form, dem „Pop-Out Effekt“, schneller gesehen werden (Treisman und Gelade, 1980), werden sie bei einer großen Ähnlichkeit zwischen Distraktoren und Zielreiz langsamer verarbeitet (Duncan und Humphreys, 1989).

Neben dem Pop-Out Effekt gibt es auch eine Inhibition der Aufmerksamkeit. Dabei ist es schwierig, die Aufmerksamkeit wieder auf eine Stelle zu lenken, von der die Aufmerksamkeit bereits weggelenkt wurde. Dies nennt man Inhibition der Rückkehr (M. Posner und Cohen, 1984). Ein Vorteil besteht darin, Punkte mit einer hohen Salienz, die man schon gesehen und eingestuft hat, nicht immer wieder erneut einstufen zu müssen.

Die visuelle räumliche Aufmerksamkeit hat unterschiedliche Geschwindigkeiten. Während ein bewusstes Absuchen eines Feldes mit einer Top Down Verarbeitung langsamer ist, ist das unbewusste Absuchen (Bottom Up Mechanismus) deutlich schneller (Wolfe et al., 2000). Das heißt, dass wir die gesamte Zeit unbewusst mit einer Art Scheinwerfer die Umgebung absuchen und dieser schneller ist, als wenn wir bewusst versuchen, ein Objekt zu

finden. Korrespondierend dazu wurde bereits 1993 herausgefunden, dass fokussierte visuelle Aufmerksamkeit auch ein Elektrophysiologisches Korrelat hat (Steven J. Luck et al., 1993; Steven J Luck und Hillyard, 1994).

1.1.4 Elektrophysiologische Korrelate

1.1.4.1 EKP

Das Ereigniskorrelierte Potential ist eine geringe Spannungsänderung in einem EEG, die auf einen Reiz folgt. Klinisch werden EKPs beispielsweise als akustisch evozierte Potentiale (AEPs), die durch die Hirnstammaudiometrie eine große klinische Rolle im Neugeborenenhörscreening spielen oder als visuell evozierte Potentiale (VEPs), die in der Diagnostik der Optikusneuritis eine Rolle spielen, benutzt. AEPs und VEPs werden ebenfalls häufig in der Aufmerksamkeitsforschung eingesetzt, da sie den Vorteil einer zeitnahen Lokalisation und einer nicht invasiven Methode besitzen.

Ein Ereigniskorreliertes Potential wird durch mehrere, gemittelte Zeitabschnitte (Epochen) an den verschiedenen Ableitungen erstellt. Über einen Zeitraum wird dem Probanden immer wieder ein bestimmter Stimulus gegeben. Durch die Bildung eines Mittelwertes der Amplituden kann mithilfe des zentralen Grenzwertsatzes das zufällige Rauschen eliminiert werden (Pólya, 1920). Das EKP wird aus dem EEG extrahiert, indem der Spannungsverlauf verschiedener kurzer Epochen gemittelt wird. Das spontane EEG wird dabei herausgemittelt, da es nicht wiederholbar ist. Das Ereigniskorrelierte Potential ist hingegen wiederholbar und kommt nach jedem Stimulus wieder vor. Durch die räumliche und zeitliche Auflösung eines EKPs kann man häufig einzelne Komponenten isolieren.

Es wird zur besseren Ansicht oft in einem Graphen dargestellt (Abb. 1).

Zunächst wird eine Baseline für das EKP aufgebaut. In dem Zeitabschnitt bis zum Zielreiz, kann man häufig Antizipationen für den Zielreiz im EKP sehen. Die ersten Ausschläge nach dem Zielreiz sind Hirnstammpotentiale. Je weiter man in Richtung Kortex geht, desto länger dauert es, bis die Potentiale gebildet werden, z.B. ist ein N2 kortexnaher als N1.

Die Ausschläge, die mit P bezeichnet sind, sind zwei auf der Y-Achse positive Komponenten, während die mit N bezeichneten Komponenten negative Ausschläge darstellen. Die Zahlen geben initial die Millisekunden an, an denen die bestimmte Komponente auftrat. Mittlerweile wird häufig nur die erste Ziffer benutzt, da viele Komponenten in einem Zeitraum

und nicht an einem Zeitpunkt auftreten. Beispielsweise tritt die N2 nicht nur bei 200 ms auf, sondern in einem Zeitraum zwischen 200-350ms.

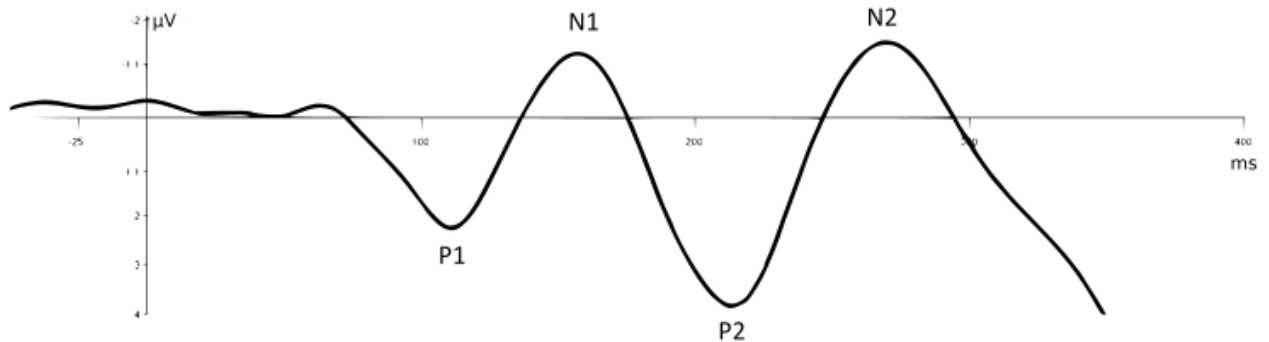


Abbildung 1: Beispiel EKP

Abbildung 1 zeigt ein Ereigniskorreliertes Potential. Auf der x-Achse ist die Zeit in Millisekunden aufgetragen während auf der y-Achse die Spannung aufgezeichnet ist.

1.1.4.3 N1

Die N1 ist ein weiterer elektrophysiologischer Parameter für die selektive Aufmerksamkeit und zeigt sich im EKP als ein Negativer Ausschlag zwischen 120 ms und 200 ms. Sie ist ein Parameter für die Erhöhung der selektiven Aufmerksamkeit (Haider et al., 1964). Im Zusammenhang mit Hunger und Nahrungsaufnahme wurde sie bisher wenig untersucht. Durch ihr frühes Auftreten zwischen 120 ms und 200 ms ist sie der frühen Selektion von Aufmerksamkeit zuzuordnen. Sie ist primär frontal zu erkennen, um sich dann nach okzipital fortzusetzen (Mangun und Hillyard, 1987). Dabei ist eine größere Amplitude bei Zielreizen, die den Probanden wichtig sind, erkennbar (Martínez et al., 2007).

Die N1 wird ebenfalls durch die Farbe und Bewegung des als Zielreiz eingesetzten Objektes beeinflusst. Eine vergrößerte Amplitude entstand dabei durch die korrekte Antwort auf den Zielreiz, dem vorher eine bestimmte Farbe zugeordnet war. Die gleiche Farbe als Distraktor wurde schlechter erkannt. Dies deutet auf eine Unterdrückung von peripheren, irrelevanten Stimuli hin. (Anllo-Vento und Hillyard, 1996). Auch emotionale Trigger rufen eine erhöhte N1 bei Probanden hervor. (Foti et al., 2009). Insbesondere Angst kann über visuelle und auditorische Reize eine Erhöhung der N1 hervorrufen (Andrzejewski und Carlson, 2020) Zusammenfassend deutet die N1 auf eine schon frühe selektive Aufmerksamkeitsallokation auf spezifische Reize und deren Merkmale hin.

1.1.4.4 N2pc

Die N2pc-Komponente gehört zu den N2-Komponenten und wird speziell parietookzipital zwischen 200 ms und 300 ms festgestellt. Die N2pc tritt hauptsächlich durch visuell evokierte Potentiale auf. Bei Affen zeigten sich homologe Strukturen des V4 Areal und dem infratemporalen Kortex (Chelazzi et al., 1993; Chelazzi, 2001), die sich auch mithilfe eines funktionellen MRTs (fMRT) bei Menschen darstellen lassen (Hopf, 2006). Dabei ist die N2pc vergrößert, wenn das attendierte Objekt im visuellen Feld der kontralateralen Seite liegt (Luck, 2005).

Die N2pc Komponente wird als Parameter benutzt, um die verdeckte Aufmerksamkeit zu untersuchen und kann sowohl in der parallelen Suche (engl.: Feature Search) als auch in der seriellen Suche (engl.: Conjunction Search) beobachtet werden. In der parallelen Suche wird nach einer für den Zielreiz besonderen Eigenschaft gesucht. Die N2pc kann in der parallelen Suche unterdrückt werden, wenn eine zweite Aufgabe gegeben wird (Luck et al., 1997). In der seriellen Suche wird aufgrund von Merkmalen nach dem Zielreiz gesucht, die er mit Distraktoren gemeinsam hat. Es wurde herausgefunden, dass die N2pc Amplitude in der seriellen Suche größer ist und nicht durch eine zweite Aufgabe unterdrückt werden kann (Luck et al., 1997). Eine klassisch ausgeprägte N2pc ist ebenfalls nur vorhanden, wenn es eine Aufgabe gibt, die selektive Aufmerksamkeit erfordert. Sie kann nicht durch ein, für die Aufgabe irrelevantes, aber prominentes Merkmal hervorgerufen werden und hat dementsprechend eine geringere Korrelation mit der Bottom Up Aufmerksamkeit (Eimer und Kiss, 2008). Dies wurde jedoch bezweifelt, da in anderen Studien bei salienten, jedoch nicht relevanten Zielreizen eine N2pc vorhanden war (Hickey et al., 2006).

Aus diesen verschiedenen Ergebnissen wurde eine Theorie entwickelt, die eine Allokation der Aufmerksamkeit allen salienten Reizen zuspricht, welche jedoch aktiv unterdrückt werden kann (Sawaki und Luck, 2010). Ein Beispiel hierfür ist die N2pc, die man hier als Aufmerksamkeitskomponente in 2 Untergruppen unterteilen kann. Zum einen in die Zielreiz Negativität (N_T) und in die Distraktor Positivität (P_D). Die Zielreiz Negativität ist die vermehrte Negativierung der N2pc bei einem Zielreiz. Bei Präsentation eines Distraktors wurde eine kleinere N2pc erzeugt möglicherweise durch eine Positivierung in der N2pc im Rahmen eines salienten Distraktors. Diese Distraktor Positivität deutete auf eine aktive

Unterdrückung der Aufmerksamkeit hin. Dabei kann die Aufmerksamkeit, die auf den salienten Distraktor automatisch gelenkt würde, unterdrückt werden und diese Aufmerksamkeit auf den Zielreiz gelenkt werden. Damit zeigt sich ein weiterer Eingriff einer top down Verarbeitung im Rahmen einer sonstigen bottom up Verarbeitung (Hickey et al., 2009) (Kerzel et al., 2018). Dies scheint jedoch nicht immer der Fall zu sein. Auf eine frühe P_D Komponente kann auch eine N2pc insbesondere im Rahmen eines Distraktors erfolgen. Eine Schwierigkeit ist weiterhin die Unterscheidung zwischen geringer N2pc sowie vermehrter Distraktorpositivität (Kerzel und Burra, 2020).

Die Beendigung einer N2pc sowie die Refokussierung auf ein neues Objekt scheint ebenfalls mit einer aktiven Beendigung der Aufmerksamkeit auf den Zielreiz einherzugehen. Dies zeigt sich ähnlich in der aktiven Suppression mit der genannten P_D Komponente (Sawaki et al., 2012).

1.1.4.5 Parallelen in der Nahrungs- und Aufmerksamkeitsforschung

Bei der selektiven Aufmerksamkeit wurde bereits in vorherigen Studien der Effekt verschiedener Variablen, wie das Rauchen, unterschiedlich hoher Fettanteile in den Nahrungsabbildungen und die Belohnung auf die selektive Aufmerksamkeit untersucht.

In der Erforschung der Steuerung von Nahrungsaufnahme zeigten sich vermehrt Parallelen zu Modellen der Abhängigkeitsforschung, besonders auf der hormonellen Ebene. Von besonderem Interesse ist das Neuropeptid Orexin, durch das man viele Parallelen zwischen dem System der Abhängigkeit (beispielsweise bei Rauchern) und dem des Essverhaltens ziehen kann. Orexin rief bei Mäusen mit Kokainabhängigkeit eine erhöhte fos-Induktion in den Orexin Neuronen des lateralen Hypothalamus hervor (Aston-Jones et al., 2010). Dass eine vermehrte Ausschüttung von Orexin einen Einfluss auf eine erhöhte Nahrungsaufnahme hat, war ebenfalls schon länger bekannt (Sakurai et al., 1998; Cason et al., 2010). Insbesondere eine Parallele zwischen Nahrung mit hohem Zucker- und Fettanteil und Abhängigkeit induzierende Substanzen wurde schon früh beschrieben (Heffner et al., 1980). Beides hat einen Effekt auf die Ausschüttung von Dopamin im Striatum. Während sich beim Konsum von Drogen jedoch primär im ventralen Striatum eine Dopaminausschüttung findet, gibt es bei dem Konsum von Zucker sowohl Belege für eine erhöhte Dopaminsekretion

im Nucleus accumbens (Avena et al., 2008), als auch im dorsalen Striatum (Small et al., 2003).

Auf der elektrophysiologischen Ebene zeigen sich auch Auswirkungen des Rauchens auf die selektive Aufmerksamkeit. Raucher vermieden Bilder mit raucherassoziierten Gegenständen und hatten eine deutlich geringere Amplitude der N2pc (Donohue et al., 2016). Diese Vermeidung, Aufmerksamkeit auf Stimulanzien zu richten, kann auch bei alkoholassoziierten Zielreizen nachgewiesen werden. Trotz einer primären Affinität zu dem alkoholassoziierten Objekt wird eine aktive Vermeidung beobachtet (Gladwin et al., 2013).

Die ähnliche biologischen Verarbeitung von Nahrungsaufnahme und Abhängigkeit deutet auf eine zusätzliche elektrophysiologische Parallele hin. Die Veränderung der N2pc bei Rauchern lässt eine hypothetische Veränderung der selektiven Aufmerksamkeit bei Veränderung des Sättigungszustandes erwarten.

Es wurde ein Zusammenhang zwischen der selektiven Aufmerksamkeit und Nahrungsmittelabbildungen bereits beschrieben. Becker et al. zeigten eine N2pc Komponente, die durch den Unterschied zwischen ungenießbarem und genießbarem Essen entstand (Becker et al., 2016). Dabei zeigte sich ein Effekt, bei dem es eine vermehrte Amplitude der N2pc bei appetitlichem Essen gab, während unappetitliches Essen eine vermehrte Positivierung hervorrief. Beschrieben wurde ebenfalls ein früher okzipitaler Effekt zwischen 150 ms und 200 ms mit einer signifikanten Negativierung bei appetitlichem Essen (Becker et al., 2016). Zudem wurde ein Unterschied in den visuell evozierten Potentialen beschrieben, wenn der Fettanteil des Essens sich verändert. Abbildungen von Essensgegenständen mit erhöhtem Fettanteil zeigten erhöhte, visuell evozierte Potentiale, im Latenzbereich zwischen 160 ms - 230 ms und 300 ms - 370 ms.

Eine Assoziation der N2pc mit dem Belohnungssystem wurde bereits beschrieben. Dabei ist die Belohnung eine Möglichkeit, die Motivation als unabhängige Variable zu variieren. Eine monetäre Belohnung erhöht die visuelle räumliche Aufmerksamkeit (Kiss et al., 2009) (Hickey et al., 2010). Die N2pc Komponente war deutlich verstärkt bei einer mit hoher monetärer Belohnung assoziierten Farbe. Dies deutet darauf hin, dass auch in der frühen Auf-

merksamkeitsverarbeitung Belohnung in Form einer Top Down Aufmerksamkeit ein Stimulus ist. Dabei vergrößert sich die Amplitude der N2pc bei einer Belohnungsmaximierung und einer Verlustminimierung. Zielreize mit einer hohen Belohnung werden schneller gesehen und zeigen eine erhöhte Amplitude der N2pc. Deshalb ist zu vermuten, dass sie auch unbewusst mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen (Harris et al., 2016) (San Martín et al., 2016).

1.2 Hypothese und Fragestellung

Aufgrund der in der Einleitung vorgestellten Literatur wird weiterführend in dieser Studie die Fragestellung untersucht:

Verändert der Sättigungszustand die selektive Aufmerksamkeit bei der Präsentation von Nahrungsabbildungen?

Hierbei wird die N2pc als ein elektrophysiologisches Aufmerksamkeitskorrelat benutzt. Da jedoch Aufmerksamkeit noch kein völlig verstandener Prozess ist, wird sich diese Arbeit mit dem gesamten parietookzipital generierten Ereigniskorrelierten Potential und mit den Reaktionszeiten der Probandinnen beschäftigen.

Da Sättigung ein Grundbedürfnis ist, erwarten wir einen Einfluss des Sättigungsgrades auf die Aufmerksamkeit. Demensprechend lauten die Hypothesen:

H0: Die selektive Aufmerksamkeit ist nicht ablenkbar durch die Veränderung des Sättigungszustandes.

H1: Die selektive Aufmerksamkeit variiert in Abhängigkeit des Sättigungszustandes.

Wir erwarten eine generelle Erhöhung der N2pc bei Nahrungsabbildungen. Diese Hypothese soll durch die Präsentation der Nahrungsabbildungen außerhalb des Aufmerksamkeitsfokus bestätigt werden. Die Nahrungsabbildungen haben eine niedrige Reizschwelle und sollten trotzdem einen Teil der selektiven Aufmerksamkeit vom Zielreiz ablenken.

Im nüchternen Zustand erwarten wir, im Vergleich zum sattten Zustand, dass mehr nach Nahrung und Nahrungsabbildungen gesucht wird. Als Nachweis dafür rechnen wir mit einer Erhöhung der N2pc im nüchternen Zustand bei Präsentation von Nahrungsabbildungen.

Besonders aber erwarten wir eine Erhöhung der N2pc bei Präsentation eines Zielreizes mit gleichzeitiger Präsentation eines Nahrungsabbildungsdistraktors. Dies geschieht aufgrund des kontralateralen Auftretens der N2pc bei Allokation von Aufmerksamkeit auf die Nahrungsabbildung. Dadurch sollte es zur unbewussten Ablenkung von Aufmerksamkeit auf die Nahrungsabbildung kommen und somit eine erhöhte N2pc erzeugen.

Wir rechnen mit schnelleren Reaktionszeiten im sattten Zustand im Vergleich zum nüchternen Zustand. Die Probandinnen sollten aufgrund der Nahrungsabbildungen Aufmerksamkeit unbewusst vom Zielreiz ablenken und somit langsamer einen Zielreiz bemerken. Laut der Hypothese sollte es, im Teilversuch mit der Bedingung „nüchtern“, zu einer verlangsamten Reaktionszeit bei Nahrungsabbildung kommen. Dies sollte wieder auf die verstärkte Ablenkbarkeit der Aufmerksamkeit im nüchternen Zustand hinweisen.

1.3 Klinische Relevanz

Aufmerksamkeit und Konzentration sind Prozesse, die bei jedem Menschen im Alltag vorkommen. Sie sind wichtig für das produktive Arbeiten und für das Gelingen einer Aufgabe. Damit wir schon früh das Wichtige von dem Unwichtigen trennen, sind das unbewusste Filtern und die selektive Aufmerksamkeit Prozesse von hoher Relevanz. Dennoch ist die selektive Aufmerksamkeit noch nicht komplett erforscht.

Nahrung und Sättigung ist ein biologisches Bedürfnis das viele Handlungen als ein Primärmotiv bestimmt. Die Auswirkungen von Nahrung und Sättigung stehen deshalb schon seit mehreren Jahren im Fokus der Aufmerksamkeitsforschung. Dabei ist bereits bewiesen, dass Nahrung einen Effekt auf die selektive Aufmerksamkeit hat, wenn die Nahrung direkt im Fokus ist (Stockburger, Schmälzle et al., 2009). Die in dieser Studie außerhalb des Fokus dargestellte Nahrung hätte Implikationen für das konzentrierte Arbeiten und die Produktivität von gesunden Menschen. Sie hat jedoch auch für Menschen mit einem pathologischen Essverhalten Implikationen.

Essen ist in der aktuellen westlichen Gesellschaft eine wichtige Komponente des Lebens. Es wird nicht nur zur reinen Ernährung gegessen, sondern auch im sozialen und kulturellen Kontext bestimmte Implikationen. Oft wird Geselligkeit mit Essen verknüpft.

Dadurch entstehen jedoch auch neue Probleme. Adipositas ist eine Epidemie und hat viele Folgeerkrankungen wie den Diabetes mellitus Typ 2, Arteriosklerose, Schlafapnoe und Herzinfarkte (World Health Organization, 2000). Nicht nur der einzelne Patient leidet daran, auch volkswirtschaftlich besteht ein Einfluss durch die Kosten der Erkrankung auf die Gesellschaft. Auch die Patientenzahlen der Anorexia und Bulimia nervosa steigen und als tödlichste psychiatrische Erkrankungen haben beide Essstörungen weitreichende Konsequenzen. Bei einigen Essstörungen wurden bereits Veränderungen der Informationsverarbeitung festgestellt (Legenbauer und Vocks, 2014). Beispielsweise wenden Patienten mit einer Essstörung ihre Aufmerksamkeit vermehrt auf Begriffe, die im Zusammenhang mit Essen, Figur und Gewicht stehen (Lovell et al., 1997).

Die Ergebnisse dieser Studie können Aufschluss über Aufmerksamkeitsveränderungen bei Menschen mit einem physiologischen Essverhalten geben und eine Basis für die Veränderungen von Aufmerksamkeit bei pathologischem Essverhalten bieten.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Die Studie wurde vor Beginn der Untersuchungen und Rekrutierung der Probandinnen der Ethikkommission der Universität zu Lübeck unter wissenschaftlichen, juristischen und ethischen Gesichtspunkten zur Prüfung vorgelegt. Sie wurde unter dem Aktenzeichen 13-108 genehmigt und folgte den Prinzipien der Deklaration von Helsinki (von Helsinki, 2001).

In dieser Studie wurden 36 gesunde weibliche Probandinnen untersucht.

Die gesamte Studie wurde von März 2015 bis Februar 2017 durchgeführt. Die EEG-Untersuchungen dauerten von März 2015 bis Dezember 2015.

2.2 Versuchsteilnehmerinnen

36 weibliche Probandinnen nahmen an der Studie teil. Sie wurden über den Uni Mail-Verteiler der Universität zu Lübeck rekrutiert. Alle 36 Probandinnen waren Studentinnen der Universität zu Lübeck oder der Technischen Hochschule Lübeck, wobei die jüngste Probandin 19 und die älteste 28 Jahre alt war. Ihr durchschnittliches Alter betrug 22,5 Jahre. Es wurden speziell junge Probandinnen gewählt, um eine erhöhte P3 Latenz zu vermeiden, wie sie häufiger bei älteren Menschen vorkommen kann (Lorenzo-López et al. 2008). Alle Probandinnen nahmen freiwillig teil und unterzeichneten vor Beginn der Untersuchung eine Einverständniserklärung, in der sie zustimmten, dass die Daten zu Studienzwecken genutzt werden dürfen. Ihnen war erklärt worden, dass sie zu jedem Zeitpunkt ohne Angabe von Gründen ihre Teilnahme an der Studie beenden konnten. Die Probandinnen erhielten eine Aufwandsentschädigung von 8 € pro Stunde.

Alle Probandinnen waren rechtshändig, Nichtraucherinnen und konsumierten keine Drogen. Sie hatten keinen Diabetes mellitus und gaben an, keine neurologischen oder psychiatrischen Erkrankungen zu haben. Ihr höchster schulischer Abschluss war das Abitur. Alle Probandinnen waren normalsichtig oder trugen eine korrigierende Brille, um einen normalen Visus zu gewährleisten. Die Farbwahrnehmung war ebenfalls nicht eingeschränkt.

Sämtliche Versuchspersonen kamen an zwei verschiedenen Tagen. Zwischen dem ersten und zweiten Termin lagen wenigstens 1 und höchstens 22 Tage.

An einem Termin wurden die Probandinnen gebeten, satt zu kommen und maximal eine halbe Stunde vorher, soviel gegessen zu haben, bis sie satt waren.

Am anderen Termin kamen die Probandinnen hungrig mit einer Nüchternperiode von mindestens 8 Stunden. Die Probandinnen durften in der Nüchternperiode Wasser und ungesüßten Früchtetee trinken, der Konsum von koffeinierten Getränken war an beiden Versuchstagen vorher nicht erlaubt. Die Versuche fanden jeweils zu gleichen Zeiten, morgens zwischen 8 und 12 Uhr statt, um endogene Einflüsse möglichst konstant und damit vergleichbar zu halten.

Alle Probandinnen füllten den IDS (Inventory of Depressive Symptomatology) Fragebogen zum Ausschluss von Depressionen und den FEV (Fragebogen zum Essverhalten) aus, um eine Depression und eine Essstörung auszuschließen und das Essverhalten der Probandinnen zu charakterisieren. Die Fragebögen wurden vor der ersten Messung am ersten Termin ausgefüllt.

Ebenfalls wurden bei den Probandinnen Gewicht und Größe gemessen, um den BMI zu ermitteln. Sie hatten alle einen BMI zwischen 20,1 und 24,9 mit einem Durchschnitt von 22,8. Dementsprechend waren alle Probandinnen normalgewichtig. Diese Vorbereitungen dauerten insgesamt ca. eine halbe Stunde.

Von den 36 Probandinnen nahmen zwei Probandinnen aufgrund von Zeitgründen nicht an dem zweiten Versuchstermin teil und wurden deshalb von der Auswertung ausgeschlossen. Von einer dieser ausgeschlossenen Probandinnen gab es keinen Rücklauf der Fragebögen.

Aufgrund von Artefakten an relevanten Elektroden wurden die Untersuchungen von sechs weiteren Probandinnen ausgeschlossen, sodass die Rohdaten von insgesamt 28 weiblichen Probandinnen ausgewertet und Grundlage dieser Studie wurden.

Die eine Hälfte der Probandinnen führte den Versuch am ersten Versuchstag unter der Bedingung „nüchtern“ und am zweiten unter der Bedingung „satt“ durch. Die andere Hälfte der Probandinnen wurde zunächst im satten und im zweiten Versuchsteil im hungrigen Zustand untersucht.

2.3 Versuchsaufbau

Die Fragebögen und die Einverständniserklärung wurden am ersten Versuchstag vor der ersten Messung ausgefüllt. Es wurde die Größe und das Gewicht der Probandinnen bestimmt. Vor Beginn des Experiments wurde den Probandinnen der Versuchsaufbau erklärt.

Zunächst mussten zur Anlage des EEGs der Kopfumfang der Probandinnen für die passende Haubengröße gemessen werden. Diese Haube mit den schon integrierten Elektroden wurde mit einem elastischen Band auf dem Kopf befestigt. Die Elektrodenleitfähigkeit wurde mit Alkohol und einem abrasiven Elektrodengel auf einen Widerstand von weniger als 5 Ohm gesenkt. Außerdem wurde den Probandinnen erklärt, möglichst wenig zu Blinzeln, sich wenig zu bewegen und speziell die Kaumuskulatur zu entspannen, damit das EEG nicht beeinflusst wird. Die Artefakte im EEG durch Anspannen der Muskulatur und Blinzeln wurde den Probandinnen demonstriert.

Die Probandinnen saßen allein in einem abgedunkelten Raum, auf einem bequemen Stuhl, mit einem Meter Abstand zu einem PC Monitor. Auf der rechten Seite lag eine Computermaus, die die Probandinnen während der Aufgabe bedienen sollten.

Neben dem aufgezeichneten EEG wurden ebenfalls die Reaktionszeiten der Probandinnen auf die einzelnen Stimuli gemessen. Dazu wurde die Zeit zwischen dem Erscheinen des Zielreizes auf dem Computer und dem Klicken der Maustaste bestimmt. Als Stimulus mussten sie das Auftreten eines kleiner geworden Balkens mit einem Mausklick beantworten.

Sie erhielten vor der eigentlichen Messung einen Testversuch über ca. zwei Minuten, in dem das Versuchsdesign und die Aufgabe gezeigt wurden. Die korrekte Aufgabenausführung wurde kontrolliert und die Probandinnen hatten danach nochmals die Option, Fragen zur Ausführung zu stellen. Während der Studie wurden die Probandinnen mit einer Videokamera überwacht und konnten darüber auch mitteilen, falls ihnen der Versuch unangenehm wurde oder sie eine Pause benötigten.

Zur Quantifizierung der Aufmerksamkeit wurden Ereigniskorrelierte Potentiale durch die Aufgabenstellung (Paradigma) erzeugt. Das auf dem Monitor gezeigte visuelle Paradigma, bestand aus einem in eine linke und rechte Hälfte geteilten Monitorbild. Zwischen den beiden Hälften war ein Punkt abgebildet, den die Probandinnen während des Versuches fixieren sollten.

Im Abstand von zwei Zentimetern zu dem Fixierpunkt wurden rechts und links gleichzeitig wechselnde Abbildungen auf weißem Grund gezeigt. Über die Abbildungen auf der jeweiligen Monitorhälfte war ein unterschiedlich großer Balken gelagert.

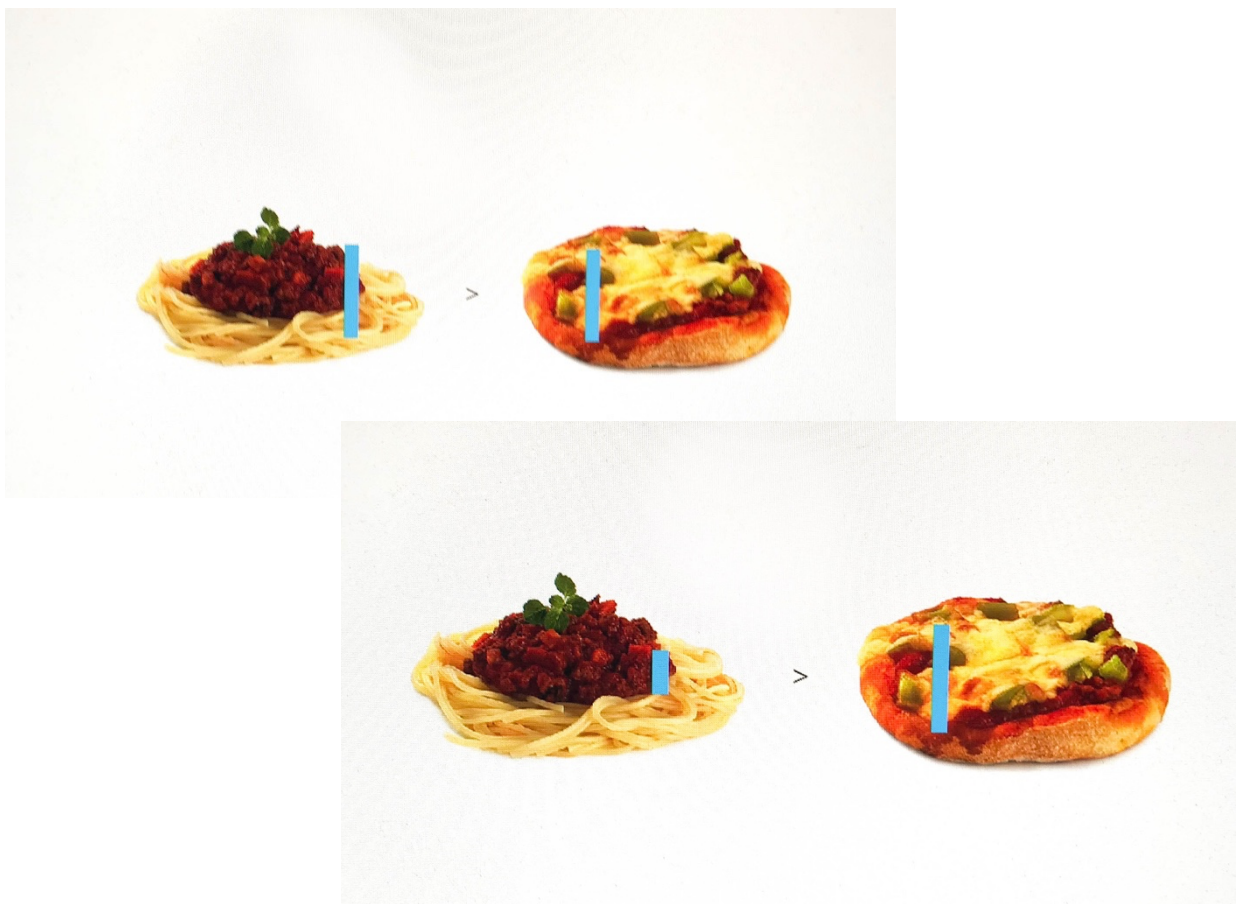


Abbildung 2: Paradigma

Zusätzlich zum Fixationspunkt sollten die Probandinnen ihre Aufmerksamkeit auf eine vorher angegebene Hälfte richten und dabei auf die Größe des Balkens achten. Es gab zwei Größen des Balkens und demnach vier Variationen, wie die Balken hintereinander erscheinen konnten.

Ein großer Balken konnte auf einen kleinen folgen, ein kleiner Balken einem großen. Es konnten aber auch ein großer einem großen Balken folgen und ein kleiner Balken nach einem kleinen auftreten.

Die zentrale Aufgabenstellung der Probandinnen war es, nur wenn ein kleiner nach einem großen Balken auf der zu beachtenden Seite folgte, auf die linke Maustaste zu klicken. Diese Aufgabenstellung diente zur Auslösung des EKPs.

Da auf beiden Seiten die Abbildungen mit dem Balken überlagert waren, erschienen diese vier Verteilungsmuster sowohl auf der beachteten als auch auf der nicht beachteten Seite. Dadurch konnte auch der korrekte Zielreiz, also ein kleiner Balken, der auf einen großen Balken folgt, auf der nicht attendierten Seite erscheinen und somit einen Ablenkreiz (Distraktor) darstellen.

Die überlagerten Abbildungen wurden jeweils für 100 Millisekunden gezeigt (Potter, 1976). Alle 1.400-1.700 Millisekunden wurden neue Abbildungen auf dem Monitor dargestellt. Der Zeitraum zwischen den Zielreizen wurde gewählt, damit sich die ereigniskorrelierten Potentiale nicht überlappen (Luck, 2005, S. 9) und ein Aufmerksamkeitsblinzeln (D. E. Broadbent und Broadbent, 1987) ausgeschlossen werden konnte. Dabei wurde die Zeitspanne zwischen den Bildern variiert, damit die Probandinnen das Erscheinen des Zielreizes nicht antizipieren konnten.

Die Bilder waren entweder Objekte, die keinen Bezug zu Nahrung hatten oder Bilder von Speisen als Stimulus. Die Nahrungsabbildungen konnten entweder auf der attendierten Seite als Stimulus oder auf der nicht attendierten Seite als Distraktor erscheinen, genauso wie die Objekte ohne Nahrungsbezug.

Die gesamte Dauer eines Versuchs betrug 52 Minuten und enthielt 1.632 Zielreize. Es wurden Pausen eingelegt, um vermehrte Artefakte durch den Lidschlag (Blinkartefakte) zu vermeiden. Es gab 32 Pausen mit einer Dauer von jeweils 20 Sekunden. Die Zeit der verbliebenen Pause wurde auf dem Monitor angezeigt, damit die Probandinnen bei dem erneuten Aufgabenanfang ausreichend aufmerksam waren.

2.4 EEG- Ableitung

Das EEG wurde als 34 Kanal EEG mit Ag-AgCl Elektroden an 28 Kopfelektrodenpositionen (10/ 20 System (Jasper, 1958)) mit einem BrainAmp Verstärker („Brain Products GmbH / Products und Applications / BrainAmp ExG“) abgeleitet und gegen eine Elektrode am linken

Ohrläppchen referenziert. Zusätzlich wurde die Aktivität am rechten Ohrläppchen aufgezeichnet, um das EEG offline zu rereferenzieren.

Die Erdungselektrode (Ground-Elektrode) war an der Position FCz platziert. Um Artefakte, die durch die Augenbewegungen entstehen, aufzuzeichnen, wurde ein bipolares Elektrookulogramm (EOG) am Epicanthus medialis und lateralis, über und unter einem Auge geklebt. Das EEG und EOG wurden mit einer unteren Grenzfrequenz von 0,016 Hz aufgezeichnet (Sampling rate 500 Hz).

2.5 Prozessieren der EEG Daten

2.5.1 Artefaktanalyse

Die EEG Daten wurden mit den Toolboxen EEGLab (Delorme und Makeig, 2004) und ERPLab (Lopez-Calderon und Luck, 2014) in Matlab (The MathWorks, Inc., 2012b) analysiert. Die Daten wurden mit einem Low-Pass Filter von 0,05 Hz und einem High Pass Filter von 40 Hz gefiltert, um langsame Driftartefakte und hochfrequente Störeinflüsse (zum Beispiel Netzbrummen und Muskelartefakte) zu reduzieren. Die Daten der bipolaren vEOGs und hEOGs wurden berechnet, um in der Auswertung die durch Blinzeln und ruckartige Rückbewegungen der Augen (Sakkaden) entstandenen Augenartefakte zu erkennen und manuell zu entfernen. Damit wurde auch die Fokussierung der Augen auf das Fixationskreuz in der Bildschirmmitte überprüft. Die Daten wurden rereferenziert, um sicherzugehen, dass keine Hemisphäreneffekte künstlich erzeugt wurden. Es wurde eine temporale Independent Component Analysis (ICA) genutzt, um Artefaktkomponenten zu identifizieren. Komponenten, die nach visueller Kontrolle als Augenartefaktkomponente klassifiziert wurden, wurden per Subtraktionsmethode (Delorme und Makeig, 2004) aus dem EEG eliminiert. Als Baseline dienten 300 ms vor dem Reiz. Die Daten wurden epochiert zur Filterung weiterer Artefakte. Um die volle N2pc-Komponente darstellen zu können und eine höhere Anzahl an Artefakten zu vermeiden, wurden die Daten zwischen 300 ms vor dem Reiz und 800 ms nach dem Reiz epochiert, da die N2pc-Komponente ca. 175 – 275 ms nach dem Reiz zu erwarten ist. Die durch das EOG berechneten Augenbewegungen wurden bemessen und mit EEGLab (in MATLAB) aus den anderen Elektrodenspuren mit speziellem Fokus auf die vorderen Elektroden Fp1 und Fp2 herausgefiltert, da die Augenartefakte dort am stärksten ausgeprägt sind.

Mithilfe von EEGlab wurden zusätzliche Artefakte, die Spannungssprünge mit einer größeren Amplitude als 75 mV hatten, herausgefiltert. Bei den EEGs mit wenigen Artefakten wurden die Artefakte mit einer Amplitude größer als 60 mV herausgefiltert. Diese Spannungssprünge traten beispielweise bei Augenbewegungsartefakten sowie bei Bewegungsartefakten auf. Diese Artefaktanalyse wurde nochmals manuell überprüft und damit Epochen, die zwar als Artefakt gewertet waren, aber keine waren, wieder in die Auswertung zurückgeführt. Beim weiteren manuellen Artefaktausschluss fielen sechs Probandinnen aufgrund von zu vielen Artefakten (>50%) in einer der Bedingungen raus. Bei mehreren Probandinnen wurden Elektrodenpositionen, die für die Auswertung der N2pc von geringer Wichtigkeit waren, interpoliert. Die Häufigkeit der Artefakte im EEG konnte dadurch erniedrigt werden und die Anzahl der relevanten EKPs erhöht werden. Da die frontalen oder temporalen Elektroden für die Fragestellung dieser Studie weniger relevant waren, konnte durch das Interpolieren die Anzahl der in die Studie aufgenommenen Probandinnen sowie die Anzahl der relevanten EKPs und Zielreize erhöht werden. Hierdurch wurde auch die Genauigkeit der Ergebnisse erhöht.

Durch eine Signalmittelung wurden aus dem EEG EKPs generiert. Dazu wurden die Epochen elektronisch übereinandergelegt und somit die EKPs aus den EEG Daten herausgemittelt. Dies wurde für jede Probandin unter jeder Bedingung zunächst getrennt durchgeführt. Die Versuche wurden nochmals anhand des homöostatischen Zustandes der Probandinnen aufgeteilt und die EKPs sowohl für die satte, als auch für die nüchterne Gruppe generiert. Sowohl im Teilversuch unter der Bedingung „satt“ (Vs) als auch im Teilversuch unter der Bedingung „nüchtern“ (Vn) wurden nur die Ergebnisse bei korrekter Versuchsausführung (Zielreiz mit darauffolgendem Mausklick auf der korrekt attendierten Seite) berücksichtigt.

Durch die Platzierung der Elektroden an bestimmten Lokalisationen (Jasper, 1958) kann man auf bestimmte Strukturen des Gehirns zurückschließen. Der Reiz, der auf einer Seite gesehen wird, wird dabei im Wesentlichen auf der kontralateralen Hemisphäreseite verarbeitet. Deshalb fand in einem weiteren Schritt eine Mittelung der gesamten kontralateralen Daten sowie der ipsilateralen Daten statt, um die Anzahl der Wiederholungen zu erhöhen.

Daraufhin wurde durch Subtraktion des ipsilateralen Potentials vom kontralateralen, der Unterschied zwischen den beiden Bedingungen herausgearbeitet. Hierdurch wurden potentielle Unterschiede zwischen den kontralateralen und ipsilateralen Bedingungen festgestellt, insbesondere in Bezug auf die N2pc. Hauptsächlich wurden aufgrund der Lokalisation der N2pc-Komponente die Elektrodenpositionen P3/4, O1/2, P7/8, PO3/4, CP5/6 analysiert.

2.6 Fragebogen zum Essverhalten (FEV)

Der von Pudel und Westenhöfer entwickelte FEV ist die deutsche Version des „Three-factor Eating Questionnaire“. Er erfasst die Essgewohnheiten der Probandinnen und legt einen Schwerpunkt auf die Kategorien:

1. Kognitive Kontrolle des Essverhaltens bzw. gezügeltes Essen (Skala 1)
2. Störbarkeit des Essverhaltens (Skala 2)
3. Erlebte Hungergefühle und deren Verhaltenskorrelate (Skala 3) (Pudel und Westenhöfer, 1989)

Der Fragebogen wurde von 35 Probandinnen vollständig ausgefüllt.

„Hohe Werte in Skala 1 charakterisieren Probanden mit stark ausgeprägt gezügelter Essverhalten und weitgehend kognitiver Kontrolle des Essverhaltens“ (Pudel und Westenhöfer, 1989). Mit einem hohen Wert auf der Skala 1 wird ein höherer Erfolg bei einer Gewichtsabnahme assoziiert. Die Probandinnen hatten durchschnittlich einen Wert von 7,83 und einer Standardabweichung von 3,10 bei einem möglichen Wert zwischen 0 und 21. Dies entspricht einer mittleren kognitiven Kontrolle, bei Einstufung der Probandinnen zwischen sehr gering, gering, mittel, hoch und sehr hoch.

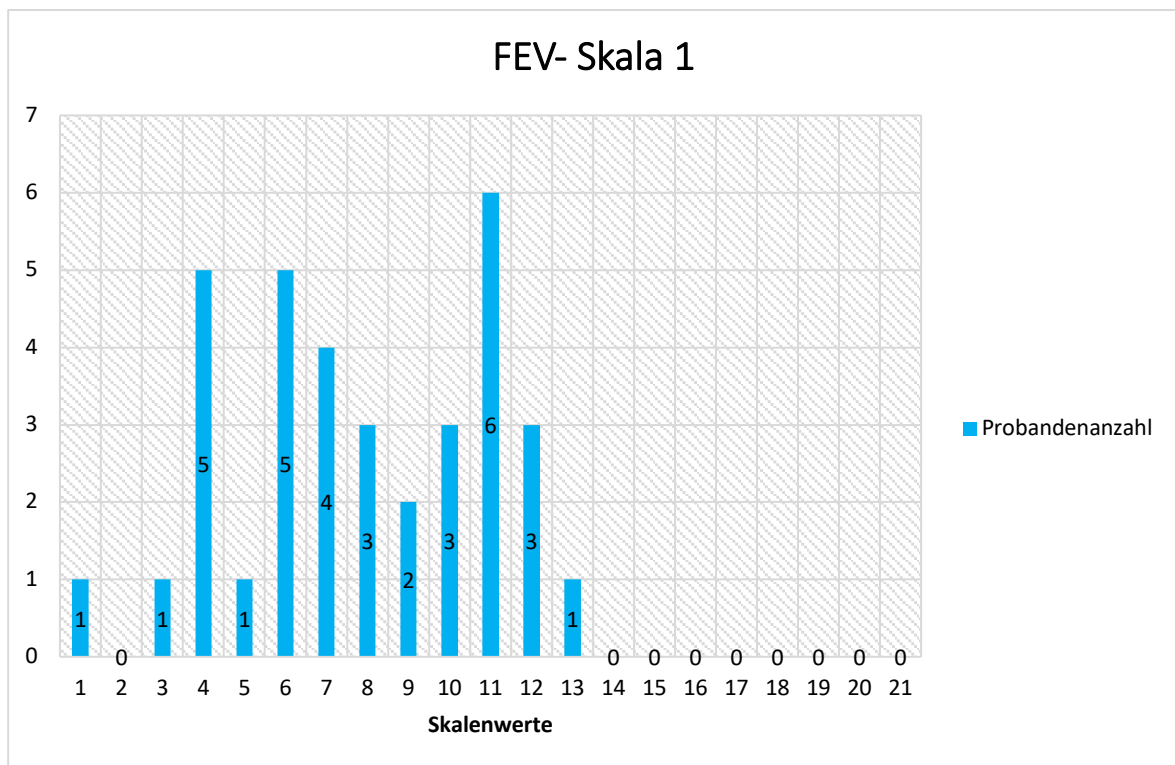


Abbildung 3: Fragebogen zum Essverhalten- Skala 1

Skala 2 betrachtet „das Ausmaß der Störbarkeit des Essverhaltens durch situative Reizkonstellationen [...] oder die emotionale Befindlichkeit des Probanden“ (Pudel und Westenhöfer, 1989, S.9).

Probanden mit einem hohen Wert auf der Skala 2 haben eine erhöhte Störbarkeit der Nahrungsaufnahme. Die Probandinnen hatten im Ergebnis einen Mittelwert von 5,37 und eine Standardabweichung von 2,12. Dies wird als eine geringe Störbarkeit des Essverhaltens eingestuft.

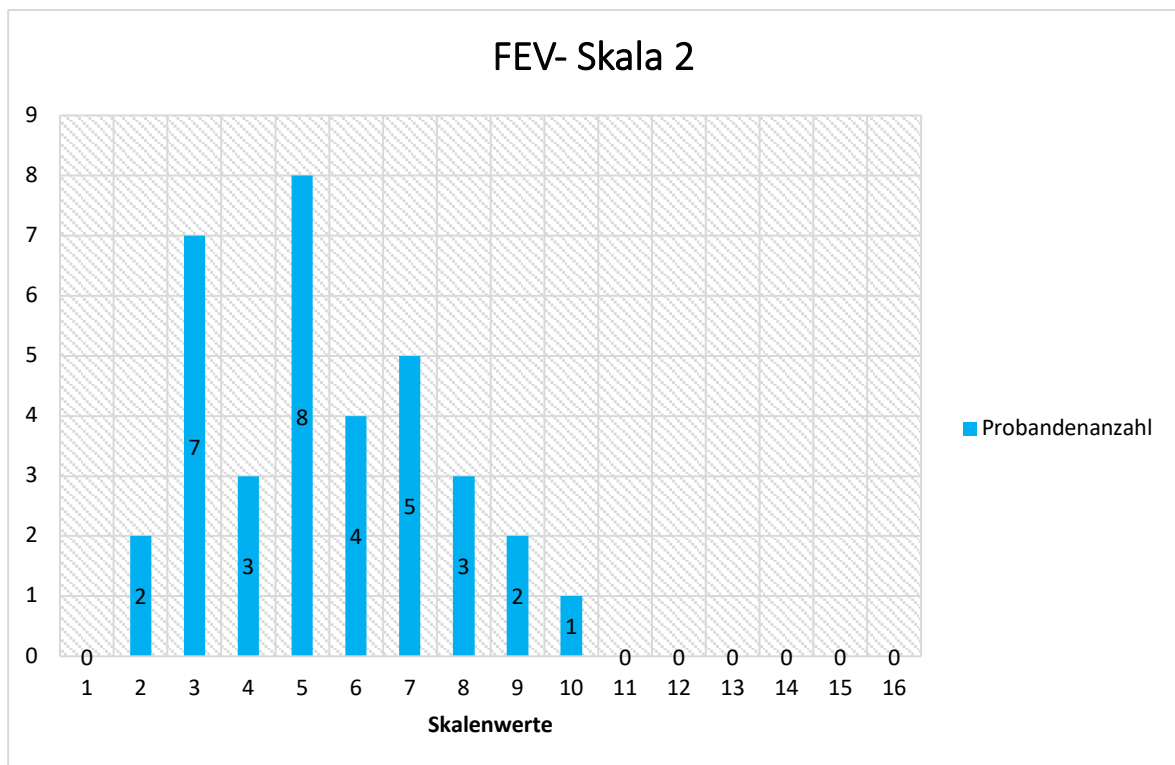


Abbildung 4: Fragebogen zum Essverhalten- Skala 2

Skala 3 „erfasst das Ausmaß subjektiv erlebter Hungergefühle und deren Auswirkung auf das Verhalten“ (Pudel und Westenhöfer, 1989, S. 10). Bei hohen Werten dieser Skala werden die Hungergefühle als stark oder oft störend erlebt. Mit einem Mittelwert von 4,54 und einer Standardabweichung von 2,12, wurden die Werte der Probandinnen als gering im Ausmaß erlebter Hungergefühle eingestuft.

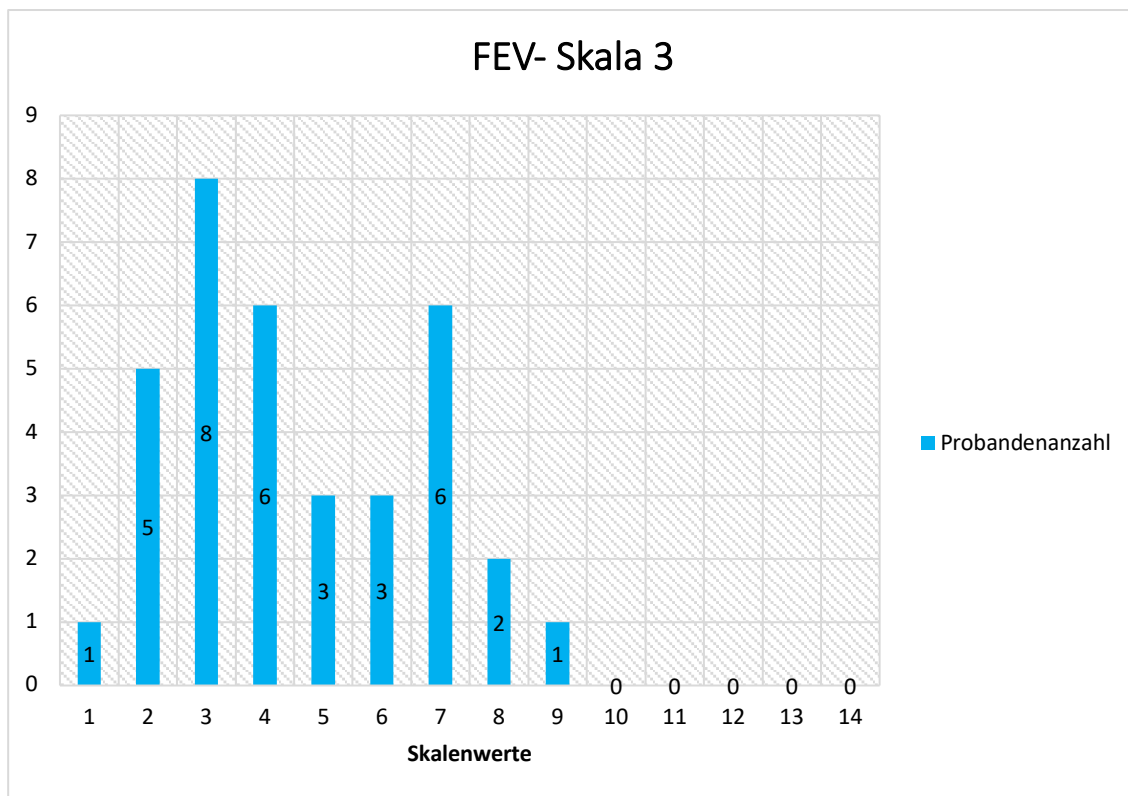


Abbildung 5: Fragebogen zum Essverhalten- Skala 3

Die Probandinnen dieser Studie lagen in allen Skalen in den jeweils unteren 40%, verglichen mit den Stichproben, die von Pudel und Westenhöfer analysiert wurden.

2.7 Inventory of Depressive Symptomatology (IDS)

Der IDS misst die Schwere von depressiven Symptomen und basiert dabei auf den Kriterien für Depression sowie assoziierter Symptome der American Psychiatry Association Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - 4th edition (DSM-IV). Alle 35 Probandinnen haben den IDS-SR30 komplett ausgefüllt und sich dabei selbst eingeschätzt. Die Probandinnen konnten zwischen 0 und 84 Punkten bei den gewerteten 28 von 30 Fragen erhalten. Der Mittelwert, den die Probandinnen erreichten, lag bei 7,37, was bei 84 Punkten keine schwere Depression bedeutet. Der maximale Wert einer Probandin war 25, was eine sogenannte leichte Schwere der Depression bedeutet. Diese Probandin wurde sowohl aufgrund dieses Wertes als auch wegen einer erhöhten Anzahl an Artefakten ausgeschlossen. Insgesamt wurde die Standardabweichung der Probandinnen mit 5,48 gemessen (Rush et al., 2003).

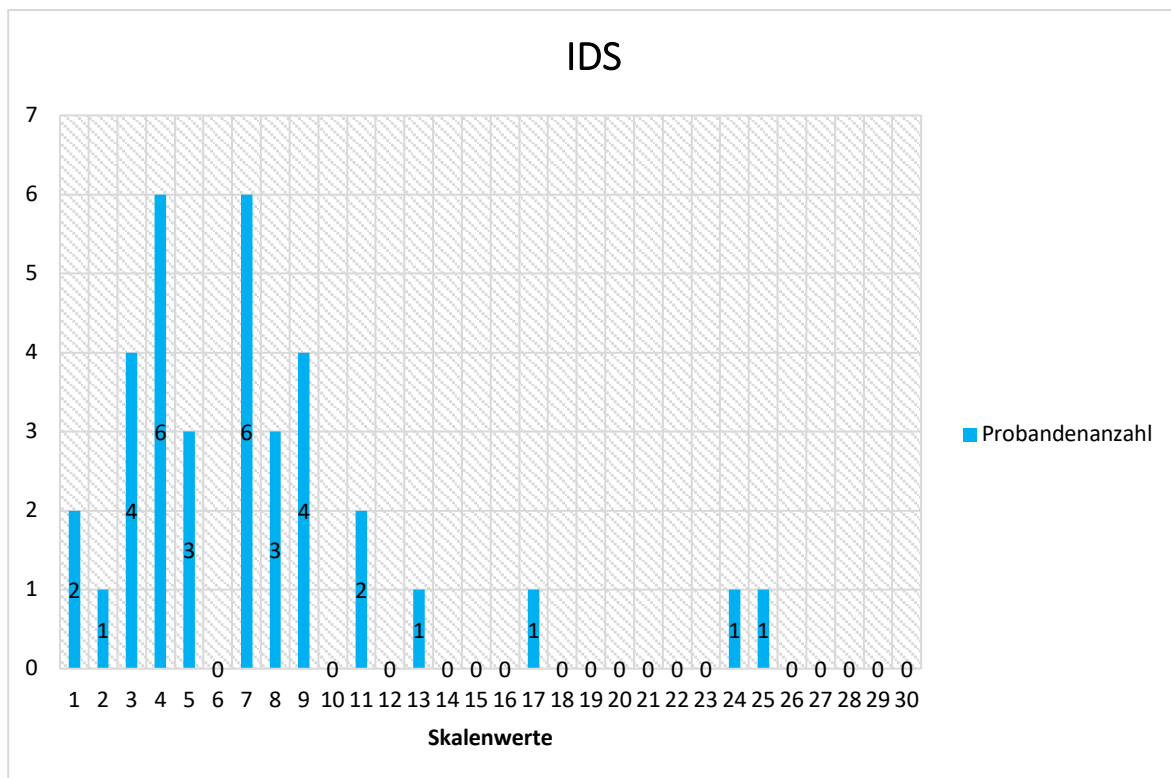


Abbildung 6: Inventory of Depressive Symptomatology

2.8 Statistik

Für die statistische Auswertung wurden die Daten aller 28 Probandinnen für beide Versuche separat gemittelt und für die verschiedenen Bedingungen EKPs generiert. Diese Studie hatte ein 2-faktorielles Messwiederholungsdesign. Sie wurde mit 2-faktoriellen und 3-faktoriellen Varianzanalysen (ANOVA) berechnet.

Die unabhängige Variable des ersten Faktors, der Homöostase, wurde mit den Faktorstufen nüchtern und satt variiert. Der zweite Faktor waren die Nahrungsabbildungen, die mit den Faktorstufen Nahrung, keine Nahrung und Nahrungsmitteldistraktor unterschieden wurden.

Als dritter Faktor wurde die Aufmerksamkeit durch die unterschiedliche Aufmerksamkeitsallokation der Probandinnen auf die rechte und linke Monitorhälfte verändert. Dieser Faktor wurde nur bei den Reaktionszeiten und der Anzahl von ausgelassenen Zielreizen berechnet. Bei den EKP-Daten wurde eine Mittelung in ipsi- und kontralateral vorgenommen, weshalb der dritte Faktor hier wegfällt. Zusätzlich wurden die Interaktionen zwischen den zwei bzw. drei Haupteffekten berechnet.

Die abhängigen Variablen wurden jeweils unter dem Aspekt der Reize in den Zeiträumen der N1 und N2pc (Girelli und Luck, 1997) sowie der Reaktionszeiten und der Anzahl von ausgelassenen Zielreizen aufgeschlüsselt. Die Anzahl von ausgelassenen Zielreizen ist die Anzahl der verpassten Antworten der Probandinnen auf den Zielreiz.

Sowohl bei der Auswertung der N2pc als auch bei den Reaktionszeiten wurde ein Wert mit $p < 0,05$ als signifikant gewertet. Ein Wert mit $p < 0,01$ wurde als hochsignifikant und ein Wert mit $p > 0,05$ als nicht signifikant gewertet.

3 Ergebnisse

Insgesamt wurden die Daten von 28 Probandinnen in die Studie aufgenommen und ausgewertet. Es wurden die Reaktionszeiten, die Anzahl von ausgelassenen Zielreizen mithilfe einer 3-faktoriellen ANOVA, die N1 und die N2pc mit einer 2-faktoriellen ANOVA berechnet.

3.1 Reaktionszeiten

Hier wurde eine 3-faktorielle ANOVA für die korrekte Antwort auf den Zielreiz berechnet mit den Haupteffekten Homöostase, Aufmerksamkeit und Nahrungsabbildung. Die Homöostase wurde in die Faktorstufen nüchtern und satt aufgeschlüsselt. Die Aufmerksamkeit wurde in die Faktorstufen links und rechts für die jeweils attendierte Seite aufgeteilt. Die Nahrungsabbildung wurde in die Faktorstufen Nahrung, keine Nahrung und Nahrungsdistaktor unterteilt.

Ebenfalls wurden die Interaktionen der Haupteffekte berechnet, indem die Interaktion zwischen Homöostase und Aufmerksamkeit, Homöostase und Nahrungsabbildung, Aufmerksamkeit und Nahrungsabbildung und zwischen allen dreien (Homöostase, Aufmerksamkeit und Nahrungsabbildung) berechnet wurde.

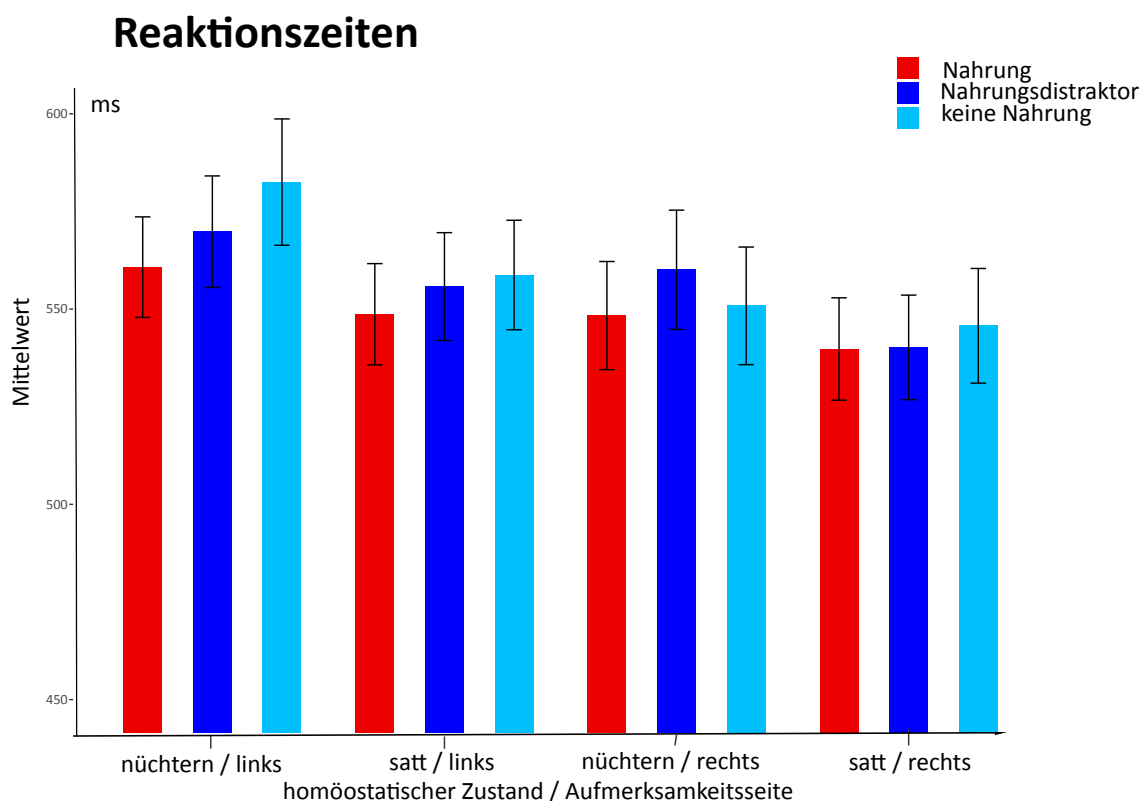


Abbildung 7: Reaktionszeiten

In Abb. 8 sind die Reaktionszeiten in Millisekunden für die korrekten Antworten auf den Zielreiz der attendierten Seite gezeigt. Sie sind für die Bedingungen „satt“ und „nüchtern“ dargestellt, die nochmal durch die Richtung der Aufmerksamkeit auf eine Seite differenziert wurden. Die unterschiedlich farbigen Säulen unterscheiden die Reaktionszeit der verschiedenen Nahrungsabbildungen hinter dem Zielreiz.

Die Reaktionszeiten zeigen in der 3-faktoriellen ANOVA im Haupteffekt Homöostase einen signifikanten Unterschied ($F(1/32)=7,07$, $p=0,01$) bei Veränderung des Sättigungsgrades. Zudem war der Haupteffekt, Veränderung der Aufmerksamkeit auf die unterschiedlichen Seiten, statistisch signifikant ($F(1/27)= 18,08$, $p=0,001$). Die Reaktionszeit bei Aufmerksamkeit auf der linken Seite ist kürzer.

Auch der Haupteffekt Nahrungsabbildungen war statistisch signifikant ($F(2/54)= 7,39$, $p<0,0015$). Sobald die Abbildungen einen Nahrungsgegenstand enthielten, entweder auf der Seite, auf die die Aufmerksamkeit gelenkt war oder der nicht attendierten Seite, war die Reaktionszeit verkürzt.

Die Interaktion zwischen Homöostase und Aufmerksamkeit führte zu keinem statistisch signifikanten Unterschied ($F(1/27)=1,32$, $p=0,25$). Zudem hatte die Interaktion zwischen Homöostase und Nahrungsabbildung keinen signifikanten Einfluss ($F(2/52)=0,83$, $p=0,44$). Allerdings war die Interaktion zwischen Aufmerksamkeit und Nahrungsabbildung signifikant ($F(2/54)=4,15$, $p=0,02$). In allen Versuchen, in denen ein Zielreiz gesetzt wurde, kam es zu einer deutlichen Verkürzung der Reaktionszeit bei Darstellung von Nahrung auf der Seite, auf die die Aufmerksamkeit gerichtet war.

Eine weitere Signifikanz trat bei der Interaktion von Sättigungsgrad, Aufmerksamkeit und Darstellung von Nahrung mit einem $F(2/54)=3,79$, $p=0,029$ auf.

3.2 Anzahl von ausgelassenen Zielreizen

Die Anzahl von ausgelassenen Zielreizen ist die Anzahl der Versuche, bei denen es zu keiner adäquaten Antwort auf den Zielreiz kam. Sie gibt die Anzahl der Fälle an, bei der ein Zielreiz auf der Seite, auf der die Aufmerksamkeit sein sollte, gegeben war und es zu keiner Reaktion durch einen Mausklick kam. In dieser Anzahl von ausgelassenen Zielreizen wurde ebenfalls eine 3- faktorielle ANOVA mit den Haupteffekten Homöostase, Aufmerksamkeit und Nahrungsabbildungen durchgeführt. Die Homöostase wurde mit den Faktorstufen nüchtern und satt bedacht. Die Aufmerksamkeit hatte die Faktorstufen links und rechts für die Seite des Zielreizes. Die Nahrungsabbildungen wurden in die Faktorstufen Nahrung, Nahrungsdistraktor und keine Nahrung aufgeteilt.

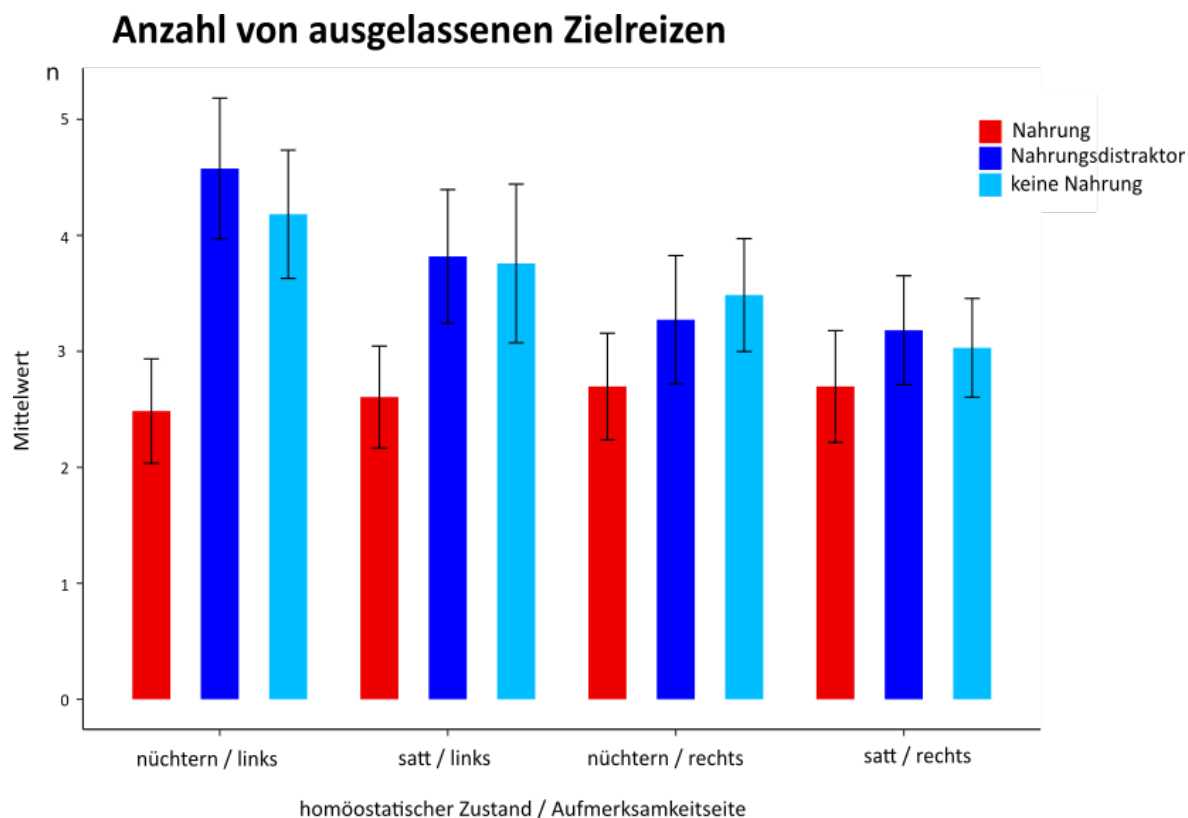


Abbildung 8: Anzahl von ausgelassenen Zielreizen

In Abbildung 9 ist die Anzahl von ausgelassenen Zielreizen als Anzahl der falschen Antworten auf einen Zielreiz auf der attendierten Seite gezeigt. Dabei sind sie für die nüchterne und satte Bedingung dargestellt, die nochmal durch Richtung der Aufmerksamkeit auf eine Seite differenziert wurden. Die verschieden farbigen Säulen unterscheiden die Anzahl von ausgelassenen Zielreizen der unterschiedlichen Nahrungsabbildungen hinter dem Zielreiz.

Bei der Anzahl von ausgelassenen Zielreizen wurde keine statistische Signifikanz für den Einfluss der Homöostase ($F(1/32)=0,41$, $p=0,527$) gemessen. Es gab außerdem keinen signifikanten Effekt bei der Änderung der Seite der Aufmerksamkeit ($F(1/32)=3,54$, $p=0,069$).

Bei der Veränderung der Nahrungsabbildungen konnte ein statistisch signifikanter Haupteffekt nachgewiesen werden. Hier wurde der Zielreiz bei Nahrungsabbildungen auf der attendierten Seite besser wahrgenommen. ($F(2/64)=12,86$, $p<0,001$).

Es wurde keine signifikante Interaktion zwischen der Homöostase und den Nahrungsabbildungen festgestellt ($F(2/64)=1,00$, $p=0,372$). Auch gab es keine signifikante Interaktion zwischen der Homöostase und Aufmerksamkeit ($F(1/32)=0,22$, $p=0,63$) und keine signifikante Interaktion von Aufmerksamkeit und Essen wurde nachgewiesen ($F(2/64)=2,63$, $p=0,080$).

Hieraus folgend ergab sich keine signifikante Interaktion von Homöostase, Aufmerksamkeit und Essen ($F(2/64)=0,367$, $p=0,69$) und ihren Einfluss auf die Anzahl von ausgelassenen Zielreizen.

3.3 EKP

In dieser Studie wurden primär die Ereigniskorrelierten Potentiale aufgezeichnet. Mithilfe von Varianzanalysen wurden daraufhin ihre Veränderungen statistisch berechnet.

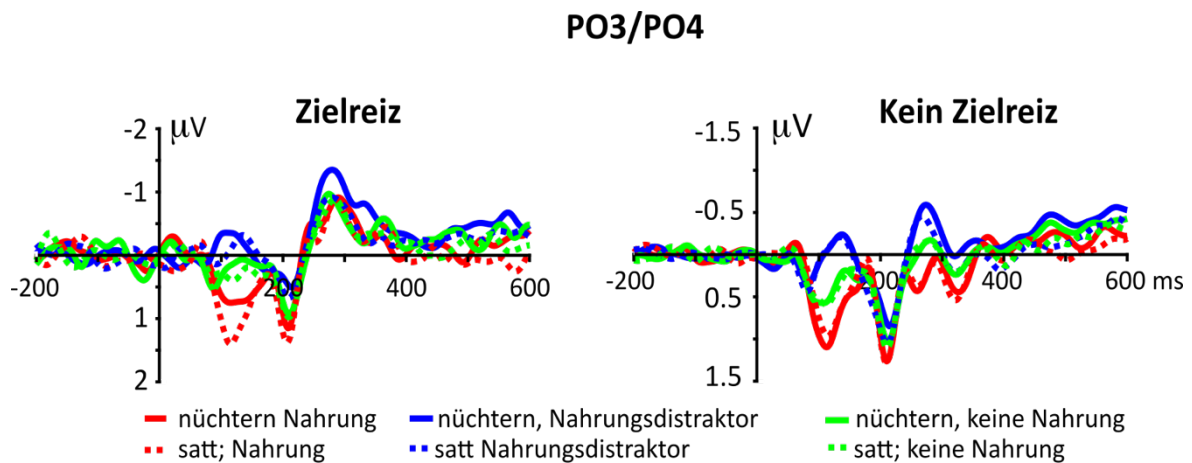


Abbildung 9: Ereigniskorrelierte Potentiale

In Abbildung 10 sind die Ereigniskorrelierten Potentiale (EKPs) aufgeführt, abgeleitet von den Elektrodenpositionen PO3/PO4. Hier sind die Millisekunden auf der x-Achse gegen die μV auf der y-Achse aufgezeichnet. Dabei bilden die verschiedenen Farben jeweils den Sättigungszustand sowie die Abbildungsart (Nahrung, Nahrungsdistraktor, keine Nahrung) ab.

3.3.1 Varianzanalyse

Die Varianzanalysen der EKPs wurden durch drei 2-faktorielle ANOVAs mit Messwiederholungsdesign jeweils für die N1 und die N2pc berechnet. Die erste mit der Kondition Zielreiz, die zweite mit der Kondition kein Zielreiz und die dritte mit der Kondition Zielreiz Distraktor. Die verschiedenen Konditionen wurden mit dem Haupteffekt Homöostase (Faktorstufen nüchtern/satt) und dem Haupteffekt Nahrung mit den 3 Faktorenstufen Nahrung, Nahrungsdistraktor, keine Nahrung gemessen. Interaktionen wurden ebenfalls zwischen den Haupteffekten Homöostase und Nahrung berechnet.

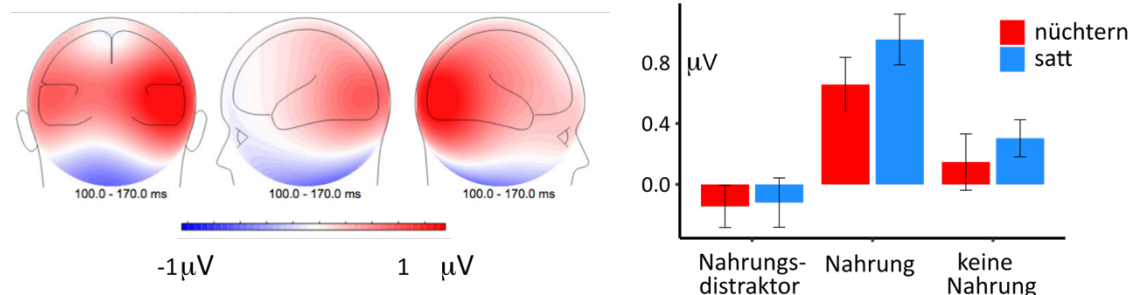
Es wurden jeweils in den zwei zeitlichen Bereichen der N1 und N2pc die durchschnittlichen, mittleren Amplituden an der PO3/4 Elektrode für die drei verschiedenen Zielreizkonditionen bestimmt.

Die N1 wurde bei einer durchschnittlichen Amplitude zwischen 100-170 ms an der PO3/4 Elektrode gemessen. Die ANOVA der N2pc wurde bei einer durchschnittlichen Amplitude zwischen 250-350 ms berechnet.

3.3.1.1 Zielreiz

Zielreiz: Effekt nüchtern vs. satt

mittlere Amplitude 100-170 ms



mittlere Amplitude 250-350 ms

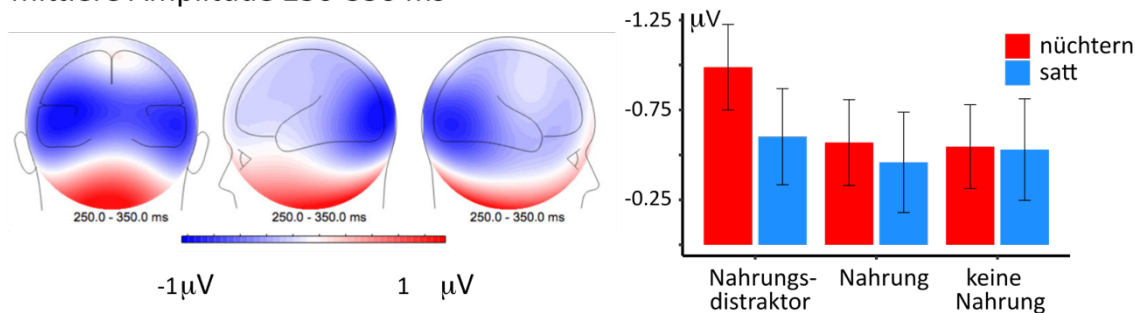


Abbildung 10: Effekte bei einem Zielreiz

Detailliert dargestellt sind die Amplituden in Abbildung 11, gemittelt über die Zeiträume 100-170ms und 250-350ms in den Säulendiagrammen mit dem Haupteffekt der Nahrungsabbildungen (Nahrung, keine Nahrung, Nahrungs-distraktor) bei Applikation des Zielreizes. Zur besseren Ansicht wurden Kopftopografien angefertigt, bei denen man die Spannungsverteilung über die Hemisphäre sehen kann. Die EKPs über beide Hemisphären wurden kollabiert, um ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis zu erreichen. In den Topographien wird auf der linken Seite die Kondition „nüchtern“ und auf der rechten Seite die Kondition „satt“ aufgezeigt.

Für die Zielreizkondition der N1 gab es einen signifikanten Unterschied bei dem Haupteffekt der Abbildungen von Nahrung ($F(2/54)=22, p<0,001$). Bei dem Haupteffekt der Homöostase gab es keine Signifikanz ($F(1/27)=2,69, p=0,11$). Die Interaktion zwischen den Essensabbildungen und der Homöostase war ebenfalls nicht signifikant ($F(2/54)=0,5, p=0,56$).

Bei der Kondition Zielreiz der N2pc gab es einen Haupteffekt bei den Abbildungen von Nahrung hinter dem Zielreiz ($F(2,54)=3,56, p=0,03$). Hier gab es keinen signifikanten Haupteffekt der Homöostase ($F(1,27)=0,88, p=0,35$). Ebenfalls gab es keine signifikante Interaktion zwischen den Essensabbildungen und der Homöostase ($F(2,54)=1,58, p=0,21$).

3.3.1.2 kein Zielreiz

kein Zielreiz: Effekt nüchtern vs. satt

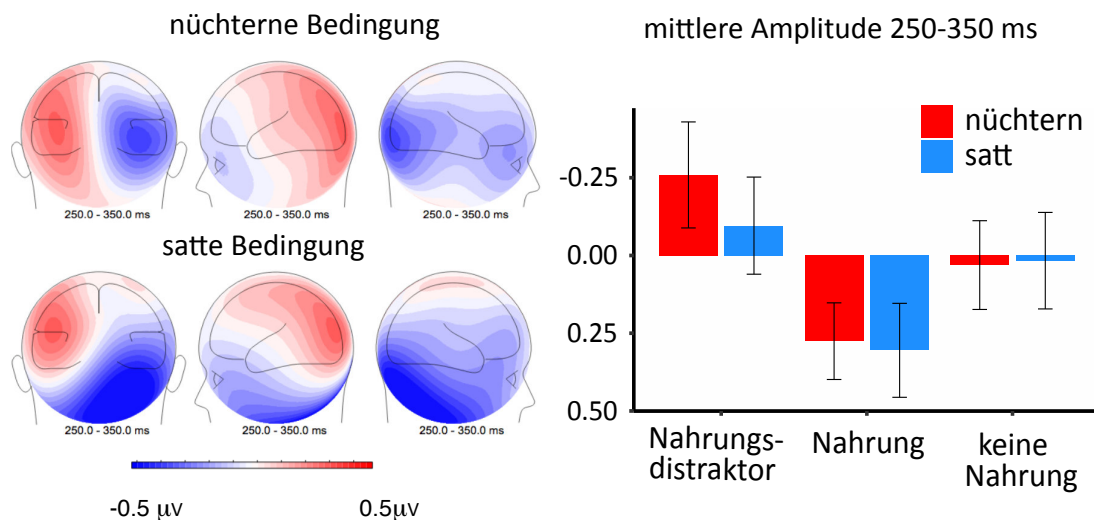


Abbildung 11: Effekte ohne einen Zielreiz

Die Abbildung 12 zeigt die durchschnittlichen mittleren Amplituden zwischen 250-350ms für die Kondition „ohne Zielreiz“. Die Säulendiagramme zeigen die verschiedenen Faktorstufen der Abbildungen hinter dem Zielreiz (Nahrung, keine Nahrung, Nahrungsdistraktor). Links sind erneut Topografien aufgezeichnet. Da die EKPs über beiden Hemisphären hier auch kollabiert wurden, zeigt die linke Seite die Verteilung für den Essen Distraktor und die rechte Seite für den Faktor Essen.

Auch bei der nicht Zielreiz Kondition der N1 fand sich ein signifikanter Haupteffekt der Nahrungsabbildungen ($F(2/54)=24,06, p<0,001$). Es gab allerdings keine Signifikanz zwischen

den unterschiedlichen Sättigungsgraden ($F(1/27)=0,19$, $p=0,66$). Ebenfalls hat die Interaktion zwischen den Essensabbildungen und der Homöostase keinen signifikanten Unterschied ergeben ($F(2/54)=1,1$, $p=0,33$).

Die Berechnung der ANOVA „kein Zielreiz“ der N2pc zeigte einen signifikanten Haupteffekt bei der Kondition der Abbildungen hinter dem Zielreiz ($F(2/54)= 36,06$, $p<0,001$). Es gab keine Signifikanz des Haupteffektes durch die Homöostase ($F(2/54)= 0,33$, $p=0,5$). Auch bei der Interaktion der beiden Effekte war kein signifikanter Effekt ($F(2/54)= 1,5$, $p=0,2$) festzustellen.

3.3.1.3 Zielreizdistraktor

Insbesondere der Zielreizdistraktor wurde erneut aufgeschlüsselt und unterteilt in die Zeit zwischen 100-170ms sowie 250-350ms.

Zielreizdistraktor nüchtern vs. satt
PO3/4 mittlere Amplitude 100-170ms

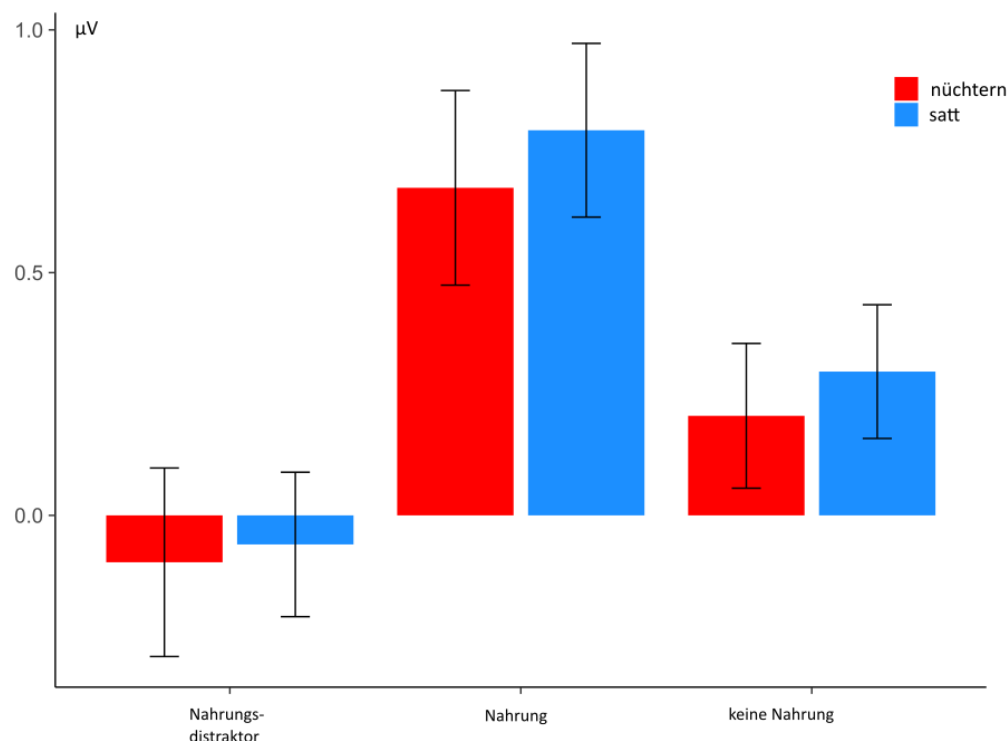


Abbildung 12: Effekte eines Zielreizdistraktors N1

Die Abbildung 13 zeigt die durchschnittlichen mittleren Amplituden zwischen 100-170ms für die Kondition „Zielreizdistraktor“. Die Säulendiagramme bilden die verschiedenen Faktorstufen der Abbildungen hinter dem Zielreiz (Nahrung, keine Nahrung, Nahrungsdistraktor) ab.

Unter dem Zielreizdistraktor bildete die ANOVA der N1 im Haupteffekt der Abbildungskonditionen einen statistisch signifikanten Wert ($F(2/54)=12,43$, $p<0,01$) ab. Unter dem Haupteffekt Homöostase zeigte sich keine statistische Signifikanz ($F(1/27)=0,54$, $p=0,47$). Die Interaktion der beiden Haupteffekte hatte ebenfalls keine statistische Signifikanz ($F(2/54)=0,09$, $p=0,91$).

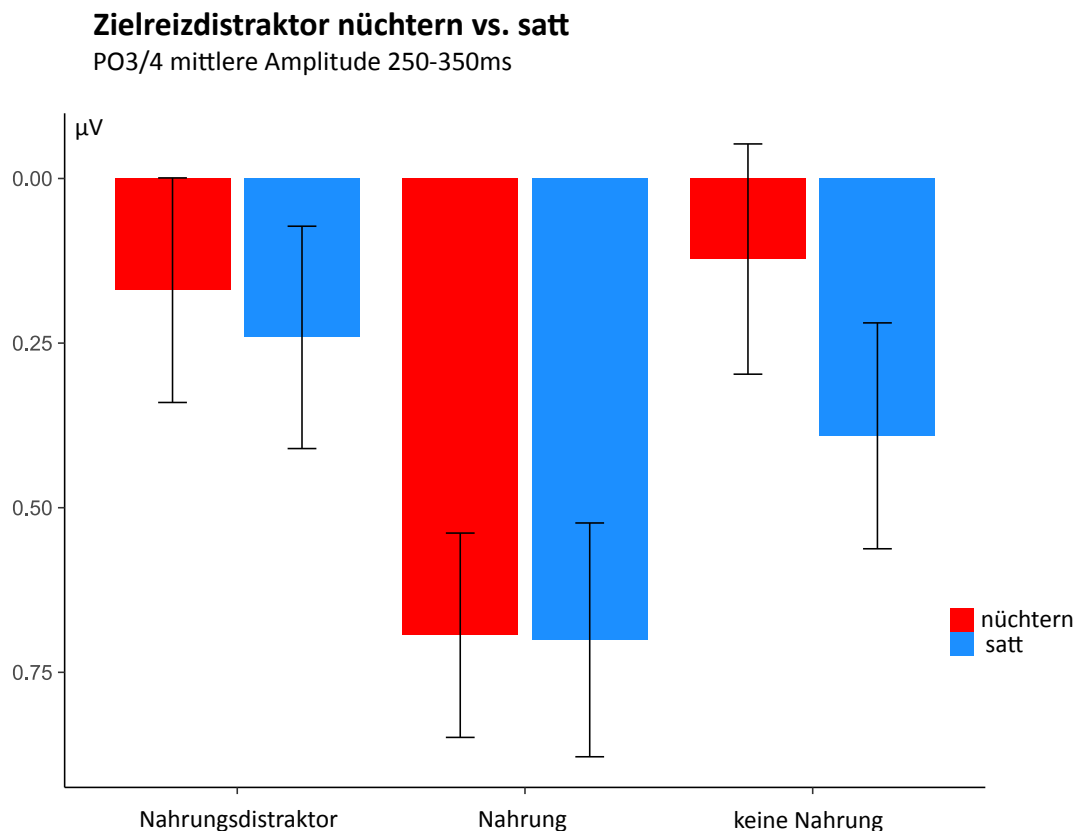


Abbildung 13: Effekte eines Zielreizdistraktors N2pc

Die Abbildung 14 zeigt die durchschnittlichen mittleren Amplituden zwischen 250-350ms für die Kondition „Zielreizdistraktor“. Die Säulendiagramme demonstrieren die verschiedenen Faktorstufen der Abbildungen hinter dem Zielreiz (Nahrung, keine Nahrung, Nahrungsdistraktor).

Unter der Kondition Zielreizdistraktor ergab sich auch in der ANOVA der N2pc ein signifikanter Haupteffekt bei den verschiedenen Abbildungskonditionen ($F(2/54)=10,45$, $p<0,001$). Keine Signifikanz demonstrierte der Haupteffekt Homöostase ($F(1/27)=1,34$, $p=0,25$). Ebenfalls ergab sich keine signifikante Interaktion zwischen den verschiedenen Abbildungen und der Homöostase ($F(2/52)$, $p=0,32$).

3.3.2 t-Test

Es wurde zusätzlich ein t-Test durchgeführt, um die Veränderungen im EKP zwischen den zwei Sättigungszuständen aufzuzeigen. Hier wurden erneut die zwei Zeitpunkte für die N1 und die N2pc verwendet.

Für die N1 war der t-Test statistisch signifikant ($t(27)=-2,25$, $p=0,03$) bei den Nahrungsabbildungen. Da besonders in den EKP Diagrammen die Kurve des Nahrungsdistraktors zwischen den nüchternen und satten Versuchen bei 250-350 ms (der N2pc) divergierte, wurde ebenfalls ein t-Test für diese Parameter berechnet. Dabei war die Signifikanz nur marginal mit $t(27)=-1,76$, $p=0,08$.

4 Diskussion

In dieser Arbeit wurde der Einfluss des Sättigungszustandes auf die selektive Aufmerksamkeit untersucht. Dafür wurden bei gesunden Probandinnen das ereigniskorrelierte Potential parietookzipital im hungrigen sowie satten Zustand aufgezeichnet und ihre Reaktionszeiten beim Ausführen einer Aufgabe untersucht. Im Besonderen wurde evaluiert, ob sich unter Veränderung der Sättigung das Ausmaß der Ablenkbarkeit von Aufmerksamkeit bei Nahrungsmittelpräsentationen verändert. Von besonderem Interesse war die N2pc, die als elektrophysiologisch messbares Korrelat für die selektive Aufmerksamkeit gilt. Zudem wurde im EKP nach weiteren Veränderungen gesucht. Als zusätzlicher Marker für die selektive Aufmerksamkeit wurde die Reaktionsgeschwindigkeit betrachtet.

4.1 Ergebniszusammenfassung

Durch die Änderung des Sättigungszustandes wurde eine signifikante Veränderung der Reaktionszeiten festgestellt. Die Probandinnen hatten im satten Zustand kürzere Reaktionszeiten.

Elektrophysiologisch gab es signifikante Veränderungen der N2pc bei Nahrungsabbildungen gegenüber Abbildungen ohne Nahrung. Es veränderte sich die N2pc allerdings nicht signifikant bei der Präsentation der verschiedenen Abbildungskonditionen unter Veränderung des Sättigungszustands.

Im t-Test wurde nur eine marginale Signifikanz in der N2pc beim Nahrungsabbildungsdistaktor und bei Veränderung der Sättigung der Probandinnen festgestellt.

Eine Veränderung der N1 in der ANOVA wurde in dieser Studie nicht registriert. Die Amplitudenunterschiede der N1 waren bei den Konditionen Zielreiz, kein Zielreiz und Zielreizdistaktor in der ANOVA nicht statistisch signifikant.

Es konnte jedoch im t-Test eine statistisch signifikante Veränderung der N1 bei den Nahrungsabbildungen zwischen den hungrigen und satten Probandinnen nachgewiesen werden.

4.2 Reaktionszeiten

4.2.1 Einfluss der Hypoglykämie

Die Reaktionszeit der Probandinnen in der Bedingung „satt“ ist im Vergleich zu der Bedingung „nüchtern“ deutlich verkürzt. Bereits in den 90er Jahren wurden verlängerte Reaktionszeiten bei gesunden Probandinnen mit einer moderaten Hypoglykämie festgestellt (Fourest-Fontecave et al., 1987; Lindgren et al., 1996). Da alle Probandinnen in dieser aktuellen Studie in einem Versuch mindestens 12 h keine Nahrung zu sich genommen hatten, kann bei ihnen von einer moderaten Hypoglykämie ausgegangen werden. Die generell schnelleren Reaktionszeiten unter der Bedingung „satt“ stimmen deshalb mit der aktuellen Studienlage überein und untermauern das tatsächliche Vorhandensein der unterschiedlichen Sättigungskonditionen der Probandinnen. Ebenfalls ist es wahrscheinlich, dass die Probandinnen nüchtern langsamer sind, da sie eine vermehrte Ablenkbarkeit zeigten. Dies würde die Hypothese einer verminderten selektiven Aufmerksamkeit auf Nahrungsabbildungen im sattten Zustand unterstützen (Stockburger et al., 2009).

4.2.2 Einfluss der unterschiedlichen Abbildungen

Hinweise auf einen Unterschied der Reaktionszeiten bei Nahrungsbildern gegenüber nicht-Nahrungsbildern gab es kaum in der bisherigen Literatur. Vielmehr wurde bei Präsentation von Nahrungswörtern gegenüber Wörtern, die nicht mit Essen assoziiert sind, kein Unterschied der Reaktionszeit festgestellt (Paladini et al., 2018).

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen eine kürzere Reaktionszeit bei der Darbietung von Nahrungsabbildungen. Dies kann auf die direkte Darstellung von Nahrungsabbildungen zurückzuführen sein. In vorherigen Studien mit ähnlicher Aufgabenstellung, wurden stattdessen Nahrungsbegriffe verwandt, wohingegen in dieser Studie die Nahrung als Bild gezeigt wurden.

Unterstützend zu der, in dieser Studie festgestellten, schnelleren Reaktion auf Nahrungsbilder bei hungrigen Probanden ist eine Studie mit einer „Dotprobe-Aufgabe“ einzustufen. In einer Dotprobe-Aufgabe wird davon ausgegangen, dass Probanden schneller auf einen affektiven Reiz als auf einen neutralen Reiz reagieren (MacLeod et al., 1986). In dieser Studie zeigte sich eine kürzere Reaktion auf die Darstellung von Essen in den ersten 100 ms. Normalgewichtige hatten eine schnellere Reaktionsfähigkeit im hungrigen Zustand auf die

Nahrungsbilder im Vergleich zum sattten Zustand (Nijs et al., 2010). Die Nahrung ist wahrscheinlich bei hungrigen Probanden ein affektiver Reiz, was durch die schnellere Reaktionsfähigkeit der Probanden in der Studie von Nijs et al. unterstützt wird. Zudem wurde bei normalgewichtigen Probanden die primäre Blickrichtung zu den Nahrungsabbildungen nachgewiesen (Castellanos et al., 2009). Dies erklärt eine erhöhte selektive Aufmerksamkeit für Nahrungsabbildungen bei hungrigen Probanden und unterstützt mit der hier gemessenen schnelleren Reaktionszeit die Hypothese einer höheren Salienz bei den Probandinnen unter der Bedingung „nüchtern“.

Ein Grund für die aktuelle Studienlage zu den Reaktionszeiten könnte sein, dass ein Reaktionszeitunterschied auch in der Studie von Nijs et al. nur in den ersten 500 ms nach dem Zielreiz nachgewiesen wurde. Bei längerer Darstellung der Dotprobe-Aufgabe gab es keinen Unterschied in der Reaktionszeit zwischen den Nahrungs- und Nicht-Nahrungsabbildungen. Dies ist auch auf die längere Zeit zurückzuführen, in der die Probanden die Möglichkeit hatten, zwischen den dargestellten Abbildungen ihre Aufmerksamkeit hin und her zu wechseln (Nijs et al., 2010). Insofern ist die These einer primär erhöhten Reaktionsfähigkeit der hungrigen Probandinnen bei Nahrungspräsentation auch durch diese Studie weiterhin zu unterstützen.

Ebenfalls ergab diese Studie deutliche Unterschiede der Reaktionszeiten hinsichtlich der Trennung oder dem gemeinsamen Auftreten von Zielreiz und Nahrung auf einer Seite. In beiden Sättigungszuständen konnte bei einer Darstellung von Nahrung und Zielreiz auf derselben Seite eine schnellere Reaktionszeit festgestellt werden. Eine Erklärung kann die selektive Aufmerksamkeit (Posner et al., 1988) bieten, bei der in der Peripherie eher eine Bottom Up Aufmerksamkeitsverarbeitung stattfinden soll (Vecera und Rizzo, 2003). Durch einen engen räumlichen Bezug von Zielreiz und Nahrungsabbildung werden sie schneller wahrgenommen.

Im Gegensatz dazu kam es zu einer relativen Verlangsamung der Reaktionszeiten bei der Präsentation eines Nahrungsdistraktors auf der kontralateralen Seite zum Zielreiz. Entsprechend der Theorie der „spotlight attention“, mit Hauptfokus auf das Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms wie in dieser Studie, mussten die Probandinnen die endliche Aufmerksamkeit auf die Peripherie lenken. Da es keinen räumlichen Bezug zwischen dem Nahrungsdistraktor und Zielreiz gab, zog der Nahrungsdistraktor auf der gegenüberliegenden

Seite des Zielreizes zunächst die Aufmerksamkeit auf sich und verlängerte damit die Reaktionszeit. Die längere Reaktionszeit spricht für eine höhere Allokation der Aufmerksamkeit auf einen Nahrungsdistraktor im Vergleich zu Nicht-Nahrungsmittelbildern auf der gegenüberliegenden Seite.

4.2.3 Einfluss der Hemisphärenseite

Je nach Ausrichtung des Zielreizes auf die linke bzw. rechte Bildschirmseite wurden statistisch signifikante Unterschiede in der Reaktionszeit beobachtet.

Die Probandinnen hatten eine kürzere Reaktionszeit bei der Zielreizpräsentation auf der linken Seite, im Gegensatz zur Präsentation auf der rechten Seite. Dies kann durch die funktionelle Hemisphärenasymmetrie zustande kommen. Bei einer einfacheren Aufgabe, bei der keine Hemisphäreninteraktion benötigt wird, ist eine Hemisphärendominanz der rechten Hemisphäre in den Reaktionszeiten bei Rechtshändern bekannt (Voyer und Bryden, 1990). Das wiederum stimmt mit den Studienergebnissen dieser Arbeit überein. In einer Metaanalyse (Vogel et al., 2003) wurde jedoch eine bei Frauen weniger prominente Hemisphärendominanz bei räumlicher Reaktionsfähigkeit gezeigt. Die Arbeit von Vogel et al. beinhaltet hauptsächlich Studien mit Aufgaben, in denen Buchstaben eine Rolle spielten. Mit Ausnahme von Analphabeten, die Buchstaben als Form wahrnehmen, kommt es bei Alphabeten durch die meist links hemisphärische Lokalisation der Sprache eher zu einer Hemisphäreninteraktion. Dies erklärt die weniger prominente Hemisphärendominanz in der Metaanalyse.

In dieser Arbeit weist die schnellere Reaktion mit Zielreiz auf der linken Hemisphärenseite bei den weiblichen Probandinnen auf eine rechtshemisphärische dominante Verarbeitung dieser Aufgabe hin.

Die rechtshemisphärische Dominanz kann durch die sehr isolierte räumliche Aufgabenstellung in dieser Studie erklärt werden. Durch den Fokus auf ein Fixationskreuz und der Aufgabe nur die Verkleinerung eines Balkens auf einer Seite zu attendieren, ist eine starke Hemisphäreninteraktion unwahrscheinlich. In der Aufgabe sollte der Längenunterschied von verschiedenen Balken erkannt werden, wodurch eine räumliche Auffassung dieser Aufgabe wahrscheinlich ist und sich in der schnelleren Reaktion bei einem Zielreiz der linken Bildschirmseite zeigt.

Man kann aber auch mutmaßen, dass die Probandinnen sich in dieser Studie auf die Aufgabenstellung konzentriert haben und nicht die Nahrungs- und Nicht-Nahrungsabbildungen dahinter beachtet haben. Hätten die Probandinnen die Abbildungen als Gegenstände wahrgenommen, wäre eine Interaktion mit der linken Hemisphäre wahrscheinlich. Dies würde eine seitenabhängige Reaktionszeitdifferenz unwahrscheinlich machen.

4.3 Anzahl von ausgelassenen Zielreizen

Die Anzahl von ausgelassenen Zielreizen unterstützt, genauso wie die Veränderungen der Reaktionszeiten, die These einer erhöhten Saliens bei Nahrungsmittelabbildungen. Sie war in Relation zu den Nahrungsabbildungen statistisch signifikant geringer, sobald der Zielreiz und die Nahrungsabbildung auf einer Seite präsentiert wurden. Hier bestehen Parallelen zu der Verkürzung der Reaktionszeit bei Nahrungsabbildungen auf der Zielreizseite. Die Probandinnen mussten bei einem Zielreiz und Nahrungsabbildungen auf derselben Seite die Aufmerksamkeit nicht aufteilen und haben deshalb weniger Zielreize verpasst. Im Gegensatz dazu war die Anzahl von ausgelassenen Zielreizen ähnlich hoch bei Nahrungsmitteldistraktoren sowie bei Abbildungen ohne Nahrung. Dies kann als Hinweis gewertet werden, dass auch bei erhöhter Aufmerksamkeitsallokation auf die Nahrungsmitteldistraktoren, der größte Anteil der selektiven Aufmerksamkeit auf der Hauptaufgabe liegt.

4.4 N2pc

4.4.1 Einfluss der Sättigung

Aufgrund vorheriger Studien hatten wir eine erhöhte N2pc zwischen 250 und 350 ms im hungrigen Zustand im Vergleich zum satten Zustand erwartet (Nijs et al., 2010). Dies kann jedoch nicht durch diese Studie gestützt werden. Bisherige Arbeiten zeigten im Ereigniskorrelierten Potential eine vermehrte Negativierung der N2pc bei hungrigen Probanden (Stockburger et al., 2009) sowie eine posteriore Positivierung zwischen 170 - 250 ms (Stockburger et al., 2008). Für die divergenten Ergebnisse der Studien von Stockburger et al. kann deren unterschiedlicher Messzeitraum eine Ursache sein, da sie die N2pc in einen Zeitraum zwischen 300 und 360 ms untersuchten. Dabei hatten ihre Probanden die Abbildungen lediglich passiv registriert, während in dieser aktuellen Studie die Probandinnen eine Aufgabe durchführen mussten. In der Studie von Stockburger et al. wurden die Abbildungen

im Aufmerksamkeitsfokus präsentiert. Im Gegensatz dazu wurde aktuell die Aufmerksamkeit auf ein Fixationskreuz gerichtet. Dabei musste eine automatische Beachtung der nicht attendierten Zielreize erfolgen. Die N2pc tritt hauptsächlich auf, wenn eine selektive Aufmerksamkeit auf einen Fokus ausgerichtet ist (Luck und Hillyard, 1994).

Besonders im Hungerzustand wurde bei einem Zielreiz und einer Nahrungsabbildung als Distraktor eine Vergrößerung der N2pc Amplitude erwartet. Durch das Hervorrufen der N2pc während der Präsentation eines Nahrungsabbildungsdistraktors, sollte eine Aufmerksamkeitsaufteilung auf die kontralaterale Seite stattfinden und somit eine vergrößerte N2pc als Marker der selektiven Aufmerksamkeit zugunsten der Nahrung auftreten. Auch wenn in der ANOVA keine Signifikanz festzustellen war, ist bei dem t-Test eine marginale Signifikanz zu erkennen. Dabei sind ebenfalls die unten genannten Limitationen zu diskutieren. Es war zwar kein Unterschied zwischen den homöostatischen Zuständen festzustellen, aber zwischen den Nahrungs- und Nicht-Nahrungsabbildungen war ein signifikanter Unterschied nachweisbar.

4.4.2 Einfluss der evolutionären Komponente

Nahrung und die Suche nach Nahrung sind primäre Motive des Menschen. Für das Überleben ist die Nahrungsaufnahme ein integraler Teil. Somit kann die Hypothese aufgestellt werden, dass Nahrung als ein wichtiger Teil der Evolution die selektive Aufmerksamkeit verstärkt.

Die Beeinflussung einer evolutionären Komponente auf die selektive Aufmerksamkeit wurde schon in mehreren Studien gezeigt. Beispielsweise konnte dies für unterschiedliche Farben festgestellt werden. Objekte in Rot haben eine kürzere Latenz bis zum Auftreten der N2pc als grüne Objekte. Dies rührt daher, dass Rot kein neutraler Reiz, sondern eine affektive Farbe ist. Evolutionär wird Gefahr durch die rote Farbe signalisiert, besonders auch in Nahrungsmitteln. Die N2pc konnte durch einen roten Distraktor hervorgerufen werden, im Gegensatz dazu löste ein grüner Distraktor keine N2pc aus (Fortier-Gauthier et al., 2013). Daraus kann man schlussfolgern, dass ein neutraler Reiz keine selektive Aufmerksamkeit verursacht, während ein affektiver Reiz vermehrt selektive Aufmerksamkeit erhält. Eine weitere Studie stellte heraus, dass die Farbe Rot nur bei emotional salienten Bildern eine Änderung der Aufmerksamkeit hervorruft. Neutrale Bilder mit roter Farbe führten zu keiner Erhöhung der Aufmerksamkeit (Kuniecki et al., 2015).

Ähnlich wie das Wahrnehmen einer Gefahr salient ist (Andrzejewski und Carlson, 2020), hat auch die Nahrungssuche einen überlebenswichtigen Aspekt. Dementsprechend sollten Nahrungsmittel eine ähnlich erhöhte selektive Aufmerksamkeit hervorrufen wie andere affektive Reize. Dies zeigt ein Versuch, in dem die N2pc Amplituden bei Nahrungsabbildungen, analog dieser aktuellen Studie, ebenfalls vergrößert sind (Fortier-Gauthier et al., 2013). Die Erhöhung ist durch den Status von Nahrung als Primärmotiv plausibel (Murray, 2007). Ähnlich wie die Motivation, Gefahr zu vermeiden, ist die Nahrungsaufnahme eine angeborene Motivation, die nicht erst erlernt werden muss. Dadurch unterscheidet sie sich von sekundären Motiven, wie beispielsweise Anerkennung oder Geld, die erlernt werden müssen. Aus diesem Grunde werden primäre Motive zunächst befriedigt, um das Aufrechterhalten des Organismus zu gewährleisten. Bei Nahrungsabbildungen ist dementsprechend eine höhere Allokation der Aufmerksamkeit auf die Nahrung gerichtet, während Nicht-Nahrungsabbildungen eine geringere Aufmerksamkeit haben. Dies wies auch diese Studie nach, die eine erhöhte N2pc bei einer vermehrten selektiven Aufmerksamkeit bei Nahrungsabbildungen zeigte. Laut dieser Hypothese müsste jedoch eine vermehrte Hungerperiode, das primäre Motiv der Nahrungsaufnahme, eine nochmals erhöhte Allokation der Aufmerksamkeit für Nahrung hervorrufen. Dies konnte jedoch in dieser Studie durch die N2pc nicht bestätigt werden. Daraus kann gefolgert werden, dass die Nahrung so wichtig ist, dass auch im satten Zustand Nahrung, sowie deren Abbildungen, immer eine deutlich erhöhte Aufmerksamkeitsallokation erzeugen. Dieses Phänomen könnte dadurch erklärt werden, dass Nahrung früher in den meisten Regionen nicht so verfügbar war wie im 21. Jahrhundert in Deutschland. Die Menschen mussten oft hungern und auch schon im satten Zustand für die nächste Hungerperiode vorsorgen (Fogel, 2004). Dies könnte unsere Ergebnisse untermauern und erklären, wieso auch noch in der heutigen Zeit Nahrung, unabhängig vom Sättigungszustand, eine erhöhte Aufmerksamkeit zugesprochen wird.

Es konnte ein signifikanter Unterschied im t-Test zwischen der satten und hungrigen Kondition in der Amplitude der N1 beobachtet werden. Dies kann auf eine deutliche frühere Verarbeitung und Präferenz der Nahrungsmittelabbildung im hungrigen Zustand hinweisen.

Eine Hypothese ist, dass Nahrung als primäres Motiv und überlebenswichtiges Merkmal schon im Hirnstamm, der auch eine Rolle im Belohnungssystem spielt (Alonso-Alonso et al.,

2015), vermehrt selektive Aufmerksamkeit bekommt. In einer weiteren Studie wurde gezeigt, dass schon in den ersten 150 ms des EKPs eine Differenzierung zwischen hoch- und niedrigkalorischen Nahrungsmitteln erfolgt (Becker et al., 2016). Der Zusammenhang zwischen N1 und Aufmerksamkeit ist schon lange bekannt (Haider et al., 1964). Es zeigt sich eine proportionale Korrelation zwischen der Aufmerksamkeit und der Amplitude der N1. In unserer Studie war ein deutlicher Zusammenhang einer erhöhten Aufmerksamkeit für die Nahrungsmittelpräsentation in der N1 zu erkennen, die sich in beiden homöostatischen Zuständen zeigt.

Das Korrelat im t-Test der Homöostase in der N1 wies auch einen Zusammenhang zwischen dem Sättigungszustand, sowie der Amplitude der N1 und damit der Aufmerksamkeit nach. Hierdurch wird die These einer erhöhten selektiven Aufmerksamkeit in Bezug auf Nahrungsmittel bei hungrigen Probandinnen in dieser Studie untermauert.

4.4.3 Einfluss des Belohnungssystems

Die erhöhte Amplitude der N2pc lässt sich über die Funktion von Nahrung als primären Verstärker (Skinner, 1948) erklären. Ein primärer Verstärker hat die Eigenschaft physiologische Bedürfnisse zu befriedigen und kann die Häufigkeit eines Verhaltens ändern. Die Ernährung hat als primäres Ziel, dem Körper Nährstoffe zuzuführen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist jedoch der Geschmack und die generelle Attraktivität von Nahrungsobjekten. Es konnte nachgewiesen werden, dass Probanden bei schmackhafteren Nahrungsmitteln mehr zu sich nehmen als bei neutralen Nahrungsmitteln (Sørensen et al., 2003; Sato et al., 2017). Bei schmackhafteren Nahrungsmitteln wird, ähnlich wie durch monetäre Belohnung, der ventrale Globus pallidus und der Nucleus accumbens stimuliert (Wassum et al., 2009). Das Belohnungssystem zeigte schon in mehreren Studien einen Einfluss auf die selektive Aufmerksamkeit. Diesem kommt eine besondere Bedeutung zu, da Belohnung ein sekundärer Verstärker ist, während Nahrung sogar ein primärer Verstärker ist. Sekundäre Verstärker können über die Assoziation mit primären Verstärkern erlernt werden (Skinner, 1948). Es wurde festgestellt, dass eine monetäre Belohnung die visuell-räumliche Aufmerksamkeit erhöht (Kiss et al., 2009; Hickey et al., 2010). In diesen Studien war die Amplitude der N2pc Komponente bei Präsentation einer erhöhten monetären Belohnung deutlich erhöht. Es zeigt auch, dass in der frühen Aufmerksamkeitsverarbeitung die Belohnung, in

Form einer Top Down Aufmerksamkeit, ein Stimulus ist. Neben der Aufteilung der Endpunkte in „keine Belohnung“ und „Belohnung“ wurde ebenfalls in hohe und niedrigere Belohnungswerte differenziert und auch spezifisch der höheren Belohnung mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Der Gegenstand mit dem höheren Verdienst wurde auch gefunden, wenn er nicht im direkten Aufmerksamkeitsfeld lag. Beispielsweise entstand eine größere N2pc auch kontralateral zum Distraktor, wenn dieser in der Farbe mit dem höheren Verdienst erschien. Dies ist auch der Fall, wenn der Zielreiz nicht bewusst wahrgenommen wird. Auch bei einem unbewusst wahrgenommen Zielreiz entsteht eine N2pc, wobei allerdings die Genauigkeit der Erkennung des Zielreizes sinkt. Die N2pc entsteht bei einem unbewusst erkannten Zielreiz, erwartungsgemäß aber nicht bei einem aufgetretenen, aber nicht erkannten Zielreiz. Auch bei der unbewussten Wahrnehmung des Zielreizes spielt die Höhe der Belohnung eine Rolle. Zielreize mit einem hohen Lohn werden schneller gesehen. Durch die größere Amplitude der N2pc ist anzunehmen, dass Belohnung mehr Aufmerksamkeit auch unbewusst auf sich zieht (Harris et al., 2016). Zwischen Belohnung und Nahrung können Parallelen in der Aufmerksamkeitsverarbeitung gesehen werden. In dieser aktuellen Studie konnte auch bei Nahrungsabbildungen eine erhöhte N2pc festgestellt werden. Sie trat bei einer unbewusst wahrgenommenen Darstellung von Nahrung gegenüber Nicht-Nahrungsabbildungen auf. Die erhöhte N2pc trat vermehrt bei Nahrung auf der Zielreizseite, jedoch auch bei Nahrung als Distraktor auf der kontralateralen Seite auf. Daraus lässt sich schließen, dass allein die Abbildung von Nahrung ein Belohnungstrigger ist und eine erhöhte selektive Aufmerksamkeit besitzt.

In einer frühen Studie wurde eine verminderte Nahrungsaufnahme bei sattten Probanden, ohne Zusammenhang mit der Schmackhaftigkeit festgestellt (Rolls et al., 1988). Bei gesättigten Probanden fand sich ein vermindertes Verlangen nach hochkalorischer Nahrung. Daraus folgt, dass die selektive Aufmerksamkeit der sattten Probanden bei Nahrungsmitteldarstellung vermindert ist. Das konnte jedoch in der aktuellen Studie nicht bestätigt werden. Die Probanden hatten gleich viel Aufmerksamkeit auf die Nahrungsmittel verwendet, unabhängig, ob sie satt oder nüchtern waren.

4.4.4 Einfluss von Abhängigkeitssubstanzen

Es gibt Parallelen zwischen der Nahrung mit erhöhtem Zucker- und Fettanteil und Abhängigkeitssubstanzen. Beide haben einen Effekt auf die Ausschüttung von Dopamin im Striatum (Heffner et al., 1980; Egecioglu et al., 2010), auf die Herunterregulation der D2 Rezeptoren (R. J. Moore et al., 1998) sowie die Orexin Ausschüttung (Aston-Jones et al., 2010). Dieser ähnliche biologische Mechanismus kann ebenfalls Parallelen in der Aufmerksamkeitsverarbeitung wahrscheinlich machen.

Eine Studie mit Rauchern ergab unerwartete Ergebnisse. Zunächst reagierten die Probanden langsamer auf den Zielreiz, wenn es ein Rauchen-assoziiertes Bild enthielt und die Aufmerksamkeit wendete sich langsamer zum Zielreiz. Spezifisch war die N2pc bei einem Rauchen-assoziierten Zielreiz kleiner, als bei einem neutralen Zielreiz. Lag das Rauchen-assoziierte Bild kontralateral zum Zielreiz war die N2pc größer. Das suggeriert eine vermehrte Vermeidung der Aufmerksamkeit in Bezug auf Bilder mit Rauchen-assoziierten Gegenständen (Donohue et al., 2016). Diese Vermeidung kann man jedoch über die starke soziale Komponente und den negativen Konnotationen von Abhängigkeitssubstanzen erklären.

Die Nichtbeachtung von Abhängigkeitssubstanzen kann auch bei Alkohol-assoziierten Zielreizen dargestellt werden. Trotz einer primären Affinität zu dem Alkohol-assoziierten Objekt wird eine aktive Vermeidung beobachtet (Gladwin et al., 2013).

Die Studie von Donohue et al. kann ein Hinweis sein, der auf eine ähnliche Vermeidungsstrategie gegenüber Essen hindeutet. Während Nahrungsmittel in den Medien nicht wie Zigaretten als verboten dargestellt werden, gibt es doch eine negative Konnotation bei ungesundem Essen. Sodass möglicherweise die Probandinnen im hungrigen Zustand dazu neigen, bei der Präsentation von Nahrung, die Aufmerksamkeit von der Nahrung aktiv wegzulenken. Dies würde jedoch, wie in der Studie von Donohue et al, eine erniedrigte Amplitude der N2pc bei Nahrungsabbildungen wahrscheinlicher machen. Um diese Option einer Vermeidungstaktik auszuschließen, ist es sinnvoll, eine weitläufigeres Patientenkollektiv zu untersuchen, da besonders junge, akademisch ausgebildete Frauen, wie in dieser Studie untersucht, für Restriktion von Nahrung und ungesunde Nahrungsmuster anfällig sind. Eine weitere Studie untersuchte bei Rauchern ebenfalls die selektive Aufmerksamkeit. Die Probanden hatten in einem Versuch seit 3 Stunden nicht geraucht und in einem zweiten Versuch kurz vorher geraucht haben. Das erhöhte Rauchverlangen konnte, auch wenn es einen

insgesamten Effekt auf die selektive Aufmerksamkeit im Rahmen des EKP hatte, keinen bestimmten Effekt auf die N2pc zeigen. Eine spätere Veränderung zwischen 500-800ms konnte jedoch festgestellt werden (Harris et al., 2018). Dies scheint mit den Daten der hiesigen Studie zu korrelieren. Auch wenn keine Veränderung der N2pc festgestellt wurde, scheint es eine mögliche Veränderung der früheren Aufmerksamkeit zu geben. Dies lässt möglicherweise ebenfalls darauf zurückschließen, dass eine Veränderung der Sättigung von Nahrung oder von Nikotin Allgemeinveränderungen hervorrufen kann jedoch nicht die N2pc beeinflusst, insbesondere auch, da mit Rauchen sowie mit deutlich erhöhter Nahrungsaufnahme in der hiesigen Gesellschaft oft negative Konnotationen verbunden werden.

4.5 Frühere Aufmerksamkeitsallokation

Die N1 kann als frühe Komponente im EKP für die selektive Aufmerksamkeit betrachtet werden. In dieser Studie gab es durch Amplitudenveränderungen der N1 Hinweise auf eine potentiell frühere Selektion der Aufmerksamkeit. Deshalb konnte ein signifikanter t-Test zwischen den satt und hungrigen Probandinnen festgestellt werden, sowie Signifikanzen in der ANOVA zwischen den verschiedenen Nahrungsabbildungen unabhängig vom Sättigungszustand. Ein Einfluss wäre erneut durch die oben diskutierte Evolution möglich. Ebenfalls wurde die N1-Komponente bei Vergleichen von genießbaren und ungenießbaren Nahrungsmitteln beschrieben (Becker et al., 2016). Dabei bestand ein Zusammenhang, nicht nur zwischen abhängigkeitsfördernden Mitteln und früherer Aufmerksamkeit, sondern auch zwischen Nahrung und früherer Aufmerksamkeit. Es wurde eine stärkere Positivierung bei ungenießbaren Lebensmitteln aufgezeigt (Becker et al., 2016). Dies weist auf eine frühe Selektion der Aufmerksamkeit für Nahrungsmittel und deren Genießbarkeit hin. Die Nahrung, die für den Körper von Vorteil ist, bekommt mehr Aufmerksamkeit, während verdorbene Nahrung schon früh im Selektionsprozess weniger Aufmerksamkeit erhält. Hier bestehen Parallelen zur aktuellen Studie. Auch in dieser Studie werden Nahrungsabbildungen in Form der N1 vermehrt einer selektiven Aufmerksamkeit zugeteilt. Dies erklärt die deutlich frühere Verarbeitung von Nahrung. Durch die frühere Zusammenführung von Nahrung und Homöostase kann es sein, dass für die spätere N2pc die Homöostase nicht mehr relevant ist, da es eine erhöhte Grundaufmerksamkeit durch die erfolgte Bevorzugung der N1 gegeben hat.

In der N1 konnte durch den t-Test ein Zusammenhang zwischen der Homöostase und der selektiven Aufmerksamkeit nachgewiesen werden, den wir bei der N2pc erwartet hätten. Hierdurch wird eine früh aufgetretene Aufmerksamkeitsselektion in den verschiedenen homöostatischen Zuständen wahrscheinlich.

Dennoch müssen die unten genannten Limitationen noch berücksichtigt werden.

4.6 Limitationen

4.6.1 Probandinnenkollektiv

Ein weibliches Patientenkollektiv wurde ausgewählt, da bekannt ist, dass bei Frauen eine höhere Prävalenz der Essstörungen besteht (Jacobi et al., 2014). Das Kollektiv wurde auf Frauen eingeschränkt, da in Studien mit männlichen Probanden eine Inhibition der Aktivierung von Amygdala, Hippocampus, Insula, OFC und dem Striatum bei Nahrungsmittelpräsentation nachgewiesen wurde (Wang et al., 2008). Zudem wurde bei hungrigen Frauen eine Aktivierung im Bereich des Brodmann Areals bemerkt, die bei hungrigen Männern im Vergleich zu dem gesättigten nicht gefunden wurde (Frank et al., 2010). Da diese Areale in der Regulation von Sättigung und der Nahrungsaufnahmemotivation eine große Rolle spielen, kann man mit einer schlechteren Effektivität der Nüchternheitsperiode bei Männern und einer ebenfalls kleineren N2pc rechnen. Um den Effekt der Homöostase zu beweisen, haben wir dementsprechend nur Frauen im Probandinnenkollektiv gehabt. Aus diesem Grund sollten diese Ergebnisse nicht unkritisch auf ein männliches Kollektiv übertragen werden.

Die Probandinnenstichprobe ist eine sehr homogene Gruppe. Alle Frauen waren zwischen 20 und 30 Jahren alt und hatten ein Abitur als Schulabschluss. Dieses Probandinnenkollektiv kann dementsprechend nur mit Einschränkung auf die Gesamtbevölkerung übertragen werden. Beispielsweise ist bei älteren Menschen eine P3 Latenz vorhanden, die ein EKP natürlich verändert.

4.6.2 Ernährungsart

Die persönliche Art der Ernährung der Probandinnen wurde nicht bestimmt. Obwohl Menschen evolutionär eine generell erhöhte Salienz auf alle Nahrungsmittel haben, könnte

durch eine langjährige beispielsweise vegetarische Ernährung eine vergleichsweise niedrigere Salienz auf Fleischgerichte und Abbildungen von Fleisch hervorgerufen werden. Besonders im LPP (Late Positive Potential) zeigt sich eine verstärkte Positivierung bei Vegetariern gegenüber Omnivoren. So ist auch eine erhöhte Salienz der Nahrungsabbildungen mit Fleisch bei Vegetariern (Stockburger et al., 2009) festgestellt worden. Eine Signifikanz bestand jedoch in dieser Studie erst nach 450 ms im parietookzipitalen Bereich. Dies lässt darauf schließen, dass es für die N2pc keinen großen Einfluss durch eine sozial getriggerte Ernährungsart gibt. Da es jedoch keine speziellen Studien gibt, die einen signifikanten Unterschied in der N2pc zeigen, kann dieser Aspekt bei manchen Probandinnen als systemische Fehlerquelle nicht ausgeschlossen werden.

4.6.3 Aufgabenmethodik

4.6.3.1 Paradigma

Obwohl unsere Aufgabenmethodik als standardisiertes Paradigma erfolgte, gibt es Studien (Hickey et al., 2009), die zusätzlich die genaue Zusammensetzung der N2pc aufschlüsseln. Hickey et al. schlagen eine Aufteilung der N2pc in eine P_D und N_T Komponente vor. Die P_D Komponente soll als eine vermehrte Positivierung bei Auftreten von einem Distraktor erzielt werden und somit eine Unterdrückung durch den Distraktor darstellen. Die N_T Komponente soll als klassisch bekannte Negativierung durch den Zielreiz entstehen. Die Vorstellung dabei ist, dass die selektive Aufmerksamkeit nicht nur durch einen Aspekt beeinflusst wird.

Dies stellt natürlich infrage, ob durch Auftreten eines Nahrungsdistraktors eine stärkere Positivierung vorhanden ist und dadurch die N2pc nicht so deutlich auftritt. Insbesondere, da möglicherweise die P_D eine aktive Unterdrückung des salienten Distraktors ist (Kerzel et al., 2018). In diesem Experiment wurden jedoch die 2 Sättigungszustände verglichen und sowohl der satte als auch der nüchterne Versuch wurden mit dem gleichen Paradigma an der gleichen Probandengruppe durchgeführt. Dementsprechend wäre es wenn ein systematischer Fehler, der aufgrund der Mittelung und des Vergleichs der Probandengruppen mit dem gleichen Paradigma lediglich in unterschiedlichen Sättigungszuständen, nicht stark ins Gewicht fällt.

4.6.3.2 Fragebögen

Die Fragebögen wurden den Probandinnen einmalig vor dem ersten Versuch vorgelegt. Das 50% der Probandinnen zu diesem Zeitpunkt hungrig und 50% satt waren, könnte die Angaben in dem Fragebogen zum Essverhalten beeinflussen. Eine Möglichkeit der Verbesserung wäre ein erneutes Ausfüllen im jeweiligen Sättigungszustand gewesen. Da für diese Studie der Fragebogen jedoch nur zum Ausschluss ungeeigneter Probandinnen benutzt wurde und dies bei keinem der Probandinnen erfolgen musste, wäre eine erneute Befragung nicht zielführend gewesen. Das Vorlegen des Fragebogens allein unter einer Bedingung (nüchtern / satt) hätte einen deutlich höheren systematischen Fehler, da der andere Sättigungsgrad nicht berücksichtigt gewesen wäre.

4.6.3.3 Lerneffekt

Da die Probandinnen zweimalig mit demselben Paradigma gemessen wurden, ist ein Lerneffekt nicht auszuschließen. Die Messungen lagen zwar nur minimal 2 Tage auseinander, in jeder Sitzung wurden aber mehr als 1.600 Zielreize bestimmt, somit ist ein Lerneffekt durch Erinnerung sehr unwahrscheinlich.

4.6.4 Augentracking

In diesem Versuch bekamen die Probandinnen ein Elektrookulogramm geklebt, um die Bewegung des Augenbulbus zu messen. Die Fixation auf das Kreuz in der Mitte des Bildschirms sollte so gewährleistet werden. Außerdem sollten okuläre Artefakte herausgefiltert und bei einer erhöhten Frequenz von Sakkaden Wiederholungen ausgeschlossen werden. Da den Probandinnen jedoch zuvor bekannt war, auf welcher Seite der Zielreiz lag, ist es natürlich möglich, dass sich die Probandinnen nicht auf das Zielkreuz, sondern nur auf den Zielreiz fokussiert haben. Der Distraktor auf der kontralateralen Seite wäre dann nicht so wie erwartet wahrgenommen worden und könnte die Ergebnisse verschlechtert haben. Dies wäre jedoch ein systematischer Fehler bei allen Probandinnen und würde sich nicht nur in der N2pc der unterschiedlichen Teilexperimente, sondern auch in den verschiedenen Reaktionszeiten niederschlagen. Da bei diesen aber verschiedene Signifikanzen gemessen wurden, wird dieser Fehler nicht als besonders gravierend bewertet.

4.6.5 Sättigungsgrad

Verschiedene Studien haben bei Messung der Sättigung einen Placebo-Sättigungstest gemacht oder die Ketonkörper im Urin gemessen. In dieser Untersuchung wurde dagegen entschieden, da in der Probandinnengruppe zu einem großen Teil medizinisch vorgebildete Probandinnen waren, denen bekannt ist, dass eine solche Messung nicht möglich ist. Gegen die Messung von Ketonkörpern wurde sich entschieden, da diese bei gesunden jungen Frauen nach 12h Fasten in nur bis zu 12% der Fälle zu erwarten sind (Joo et al., 2010). Ebenso erfordert das Gefühl der Sättigung eine unterschiedliche Menge an Nahrungsaufnahme bei verschiedenen Probanden (Blundell et al., 1987). Dementsprechend wurde keine Kalorienanzahl oder Menge an Nahrung vor dem satten Versuch vorausgesetzt.

4.7 Ausblick

Obwohl die Literatur einen Zusammenhang zwischen der Sättigung und der N2pc als elektrophysiologisches Korrelat der Aufmerksamkeit suggeriert, konnten wir diese Behauptung in dieser Studie nicht feststellen. Auch wenn die N2pc keine Signifikanz aufweist und wir somit unsere H1-Hypothese nicht bestätigen konnten, ist trotzdem eine Assoziation zwischen dem Sättigungszustand und der selektiven Aufmerksamkeit vorhanden. Die EKP zeigten im t-Test eine statistische Signifikanz zwischen N1 und dem homöostatischen Zustand und ebenfalls eine marginale Signifikanz bei der N2pc. Unter diesen Umständen kann man einen Unterschied in der N1 erkennen, jedoch nicht in der N2pc. Eine Überlegung zur Verbesserung der Studienbedingungen wäre die Vergrößerung der Probandinnenkohorte, um dadurch die Standardabweichung zu verkleinern oder aber eine verlängerte Nüchternperiode von mehr als 12h einzuführen, um einen möglichen stärkeren Effekt zu sehen.

Ebenfalls interessant wäre die Messung von übergewichtigen Probandinnen, da bereits eine automatische Orientierung übergewichtiger Personen in Richtung Nahrungsstimuli gesehen wurde, die ähnlich normalgewichtigen Probanden im hungrigen Zustand ist (Nijs et al., 2010). Dabei scheinen Übergewichtige Ähnlichkeiten in ihrer biologischen Anpassung zu Abhängigkeitsmodellen zu haben. Es ist eine Herunterregulation des D2 Rezeptors bekannt, der invers proportional zum Übergewicht ist (Wang et al., 2001; Wang et al., 2004). Dies suggeriert eine ähnliche Aufmerksamkeitsallokation wie bei abhängigen Probanden.

Messungen an Patienten mit einem gestörtem Essverhalten können im Gegensatz dazu weitere Erkenntnisse bringen und das Verständnis von Essstörungen deutlich erweitern. Bei Patienten mit Anorexia nervosa, Bulimia nervosa wurden eine vermehrte Verarbeitung von Nahrungsabbildungen im parietookzipitalen Bereich nachgewiesen (Blechert et al., 2011). Dabei wäre interessant, wie Patienten mit einer weit fortgeschrittenen Erkrankung gegenüber den Menschen mit einer beginnenden Essstörung reagieren.

4.8 Beantwortung der Fragestellung

Eine signifikante Veränderung der selektiven Aufmerksamkeit, die über die N2pc gemessen wurde, wurde nicht nachgewiesen. Diese Hypothese konnte nicht bestätigt werden. Die Limitationen wurden im vorhergehenden Teil diskutiert.

Jedoch zeigte sich eine signifikante Veränderung der Reaktionszeiten. Diese Hypothese konnte somit bestätigt werden.

Zusätzlich konnte in dieser Studie eine Veränderung der N1 in einem signifikanten t-Test bestätigt werden. Hier wären jedoch weitere Studien zur Evaluation nötig.

5 Zusammenfassung

Aufmerksamkeit ist eines der Werkzeuge unseres Gehirns die unendlichen Reize aus der Umwelt zu selektionieren und der endlichen Kapazität des Gehirns nur die wichtigsten Sachen zu präsentieren. Dafür müssen die Reize gefiltert werden. In den letzten Jahrzehnten ist besonders die Art dieses Filterungsprozesses in den Fokus geraten. Zunächst die Funktion des Filters und in den letzten Jahren auch die Einwirkung von verschiedenen Einflüssen auf diesen Filter und dementsprechend auf die Aufmerksamkeit. Als eines der Primär motive haben Nahrung und der Sättigungsgrad eines Menschen potentiell einen großen Einfluss auf die Aufmerksamkeit. Dies könnte langfristig nicht nur ein wichtiger Aspekt der Aufmerksamkeitsforschung sein, sondern auch der Erforschung von Essstörungen und Adipositas dienen.

In dieser Studie wurde die selektive Aufmerksamkeit bei einer Veränderung des Sättigungsgrades bei 36 jungen gesunde Frauen mittels eines EEGs untersucht. Zur Quantifizierung der selektiven Aufmerksamkeit lag die Fokus dieser Studie auf dem Ereigniskorrelierten Potential und dabei besonders auf der N2pc. Unterstützend wurden zusätzlich die Reaktionszeiten und die Number misses bestimmt. Als H1 Hypothese wurde eine Veränderung der selektiven Aufmerksamkeit bei einer Veränderung des homöostatischen Zustandes aufgestellt.

Diese Studie zeigte eine erhöhte selektive Aufmerksamkeit bei Präsentation von Nahrung in beiden homöostatischen Zuständen im EKP. Die N2pc zeigte keinen signifikanten Unterschied bei Veränderung des homöostatischen Zustandes trotz einer Erhöhung bei Nahrungsmittelpräsentation in beiden Zuständen. Die N1 zeigte in einem t-Test einen signifikanten Unterschied zwischen satt und hungrigen Probandinnen. Die Reaktionszeiten waren bei einer Präsentation von Nahrungsmittel signifikant schneller, insbesondere bei den nüchternen Probandinnen.

In dieser Studie konnte eine erhöhte selektive Aufmerksamkeit bei Nahrungsmittelpräsentation nachgewiesen werden. Anders als zu erwarten zeigte sich kein Unterschied bei Veränderung des homöostatischen Zustandes in der N2pc. Jedoch deuten ein signifikanter t-

Test in der N1, sowie eine erhöhte Schnelligkeit der Reaktionszeiten der nüchternen Probandinnen bei Nahrungsmittelpräsentation auf eine erhöhte Präferenz der Nahrungsmittel im nüchternen Zustand hin. Um dies zu bestätigen müssten weitere Studien durchgeführt werden, insbesondere mit einem längeren Fastenzeitraum. Ebenfalls könnten vergleichbare Studien bei Patienten mit einer pathologischen Nahrungsaufnahme durchgeführt werden.

6 Literaturverzeichnis

- Alonso-Alonso, M., Woods, S. C., Pelchat, M., Grigson, P. S., Stice, E., Farooqi, S., Khoo, C. S., Mattes, R. D., Beauchamp, G. K. (2015). Food reward system: Current perspectives and future research needs. *Nutrition Reviews*, 73(5), 296–307. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv002>
- Anand, B. K., Brobeck, J. R. (1951). Hypothalamic control of food intake in rats and cats. *The Yale journal of biology and medicine*, 24(2), 123.
- Andrzejewski, J. A., Carlson, J. M. (2020). Electrocortical responses associated with attention bias to fearful facial expressions and auditory distress signals. *International Journal of Psychophysiology*, S0167876020300453. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.02.014>
- Anllo-Vento, L., Hillyard, S. A. (1996). Selective attention to the color and direction of moving stimuli: Electrophysiological correlates of hierarchical feature selection. *Perception & Psychophysics*, 58(2), 191–206. <https://doi.org/10.3758/BF03211875>
- Aston-Jones, G., Smith, R. J., Sartor, G. C., Moorman, D. E., Massi, L., Tahsili-Fahadan, P., Richardson, K. A. (2010). Lateral hypothalamic orexin/hypocretin neurons: A role in reward-seeking and addiction. *Brain Research*, 1314, 74–90. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.09.106>
- Avena, N. M., Rada, P., Hoebel, B. G. (2008). Evidence for sugar addiction: Behavioral and neurochemical effects of intermittent, excessive sugar intake. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(1), 20–39. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2007.04.019>
- Bálint, R. (1909). Seelenlähmung des “Schauens”, optische Ataxie, räumliche Störung der Aufmerksamkeit. Pp. 51–66. *European Neurology*, 25(1), 51–66. <https://doi.org/10.1159/000210464>
- Becker, C. A., Flaisch, T., Renner, B., Schupp, H. T. (2016). Neural Correlates of the Perception of Spoiled Food Stimuli. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00302>
- Bernard, C. (1878). *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux, Tome 1*. Paris: J.-B. Baillière et fils.
- Blechert, J., Feige, B., Joos, A., Zeeck, A., Tuschen-Caffier, B. (2011). Electrocortical Processing of Food and Emotional Pictures in Anorexia Nervosa and Bulimia Nervosa: *Psychosomatic Medicine*, 73(5), 415–421. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e318211b871>
- Blundell, J. E., Tremblay, A. (1995). Appetite Control and Energy (Fuel) Balance. *Nutrition*

Research Reviews, 8(1), 225–242. <https://doi.org/10.1079/NRR19950014>

Blundell, J., Rogers, P., Hill, A. (1987). Evaluating the satiating power of foods: Implications for acceptance and consumption. In J. Colms, D. Booth, R. Pangborn, O. Raunhardt (Hrsg.), *Food acceptance and nutrition* (S. 205–219).

Brain Products GmbH / Products & Applications / BrainAmp ExG. (o. J.). Abgerufen 5. Dezember 2016, von <http://www.brainproducts.com/productdetails.php?id=7>

Broadbent, D. (1958). *Perception and Communication*. Pergamon Press.

Broadbent, D. E., Broadbent, M. H. (1987). From detection to identification: Response to multiple targets in rapid serial visual presentation. *Attention, Perception, Psychophysics*, 42(2), 105–113.

Cameron, J. D., Chaput, J.-P., Sjödin, A. M., Goldfield, G. S. (2017). Brain on Fire: Incentive Salience, Hedonic Hot Spots, Dopamine, Obesity, and Other Hunger Games. *Annual Review of Nutrition*, 37(1), 183–205. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071816-064855>

Cason, A. M., Smith, R. J., Tahsili-Fahadan, P., Moorman, D. E., Sartor, G. C., Aston-Jones, G. (2010). Role of orexin/hypocretin in reward-seeking and addiction: Implications for obesity. *Physiology & Behavior*, 100(5), 419–428. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2010.03.009>

Castellanos, E. H., Charboneau, E., Dietrich, M. S., Park, S., Bradley, B. P., Mogg, K., Cowan, R. L. (2009). Obese adults have visual attention bias for food cue images: Evidence for altered reward system function. *International Journal of Obesity*, 33(9), 1063–1073. <https://doi.org/10.1038/ijo.2009.138>

Chelazzi, L. (2001). Responses of Neurons in Macaque Area V4 During Memory-guided Visual Search. *Cerebral Cortex*, 11(8), 761–772. <https://doi.org/10.1093/cercor/11.8.761>

Chelazzi, Leonardo, Miller, E. K., Duncan, J., Desimone, R. (1993). A neural basis for visual search in inferior temporal cortex. *Nature*, 363, 345.

Cherry, E. C. (1953). Some Experiments on the Recognition of Speech, with One and with Two Ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25(5), 975–979. <https://doi.org/10.1121/1.1907229>

Delorme, A., Makeig, S. (2004). EEGLAB: An open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 134(1), 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009>

DiFeliceantonio, A. G., Berridge, K. C. (2012). Which cue to ‘want’? Opioid stimulation of

central amygdala makes goal-trackers show stronger goal-tracking, just as sign-trackers show stronger sign-tracking. *Behavioural Brain Research*, 230(2), 399–408. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2012.02.032>

Donohue, S. E., Woldorff, M. G., Hopf, J.-M., Harris, J. A., Heinze, H.-J., Schoenfeld, M. A. (2016). An electrophysiological dissociation of craving and stimulus-dependent attentional capture in smokers. *Cognitive, Affective, Behavioral Neuroscience*, 16(6), 1114–1126. <https://doi.org/10.3758/s13415-016-0457-9>

Duncan, J., Humphreys, G. W. (1989). *Visual Search and Stimulus Similarity*. 26.

Egecioglu, E., Jerlhag, E., Salomé, N., Skibicka, K. P., Haage, D., Bohlooly-Y, M., Andersson, D., Bjursell, M., Perrissoud, D., Engel, J. A., Dickson, S. L. (2010). Ghrelin increases intake of rewarding food in rodents: Ghrelin and food reward. *Addiction Biology*, 15(3), 304–311. <https://doi.org/10.1111/j.1369-1600.2010.00216.x>

Eimer, M., Kiss, M. (2008). Involuntary Attentional Capture is Determined by Task Set: Evidence from Event-related Brain Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(8), 1423–1433. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20099>

Fogel, R. W. (2004). *The Escape from Hunger and Premature Death, 1700–2100: Europe, America, and the Third World*. Cambridge University Press; Cambridge Core. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511817649>

Fortier-Gauthier, U., Dell’Acqua, R., Jolicœur, P. (2013). The “red-alert” effect in visual search: Evidence from human electrophysiology: “Red-Alert” effect. *Psychophysiology*, 50(7), 671–679. <https://doi.org/10.1111/psyp.12050>

Foti, D., Hajcak, G., Dien, J. (2009). Differentiating neural responses to emotional pictures: Evidence from temporal-spatial PCA. *Psychophysiology*, 46(3), 521–530. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2009.00796.x>

Fourest-Fontecave, Adamson, Ekblom, Lins, Sandahl, Strand. (1987). Mental alertness in response to hypoglycaemia in normal man: The effect of 12 hours and 72 hours of fasting. 1987.

Frank, S., Laharnar, N., Kullmann, S., Veit, R., Canova, C., Hegner, Y. L., Fritsche, A., Preissl, H. (2010). Processing of food pictures: Influence of hunger, gender and calorie content. *Neural Mechanisms of Ingestive Behaviour and Obesity*, 1350, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.04.030>

Girelli, M., Luck, S. J. (1997). Are the same attentional mechanisms used to detect visual

- search targets defined by color, orientation, and motion? *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(2), 238–253. <https://doi.org/10.1162/jocn.1997.9.2.238>
- Gladwin, T. E., ter Mors-Schulte, M. H. J., Ridderinkhof, K. R., Wiers, R. W. (2013). Medial Parietal Cortex Activation Related to Attention Control Involving Alcohol Cues. *Frontiers in Psychiatry*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2013.00174>
- Haider, M., Spong, P., Lindsley, D. B. (1964). Attention, Vigilance, and Cortical Evoked-Potentials in Humans. *Science*, 145(3628), 180–182. <https://doi.org/10.1126/science.145.3628.180>
- Harris, J. A., Donohue, S. E., Ilse, A., Ariel Schoenfeld, M., Heinze, H.-J., Woldorff, M. G. (2018). EEG measures of brain activity reveal that smoking-related images capture the attention of smokers outside of awareness. *Neuropsychologia*, 111, 324–333. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.02.005>
- Harris, J. A., Donohue, S. E., Schoenfeld, M. A., Hopf, J.-M., Heinze, H.-J., Woldorff, M. G. (2016). Reward-associated features capture attention in the absence of awareness: Evidence from object-substitution masking. *NeuroImage*, 137, 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.05.010>
- Heffner, T., Hartman, J., Seiden, L. (1980). Feeding increases dopamine metabolism in the rat brain. *Science*, 208(4448), 1168–1170. <https://doi.org/10.1126/science.7375926>
- Heisler, L. K., Lam, D. D. (2017). An appetite for life: Brain regulation of hunger and satiety. *Current Opinion in Pharmacology*, 37, 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2017.09.002>
- Hickey, C., Chelazzi, L., Theeuwes, J. (2010). Reward Changes Salience in Human Vision via the Anterior Cingulate. *Journal of Neuroscience*, 30(33), 11096–11103. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1026-10.2010>
- Hickey, C., Di Lollo, V., McDonald, J. J. (2009). Electrophysiological Indices of Target and Distractor Processing in Visual Search. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(4), 760–775. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21039>
- Hickey, C., McDonald, J. J., Theeuwes, J. (2006). Electrophysiological Evidence of the Capture of Visual Attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(4), 604–613. <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.4.604>
- Hopf, J.-M. (2006). The Neural Site of Attention Matches the Spatial Scale of Perception. *Journal of Neuroscience*, 26(13), 3532–3540. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4510->

05.2006

Hopfinger, J. B., West, V. M. (2006). Interactions between endogenous and exogenous attention on cortical visual processing. *NeuroImage*, 31(2), 774–789. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.12.049>

Hussain, S. S., Bloom, S. R. (2013). The regulation of food intake by the gut-brain axis: Implications for obesity. *International Journal of Obesity*, 37(5), 625–633. <https://doi.org/10.1038/ijo.2012.93>

Jacobi, F., Höfler, M., Strehle, J., Mack, S., Gerschler, A., Scholl, L., Busch, M. A., Maske, U., Hapke, U., Gaebel, W., Maier, W., Wagner, M., Zielasek, J., Wittchen, H.-U. (2014). Psychische Störungen in der Allgemeinbevölkerung: Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland und ihr Zusatzmodul Psychische Gesundheit (DEGS1-MH). *Der Nervenarzt*, 85(1), 77–87. <https://doi.org/10.1007/s00115-013-3961-y>

James, W. (1890). *The principles of psychology*. Holt.

Jasper, H. H. (1958). Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10(2), 370–375. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(58\)90053-1](https://doi.org/10.1016/0013-4694(58)90053-1)

Joo, N.-S., Lee, D.-J., Kim, K.-M., Kim, B.-T., Kim, C.-W., Kim, K.-N., Kim, S.-M. (2010). Ketonuria after Fasting may be Related to the Metabolic Superiority. *Journal of Korean Medical Science*, 25(12), 1771. <https://doi.org/10.3346/jkms.2010.25.12.1771>

Kastner, S., Pinsk, M. A. (2004). Visual attention as a multilevel selection process. *Cognitive, Affective, Behavioral Neuroscience*, 4(4), 483–500. <https://doi.org/10.3758/CABN.4.4.483>

Katsuki, F., Constantinidis, C. (2013). *Bottom-Up and Top-Down Attention: Different Processes and Overlapping Neural Systems*. 14.

Kerzel, D., Barras, C., Grubert, A. (2018). Suppression of salient stimuli inside the focus of attention. *Biological Psychology*, 139, 106–114. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.10.010>

Kerzel, D., Burra, N. (2020). Capture by Context Elements, Not Attentional Suppression of Distractors, Explains the P_D with Small Search Displays. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1–14. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01535

Kiss, M., Driver, J., Eimer, M. (2009). Reward Priority of Visual Target Singletons Modulates Event-Related Potential Signatures of Attentional Selection. *Psychological Science*, 20(2), 245–251. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02281.x>

- Kuniecki, M., Pilarczyk, J., Wichary, S. (2015). The color red attracts attention in an emotional context. An ERP study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00212>
- Lachter, J., Forster, K. I., Ruthruff, E. (2004). Forty-five years after Broadbent (1958): Still no identification without attention. *Psychological Review*, 111(4), 880–913. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.4.880>
- Lavie, N. (2010). Attention, Distraction, and Cognitive Control Under Load. *Current Directions in Psychological Science*, 19(3), 143–148. <https://doi.org/10.1177/0963721410370295>
- Lee, P. C., Dixon, J. B. (2017). Food for Thought: Reward Mechanisms and Hedonic Over-eating in Obesity. *Current Obesity Reports*, 6(4), 353–361. <https://doi.org/10.1007/s13679-017-0280-9>
- Legenbauer, T., Vocks, S. (2014). Theoretische Grundlagen zur Entstehung und Aufrechterhaltung von Anorexia und Bulimia nervosa. In T. Legenbauer & S. Vocks, *Manual der kognitiven Verhaltenstherapie bei Anorexie und Bulimie* (S. 23–37). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20385-5_2
- Lindgren, M., Eckert, B., Stenberg, G., Agardh, C.-D. (1996). Restitution of Neurophysiological Functions, Performance, and Subjective Symptoms after Moderate Insulin-induced Hypoglycaemia in Non-diabetic Men. *Diabetic Medicine*, 13(3), 218–225. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9136\(199603\)13:3<218::AID-DIA25>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9136(199603)13:3<218::AID-DIA25>3.0.CO;2-D)
- Lopez-Calderon, J., Luck, S. J. (2014). ERPLAB: An open-source toolbox for the analysis of event-related potentials. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00213>
- Lorenzo-López, L., Amenedo, E., Pascual-Marqui, R. D., Cadaveira, F. (2008). Neural correlates of age-related visual search decline: A combined ERP and sLORETA study. *NeuroImage*, 41(2), 511–524. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.02.041>
- Lovell, D. M., Williams, J. M. G., Hill, A. B. (1997). Selective processing of shape-related words in women with eating disorders, and those who have recovered. *British Journal of Clinical Psychology*, 36(3), 421–432. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1997.tb01249.x>
- Luck, Stephen J. (2005). *An Introduction to the Event-related Potential Technique*. MIT Press.
- Luck, Steven J., Fan, S., Hillyard, S. A. (1993). Attention-related modulation of sensory-

evoked brain activity in a visual search task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5(2), 188–195.

Luck, Steven J., Girelli, M., McDermott, M. T., Ford, M. A. (1997). Bridging the gap between monkey neurophysiology and human perception: An ambiguity resolution theory of visual selective attention. *Cognitive psychology*, 33(1), 64–87.

Luck, Steven J, Hillyard, S. A. (1994). *Spatial Filtering During Visual Search: Evidence From Human Electrophysiology*. 15.

MacLeod, C., Mathews, A., Tata, P. (1986). *Attentional Bias in Emotional Disorders*. 6.

Mangun, G. R. R., Hillyard, S. A. (1987). The spatial allocation of visual attention as indexed by event-related brain potentials. *Human factors*, 29(2), 195–211.

Martínez, A., Teder-Salejarvi, W., Hillyard, S. A. (2007). Spatial attention facilitates selection of illusory objects: Evidence from event-related brain potentials. *Brain Research*, 1139, 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.12.056>

Mayer, J. (1953). Glucostatic Mechanism of Regulation of Food Intake. *New England Journal of Medicine*, 249(1), 13–16. <https://doi.org/10.1056/NEJM195307022490104>

Moore, C. F., Sabino, V., Koob, G. F., Cottone, P. (2017). Pathological Overeating: Emerging Evidence for a Compulsivity Construct. *Neuropsychopharmacology*, 42(7), 1375–1389. <https://doi.org/10.1038/npp.2016.269>

Moore, R. J., Vinsant, S. L., Nader, M. A., Porrino, L. J., Friedman, D. P. (1998). Effect of cocaine self-administration on dopamine D2 receptors in rhesus monkeys. *Synapse*, 30(1), 88–96. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2396\(199809\)30:1<88::AID-SYN11>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2396(199809)30:1<88::AID-SYN11>3.0.CO;2-L)

Moray, N. (1958). The effect of the relative intensities of dichotic messages in speech shadowing. *Language and Speech*, 1(2), 110–113.

Murray, H. A. (2007). *Explorations in Personality*. Oxford University Press. <https://books.google.de/books?id=0zdBIMoUZ9gC>

Nee, D. E., Jonides, J. (2008). Neural correlates of access to short-term memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(37), 14228–14233.

Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. Appleton-Century-Crofts.

Nijs, I. M. T., Muris, P., Euser, A. S., Franken, I. H. A. (2010). Differences in attention to food and food intake between overweight/obese and normal-weight females under conditions of hunger and satiety. *Appetite*, 54(2), 243–254. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.11.004>

- O'Connor, D. H., Fukui, M. M., Pinsk, M. A., Kastner, S. (2002). Attention modulates responses in the human lateral geniculate nucleus. *Nature Neuroscience*, 5(11), 1203–1209. <https://doi.org/10.1038/nn957>
- Paladini, R. E., Diana, L., Zito, G. A., Nyffeler, T., Wyss, P., Mosimann, U. P., Müri, R. M., Nef, T., Cazzoli, D. (2018). Attentional reorienting triggers spatial asymmetries in a search task with cross-modal spatial cueing. *PLOS ONE*, 13(1), e0190677. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190677>
- Pólya, G. (1920). Über den zentralen Grenzwertsatz der Wahrscheinlichkeitsrechnung und das Momentenproblem. *Mathematische Zeitschrift*, 8(3), 171–181. <https://doi.org/10.1007/BF01206525>
- Posner, M., Cohen, Y. (1984). *Components of visual orienting* (Bd. 32).
- Posner, M. I., Petersen, S. E., Fox, P. T., Raichle, M. E. (1988). Localization of cognitive operations in the human brain. *Science (New York, N.Y.)*, 240(4859), 1627–1631.
- Posner, M.I., Petersen, S. E. (1990). *The Attention System of the Human Brain*. 18.
- Posner, Michael I., Rothbart, M. K. (2007). Research on Attention Networks as a Model for the Integration of Psychological Science. *Annual Review of Psychology*, 58(1), 1–23. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085516>
- Posner, Michael I, Snyder, C. R. R., Davidson, B. J. (1980). *Attention and the Detection of Signals*. 15.
- Potter, M. C. (1976). *Short-Term Conceptual Memory for Pictures*. 14.
- Pudel, V., Westenhöfer, J. (1989). *Fragebogen zum Eßverhalten -Handanweisung*. Verlag für Psychologie Dr C.J. Hogrefe.
- Puglisi-Allegra, S., Ventura, R. (2012). Prefrontal/accumbal catecholamine system processes high motivational salience. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2012.00031>
- Rolls, B. J., Hetherington, M., Burley, V. J. (1988). The specificity of satiety: The influence of foods of different macronutrient content on the development of satiety. *Physiology & Behavior*, 43(2), 145–153. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(88\)90230-2](https://doi.org/10.1016/0031-9384(88)90230-2)
- Rush, A. J., Trivedi, M. H., Ibrahim, H. M., Carmody, T. J., Arnow, B., Klein, D. N., Markowitz, J. C., Ninan, P. T., Kornstein, S., Manber, R., Thase, M. E., Kocsis, J. H., Keller, M. B. (2003). The 16-Item quick inventory of depressive symptomatology (QIDS), clinician rating (QIDS-

- C), and self-report (QIDS-SR): A psychometric evaluation in patients with chronic major depression. *Biological Psychiatry*, 54(5), 573–583. [https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(02\)01866-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(02)01866-8)
- Sakurai, T., Amemiya, A., Ishii, M., Matsuzaki, I., Chemelli, R. M., Tanaka, H., Williams, S. C., Richardson, J. A., Kozlowski, G. P., Wilson, S., Arch, J. R. S., Buckingham, R. E., Haynes, A. C., Carr, S. A., Annan, R. S., McNulty, D. E., Liu, W.-S., Terrett, J. A., Elshourbagy, N. A., ... Yanagisawa, M. (1998). Orexins and Orexin Receptors: A Family of Hypothalamic Neuropeptides and G Protein-Coupled Receptors that Regulate Feeding Behavior. *Cell*, 92(4), 573–585. [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(00\)80949-6](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(00)80949-6)
- San Martín, R., Appelbaum, L. G., Huettel, S. A., Woldorff, M. G. (2016). Cortical Brain Activity Reflecting Attentional Biasing Toward Reward-Predicting Cues Covaries with Economic Decision-Making Performance. *Cerebral Cortex*, 26(1), 1–11. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhu160>
- Sato, W., Sawada, R., Kubota, Y., Toichi, M., Fushiki, T. (2017). Homeostatic modulation on unconscious hedonic responses to food. *BMC Research Notes*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2835-y>
- Sawaki, R., Geng, J. J., Luck, S. J. (2012). A Common Neural Mechanism for Preventing and Terminating the Allocation of Attention. *Journal of Neuroscience*, 32(31), 10725–10736. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1864-12.2012>
- Sawaki, R., Luck, S. J. (2010). Capture versus suppression of attention by salient singletons: Electrophysiological evidence for an automatic attend-to-me signal. *Attention, Perception, Psychophysics*, 72(6), 1455–1470. <https://doi.org/10.3758/APP.72.6.1455>
- Schneider, W., Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and Automatic Human Information Processing: I. Detection, Search, and Attention. *Psychological Review*, 66.
- Skinner, B. F. (1948). „Superstition“ in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology*, 38(2), 168.
- Small, D. M., Jones-Gotman, M., Dagher, A. (2003). Feeding-induced dopamine release in dorsal striatum correlates with meal pleasantness ratings in healthy human volunteers. *NeuroImage*, 19(4), 1709–1715. [https://doi.org/10.1016/S1053-8119\(03\)00253-2](https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00253-2)
- Sørensen, L. B., Møller, P., Flint, A., Martens, M., Raben, A. (2003). Effect of sensory perception of foods on appetite and food intake: A review of studies on humans. *International Journal of Obesity*, 27(10), 1152–1166. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802391>

- Stockburger, J., Renner, B., Weike, A. I., Hamm, A. O., Schupp, H. T. (2009). Vegetarianism and food perception. Selective visual attention to meat pictures. *Appetite*, 52(2), 513–516. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.10.001>
- Stockburger, J., Schmälzle, R., Flaisch, T., Bublatzky, F., Schupp, H. T. (2009). The impact of hunger on food cue processing: An event-related brain potential study. *NeuroImage*, 47(4), 1819–1829. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.04.071>
- Stockburger, J., Weike, A. I., Hamm, A. O., Schupp, H. T. (2008). Deprivation selectively modulates brain potentials to food pictures. *Behavioral Neuroscience*, 122(4), 936–942. <https://doi.org/10.1037/a0012517>
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2017, November 28). *Satiety*. Encyclopædia Britannica. <https://www.britannica.com/science/satiety>
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2018). *Homeostasis / Definition, Examples, Facts / Britannica.com*. Encyclopædia Britannica. <https://www.britannica.com/science/homeostasis>
- The MathWorks, Inc. (2012b). *MATLAB 8.0 and Statistics Toolbox 8.1* (Version 8.0) [Computer software].
- Treisman, A. M. (1960). Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12(4), 242–248. <https://doi.org/10.1080/17470216008416732>
- Treisman, A. M. (1964). Monitoring and storage of irrelevant messages in selective attention. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 3(6), 449–459.
- Treisman, A. M., Gelade, G. (1980). A Feature-Integration Theory of Attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 40. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(80\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0010-0285(80)90005-5)
- Trepel, M. (2017). *Neuroanatomie- Struktur und Funktion* (7. Aufl.). Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH.
- Tsotsos, J. K. (2019). Attention: The Messy Reality. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 92(1), 127–137. PMC.
- Vecera, S. P., Rizzo, M. (2003). Spatial attention: Normal processes and their breakdown. *Neurologic Clinics*, 21(3), 575–607. [https://doi.org/10.1016/S0733-8619\(02\)00103-2](https://doi.org/10.1016/S0733-8619(02)00103-2)
- Vogel, J. J., Bowers, C. A., Vogel, D. S. (2003). Cerebral lateralization of spatial abilities: A meta-analysis. *Brain and Cognition*, 52(2), 197–204. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00056-3)
- von Helsinki, D. des W. (2001). Ethische Grundsätze für die medizinische Forschung am

Menschen. *Handbuch der Deklarationen, Erklärungen und Entschlie\ssungen. Deutsche Fassung, 2002*(2002), 104–8.

Vossel, S., Geng, J. J., Fink, G. R. (2014). Dorsal and ventral attention systems: Distinct neural circuits but collaborative roles. *The Neuroscientist : a review journal bringing neurobiology, neurology and psychiatry*, 20(2), 150–159. PubMed. <https://doi.org/10.1177/1073858413494269>

Voyer, D., Bryden, M. P. (1990). Gender, level of spatial ability, and lateralization of mental rotation. *Brain and Cognition*, 13(1), 18–29. [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(90\)90037-O](https://doi.org/10.1016/0278-2626(90)90037-O)

Wang, G.-J., Volkow, N. D., Logan, J., Pappas, N. R., Wong, C. T., Zhu, W., Netusll, N., Fowler, J. S. (2001). Brain dopamine and obesity. *The Lancet*, 357(9253), 354–357. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)03643-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)03643-6)

Wang, G.-J., Volkow, N. D., Telang, F., Jayne, M., Ma, Y., Pradhan, K., Zhu, W., Wong, C. T., Thanos, P. K., Geliebter, A., Biegon, A., Fowler, J. S. (2008). *Evidence of gender differences in the ability to inhibit brain activation elicited by food stimulation*. 6.

Wang, G.-J., Volkow, N. D., Thanos, P. K., Fowler, J. S. (2004). Similarity Between Obesity and Drug Addiction as Assessed by Neurofunctional Imaging: A Concept Review. *Journal of Addictive Diseases*, 23(3), 39–53. https://doi.org/10.1300/J069v23n03_04

Wassum, K. M., Ostlund, S. B., Maidment, N. T., Balleine, B. W. (2009). Distinct opioid circuits determine the palatability and the desirability of rewarding events. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(30), 12512–12517. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905874106>

Wolfe, J. M., Alvarez, G. A., Horowitz, T. S. (2000). Attention is fast but volition is slow. *Nature*, 406(6797), 691.

World Health Organization (Hrsg.). (2000). *Obesity: Preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation*. World Health Organization.

7 Anhang

UNIVERSITÄTSKLINIKUM Schleswig-Holstein
Campus Lübeck • Ratzeburger Allee 160 • 23538 Lübeck

UNIVERSITÄTSKLINIKUM
Schleswig-Holstein

Campus Lübeck

Klinik für Neurologie
Dr. med. T.F. Münte)

(Direktor: Prof.

Prof. Dr. Münte / B-O

Tel: 0451 / 500-2925

Fax: 0451 / 500-5457

Aufklärungsbogen für Probanden

Elektroenzephalographie (EEG)

Sehr geehrte Frau, sehr geehrter Herr,

Vielen Dank für Ihr Interesse an einer Untersuchung zur Erforschung des menschlichen Gehirns. Bitte lesen Sie diese Information sorgfältig durch. Bitte fragen Sie die Versuchsleiterin, wenn Sie etwas nicht verstehen oder wenn Sie zusätzliche Fragen haben. Bei Fragen bezüglich der Studie können Sie sich weiterhin bitte an die Studienleiterin, Dr. Marcus Heldmann, wenden unter der Tel.nr. 0451/317931314 oder über e-mail (marcus.heldmann@neuro.uni-luebeck.de).

Während der bevorstehenden Sitzung werden Ihnen visuelle Reize dargeboten, die mit

einer Aufgabe verknüpft sind. Während der Aufgabenbearbeitung wird über Elektroden, die mit Hilfe einer elastischen Kappe auf der Kopfoberfläche befestigt werden, das Elektroenzephalogramm (EEG) aufgezeichnet. Hierbei handelt es sich um die elektrische Aktivität des Gehirns, die an der Kopfoberfläche abgegriffen werden kann.

Die Aufzeichnung des EEG ist beim Menschen mit keinerlei Risiken verbunden. Da die Potentialfelder des Gehirns an der Kopfoberfläche sehr schwach sind, ist es erforderlich, dass jede Stelle, wo eine Elektrode angebracht wird, mit Hilfe einer speziellen Paste und ggf. Alkohol gereinigt wird. Der Kontakt zwischen Elektrode und Kopfoberfläche wird über Elektrodengel hergestellt. Die verwendeten Chemikalien sind klinisch getestet und lassen sich nach Abschluss des Experimentes leicht auswaschen. In seltenen Fällen können trotzdem Hautirritationen auftreten, manchmal bleiben noch für eine Weile Druckstellen an den Orten zurück, an denen die Elektroden bzw. die Elektrodenkappe befestigt wurden. Bitte teilen Sie uns mit, falls Sie an Hautallergien oder –überempfindlichkeiten leiden.

Die Untersuchung dient ausschließlich Forschungszwecken. Sie erklären sich damit einverstanden, dass wir uns zu Ihren Aufnahmen nicht äußern und dass keine klinische Begutachtung ihrer Daten erfolgt. Ihre Daten werden in anonymisierter Form, d.h. ohne direkten Bezug zu Ihrem Namen, elektronisch gespeichert und ausgewertet.

Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen die Teilnahme an der Studie beenden, ohne dass Ihnen dadurch Nachteile entstehen.

Tritt im Rahmen der Studiendurchführung ein Schaden auf, der dem Studienteilnehmer durch das schuldhafte Verhalten eines Beschäftigten des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein (UK-SH) zugefügt wurde, haftet die gesetzliche Haftpflicht des UK-SH.

Für die Teilnahme an der Studie erhalten Sie eine Aufwandsentschädigung von €8 pro Stunde. Die Dauer der EEG-Untersuchung wird etwa 90 min sein.

Einwilligungserklärung für Probanden

Datum: _____

Name: _____

Patienten-Nummer: _____

Geschlecht: W M Alter: _____ Händigkeit: _____

Geburtsdatum: _____

Ich bin über Wesen, Bedeutung und Tragweite der geplanten Untersuchung aufgeklärt worden. Ich habe den Aufklärungsbogen gelesen und verstanden und bin zusätzlich ausführlich informiert und aufgeklärt worden.

Ich erkläre mich hiermit freiwillig zur Teilnahme an den geplanten Untersuchungen bereit. Ich bin ferner einverstanden, dass meine im Rahmen dieser Arbeit erstellten Personen bezogenen Daten durch die an dieser Arbeit beteiligten wissenschaftlichen Mitarbeiter analysiert und in anonymisierter Form in wissenschaftlichen Veröffentlichungen benutzt werden.

Eine Kopie der Einverständniserklärung habe ich erhalten.

Datum und Unterschrift des(r) Probanden(in)

Datum und Unterschrift des Studienleiters

Lübeck, den _____

Fragebogen zum Eßverhalten

Gesellschaft für Verhaltenstherapie und -medizin mbH

Test: EEV

Name: _____

Datum: _____

Im folgenden finden Sie Fragen zu Ihrem Essverhalten.

- Ich kann mich bei einem leckeren Duft nur schwer vom Essen zurückhalten, auch wenn ich vor kurzer Zeit erst gegessen habe.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Ich esse gewöhnlich zuviel, wenn ich in Gesellschaft bin, z.B. bei Festen und Einladungen.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Ich bin meistens so hungrig, daß ich öfter zwischen den Mahlzeiten esse.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Wenn ich die Kalorienmenge erreicht habe, die ich mir als Grenze gesetzt habe, gelingt es mir meistens, mit dem Essen aufzuhören.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Weil ich zu großen Appetit habe, fällt es mir schwer, eine Diät einzuhalten.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Ich esse absichtlich kleine Portionen, um nicht zuzunehmen.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Manchmal schmeckt es mir so gut, daß ich weiter esse, obwohl ich schon satt bin.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Manchmal wünsche ich mir, daß mir ein Fachmann sagt, ob ich satt bin oder noch mehr essen darf.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Wenn ich ängstlich oder angespannt bin, fange ich oft an zu essen.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Das Leben ist zu kurz, um sich auch noch mit Diät herumzuschlagen.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Ich habe schon mehr als einmal eine Schlankheitsdiät gemacht.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Oft habe ich ein so starkes Hungergefühl, daß ich einfach etwas essen muß.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Wenn ich mit jemandem zusammen bin, der kräftig isst, esse ich meistens zuviel.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Bei den üblichen Nahrungsmitteln kenne ich ungefähr den Kaloriengehalt.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Wenn ich mal mit dem Essen begonnen habe, kann ich manchmal nicht mehr aufhören.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Mir fällt es nicht schwer, Essensreste einfach übrigzulassen.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Zu den üblichen Essenszeiten bekomme ich automatisch Hunger.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Wenn ich während einer Diät "stündige", dann halte ich mich anschließend beim Essen zurück, um wieder auszugleichen.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Wenn andere in meiner Gegenwart essen, möchte ich mitessen.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
- Wenn ich Kummer habe, esse ich oft zuviel.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu

Seite 1 von 4 Bearbeitet am: 02.06.2015

Gesellschaft für Verhaltenstherapie und -medizin mbH

- ☐ 1 - trifft zu
21. Essen macht mir viel Spaß und ich will es mir nicht durch Kalorienzahlen oder Gewichtskontrollen verderben.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
22. Wenn ich leckere Dinge sehe, kriege ich häufig solchen Appetit, daß ich sie sofort esse.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
23. Häufig höre ich auf zu essen, obwohl ich noch gar nicht richtig satt bin.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
24. Mein Magen kommt mir oft wie ein "Fass ohne Boden" vor.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
25. In den letzten zehn Jahren hat sich mein Gewicht so gut wie nicht verändert.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
26. Da ich ständig Appetit habe, fällt es mir schwer, mit dem Essen aufzuhören, bevor der Teller leer ist.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
27. Wenn ich mich einsam fühle, tröste ich mich mit Essen.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
28. Ich halte mich beim Essen bewusst zurück, um nicht zuzunehmen.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
29. Spätabends oder in der Nacht bekomme ich manchmal großen Hunger.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
30. Ich esse alles, was ich möchte und wann ich es will.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
31. Ich esse eher langsam, ohne groß darüber nachzudenken.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
32. Ich zähle Kalorien, um mein Gewicht unter Kontrolle zu halten.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
33. Bestimmte Nahrungsmittel meide ich, weil sie dick machen.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
34. Ich könnte zu jeder Tageszeit essen, da ich ständig Appetit habe.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
35. Ich achte sehr auf meine Figur.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
36. Wenn ich während einer Diät etwas "Unverbotenes" esse, dann denke ich oft "Jetzt ist es auch egal", und dann lerne ich erst recht zu.
☐ 0 - trifft nicht zu
☐ 1 - trifft zu
37. Haben Sie auch zwischen den Essenszeiten Hungergefühle?
☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie
38. Wenn Sie zuviel gegessen haben, bringen Sie Gewissensbisse dazu, sich eher zurückzuhalten?
☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie
39. Wäre es schwierig für Sie, eine Mahlzeit mittendrin zu unterbrechen und dann vier Stunden lang nichts mehr zu essen?
☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

Gesellschaft für Verhaltenstherapie und -medizin mbH

40. Achten Sie darauf, daß Sie keinen Vorrat an verlockenden Lebensmitteln haben?

- ☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

41. Kaufen Sie häufig kalorienarme Lebensmittel?

- ☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

42. Lassen Sie kontrolliert, wenn Sie mit anderen zusammen sind, und lassen Sie sich dann gehen, wenn Sie allein sind?

- ☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

43. Essen Sie bewusst langsam, um Ihre Nahrungsaufnahme einzuschränken?

- ☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

44. Wie oft verzichten Sie auf Nachtisch, weil Sie keinen Appetit mehr haben?

- ☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

45. Wie häufig kommt es vor, daß Sie bewusst weniger essen, als Sie gern möchten?

- ☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

46. Kommt es vor, daß Sie Essen verschlingen, obwohl Sie nicht hungrig sind?

- ☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

47. Trifft diese Aussage auf Ihr Essverhalten zu? "Morgens halte ich noch Diät, aber durch die Tagesereignisse bin ich am Abend so weit, daß ich wieder esse, was ich will. Ich nehme mir dann vor, ab morgen standhaft zu bleiben."

- ☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

48. Würden Sie Ihre Lebensweise ändern, wenn Sie eine Gewichtsveränderung von fünf Pfund feststellen?

- ☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

49. Achten Sie darauf, was Sie essen?

- ☐ 1 - immer
☐ 2 - oft
☐ 3 - selten
☐ 4 - nie

50. Geben Sie an, was auf Ihr Essverhalten zutrifft:

- (1) Ich esse, was ich will, wann ich will.
(2) Ich esse gewöhnlich, was ich will, wann ich will.
(3) Ich esse oft, was ich will, wann ich will.
(4) Ich halte mich ebenso oft zurück wie ich nachgebe.
(5) Ich halte mich gewöhnlich zurück, gebe selten nach.
(6) Ich halte mich durchweg zurück, gebe nicht nach.

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5
☐ 6

51. Wie häufig haben Sie bereits Schlankheitsdiäten gemacht?

- (1) 1-3 mal.
(2) 4-8 mal.
(3) 9-15 mal.
(4) Mehr als 15 mal.
(5) In regelmäßigen Abständen.
(6) Ich halte so gut wie immer Diät.
(7) Noch nie.

Gesellschaft für Verhaltenstherapie und -medizin mbH

111
112
113
114
115
116
117

52. Was bereitet Ihnen in Ihrem Essverhalten die größten Schwierigkeiten?
Verlangen nach Süßem
[] 0 - Nein
[] 1 - Ja

53. Was bereitet Ihnen in Ihrem Essverhalten die größten Schwierigkeiten?
Alkoholische Getränke
[] 0 - Nein
[] 1 - Ja

54. Was bereitet Ihnen in Ihrem Essverhalten die größten Schwierigkeiten?
Essen in Gesellschaft
[] 0 - Nein
[] 1 - Ja

55. Was bereitet Ihnen in Ihrem Essverhalten die größten Schwierigkeiten?
Langeweile
[] 0 - Nein
[] 1 - Ja

56. Was bereitet Ihnen in Ihrem Essverhalten die größten Schwierigkeiten?
Stress
[] 0 - Nein
[] 1 - Ja

57. Was bereitet Ihnen in Ihrem Essverhalten die größten Schwierigkeiten?
Plötzlicher Heißhunger
[] 0 - Nein
[] 1 - Ja

58. Was bereitet Ihnen in Ihrem Essverhalten die größten Schwierigkeiten?
Ständiges Kalorienzählen
[] 0 - Nein
[] 1 - Ja

59. Was bereitet Ihnen in Ihrem Essverhalten die größten Schwierigkeiten?
Ich trau mich nicht, mich satt zu essen
[] 0 - Nein
[] 1 - Ja

60. Was bereitet Ihnen in Ihrem Essverhalten die größten Schwierigkeiten?
Ich habe keine Schwierigkeiten
[] 0 - Nein
[] 1 - Ja

Seite 4 von 4

Bearbeitet am: 02.06.2015

Inventory of Depressive Symptomatology

LISTE DEPRESSIVER SYMPTOME (SELBSTBEURTEILUNG)	
THIS SECTION FOR USE BY STUDY PERSONNEL ONLY.	
Did patient (subject) perform self-evaluation? No ☐ (provide reason in comments)	
Evaluation performed on visit date ☐ or specify date: _____	
Comments: _____	
DD-Mon-YYYY	
Kreuzen Sie bitte jeweils die Antwort an, die Ihren Zustand während der vergangenen 7 Tage am besten widerspiegelt. Bitte kreuzen Sie zu jeder der folgenden Behauptungen jeweils nur eine Antwort an und zwar die, die auf Sie für die vergangenen 7 Tage am ehesten zutrifft.	
1. Einschlafen:	0 Ich brauchte nie länger als 30 Minuten um einzuschlafen. 1 Ich brauchte bei weniger als der Hälfte der Nächte mindestens 30 Minuten um einzuschlafen. 2 Ich brauchte bei mehr als der Hälfte aller Nächte mindestens 30 Minuten um einzuschlafen. 3 Ich brauchte bei mehr als der Hälfte der Nächte mehr als 60 Minuten um einzuschlafen.
2. Nächtlicher Schlaf:	0 Ich wachte nachts nicht auf. 1 Ich hatte einen unruhigen, leichten Schlaf und wachte jede Nacht ein paar Mal kurz auf. 2 Ich wachte mindestens einmal pro Nacht auf; schlief jedoch leicht wieder ein. 3 Ich wachte in mehr als der Hälfte der Nächte mehr als einmal pro Nacht auf und blieb mindestens 20 Minuten wach.
3. Frühes Aufwachen:	0 Meistens wachte ich nicht früher als 30 Minuten, bevor ich aufstehen musste, auf. 1 In mehr als der Hälfte der Tage der letzten Woche wachte ich mindestens 30 bis 60 Minuten bevor ich aufstehen musste, auf. 2 In mehr als der Hälfte der Tage der letzten Woche wachte ich mindestens eine Stunde zu früh auf, konnte jedoch wieder einschlafen. 3 In mehr als der Hälfte der Zeit wachte ich mindestens eine Stunde zu früh auf ohne wieder einschlafen zu können.
4. Erhöhtes Schlafbedürfnis:	0 Ich schlief pro Nacht nicht mehr als 7-8 Stunden und brauchte keinen Nickerchen. 1 Ich schlief innerhalb von 24 Stunden nicht mehr als 10 Stunden einschließlich Nickerchen. 2 Ich schlief innerhalb von 24 Stunden nicht mehr als 12 Stunden einschließlich Nickerchen. 3 Ich schlief innerhalb von 24 Stunden mehr als 12 Stunden einschließlich Nickerchen.
5. Gefühl von Traurigkeit:	0 Ich fühlte mich nicht traurig. 1 Ich fühlte mich weniger als die Hälfte der Zeit traurig. 2 Ich fühlte mich mehr als die Hälfte der Zeit traurig. 3 Ich fühlte mich während der gesamten Zeit traurig.
6. Gereizte Stimmung:	0 Ich fühlte mich nicht gereizt. 1 Ich fühlte mich weniger als die Hälfte der Zeit gereizt. 2 Ich fühlte mich mehr als die Hälfte der Zeit gereizt. 3 Ich fühlte mich die gesamte Zeit gereizt.

LISTE DEPRESSIVER SYMPTOME (SELBSTBEURTEILUNG)

Bitte kreuzen Sie zu jeder der folgenden Behauptungen jeweils nur eine Antwort an und zwar die, die auf Sie für die vergangenen 7 Tage am ehesten zutrifft.

7. **Gefühl von Angst und Anspannung:**
- 0 Ich fühlte mich nicht ängstlich oder angespannt.
 - 1 Ich fühlte mich weniger als die Hälfte der letzten Woche ängstlich (angespannt).
 - 2 Ich fühlte mich mehr als die Hälfte der letzten Woche ängstlich (angespannt).
 - 3 Ich fühlte mich die ganze letzte Woche ängstlich (angespannt).
8. **Stimmungsreaktion auf positive Ereignisse:**
- 0 Nach positiven Ereignissen verbesserte sich meine Stimmung für mehrere Stunden bis zum Normalniveau.
 - 1 Nach positiven Ereignissen verbesserte sich meine Stimmung, jedoch nicht bis zum Normalniveau.
 - 2 Meine Stimmung verbesserte sich nur nach wenigen und bestimmten positiven Ereignissen.
 - 3 Meine Stimmung verbesserte sich überhaupt nicht, auch nicht nach sehr positiven oder erwünschten Ereignissen.
9. **Stimmungsschwankungen im Laufe des Tages:**
- 0 Zwischen meiner Stimmung und der Tageszeit gab es keinen klaren Zusammenhang.
 - 1 Meine Stimmung hing oft von Ereignissen und Umständen zu bestimmten Tageszeiten ab (z.B. Alleinsein, Arbeit).
 - 2 Im allgemeinen war meine Stimmung mehr von der Tageszeit als von Ereignissen abhängig.
 - 3 Meine Stimmung war zu bestimmten Tageszeiten eindeutig und vorhersagbar besser oder schlechter.
- 9A. **Wann war Ihre Stimmung normalerweise schlechter?**
- 0 morgens.
 - 1 nachmittags.
 - 2 abends.
- 9B. **War Ihre Stimmungsschwankung von der Umgebung abhängig?**
- 0 ja.
 - 1 nein.
10. **Qualität Ihrer Stimmung:**
- 0 Die Stimmung (innere Gefühle), die ich empfand, entsprach weitgehend meiner normalen Stimmung.
 - 1 Meine Stimmung war traurig im Sinne von Traurigkeit, die ich nach dem Tod oder Verlust einer nahestehenden Person empfinden würde.
 - 2 Meine Stimmung war traurig. Diese Traurigkeit hatte eine andere Qualität als die Traurigkeit nach dem Tod oder dem Verlust einer nahestehenden Person.
 - 3 Meine Stimmung war traurig und unterschied sich von der, die man mit Verlust oder Trauer in Verbindung setzt.
- Bitte entweder Frage 11 oder 12 beantworten (nicht beide!)
- | | |
|---|---|
| 11. Verminderter Appetit: | 12. Gesteigerter Appetit: |
| 0 Mein Appetit war normal und unverändert. | 0 Mein Appetit war normal und unverändert. |
| 1 Ich habe weniger oft oder geringere Mengen als gewöhnlich gegessen. | 1 Ich verspürte ein Bedürfnis häufiger als üblich zu essen. |
| 2 Ich habe deutlich weniger als gewöhnlich gegessen und musste mich dazu auch noch überwinden. | 2 Ich habe regelmäßig häufiger und größere Mengen als üblich gegessen. |
| 3 Ich habe im Laufe von 24 Stunden kaum etwas gegessen und nur mit äußerster Anstrengung oder wenn mich andere überredet haben, zu essen. | 3 Ich verspürte einen Drang mehr zu essen, sowohl bei den Mahlzeiten als auch dazwischen. |

LISTE DEPRESSIVER SYMPTOME (SELBSTBEURTEILUNG)	
Bitte kreuzen Sie zu jeder der folgenden Behauptungen jeweils nur eine Antwort an und zwar die, die auf Sie für die vergangenen 7 Tage am ehesten zutrifft.	
Bitte entweder Frage 13 oder 14 beantworten (nicht beide!)	
13. Während der letzten 2 Wochen: 0 hat sich mein Gewicht nicht geändert. 1 habe ich wahrscheinlich etwas abgenommen. 2 habe ich 1-2,5 kg abgenommen. 3 habe ich mehr als 2,5 kg abgenommen.	14. Während der letzten 2 Wochen: 0 hat sich mein Gewicht nicht geändert. 1 habe ich wahrscheinlich etwas zugenommen. 2 habe ich 1-2,5 kg zugenommen. 3 habe ich mehr als 2,5 kg zugenommen.
15. Konzentration und Entscheidungsvermögen: 0 Mein Konzentrations- und Entscheidungsvermögen war unverändert. 1 Ich fühlte mich gelegentlich unentschieden und unaufmerksam. 2 Meistens hatte ich sehr große Schwierigkeiten, mich zu konzentrieren oder mich zu entscheiden. 3 Ich konnte mich auf das Lesen nicht ausreichend konzentrieren oder selbst weniger wichtige Entscheidungen nicht treffen.	
16. Selbstbild: 0 Ich betrachtete mich als genauso wertvoll und verdienstvoll wie andere Menschen. 1 Ich klagte mich öfter als gewöhnlich selbst an. 2 Ich glaubte meistens, dass ich für andere nur Probleme verursachte. 3 Ich grübelte fast die gesamte Zeit über größere und kleinere Fehler meiner Person.	
17. Sicht meiner Zukunft: 0 Bezüglich meiner Zukunft war ich optimistisch. 1 Ich war gelegentlich pessimistisch bezüglich meiner Zukunft; aber meistens glaubte ich, dass sich die Dinge zum Besseren entwickeln. 2 Ich war mir ziemlich sicher, dass meine nächste Zukunft (1-2 Monate) nicht viel Gutes bringen wird. 3 Ich sah keine Hoffnung, dass mir in der Zukunft jemals etwas Positives passieren wird.	
18. Gedanken an Tod oder Selbstmord: 0 Ich hatte keinerlei Gedanken an Selbstmord oder Tod. 1 Ich empfand das Leben als leer bzw. fragte mich, ob es lebenswert ist. 2 Ich dachte mehrfach in der Woche während mehrerer Minuten an Selbstmord oder den Tod. 3 Ich dachte jeden Tag wiederholt und im Detail an Selbstmord oder Tod bzw. machte ernsthaft Selbstmordpläne oder versuchte tatsächlich, mich umzubringen.	
19. Allgemeine Interessen: 0 Meine Interessen an anderen Menschen oder Aktivitäten waren unverändert. 1 Ich bemerkte eine Verminderung meines Interesses an Leuten oder Aktivitäten. 2 Ich merkte, dass ich mich nur noch für eine oder zwei meiner früheren Aktivitäten interessierte. 3 Ich hatte überhaupt kein Interesse mehr an irgendwelchen früheren Aktivitäten.	
20. Energieniveau: 0 Meine Energie war unverändert. 1 Ich ermüdete leichter als gewöhnlich. 2 Ich musste mich sehr anstrengen, um mit meinen alltäglichen Aktivitäten (z.B.: Einkaufen, Haushaltsarbeit, zur Arbeit gehen, Kochen usw.) zu beginnen und sie abzuschließen. 3 Ich war aufgrund meiner Energielosigkeit nicht in der Lage, alltägliche Dinge zu erledigen.	

LISTE DEPRESSIVER SYMPTOME (SELBSTBEURTEILUNG)

Bitte kreuzen Sie zu jeder der folgenden Behauptungen jeweils nur eine Antwort an und zwar die, die auf Sie für die vergangenen 7 Tage am ehesten zutrifft.

- 21. Fähigkeit zu Freude und Vergnügen (außer sexuelle Aktivität):**
- 0 Ich genoss in gewohnter Weise angenehme Aktivitäten.
 - 1 Ich empfand nicht wie sonst Vergnügen an angenehmen Aktivitäten.
 - 2 Ich empfand selten Vergnügen an irgendwelchen Aktivitäten.
 - 3 Ich war wirklich unfähig, Freude oder Vergnügen an irgendeiner Aktivität zu empfinden.
- 22. Sexuelles Interesse (bitte Interesse und nicht Aktivität angeben):**
- 0 Ich hatte ein unverändertes Interesse an Sex.
 - 1 Mein Interesse an Sex war etwas geringer als üblich bzw. ich hatte nicht das gleiche Vergnügen wie früher.
 - 2 Ich hatte wenig Interesse an Sex bzw. hatte dabei selten Freude.
 - 3 Ich hatte gar kein Interesse an Sex bzw. hatte keine Freude dabei.
- 23. Verlangsamung:**
- 0 Die Geschwindigkeit meines Denkens, Sprechens und meiner Gesten war unverändert.
 - 1 Ich empfand mein Denken als langsamer bzw. meine Stimme als stumpf und matt.
 - 2 Auf die meisten Fragen konnte ich erst nach einigen Sekunden antworten, und ich bin sicher, dass mein Denken verlangsamt war.
 - 3 Oft fiel es mir ausgesprochen schwer, auf Fragen zu antworten.
- 24. Ruhelosigkeit:**
- 0 Ich fühlte mich nicht ruhelos.
 - 1 Ich war oft zappelig, knetete meine Hände und rutschte beim Sitzen hin und her.
 - 2 Ich fühlte mich gezwungen herumzugehen und war ziemlich rastlos.
 - 3 Manchmal konnte ich nicht stillsitzen und musste ständig herumlaufen.
- 25. Schmerzen:**
- 0 Ich hatte keinerlei Schweregefühl in Armen oder Beinen und keine Schmerzen.
 - 1 Manchmal bekam ich Kopf-, Bauch-, Rücken- oder Gelenkschmerzen, die mich jedoch nicht von meinen üblichen Aktivitäten abhielten.
 - 2 Ich hatte die oben genannten Schmerzen die meiste Zeit.
 - 3 Die genannten Schmerzen waren so stark, dass ich gezwungen war, meine jeweilige Aktivität abbrechen.
- 26. Weitere körperliche Beschwerden:**
- 0 Ich hatte keines der folgenden Symptome: Herzrasen, verschwommenes Sehen, Schwitzen, Hitzewallungen oder Kältegefühl, Ohrensausen, Brustschmerzen oder Zittern.
 - 1 Ich hatte einige dieser Symptome; sie waren jedoch nur leicht ausgeprägt und nur zeitweilig vorhanden.
 - 2 Ich hatte mehrere dieser Symptome, die mich ziemlich störten.
 - 3 Ich hatte mehrere dieser Symptome, und wenn sie auftraten, musste ich jegliche Aktivität abbrechen.

LISTE DEPRESSIVER SYMPTOME (SELBSTBEURTEILUNG)	
Bitte kreuzen Sie zu jeder der folgenden Behauptungen jeweils nur eine Antwort an und zwar die, die auf Sie für die vergangenen 7 Tage am ehesten zutrifft.	
27. Panik und Angst:	
0	Ich hatte keine zeitweise auftretende panische Angst oder Angst vor etwas Bestimmtem (Phobien), wie z.B. vor Tieren oder Höhe.
1	Ich hatte Zustände von nicht sehr ausgeprägter panischer Angst oder Phobien, die normalerweise mein Verhalten nicht änderten bzw. mich nicht vom normalen Leben abhielten.
2	Ich hatte Zustände von ausgeprägter panischer Angst oder Phobien, die mich dazu zwangen mein Verhalten zu ändern, mich aber nicht von meinem normalen Leben abhielten.
3	Ich hatte mindestens einmal pro Woche Panikanfälle oder ausgeprägte Phobien, die mich an der Ausführung meiner täglichen Aktivitäten hinderten.
28. Verdauungsbeschwerden:	
0	Mein Stuhlgang war unverändert.
1	Ich hatte gelegentlich Verstopfung oder leichten Durchfall.
2	Ich litt die meiste Zeit unter Verstopfung oder Durchfall, was jedoch meine tägliche Funktionsfähigkeit nicht beeinträchtigte.
3	Ich litt an Verstopfung oder Durchfall. Dies erforderte eine medizinische Behandlung bzw. beeinträchtigte meine täglichen Aktivitäten.
29. Zwischenmenschliche Empfindsamkeit:	
0	Ich habe mich durch andere weder abgewiesen, noch beleidigt, kritisiert oder gekränkt gefühlt.
1	Ich habe mich durch andere gelegentlich abgewiesen, beleidigt, kritisiert oder gekränkt gefühlt.
2	Ich habe mich durch andere häufig abgewiesen, beleidigt, kritisiert oder gekränkt gefühlt, was aber nur leichte Auswirkungen auf meine Beziehungen zu anderen Personen oder Arbeit hatte.
3	Ich habe mich durch andere häufig abgewiesen, beleidigt, kritisiert oder gekränkt gefühlt, was zu einer spürbaren Beeinträchtigung meiner Beziehungen zu anderen Personen und zu meiner Arbeit führte.
30. Schweregefühl/körperliche Energie:	
0	Ein Gefühl von bleierner Körperschwere oder mangelnder Energie habe ich in der letzten Woche nicht erlebt.
1	Ich hatte gelegentlich ein Gefühl von bleierner Körperschwere und mangelnder Energie, jedoch ohne Beeinträchtigung von Arbeit, Schule oder Aktivitätsniveau.
2	Ich hatte mehr als die Hälfte der letzten Woche ein Gefühl von bleierner Körperschwere (Mangel an körperlicher Energie).
3	Ich hatte die meiste Zeit ein Gefühl von bleierner Schwere (Mangel an körperlicher Energie), d.h. mehrere Stunden am Tag und mehrere Tage pro Woche.
Vielen Dank!	

Fragebögen-Rohdaten

Proband	IDS-Score	FEV Skala 1	FEV Skala 2	FEV Skala 3	BMI	Alter
SH140894	4	5	3	2	20,9	21
SS250895	4	8	3	8	21	20
AH290491	8	8	5	2	21,5	24
KM121189	3	11	6	3	22,7	25
HJ051191	9	12	8	6	24,6	23
AB130387	1	6	3	2	24,2	28
MH021292	3	7	7	3	23,9	23
FI270494	4	12	5	7	20,1	21
MR120392	7	6	5	9	23,6	23
MK270195	3	4	6	4	24,3	20
NH190394	13	7	7	4	24,8	21
CH270892	7	12	10	6	21,2	23
SG231190	5	7	8	7	22,3	25
KA150594	1	10	2	3	24,2	21
CS290996	7	11	5	3	21,2	19
SS021092	3	4	2	3	22,6	23
OS060393	9	11	5	5	23,7	22
JS150395	7	8	9	2	24,7	20
JF130994	25	9	9	7	21,7	20
MH220494	8	4	3	7	21,2	21
LM031192	5	7	5	7	20,4	22
HO100192	11	3	8	4	23,1	23
BL210194	4	6	7	3	24,9	21
AA171290	2	4	5	1	24,8	24
JJ080791	8	6	7	6	24,5	25
CM051093	4	4	6	4	20,9	22
LE040790	24	11	6	5	21,6	25
NT180694	7	9	4	3	24,9	21

LR060994	17	10	4	4	24,8	20
LF140990	9	11	3	2	20,1	25
EA080792	7	11	3	5	21,5	22
CB050795	5	6	4	3	24,9	20
JG180795	4	1	3	4	23,4	20
RW030291	11	13	7	8	20,7	24
WH040186	9	10	5	7	23,4	29
Mittelwert	7,371				22,81	22,46
Standardabweichung	5,48				1,66	

FEV Bewertung- Probandenanzahl in den Verschiedenen Kategorien

Wert	Skala 1	Skala 2	Skala 3
sehr gering	1	8	7
gering	10	9	12
mittel	9	11	6
hoch	11	3	7
sehr hoch	0	0	0
Mittelwert	7,83	5,37	4,54
	mittel	gering	gering
Standardabweichung	3,10	2,12	2,12

Messvorbereitung für Probanden

Was wird gemacht?

Es werden zwei EEG-Messungen (evtl. an zwei Tagen) durchgeführt, die jeweils 90 Minuten dauern. Eine Messung erfolgt im nüchternen, die zweite im sattten Zustand.

Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein?

Sie sollten:

- Rechtshänder und
- Nichtraucher sein,
- keine neurologische Erkrankung und
- keinen Diabetes mellitus haben,
- keine Drogen nehmen und
- in den letzten 48 Stunden keinen Alkohol getrunken haben.

Was bedeutet nüchtern?

Beim EEG im hungrigen Zustand sollen Sie am Vortag normal zu Abend, danach nichts mehr bis zum nächsten Morgen essen und auch nichts außer Wasser trinken.

Wichtig ist, dass Sie mindestens 10 Stunden nichts gegessen haben.

Was bedeutet satt?

Sie sollten 30 Minuten vor der Messung so viel zu essen, dass Sie satt sind.

Ethikantrag

Die durchgeführten Untersuchungen wurden von der Ethikkommission der Universität zu Lübeck unter dem Aktenzeichen 013-108 genehmigt.

Danksagung

Mein Dank gilt insbesondere Herrn Prof. Dr. med Thomas Münte, der mir als Doktorvater, das Thema zur Verfügung gestellt hat und wissenschaftliches Arbeiten erstmalig ermöglicht hat.

Herrn Dr. rer. nat. Marcus Heldmann danke ich für die exzellente Unterstützung als Betreuer. Die schnelle Beantwortung von Fragen und seine Ruhe bei Erklärungen haben viel zu meiner Arbeit beigetragen.

Ebenso möchte ich mich bei Frau Susanne Schellbach für die Erklärungen zur Durchführung der elektroenzephalografischen Messungen bedanken.

Nur mit Hilfe der Probanden konnte diese Studie durchgeführt werden. Ihnen gilt meine Anerkennung und mein Dank.

Zum Schluß danke ich besonders meinen Eltern für die liebevolle Unterstützung während des gesamten Prozesses.

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Louisa Müller-Miny
Geburtsdatum: 07.07.1994
Geburtsort: Bonn

Akademische Ausbildung:

Seit 15.05.2019	Ärztin in Weiterbildung zum Facharzt für Neurologie im Universitätsklinikum Münster Direktor: Prof. Dr. med. H. Wiendl
11/2018	Approbation
7/2018 bis 10/2018	Praktisches Jahr Neurologie, Universitätsklinik Köln
2/2018 bis 7/2018	Praktisches Jahr Innere Medizin, Universitätsklinik Lübeck
10/2017 bis 2/2018	Praktisches Jahr Chirurgie, Sana Klinik Lübeck
12/2015 bis 02/2017	Doktorarbeit: Auswertung der Daten
2/2016 bis 7/2016	Erasmussemester an der Medizinischen Universität Wien
03/2015 bis 12/2015	Doktorarbeit: Kollektion der Rohdaten
seit 03/2015	Doktorandin der Neurologie, Universität zu Lübeck Thema: Die Auswirkungen des Sättigungszustandes auf die selektive Aufmerksamkeit bei der Präsentation von Nahrungsabbildungen.
10/2012 bis 12/2018	Universität zu Lübeck Studium der Humanmedizin
9/2010 bis 5/2012	Oakham School, Oakham, Großbritannien Abschluss: International Baccalaureate (IB)
8/2004 bis 7/2010	Marienschule Münster, Bischöfliches Mädchengymnasium
8/2000 bis 7/2004	Mauritzschule (Grund-) Münster

Publikation:

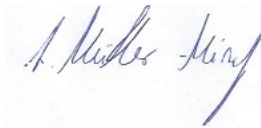
05/2020

Müller-Miny, L ; Heldmann M; Tittgemeyer M; Münte TF

Attention capture by food items is state dependent – a study with event-related brain potentials

Submitted 05/2020 Biological Psychology

Münster, den 18.05.2020

A handwritten signature in blue ink, reading "L. Müller-Miny". The signature is written in a cursive style with a large, stylized 'L' and 'M'.