



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Der Einfluss von Psychotropika auf Lügenerkennung im  
EEG“

verfasst von / submitted by

Larissa Maria Walch

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Magistra der Pharmazie (Mag. pharm.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 449

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Diplomstudium Pharmazie

Betreut von / Supervisor:

Ao.Univ.-Prof. Mag. Dr. Ulrike Willinger, MBA



## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich sehr herzlich bei Frau Prof.<sup>in</sup> Willinger für die tolle Betreuung bedanken. Durch ihre Anleitung bei dieser Arbeit habe ich eine große Begeisterung am wissenschaftlichen Arbeiten entwickelt.

Ein weiterer Dank gilt Mag. Dr. Deckert, der mich mit seinem umfassenden Wissen bei der Auswertung der ERPs stets unterstützte.

Bedanken will ich mich auch bei Oliver Franz, der mir bei fast allen Testungen beim Auflegen der Haube half.

Außerdem danke ich meiner Familie und meinen Freunden für ihre konstruktive Unterstützung.

Ein besonderer Dank gilt noch jeder Proband\*in dafür, dass sie sich die Zeit genommen haben bei dieser Studie mitzumachen und sich von mir testen haben lassen.



„Die beste und sicherste Tarnung ist immer noch die  
blanke und nackte Wahrheit. Die glaubt niemand.“

(Max Frisch. Biedermann und die Brandstifter. Ein Lehrstück ohne  
Lehre. Mit einem Nachspiel. 1958)



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract</b> .....	7
<b>Zusammenfassung</b> .....	8
<b>1. Einleitung</b> .....	10
<b>2. Möglichkeiten zum Erkennen von Lügen</b> .....	12
2.1 Paul Ekmans Facial Action Coding System (FACS).....	12
2.2 Concealed Information Test (CIT) .....	13
2.3 Event-related potentials (ERPs) .....	14
2.3.1 P3.....	16
2.3.2 Feedback.....	18
2.3.3 Feedback-related Negativity (FRN) .....	19
<b>3. Einfluss von Psychotropika auf das Lügen</b> .....	21
3.1 Ethanol .....	21
3.2 Anticholinergika und Sedativa .....	22
3.3 Psychostimulantien.....	23
<b>4. Zielsetzung und Hypothesen</b> .....	24
<b>5. Empirischer Teil</b> .....	26
5.1 Methode.....	26
5.1.1 Untersuchungsplan und intendierte Stichprobe.....	26
5.1.2 Erhebungsinstrumente .....	26
5.2 Durchführung .....	31
5.2.1 Untersuchungsdurchführung .....	31
5.2.2 Auswertungsverfahren.....	32
5.2.3 Stichprobenbeschreibung .....	35
5.3 Ergebnisse .....	38
5.3.1 Auswertung Fragebögen.....	38
5.3.2 Deskriptive Ergebnisse.....	41
5.3.3 Univariate und multivariate Ergebnisse .....	47
<b>6. Diskussion</b> .....	63
<b>Quellenverzeichnis</b> .....	66
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	70
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	72

## **Abstract**

**Background:** The present study investigated the efficiency of the feedback-CIT (Concealed Information Test) to detect concealed information and to distinguish between the truth and a lie. CIT was analyzed by using different event-related potentials (ERPs) such as P3bs (ERP-components) after presenting different stimuli or after feedback. Additionally, the influence of consumer behavior regarding certain psychotropics on the amplitude of the P3 was investigated.

**Method:** 20 participants were divided into two groups, the crime and the no-crime group. Within the crime group, participants were forced to commit a crime (stealing of a smartphone). An investigation with feedback-CIT started right after. Participants were presented pictures of the crime-relevant phone and irrelevant objects. They had to react on every stimuli, for example if they had seen or even stolen the shown objects. Participants of the no-crime group were instructed to tell the truth, whereas participants of the crime group were told to deny any knowledge of the crime. After each response they received a real feedback on their performance. The consumption history of various psychotropic drugs was questioned by means of a questionnaire.

**Results:** There is no significant difference in the P3b component after the presentation of different stimuli (crime-relevant and irrelevant objects) as well as in the distinction of the two groups. However, a difference in the feedback-ERPs regarding type of stimuli and the feedback value could be observed. Moreover, the feedback-related negativity (FRN) could differ between the two groups (no-crime vs. crime group). There was no clear distinction in the amplitude of the P3 among various consumption patterns of psychotropic substances.

**Conclusion:** This thesis demonstrated that an evaluation of feedback-ERPs enhances selectivity between lies and true statements. The meaningfulness of feedback-CITs was pointed out to make another step towards the development of a reliable lie-detection. Furthermore this scientific work offers scope for future research.

## Zusammenfassung

Hintergrund und Ziele: In dieser Studie wurde untersucht inwieweit mit dem Concealed Information Test, der um die Komponente des Feedbacks ergänzt wurde (Feedback-CIT), verborgene Informationen und auch Lügen identifiziert werden können. Es wurden verschiedene event-related potentials (ERPs), wie die P3b nach einem Stimulus, aber auch die nach dem Feedback erzeugten ERPs analysiert. Außerdem wurde der Einfluss von bestimmten Psychotropika auf die Amplitude der P3 untersucht.

Methode: Die Probandengruppe von 20 Personen wurde in eine Crime-Gruppe, die ein Handy stehlen musste und eine No-Crime-Gruppe unterteilt. Die Personen aus der Crime-Gruppe stahlen das Handy kurz vor der eigentlichen Testung. Für die Befragung der Proband\*innen wurde ein Feedback-CIT verwendet, innerhalb dessen die Proband\*innen Bilder zu dem verbrechensrelevanten Handy und zu irrelevanten Gegenständen bekamen und darauf antworten mussten, ob sie diesen Gegenstand gesehen/ gestohlen hatten. Für jede Antwort wurde ihnen ein reales Feedback gegeben. Personen aus der Crime-Gruppe sollten bei dem verbrechensrelevanten Stimulus „Handy“ lügen und bekamen ein Feedback „nicht glaubhaft“, Personen aus der No-Crime-Gruppe dagegen sollten immer die Wahrheit sagen und bekamen ausschließlich ein Feedback „glaubhaft“. Der Konsum von verschiedenen Psychotropika wurde mit Hilfe eines Fragebogens eruiert.

Ergebnisse: Die P3b nach den verschiedenen Stimuli zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stimulustypen und zwischen den wahren und gelogenen Aussagen. Mit den ERPs nach dem Feedback konnte jedoch zwischen dem Stimulustyp, das heißt zwischen dem verbrechensrelevanten Handy und den irrelevanten Gegenständen, sowie zwischen der Wertigkeit des Feedbacks (Erfolg=Wahrheit und Misserfolg=Lüge) unterschieden werden. Auch mittels der Feedback-related Negativity (FRN) konnten Unterschiede zwischen wahren Aussagen und Lügen sichtbar gemacht werden. Es konnte kein Unterschied in der Amplitude der P3 zwischen Konsument\*innen und Nicht-Konsument\*innen von psychotropen Stoffen festgestellt werden.

Schlussfolgerungen: Es wurde gezeigt, dass die Auswertung von Feedback-ERPs die Trennschärfe zwischen wahren und gelogenen Aussagen erhöht. Es wurde eine Sinnhaftigkeit des Feedback-CIT gezeigt und ein weiterer Schritt in die Richtung der Entwicklung einer funktionierenden Lügenerkennung gemacht. Es bedarf jedoch noch weiterer Forschung in diesem Bereich.



## 1. Einleitung

Eine Lüge kann ein Leben verändern. Eine Falschaussage vor Gericht kann das Schicksal eines Menschen und die Rechtsprechung beeinflussen. Eine Lüge vom Partner kann das Vertrauen und die Beziehung zerstören. Es wäre eine wundervoll idealistische Vorstellung, dass jeder Mensch moralischen Grundsätzen folgt und nach diesen handelt. Aber dennoch ist die Lüge eine allzu menschliche Schwäche. Warum aber lügen wir? Der Mensch lügt um einen Vorteil zu erlangen. Er lügt aus Scham, er lügt aus Selbstgerechtigkeit. Die Ablehnung der Lüge gehört zu den Grundkonzepten moralischen Handelns. Jedoch sind in jedem Menschen die egoistischen Bedürfnisse so tief verankert, dass man erst durch intensive Auseinandersetzung, durch Reflexionsfähigkeit diesen Zustand überwinden kann und zu moralischem Handeln gelangt.

Schon die Bibel verurteilt die Lüge indem geschrieben steht: „Du sollst nicht falsch gegen deinen Nächsten aussagen“ (Ex 20,16). Auch weiter in der Geschichte gibt es viele Auseinandersetzungen mit den Begriffen „Wahrheit“ und „Lüge“. Augustinus lehnt jede Lüge kategorisch ab, sie ist für ihn eine „Sünde“, „ein Tod der Seele“, die langfristig Schaden anrichtet. Das höchste Gut dagegen ist für ihn die Wahrheit (nach Augustinus).

Wir benutzen die Sprache als Medium der Verständigung untereinander. Doch jeder Satz birgt in sich Unschärfen, denn Aussagen enthalten neben einer reinen Sachinformation weitere Botschaften, die in Gesprächen interpretiert werden müssen (Schulz von Thun, 2008).

Teilweise ist es schwierig Lüge und Wahrheit per Definition so klar zu trennen, wie es notwendig wäre. Für die eine Person zählt etwas noch zu Euphemismus, was für andere schon über das Beschönigen hinaus in einen Schwindel oder eine Lüge übergeht. Bei der Begrifflichkeit „Lüge“ muss zwischen einer sozialen Lüge, einer Notlüge und einer vorsätzlichen Lüge unterschieden werden. Eine vorsätzliche Lüge gründet sich meistens auf ein egoistisches Motiv und setzt sich über die Moralvorstellungen, die das menschliche Miteinander regeln soll, hinweg. Im Weiteren soll über die vorsätzliche Lüge diskutiert werden.

Mahatma Gandhi sieht das Streben nach der WAHRHEIT als eines der höchsten Ziele im Leben an. Er definiert hierfür das Sanskrit-Wort „Satyagraha“. Es bedeutet für ihn das Festhalten an der Wahrheit, später wird es von ihm auch als „Seelenkraft“ verwendet (Gandhi, 2017, S.13).

Seine Enkel Arun Gandhi beschreibt Lügen „wie Sand“, „sie sind keine solide Basis. Was man mit ihnen baut, ist wacklig und instabil. Türmt man sie dann immer höher auf, wird die Sandburg aus Lügen irgendwann zusammenbrechen“ (Gandhi, 2017, S.95).

Wenn ein Mensch eine Verfehlung begeht, wenn er gegen die moralischen Normen verstößt dann wird er sich auch nicht an das Gebot des Nicht-Lügens halten. Laut einer Aussage einer Anwältin wird nirgends so viel gelogen, wie im Gerichtssaal. Diese Lügen dort können ein Leben zerstören. Wenn unmoralisches Verhalten nicht geahndet wird, weil es wieder mit unmoralischem Verhalten verschleiert wird, dann versagt unser Rechtssystem. Unser Rechtsstaat kann nur dann funktionieren, wenn die Wahrheit ans Licht kommt. Es wäre wünschenswert, eine sichere Methode zu entwickeln, wie man Lügen aufdeckt. Eine Methode, die möglichst nicht störanfällig ist, die leicht und genau zu reproduzieren ist. Die nicht von der subjektiven Auswertung einzelner Personen abhängt, sondern möglichst objektive Ergebnisse liefert. Die heutigen Lügendetektortests nutzen mittels Polygraphen physiologische Parameter für das Auffinden von Unstimmigkeiten. Die Messung der Herzfrequenz, der Atemfrequenz, des Blutdrucks und des Hautwiderstandes lassen Rückschlüsse auf die psychische Verfassung einer Person bei einer Befragung zu. Die Bewertung der Ergebnisse ist bei diesen Verfahren relativ subjektiv und kann nur von Experten durchgeführt werden. Ein neues verlässliches System, das Falschaussagen sicher aufdecken kann, würde einen großen Beitrag für die forensische Wissenschaft und das Strafrechtssystem leisten (Rosenfeld et al., 2013). Doch wie kann man wissenschaftlich reproduzierbar bestimmen, wie vertrauenswürdig eine Person ist? Im Rahmen dieser, zum Thema Lügen durchgeführten Studie, soll ein Beitrag zu der Grundlagenforschung für die Entwicklung reliabler Lügendetektoren geleistet werden.

## **2. Möglichkeiten zum Erkennen von Lügen**

Es werden im Weiteren verschiedene Methoden zum Sichtbarmachen von Lügen besprochen. Begonnen wird mit äußerlich erkennbaren Zeichen. Hierfür hat Paul Ekman das Facial Action Coding System entwickelt, das helfen soll, an den Bewegungen der Gesichtsmuskeln, der Mimik, eine Lüge identifizieren zu können (Ekman, 2010). Des Weiteren wird der Concealed Information Test vorgestellt. Ein eigens entwickelter Test zum Auffinden von verborgenen Informationen. Die gemessenen Parameter hierfür reichen von Komponenten des Autonomen Nervensystems bis zu der Darstellung von Gehirnpotentialen. Auf die Darstellung der Gehirnpotentiale und die Anwendung der „event-related potentials“ (ERPs) zur Aufdeckung von Lügen wird unter 2.3 ausführlich eingegangen.

### **2.1 Paul Ekmans Facial Action Coding System (FACS)**

Paul Ekman hat sich einen großen Teil seiner wissenschaftlichen Karriere dem Thema „Erkennen von Lügen“ gewidmet. Er untersucht hierfür so genannte Mikroexpressionen, emotionsbedingte Minimalveränderungen der Mimik, die nur für wenige Millisekunden sichtbar sind. Die Auswertung ob eine Person die Wahrheit sagt oder nicht, ist jedoch nach seiner Methodik kompliziert und sehr subjektiv. Man sucht nach so genannten „Hot Spots“, nach Emotionen, die nicht zu dem Kontext, zu der Stimmlage, zu den Gesten passen. Kurzes Auftauchen von Angst im Gesicht einer Person kann auf eine nachfolgende Lüge hindeuten, kann aber auch durch andere Trigger hervorgerufen werden. Zum Erkennen und Beschreiben dieser Mikroexpressionen hat Paul Ekman das Facial Action Coding System (FACS), ein Gesichtsbewegungs-Kodierungssystem entwickelt. Das FACS ordnet mimischer Muskulatur eine Bewegungseinheit zu. Jede Emotion kann durch eine bestimmte Kombination von diesen Bewegungseinheiten beschrieben werden.

Die Methode nach Paul Ekman kann sehr hilfreich und unterstützend für manche Arten der Befragungen sein. Besondere Bedeutung hat sie auch bei der Bewertung von Gefühlen von psychisch kranken Personen. Sie kann jedoch nie eine eindeutige Wahrheit bestimmen (Ekman, 2010).

## 2.2 Concealed Information Test (CIT)

Eine besondere Art der Befragung ist der Concealed Information Test, auch „guilty knowledge test“ (Lykken, 1959). Er ist eine effektive psychophysiologische Methode zur Auffindung von Lügen (Ben-Shakar & Elaad, 2003). Die Anfänge des CIT reichen schon in die 50er Jahre zurück (Verschuere et al., 2011). Seitdem wurde der CIT immer weiter optimiert. Dennoch wird gerade in den USA von der Polizei noch häufig der Comparison Question Test (CQT) verwendet (Reid & Inbau, 1977). Vor Gericht in den USA ist der CQT besonders wegen seiner häufig vorkommenden falsch positiven Ergebnisse nicht mehr zulässig (Rosenfeld et al., 2013). In anderen Ländern, besonders in Japan wird der CIT jedoch schon bei polizeilichen Befragungen (Verschuere et al., 2011) und sogar vor Gericht (Osugi, 2011) eingesetzt.

Jeder CIT besteht aus einer Abfolge bestimmter Stimuli. Es gibt mindestens zwei Stimulustypen, zum Beispiel Irrelevante und Verbrechenrelevante (Meixner & Rosenfeld, 2011). Unschuldige Personen zeigen auf die verbrechenrelevanten Stimuli die gleiche Reaktion wie auf die irrelevanten, bei den schuldigen Personen jedoch ist ein Unterschied zwischen den Stimulustypen sichtbar (Matsuda et al., 2013). Ein CIT ist so konzipiert, dass möglichst keine unschuldigen Personen als schuldig eingestuft werden und möglichst viele schuldige als solche identifiziert werden (Verschuere et al., 2011). Man kann verschiedene Messgrößen für die Auswertung eines CIT heranziehen. Eine bewährte Methode bedient sich Parametern des autonomen Nervensystems (ANS). Es werden Herzrate, Hautwiderstand, Respirationsrate erfasst (Matsuda et al., 2011). Neuere Forschungen nehmen zu diesen peripheren Messgrößen noch eine Zentrale hinzu, die Messung von Gehirnaktivitäten (Farahani & Moradi, 2012; Rosenfeld et al., 1987). Kognitive Prozesse werden als Gehirnpotentiale, als ereigniskorrelierte Potentiale (englisch: event-related potentials, ERPs) sichtbar gemacht. Während des CIT werden der Person Kontrollfragen und ereigniskorrelierte, zum Beispiel auf eine Tat bezogene, Fragen gestellt. Bei den ereigniskorrelierten oder auch verbrechenassoziierten Fragen zeigt sich dann ein spezifisches ERP. Wegen des geringen Signal-Rausch Verhältnisses wird eine große Anzahl an Stimuli eingesetzt, um dann durch Mittelung aller gleichartigen Stimuli ein klares Signal zu erhalten (Luck, 2014).

Mittels einer CIT Befragung wird per se nicht das Lügen einer Person gemessen, es wird festgestellt, ob eine Person verbrechenrelevante Informationen weiß oder nicht (Rosenfeld, 2013). Zum Beispiel wird getestet, ob eine Person Informationen über eine Tatwaffe, mit der ein Verbrechen begangen wurde, hat.

### 2.3 Event-related potentials (ERPs)

Um kognitive Prozesse sichtbar zu machen hat sich die Technik der ereigniskorrelierten Potentiale oder auch event-related potentials (ERPs) etabliert (Key et al., 2005). ERPs zeigen Spannungspotentiale der Gehirnströme. Diese Spannungsfluktuationen können positiv oder negativ bezogen auf ein Ruhepotential sein (Stöhr et al., 2005). Um ein ERP zu erhalten benötigt man ein abgeleitetes Elektroenzephalogramm (EEG). Für ein bestimmtes ERP wird dann ein gewählter Zeitbereich, um den Beginn eines Reizes, analysiert. ERPs bieten gegenüber dem sehr häufig in den Neurowissenschaften eingesetzten fMRI (functional magnetic resonance imaging, deutsch: funktionelle Magnetresonanztomographie fMRT) einige Vorteile. Die hämodynamische Methode der funktionellen Magnetresonanztomographie zeigt neuronale Aktivitäten, in dem sie die Unterschiede im Oxygenierungsgrad des durchfließenden Blutes sichtbar macht (Cooper & Shallice, 2010). Da der Oxygenierungsgrad des Blutes eine sekundäre Konsequenz neuronaler Aktivität ist, ist er erst mit einer Verzögerung zu der Gehirnaktivierung sichtbar. Im Gegensatz dazu ist ein ERP direkt und unmittelbar messbar. Die zeitliche Auflösung liegt im Millisekundenbereich (Luck, 2014). Das fMRI bietet jedoch den Vorteil der sehr guten räumlichen Auflösung (Poldrack, 2008), wogegen die Ableitung eines EEGs durch die Anzahl der Elektroden limitiert ist und die räumliche Auflösung dadurch ungenauer bleibt (Luck, 2014).

Das Elektroenzephalogramm, das spätestens seit den 1980er Jahren seinen festen Platz in den Neurowissenschaft hat, ist ein Verfahren zur Messung der Spannungspotentiale des Gehirns (Cooper & Shallice, 2010). Dies geschieht nicht-invasiv mittels Elektroden, die an der Schädeldecke angelegt werden. Es wird die elektrische Aktivität der Großhirnrinde, der Cortex nahen Neuronen, gemessen. Die messbaren Spannungsschwankungen sind Folge von exzitatorischen und inhibitorischen postsynaptischen Potentialen (Stöhr et al., 2005). Der Spannungsverlauf der Summenpotentiale von Neuronenverbänden wird in Abhängigkeit der Zeit in kortikalen Potentialen dargestellt. Stromschwankungen der tieferliegenden Hirnareale kommen jedoch nicht an die Hirnoberfläche und können mit einem Elektroenzephalogramm nicht gemessen werden (Luck, 2014).

EEG Ableitungen werden nicht nur in der Wissenschaft zur Gewinnung von ERPs verwendet, sondern sind auch ein diagnostisches Instrument. Es werden zum Beispiel verschiedene Epilepsieformen darüber festgestellt und im Verlauf einer Behandlung kontrolliert. Man muss jedoch bedenken, dass psychoaktive Substanzen, insbesondere Psychopharmaka, das EEG-Kurvenbild verändern und somit jegliche Messwerte verfälschen (Stöhr et al., 2005). Auf dieses

Thema werde ich noch weiter im Kapitel: *Einfluss von Psychotropika auf das Lügen* (Kapitel 3), eingehen.

Mit Hilfe des EEGs werden auch Aufmerksamkeitsprozesse oder Bewusstseinszustände untersucht und klassifiziert (Key et al., 2005). Es ist ein gutes Instrument, um Verarbeitungsmechanismen für externe und interne Reize zu erforschen. Ein Beispiel hierfür ist das Training von Probanden mit Neurofeedback. In einem solchen Training bekommen die Personen ein Feedback zu ihrer momentanen Gehirnaktivität, die mittels einer EEG Ableitung erfasst wird und sie lernen ihre Gehirnprozesse somit besser selbst zu steuern. Diese Methode wird zum Beispiel mit autistischen Kindern angewandt (Arns et al., 2009).

Die mittels EEG gewonnenen ereigniskorrelierten Potentiale treten als Reaktion auf einen bestimmten Stimulus auf. Der auftretende Reiz kann entweder auditiver oder visueller Natur sein und je nach Stimulustyp eine bestimmte Wellenform erzeugen (Stöhr et al., 2005). Die ERPs werden jeweils in Abhängigkeit der Zeit in Millisekunden und der Spannung, in Mikrovolt, angegeben. Da die ERPs nur sehr geringe Potentialschwankungen mit einer Amplitude zwischen 5-10  $\mu\text{V}$  sind, werden sie von den dauernd vorhandenen EEG-Wellen von 30-60  $\mu\text{V}$  überlagert. In den Roh-EEG-Daten sind die ERPs deswegen noch nicht erkennbar und werden erst durch Mittelung vieler Einzeldurchläufe sichtbar (Stöhr et al., 2005). Jedes ereigniskorrelierte Potential kann in bestimmte ERP-Komponenten untergliedert werden. ERP-Komponenten sind zum Beispiel die N1, N2 oder die P3, die jeweils nach einem bestimmten Reiz auftreten (Luck, 2014). Die Benennung dieser Komponenten bezieht sich einerseits auf die Spannungsschwankungen, die durch ihre Polarität, als positiv (P) oder negativ (N) beschrieben werden können, aber auch auf ihre spezifische Latenz. Die Latenz ist die Zeit nach dem Auftreten des Reizes. Die P3, auch genannt P300, tritt ungefähr nach 350 ms nach Stimulusbeginn auf, die N1, auch genannt N100, zwischen 90 bis 200 ms (Stöhr et al., 2005). Da sich die Latenzzeit durch eine Variationsbreite auszeichnet (Luck, 2014) werde ich im weiteren Verlauf die Namensgebung N 1 für die erste negative Deflektion und P3, für die dritte positive Deflektion beibehalten. Ein weiterer Aspekt der Benennung ist die Differenzierung nach funktionellen Aspekten wie zum Beispiel der Error-related Negativity (ERN) oder der Feedback-related Negativity (FRN) (Luck, 2014).

Eine besonders für das Auffinden von Lügen sehr wichtige ERP-Komponente ist die P3. Die P3 ist eine ereignisbezogene Komponente, die im Entscheidungsprozess hervorgerufen wird und beim Wiedererkennen, zum Beispiel eines bestimmten Gegenstandes, signifikant größer ist, als beim Sehen eines zuvor nicht bekannten, irrelevanten Gegenstandes. (Rosenfeld, 2011; Rosenfeld, et al., 2013). Auf die P3 wird in dem darauffolgenden Kapitel 2.3.1 noch näher

eingegangen. Weitere erwähnenswerte ERP-Komponenten sind die N1, N2 und N4. Diese drei Kurvendeflektionen haben alle ein negatives Potential. Die N1 kann als Orientierungsreaktion verstanden werden, durch die N2 sieht man eine Reizbewertung und die N4 spiegelt sprachliche kognitive Prozesse wieder (Luck, 2014).

### 2.3.1 P3

Die kurz im obigen Kapitel erwähnte P3 ist die im Moment am meisten erforschte ERP-Komponente (Key et al., 2005). Sie ist eine positive Kurvendeflektion, die ungefähr 350 ms nach einem Stimulus auftritt und sich situationsbezogen ändert (Stöhr et al., 2005). Die P3 spiegelt eine getroffene Kategorisierung und Einordnung einer bedeutsamen Information wider (Rosenfeld, 2011). Man kann sie in eine zentroparietal auftretende P3b, die frontozentrale P3a und in eine mit der Latenz von 600-1400 ms auftretende „slow wave“ aufgliedern (Luck, 2014). Die P3b ist die klassische P3, sie tritt zwischen 340 und 700 ms nach Stimulusbeginn auf und wird durch ein Oddball-Paradigma ausgelöst. Ein Oddball-Paradigma ist das Abweichen des Zielreizes von dem häufigeren Hintergrundreiz (Stöhr et al., 2005). Typischerweise werden bei einem Oddball-Paradigma zwei verschiedene Stimulustypen verwendet, ein häufig auftretender, irrelevanter Reiz und ein seltener Zielreiz, zum Beispiel ein verbrechensassoziiertes. Durch Ergänzung eines dritten Reizes entsteht ein Drei-Stimulus-Oddball (Polich, 2007). Bei einem Drei-Stimulus-Oddball kann man die P3a und die P3b sehen. Die P3a tritt bei dem neuartigen Reizmerkmal mit einer Latenz zwischen 250 und 350 ms auf (Stöhr et al., 2005). Im Gegensatz dazu wird die P3b bei dem seltenen Zielreiz gut sichtbar sein, wenn besondere Aufmerksamkeit auf den Reiz gelenkt wurde (Polich, 2007).

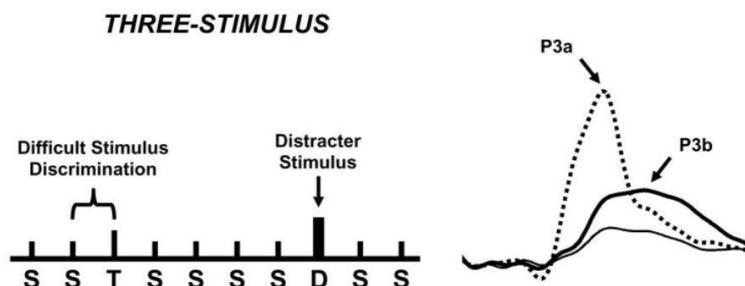


Abbildung 1: Drei-Stimulus-Oddball mit einer P3a und P3b, (Polich, 2007, S.2129)

Die Amplitude der P3 hängt von verschiedenen Faktoren ab, unter anderem von der Wahrscheinlichkeit, mit der die Zielreize auftreten. Globale Auftretswahrscheinlichkeiten zwischen 15 und 20% haben sich als passend erwiesen (Stöhr et al., 2005). Auch die lokale Auftretswahrscheinlichkeit ist von Bedeutung, wie oft der seltene Zielreiz zum Beispiel während eines Blockes des CITs vorkommt. Um Überlappungen zu vermeiden ist es sinnvoll eine Pseudorandomisierung der Stimuli vorzunehmen, die sicherstellt, dass mindesten zwei Hintergrundreize zwischen zwei Zielreizen vorhanden sind (Farahani & Moradi, 2012; Stöhr et al., 2005). Die Amplitude der P3 wird außerdem von den der Interstimulus Frequenz (ISI) beeinflusst (Farahani & Moradi, 2012). Je länger das Interstimulus Intervall ist, desto weniger deutlich sind Unterschiede in der P3 sichtbar (Gamer & Berti, 2010). Gute ISI Dauern liegen bei 1-3 Sekunden (Stöhr et al., 2005). Eine weitere wichtige Kenngröße jeder ERP-Komponente ist ihre Latenz. Die Latenz der P3 nimmt bei zunehmender Schwierigkeit der Zielreize zu, sie zeigt die Geschwindigkeit der kognitiven Verarbeitungsprozesse (Donchin & Coles, 1988). Auch das Alter der Probanden, das Geschlecht und die Aufmerksamkeit auf den seltenen Zielreiz sind Einflussgrößen auf die Latenz der P3 (Stöhr et al., 2005).

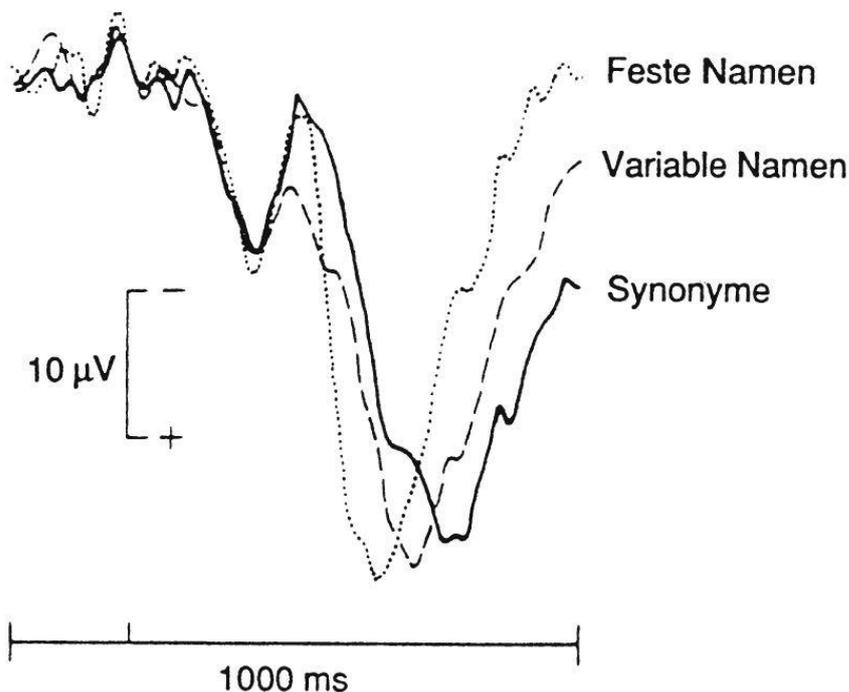


Abbildung 2: Latenzzunahme der P3 bei Zunahme der Schwierigkeit des Zielreizes (Kutas et al., 1977; in Stöhr et al., 2005, S.517)

Der Ursprungsort der P3 ist noch nicht eindeutig bewiesen (Key et al., 2005), es werden nach heutigem Stand temporoparietale Regionen vermutet (Luck & Kappenman, 2013). Man sieht jedoch eine Verteilung der P3 über den Kopf als eine Änderung der Amplitude über die mittleren Elektroden (Fz, Cz, Pz). Es kommt zu einer Größenzunahme der Amplitude bei den parietalen Elektroden (Johnson, 1993). Deswegen wird die Pz-Elektrode sehr oft zur Auswertung der P3 Komponente verwendet, da sie dort meist am deutlichsten ausgeprägt ist (Luke, 2014).

Schon in den 90er Jahren wurden P3 basierte Concealed Information Tests (CITs) entwickelt (Allen et al., 1992; Rosenfeld et al., 1991), um anhand der Unterschiede in der Amplitude und Latenz der P3 zwischen den verschiedenen Stimulustypen unterscheiden zu können (Rosenfeld et al., 2013).

### 2.3.2 Feedback

Die P3 basierten CITs haben sich als gutes Hilfsmittel zum Auffinden von verschleierter Information etabliert (Farwell & Donchin, 1991). Um die Trennschärfe dieser P3 basierten CITs zwischen Lüge und Wahrheit, zwischen schuldig und unschuldig, weiter zu erhöhen, wird der CIT um Feedback ergänzt. Innerhalb eines Feedback-CIT wird Proband\*innen zu jeder Antwort ein Feedback gegeben. Das Feedback bezieht sich darauf, ob man einen Lügentest bestanden hat oder nicht (Sai et al., 2014). Somit werden die Proband\*innen konstant an ihre Lüge erinnert.

Feedback ist eine Möglichkeit Menschen zu lehren, wie sie sich verhalten sollen (Nieuwenhuis et al., 2004). Da es den Menschen möglich war, positives und negatives Feedback unterscheiden zu lernen, um dementsprechend Rückschlüsse auf ihr Verhalten ziehen zu können, liegt es nahe, dass sich die Gehirnprozesse bei einer negativen oder positiven Rückmeldung voneinander unterscheiden (Nieuwenhuis et al., 2004). Diese Unterschiede in der neuronalen Verarbeitung können anhand von event-related potentials sichtbar gemacht werden. Die von der Feedbackverarbeitung ausgelöste Gehirnaktivität reflektiert einen Bewertungsprozess, der von der Motivation der Personen beeinflusst werden kann (Sai et al., 2014).

Sai et al. (2014) zeigen mittels Feedback bezogenen ERPs signifikante Unterschiede zwischen Feedback-Erfolg und Feedback-Misserfolg, sowie zwischen den irrelevanten und verbrechensrelevanten Stimuli (Sai et al., 2014). Es kann also mittels Feedback-ERP zwischen

den vier Möglichkeiten: Wahrheit-Erfolg, Wahrheit-Misserfolg, Lüge-Erfolg und Lüge-Misserfolg unterschieden werden.

	<b>Erfolg</b>	<b>Misserfolg</b>
<b>Wahrheit</b>	Wahrheit-Erfolg	Wahrheit-Misserfolg
<b>Lüge</b>	Lüge-Erfolg	Lüge-Misserfolg

*Abbildung 3: Vierfeldertafel zu den möglichen Feedback Ergebnissen*

Die Feedback bezogenen ERPs sind nicht korreliert mit der erinnerungsspezifischen P3 Komponente und können somit die Effizienz der CIT Testung verbessern. Dies wird auch davon untermauert, dass sich die zugrunde liegenden psychischen Prozesse der P3 und der Feedback bezogenen ERPs unterscheiden (Sai et al., 2014). Auch in der 2016 publizierte Studie von Sai et al. wird gezeigt, dass Feedback bezogene neuronale Aktivität sehr effektiv in der Unterscheidung von schuldigen und unschuldigen Personen ist und dazu genutzt werden kann verborgene Informationen aufzudecken (Sai et al., 2016). Es gilt jedoch noch weitere Studien zu diesem Thema durchzuführen, um die Sinnhaftigkeit einer Kombination des P3 CIT mit dem Feedback-CIT reproduzierbar zu beweisen (Sai et al., 2014).

### 2.3.3 Feedback-related Negativity (FRN)

Die Feedback-related Negativity (FRN), auch genannt feedback Error-related Negativity (fERN) oder feedback negativity (FN), ist eine ERP-Komponente, die nach einem negativen Feedback erscheint. Sie ist nicht sichtbar nach einem positiven Feedback (Gehring & Willoughby, 2002). Die FRN tritt mit einer Latenz zwischen 200 bis 350 ms auf (Sai et al., 2016) und wird von fronto-zentralen Regionen in der Nähe des Pars anterior des Gyrus Cinguli generiert (Gehring & Willoughby, 2002; Miltner et al., 1997, Walsh & Anderson, 2011). Neuere Studien zeigen, dass die FRN eher durch ein positives Potential nach positivem

Feedback entsteht, als dass auf negatives Feedback ein negativeres Potential folgt (Proudfit, 2015).

Als Ursprung der FRN auf biochemischer Ebene wurde mittlerweile eine dopaminerge Transmittertransmission bewiesen (Holroyd & Coles, 2002). In den Basalganglien wird ständig eine Voraussage getroffen, ob ein Ereignis einen Erfolg verspricht oder ob es zu Versagen kommen wird. Abhängig davon wird dann phasenweise mehr oder weniger Dopamin im Bereich des Mittelhirns in den jeweiligen synaptischen Spalt ausgeschüttet (Nieuwenhuis et al., 2004). Somit wird durch den dopaminergen Transmitterspiegel immer eine Bewertung abgegeben, ob ein Ereignis besser als gedacht war oder schlechter als gedacht. Bei einem Ereignis das schlechter gelaufen ist als erwartet, sieht man dann eine größere Amplitude der FRN, eine Abnahme der dopaminergen Aktivität. Im Gegensatz dazu wird bei einem Ereignis, das besser gelaufen ist als erwartet, eine geringere Amplitude sichtbar sein und folglich eine erhöhte dopaminerge Aktivität (Nieuwenhuis et al., 2004). Diesen Zusammenhang macht man sich auch im Bereich des CIT zunutze. Mit der Annahme, dass die FRN sensitiv auf Feedback-Wertigkeit ist, kann zwischen Gewinn und Verlust unterschieden werden (Sai et al., 2016).

Es wird davon ausgegangen, dass Personen, die ein Verbrechen begangen haben, auf den verbrechensrelevanten Stimulus mehr Aufmerksamkeit legen werden, als unschuldige Personen, für die der verbrechensrelevante Stimulus nur ein weiterer irrelevanter Stimulus ist (Sai et al., 2016). Somit kann man mittels Auswertung der FRN die Feedback-Wertigkeit und den Stimulustyp unterscheiden und damit verborgene Informationen auffinden (Sai et al., 2016).

### **3. Einfluss von Psychotropika auf das Lügen**

Es wurde viel über die Unterscheidung von Lüge und Wahrheit, über das Auffinden von verborgener Information diskutiert. Doch was beeinflusst eigentlich unsere Fähigkeit zu lügen? Gibt es bestimmte psychotrope Substanzen, die uns zu „besseren“ oder „schlechteren“ Lügern machen?

#### **3.1 Ethanol**

In vino veritas? Schon die Römer trafen die Annahme, dass im Wein die Wahrheit liege. Ethanol gehört zu einer weltweit am häufigsten konsumierten psychoaktiven Substanz. In Deutschland liegt der absolute EtOH Konsum etwa bei 9,6 Liter pro Kopf pro Jahr (Aktories et al., 2017). Der österreichische Wert liegt knapp unter dem deutschen durchschnittlichen Jahreskonsum bei 9,2 Liter pro Kopf (Strizek & Uhl, 2016). Aus dem gesellschaftlichen Leben ist der Konsum von Alkohol nicht wegzudenken. Jedoch hat Ethanol einen erheblichen Einfluss auf unser Verhalten.

Die akute Toxizität von Ethanol wirkt sich besonders auf das zentrale Nervensystem (ZNS) aus. Ethanol hat wie alle aliphatischen Alkohole eine narkotische Wirkung (Aktories et al., 2017). Kleine Mengen jedoch beleben situationsbedingt motorische und psychische Reaktionen (Marquardt et al., 2013). Die zentrale Wirkung von Ethanol wird durch eine Störung des Gleichgewichtes von exzitatorischen und inhibitorischen Impulsen erklärt. So wirkt Ethanol am GABA<sub>A</sub> Rezeptor und führt außerdem zu einer Aktivierung des nikotinischen Acetylcholinrezeptors ( $\alpha 4\beta 2$ ). Außerdem steigert Ethanol die Freisetzung von Dopamin im mesolimbischen System und löst somit ein Belohnungsgefühl aus (Aktories et al., 2017). Dieser Zusammenhang erklärt auch das hohe Suchtpotential von Alkohol. Ab 0,6 Promille Blutalkoholkonzentration kommt es dann zu einer deutlich verlängerten Reaktionszeit. Bei 1,0 Promille tritt ein mäßiger Rauschzustand ein, ab 1,4 Promille ein kräftiger Rausch und ab 2,0 ist das Bewusstsein so stark getrübt, dass jegliches Erinnerungsvermögen aufgehoben ist (Aktories et al., 2017). Bei einer akuten Alkoholintoxikation kommt es deshalb zu vielen veränderten kognitiven Funktionen. Es kann sogar zu Schäden im Bereich des präfrontalen Cortexes kommen (Peterson et al., 1990).

Solche Veränderungen, besonderes die Vigilanzminderung, werden teilweise im EEG sichtbar. Es werden auch bestimmte ERP-Komponenten, wie zum Beispiel die P3, beeinflusst. So ist die

Amplitude der P3 bei Alkoholikern augenscheinlich kleiner, als bei Nicht-Alkoholikern (Fein & Andrew, 2011; Pfefferbaum et al., 1991). Ein weiterer interessanter Parameter für das Auffinden von Lügen ist die Reaktionszeit innerhalb eines CITs. Suchotzki und Gamer (2018) testeten deshalb Proband\*innen im Rahmen eines CIT auf die Reaktionszeit unter Alkoholeinfluss. Sie fanden heraus, dass ein höherer Blutalkoholspiegel mit einer erhöhten Reaktionszeit bei verborgener Information korreliert (Suchotzki & Gamer, 2018).

### 3.2 Anticholinergika und Sedativa

Acetylcholin ist ein wichtiger Überträgerstoff an den muskarinischen und nikotinischen Acetylcholinrezeptoren des Gehirns. Stoffe, die diese Rezeptoren blockieren, werden auch Anticholinergika oder auch Parasympatholytika genannt (Arktories et al., 2017). Bei einigen Pharmaka, wie zum Beispiel bei dem in der Augenheilkunde eingesetzten Atropin, ist die anticholinerge Wirkung die erwünschte Hauptwirkung. Es gibt jedoch zahlreiche Arzneistoffe, die eine teilweise starke anticholinerge Nebenwirkung haben. Einige überwinden auch die Blut-Hirnschranke und wirken dadurch auch im zentralen Nervensystem. Ein Beispiel hierfür ist die schon ältere Substanzgruppe der Trizyklischen Antidepressiva mit Vertretern wie Amitriptylin, Imipramin, Desipramin (Arktories et al., 2017). Anticholinergika beeinflussen zum Beispiel auch verschiedene ERP-Komponenten wie die P3. Da die P3 sensitiv auf cholinerge Transmission ist, wird durch die Einnahme von anticholinergen Stoffen ihre Latenzzeit signifikant erhöht und ihre Amplitude erniedrigt (Stöhr et al., 2005). Diese Sensitivität der P3 auf cholinerge Änderungen wird auch in der Diagnostik von Demenzerkrankungen zu Hilfe genommen. Bei einer Demenz kommt es zu einer Abnahme der cholinergen Neurotransmission und dadurch zu einer sichtbaren Latenzverzögerung der P3 (Stöhr et al., 2005).

Eine weitere psychotrop interessante Substanzgruppe ist die heterogene Gruppe der Sedativa. Hypnotika, wie zum Beispiel die Klasse der Benzodiazepine, wirken durch eine allosterische Modulation am GABA<sub>A</sub> Kanal zentral dämpfend. Die hypnotische Wirkung der Benzodiazepine kommt durch eine verringerte Sensitivität und Reaktivität gegenüber externen Reizen zustande (Arktories et al., 2017).

Auch die Cannabinoide aus *Cannabis sativa/indica*, Canabaceae zählen zu den Sedativa. Das neben dem Cannabidiol (CBD) bekannteste Cannabinoid ist das  $\Delta^9$ -Tetrahydrocannabinol (THC). THC ist im Gegensatz zu CBD Blut-Hirnschranken gängig und entfaltet auch zentrale Wirkungen wie veränderte Wahrnehmung, Anxiolyse, Analgesie und Sedierung. Es gibt zwei

unterschiedliche Cannabinoid-Rezeptoren, CB<sub>1</sub> und CB<sub>2</sub>, wobei hauptsächlich CB<sub>1</sub>-Rezeptoren im zentralen Nervensystem vorkommen. Die Cannabinoide interagieren aber auch mit vielen Neuromodulatoren, wie Acetylcholin, Dopamin, GABA, Noradrenalin und einigen weiteren (Marquardt et al., 2013). Nicholls et al. (2015) zeigen, dass sich bei chronischen THC-Konsumenten auch bestimmte ERP-Komponenten signifikant verändern (Nicholls et al., 2015).

### 3.3 Psychostimulantien

Cocain ist ein Alkaloid, das in den Blättern des Cocastrauches (*Erythroxylon coca*, Erythroxylaceae) in Lateinamerika vorkommt. Einerseits hat es eine lokalanästhetische Wirkung, da es ein schwach basisches tertiäres Amin ist und somit spannungsabhängige Natriumkanäle blockiert. Andererseits hemmt es auch die präsynaptische Wiederaufnahme der Neurotransmitter Dopamin, Noradrenalin und Serotonin. Dadurch kommt es zu einer Erhöhung dieser Transmitterkonzentrationen im synaptischen Spalt und zu einer verstärkten Wirkung an den postsynaptischen Rezeptoren. Zu Beginn der psychogenen Wirkung kommt es zu einer heftigen Rauschphase. Das Selbstbewusstsein ist stark gesteigert, Hemmungen verschwinden und es kommt zu allgemeiner Erregung. Darauf folgt dann die zweite Phase mit Erschöpfung, Depressionen und Angstgefühlen (Marquardt et al., 2013). Doch wie verändert sich Lügen unter dem Einfluss von Cocain? Als indirektes Sympathomimetikum hat es einen erheblichen Einfluss auf unsere Stimmung und unsere Psyche.

Eine weitere, teilweise im Jugendalter konsumierte, anregende Substanz ist das Methylendioxy-N-methylamphetamin (MDMA, auch Ecstasy genannt). MDMA wird auch den Entaktogenen zugeordnet. Unter dem Einfluss von Entaktogenen soll man seine Emotionen intensiver wahrnehmen können. Strukturell sind es methoxylierte Amphetmain-Derivate, sie haben jedoch neben der sympathomimetischen, stimulierenden Wirkung auch ein halluzinogenes Potential (Marquardt et al., 2013). Durch den Konsum von MDMA wird ein „in sich hinein versenken“, ein Erkennen und intensiveres Wahrnehmen von persönlichen Problemen beschrieben.

Die beschriebenen Psychotropika haben alle einen erheblichen Einfluss auf wichtige Neurotransmitter des Gehirns und es liegt die Frage nahe, inwieweit durch solche Eingriffe in die kognitiven Funktionen des Gehirns das Lügen beeinflusst wird. Und inwieweit sich spezifische ERPs durch die Einnahme dieser Stoffe verändern. Dies sind interessante Forschungsfragen, mit einer hohen Relevanz auch für die Forschung der ereigniskorrelierten Potentiale.

## **4. Zielsetzung und Hypothesen**

Das Ziel dieser Arbeit ist es die unterschiedlichen neuronalen Verarbeitungsprozesse, in Abhängigkeit davon, ob die Wahrheit gesagt, oder gelogen wird, sichtbar zu machen. Die Testungen dafür werden mit Hilfe eines Feedback-Concealed Information Tests durchgeführt. Während des Feedback-CIT wird ein Elektroenzephalogramm abgeleitet. Anschließend werden spezifische ereigniskorrelierte Potentiale aus den EEG-Dateien ausgewertet. Es soll mittels der spezifischen ERPs festzustellen sein, ob eine Person lügt oder die Wahrheit sagt. Des Weiteren soll der Einfluss von Psychotropika auf das Lügen und auf spezifische ERP-Komponenten untersucht werden.

### **- ERP bezogene Hypothesen:**

Die Hypothesen H<sub>1</sub>1.1 bis H<sub>1</sub>4 sind auf die P3 Komponente bei den verschiedenen Stimuli bezogen. Mit Hilfe der Hypothesen H<sub>1</sub>3 und H<sub>1</sub>4 soll der Einfluss von bestimmten Psychotropika auf die P3 Komponente untersucht werden. Die mittels Feedback gewonnenen evozierten Potentiale werden in den Hypothesen H<sub>1</sub>5.1 bis H<sub>1</sub>6 besprochen.

#### **H<sub>1</sub>1.1:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied in der mittleren Amplitude der P3b Komponente zwischen dem verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) und den irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe.

#### **H<sub>1</sub>1.2:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied in der mittleren Amplitude der P3b Komponente bei dem verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) zwischen der Crime-Gruppe und der No-Crime-Gruppe.

#### **H<sub>1</sub>2:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen Frauen und Männern in der mittleren Amplitude der P3b Komponente bei verschiedenen Stimulusarten.

### **H13:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen Alkohol-Konsument\*innen und Nicht-Alkohol-Konsument\*innen in der mittleren Amplitude der P3a Komponente bezogen auf verbrechensrelevante und irrelevante Stimuli.

### **H14:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen THC-Konsument\*innen und Nicht-THC-Konsument\*innen in der mittleren Amplitude der P3a Komponente bezogen auf verbrechensrelevante und irrelevante Stimuli.

### **H15.1:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied in der mittleren Amplitude der P3a und P3b Komponenten zwischen negativ verbrechensrelevantem Feedback (Lügen-Konditionierung) und positiv irrelevantem Feedback (Wahrheits-Konditionierung).

### **H15.2:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied in der mittleren Amplitude der P3a und P3b Komponenten zwischen verbrechensrelevantem Feedback in der Crime-Gruppe im Vergleich zu der No-Crime-Gruppe.

### **H16:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied in der mittleren Amplitude der FRN bei dem verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) zwischen der Crime-Gruppe und der No-Crime-Gruppe.

- Behaviorale Hypothese:

### **H17:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Reaktionszeiten in der Crime- und der No-Crime-Gruppe in Bezug auf den verbrechensrelevanten Stimulus (Handy).

## **5. Empirischer Teil**

### **5.1 Methode**

#### **5.1.1 Untersuchungsplan und intendierte Stichprobe**

Vor Beginn der Studie wurde durch die Ethik-Kommission der Medizinischen Universität Wien ein positives Votum erteilt.

Da kognitive Parameter gemessen wurden, sollte die Gruppe möglichst homogen hinsichtlich der kognitiven Leistungsfähigkeit sein. Aus diesem Grund waren die Einschlusskriterien, Student\*innen der Naturwissenschaften, rechtshändig, im Alter zwischen 18 und 30 Jahren. Die Muttersprache sollte Deutsch sein und es sollte Normalsichtigkeit, beziehungsweise korrigierte Fehlsichtigkeit vorliegen. Ausschlusskriterien waren neurologische Erkrankungen, die regelmäßige Einnahme von Psychopharmaka, Linkshändigkeit. Die Einschluss- und Ausschlusskriterien wurden vor den Testungen mittels des soziodemographischen Fragebogens und des Edinburgh Handness Inventory Fragebogens abgefragt.

Die geplante Stichprobengröße waren 20 Personen, jeweils 10 Frauen und 10 Männer. Die Testungen waren als Teil einer größeren Studie zum Thema „Lügen und Feedback“ an der Universitätsklinik für Neurologie der Medizinischen Universitätsklinik Wien geplant. Die Proband\*innen wurden randomisiert zwei verschiedenen Gruppen zugeteilt, wobei in beiden Gruppen gleich viele Frauen wie Männer sein sollten. Die eine Hälfte der Proband\*innen sollte zu der „Crime“ Gruppe gehören, die anderer zu der „No-Crime“ Gruppe. Personen aus der Crime-Gruppe mussten vor der Testung ein „Verbrechen“ begehen, sie mussten ein Handy stehlen (vgl. 5.2.1). Anschließend wurden alle Proband\*innen mittels eines Feedback-CIT auf ihr mögliches Tatwissen getestet. Für jede Testung wurde ungefähr drei Stunden veranschlagt.

#### **5.1.2 Erhebungsinstrumente**

##### **Soziodemographischer Fragebogen**

Mit Hilfe des soziodemographischen Fragebogens wurden vor der eigentlichen Testung die Einschluss- und Ausschlusskriterien überprüft. Es wurden Kriterien wie das Alter, Studienfach, Berufstätigkeit, Händigkeit, Muttersprache, Neurologische Erkrankungen, Sehfähigkeit, Medikamenteneinnahme und sonstige Erkrankungen abgefragt.

## Edinburgh Handness Inventory Fragebogen

Die Händigkeit kann einen Einfluss auf die Lokalisation verschiedener Aktivierungszentren des Gehirns haben und beeinflusst bestimmte kognitive Funktionen. Prichard et al. (2013) sehen auch im Zusammenhang mit der Händigkeit eine unterschiedliche Erinnerungsverarbeitung. Aus diesem Grund ist es für diese Studie unerlässlich die Händigkeit zu bestimmen.

Der Edinburgh Handness Inventory Fragebogen wurde eigens zur Bestimmung der Händigkeit entwickelt (Oldfield, 1971) und ist bis heute ein Standardfragebogen. Er fragt verschiedene Kategorien ab, wie unter anderem mit welcher Hand man bevorzugt schreibt, zeichnet, wirft, eine Schere benutzt, einen Löffel beim Essen hält, mit welcher Hand man mit einem Messer schneidet, Zähne putzt, einen Besen hält, ein Streichholz anzündet oder eine Dose öffnet. Die jeweilige Kategorie wird mit einem + für bevorzugt mit dieser Hand, oder einem ++ für ausschließlich mit dieser Hand bewertet und entweder in der rechten, linken oder auch in beiden Spalten eingetragen. Daraus kann dann mittels der unten stehenden Formel der jeweilige Lateralitätsindex jeder Person ausgerechnet werden. Die Werte können sich von -100 bis +100 erstrecken. Bei einem Wert von -100 bis -28 liegt Linkshändigkeit vor. Von -28 bis +48 ist keine eindeutige Tendenz nach rechts oder links zu sehen. Ein Wert von +48 bis +100 bedeutet Rechtshändigkeit. Für diese Studie wurden Werte von  $H \geq +48$  benötigt.

$$H = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{20} X(i, R) - \sum_{i=1}^{20} X(i, L)}{\sum_{i=1}^{20} X(i, R) + \sum_{i=1}^{20} X(i, L)}$$
$$-100 \leq H \leq +100$$

Abbildung 4: Lateralitätsindex (Oldfield, 1971, S.99)

## Psychotropika Fragebogen

Der Psychotropika Fragebogen wurde eigens für diese Studie konzipiert, mit dem Hintergrund, dass spezifische psychotrope Substanzen abgefragt werden, die einen Einfluss auf das Lügen haben können. Der Konsum, die Häufigkeit des Konsums und die Menge der jeweiligen Substanzen wurden abgefragt. Die Antwortmöglichkeiten waren für den Konsum „ja“ oder „nein“. Wenn „ja“ angegeben wurde, sollte in einem zweiten Teil der Frage die Häufigkeit und die Menge der konsumierten Substanz eingetragen werden. Es wurde der Konsum von Alkohol

(Ethanol) abgefragt, sowie die Einnahme von Medikamenten, wobei hauptsächlich solche, die die Blut-Hirnschranke durchdringen können, von Interesse waren. Außerdem wurde die etwaige Einnahme eines Antidepressivum oder eines Schlafmittel eruiert. Eine eigene Kategorie stellte der Konsum von Psychostimulantien/ Halluzinogene/ Sedativa dar. Zur Auswahl standen Amphetamin, Cocain, LSD, MDMA, Ritalin und THC-haltige Produkte. Hier war auch der Zeitpunkt des letzten Konsums und die Häufigkeit des Konsums im letzten Jahr von besonderem Interesse.

### **Feedback Concealed Information Test**

Der schon im Kapitel 2.2 vorgestellte Concealed Information Test wurde in dieser Studie als Feedback-CIT konzipiert. Das zu ermittelnde Verbrechen war das Stehlen eines Handys. Innerhalb des CITs wurden Bilder von dem verbrechensrelevanten Handy und von verschiedenen irrelevanten Gegenständen wie einer Uhr, einem Ring, einem USB-Stick gezeigt. Es gab außerdem noch einen erinnerungsspezifischen Stimulus, eine Geldbörse, die allen Proband\*innen, unabhängig von ihrer Gruppenzugehörigkeit vor Beginn des CITs gezeigt wurde. Initial kam der Text „haben sie diesen Gegenstand im Verlauf dieser Studie und vor Beginn der Befragung gesehen?“ Dann wiederholten sich, in randomisierter Anordnung, sechsmal das Bild von dem Handy, sechsmal das Bild von der Geldbörse und sechsmal Bilder der fünf irrelevanten Gegenstände. Die Proband\*innen mussten darauf mittels Tastendruck, „B“ für ja und „N“ für nein antworten, ob sie den Gegenstand gesehen hatten. Je nachdem, ob sie die Wahrheit gesagt hatten oder gelogen hatten, bekamen sie darauf ein Feedback, „wahr“ oder „falsch“ mittels Daumen nach oben/unten. Dieser Durchlauf der 42 Bilder stellte einen Block dar. Insgesamt gab es fünf Blöcke, in denen sich teilweise das Verb der Frage „haben sie diesen Gegenstand im Verlauf dieser Studie und vor Beginn der Befragung gesehen/ genommen/ gestohlen?“ änderte.

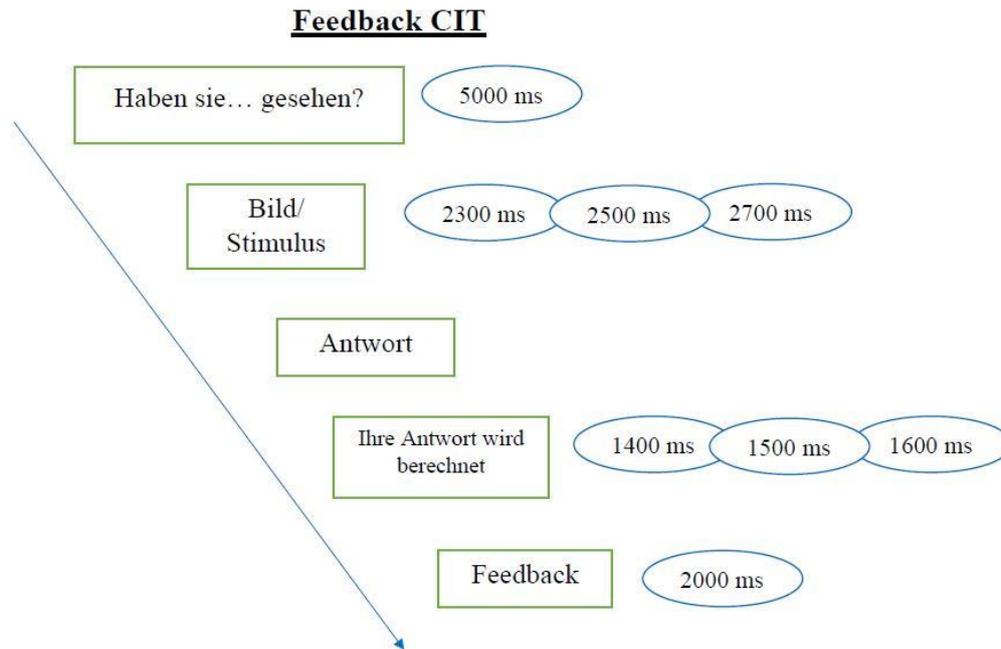


Abbildung 5: Aufbau eines Feedback-CIT mit den jeweiligen Interstimuluszeiten. Text 1: „Haben sie diesen Gegenstand im Verlauf dieser Studie und vor Beginn der Befragung gesehen/ genommen/ gestohlen?“ Text 2: „Ihre Antwort wird berechnet“

### **Erhebung der Ereigniskorrelierten Potentiale (ERPs)**

Die event-related potentials werden mit Hilfe einer EEG-Ableitung generiert. Für die EEG-Ableitung wird eine 64 Kanal Silber/ Silberchloridelektroden Haube verwendet. In jedem Elektrodenring wird ein Elektrolytgel gefüllt, um eine Leitfähigkeit zwischen Kopfhaut und Elektroden herzustellen. Um ein möglichst klares Signal zu erhalten muss der Widerstand zwischen der Kopfhaut und den ableitenden EEG-Elektroden möglichst gering gehalten werden. Er sollte zwischen null und vier Kiloohm betragen. Die Anordnung der Elektroden folgt dem erweiterten 10/20 System. Die FCz-Elektrode dient als Referenzelektrode (RE) und die AFz als Grundelektrode (GE) (siehe Abbildung 6). Zum Erfassen der Augenbewegungen gibt es drei weitere, in der Abbildung 6 nicht gezeigte Elektroden, die sich neben und unter den Augen befinden. Die Referenzelektrode dient als Bezugspunkt zur Bestimmung der Spannungspotentiale an einer Elektrode. Es werden somit Potentialdifferenzen gemessen. Das Output jeder Elektrode ergibt sich wie folgt:

***Elektrode x GE - RE x GE***

Die gemessenen Signale werden mittels eines DC Verstärkersystems amplifiziert und mit dem Programm „Brain Vision Recorder“ aufgezeichnet.

Für das Erhalten der ERPs werden dann Ausschnitte aus den aufgezeichneten Daten verwendet. Das jeweilige Zeitfenster pro Stimulus erstreckt sich von 200 ms vor Beginn des Stimulus und 800 ms danach. Um mögliches Rauschen zu eliminieren werden schließlich alle Einzeldurchläufe pro Stimulus gemittelt (Stöhr et al., 2005).

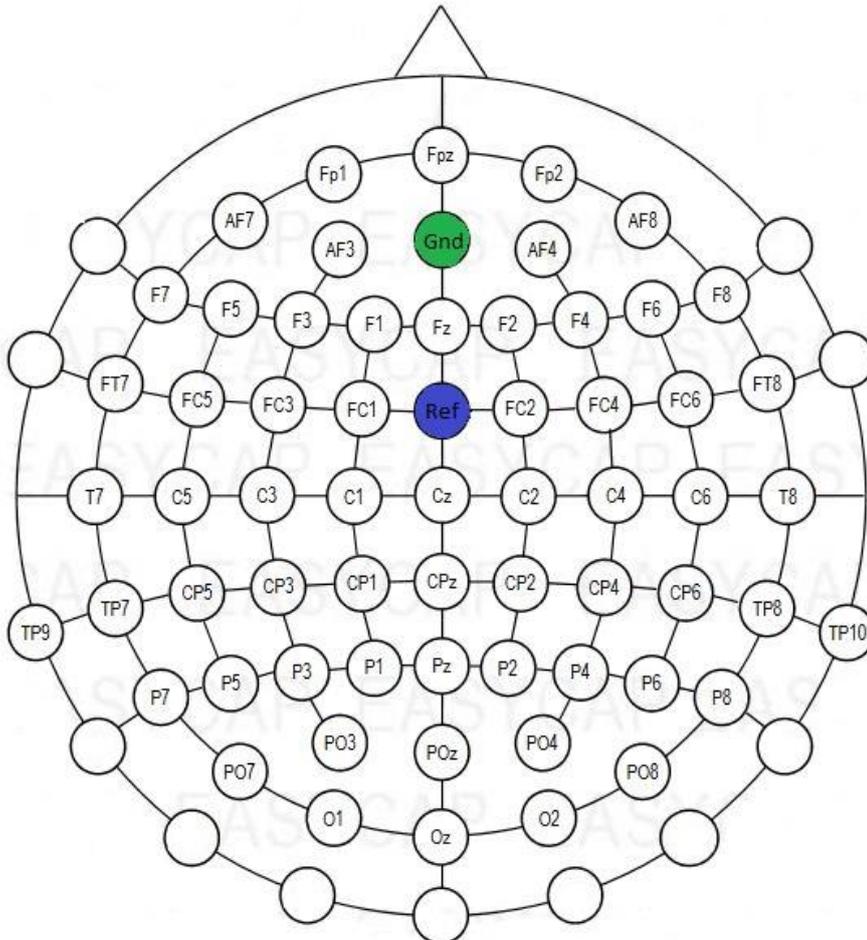


Abbildung 6: Brain Cap 64-Channel-Standard-Elektrodenanordnung: Referenz (blau), Ground (grün) (Quelle bearbeitet: <https://www.easycap.de/wordpress/wp-content/uploads/2018/02/Easycap-10-based-electrode-layouts.pdf>)

## 5.2 Durchführung

### 5.2.1 Untersuchungsdurchführung

Die Durchführung der Testungen erfolgte zwischen März und April 2019 an der Universitätsklinik für Neurologie der Medizinischen Universität Wien.

Vor Beginn jeder Testung wurden die Proband\*innen über das Prozedere aufgeklärt und sie unterschrieben die Einverständniserklärung. Anschließend bekam jede Person zwei Umschläge mit der Aufschrift „A“ und „B“ zur Auswahl. Die eigene Entscheidung sollte die Motivation erhöhen, es war jedoch in beiden Umschlägen jeweils der gleiche Zettel. Die Crime-Gruppe hatte in ihren Umschlägen die Anweisung ein Handy zu stehlen und zu den persönlichen Gegenständen in den für sie bereitgestellten Spind zu sperren. Die No-Crime-Gruppe dagegen hatte die Aufgabe aus einem Stapel an Zeitschriften die *Psychologie Heute* herauszusuchen, den Artikel „Bauchentscheidungen“ aufzuschlagen und links neben einem Stapel Zeitschriften zu legen. Der Spind der Proband\*innen, das Handy und die Zeitschriften befanden sich in einem separaten Raum, in dem die Proband\*innen alleine waren.

Nach erfolgtem „Handy-Diebstahl“ oder dem Aufschlagen der Zeitschrift wurden die Proband\*innen in dem Testungszimmer ungefähr mit einem Abstand von einem Meter vor dem Bildschirm eines Computers platziert und die jeweilig passende EEG-Haube aufgesetzt. Während alle Elektroden mit dem Elektrolytgel befüllt wurden und die Impedanz aller Elektroden auf unter vier Kiloohm gebracht wurde, hatten die Proband\*innen Zeit den soziodemographischen Fragebogen, den Edinburgh Handedness Inventory Fragebogen und den Psychotropika Fragebogen auszufüllen. Abhängig von der Beschaffenheit der Kopfhaut und den Haaren der Proband\*innen dauerte das Haubeaufsetzen zwischen 30 und 70 Minuten. Sobald alle Elektroden bei dem gewünschten Widerstand waren, wurde der Feedback-CIT gestartet. Der Feedback-CIT bestand wie in 5.1.2 beschrieben aus fünf Blöcken, mit jeweils 42 Bildern. Die Proband\*innen wurden dazu angehalten, während der relevanten Stimuli möglichst nicht zu blinzeln, um Augenartefakte zu vermeiden.

Der Beginn des CIT war die Konfrontation der Proband\*innen mit der stattgefundenen Tat, dem gestohlenen Handy. Personen der Crime-Gruppe wurden dazu aufgefordert alles mit der Tat Zusammenhängende abzustreiten, aber sonst ehrlich zu antworten. Die Personen der No-Crime-Gruppe sollten immer ehrlich antworten. Das Feedback zu den Antworten der Proband\*innen war als immer der Wahrheit entsprechend programmiert. Wenn eine Person

gelingen hatte, bekam sie das „Daumen nach unten Symbol“ für Lüge, wenn sie jedoch die Wahrheit sagte, kam das „Daumen nach oben Symbol“ für Wahrheit. Sofern sich die No-Crime-Gruppe an das Ehrlichsein hielt, bekamen sie nur das „Daumen nach oben Symbol“. Da die Crime-Gruppe dazu angehalten war bei dem Handy-Stimulus zu lügen, bekam sie beide Symbole. Es hatte sich jedoch gezeigt, dass manche Personen während des CITs ausprobieren wollten wie der Computer reagiert und antworteten nicht immer nach der Vorgabe.

Nach Beendigung der fünf Blöcke füllten die Proband\*innen noch weitere Fragebögen aus.

### 5.2.2 Auswertungsverfahren

Die mit Hilfe des „Brain Vision Recorders“ aufgenommenen EEG-Daten wurden anschließend in dem Programm „Brain Vision Analyser“ bearbeitet. Zu Beginn wurden die gewonnenen Roh-Dateien gefiltert. Es wurde ein IIR-Bandpassfilter mit einer Frequenz von 0,1 Hz bis 40 Hz verwendet. Des Weiteren wurde ein Notch-Filter von 50 Hz angewendet, um etwaige Störungen durch die Netzfrequenz zu eliminieren. Anschließend wurden Artefakte aus den gefilterten Roh-Dateien ausgeschnitten. Häufige Artefakte waren Blinzeln, Muskelbewegungen des Gesichtes oder Hautartefakte. Danach wurden alle relevanten Stimuli segmentiert. Das heißt es wurde jeweils der Zeitbereich von 200 ms vor dem Stimulusbeginn bis 800 ms nach dem Stimulusbeginn ausgewählt. Die erhaltenen Segmente wurden dann noch einer Basislinien-Korrektur unterzogen, im Folgenden „geaveraget“. Zuerst wurden für jede Person alle relevanten Stimuli gemittelt, anschließend wurden dann „Grand-Averages“ über ausgewählte Personengruppen gebildet. Relevante Stimuli waren das Handy, als verbrechensrelevanter Stimulus, die Geldbörse als erinnerungsspezifischer Stimulus und die irrelevanten Gegenstände. Außerdem waren die Segmente des Feedbacks von Interesse. Bei dem Feedback-Stimulus wurde zwischen positivem und negativem Feedback, sowie zwischen Feedback nach dem Handy, Feedback nach der Geldbörse und Feedback nach den irrelevanten Gegenständen unterschieden. Die „Grand-Averages“ wurden dann bezogen auf jedes Objekt innerhalb der Crime- und der No- Crime-Gruppe gebildet. Durch die Mittelung der jeweiligen Stimuli rechnet sich die ständige Hintergrundaktivität des Gehirns aus den Segmenten heraus und es bleiben nur die relevanten ereigniskorrelierten Potentiale übrig (Luck, 2014).

Für die P3a wurde durch die Analyse und das „Übereinanderlegen“ bestimmter „Grand-Averages“ ein Zeitbereich von 250 bis 350 ms nach Stimulusbeginn ermittelt. Es wurde die Pz-

Elektrode für die Auswertung verwendet. Für die P3b wurde zusätzlich zu der Pz-Elektrode noch die Cpz und Oz ausgewertet. Die P3b erstreckte sich in einem Zeitbereich von 340 bis 700 ms (vergleiche Sai et al., 2014; Sai et al., 2016). Für die Feedback abhängigen Komponenten wurde für die P3a ein Zeitbereich von 220 bis 320 ms genommen und für die P3b der Zeitbereich von 320 bis 600 ms nach Stimulusbeginn (vergleiche Sai et al., 2014). Zur Auswertung der Feedback P3a und P3b wurden die Elektroden Pz, Oz und O1 verwendet. Die FRN wurde an den Elektroden F1, F3, FC1 und FC3 erhalten und wurde nach visueller Analyse der ERP-Daten in einem Zeitbereich von 150 bis 250 ms gewählt.

Die aus dem „Brain Vision Analyser“ erhaltenen Daten wurden in die SPSS Datenbank übertragen. Die statistischen Analysen wurden mit Hilfe des Programmes „IBM SPSS Statistics 25.0“ erhalten. Es wurde ein Signifikanzniveau von  $\alpha=0,05$  festgelegt. Auf eine alpha-Adjustierung wurde verzichtet, weil die aufgestellten Hypothesen aus der Fachliteratur abgeleitet wurden und die Wahrscheinlichkeit des „ $\beta$ -Fehlers“ nicht erhöht werden sollte (Bortz & Schuster, 2010).

### **H<sub>11</sub>:**

Die Zielvariable P3b wurde an den Elektroden Pz, Cpz und Oz gemessen. Es bestand für alle Daten Normalverteilung (siehe 5.3.2).

**H<sub>11.1</sub>**: Unterschiede zwischen dem verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) und den irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe wurden mittels eines t-Tests für abhängige Stichproben berechnet (je n=10).

**H<sub>11.2</sub>**: Unterschiede zwischen der Crime-Gruppe (n=10) und der No-Crime-Gruppe (n=10) bei dem verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) wurden mit einem t-Test für unabhängige Stichproben berechnet.

### **H<sub>12</sub>:**

Die Proband\*innen wurden anhand des Geschlechts in zwei Gruppen (je n=10) unterteilt. Ein Unterschied zwischen Frauen und Männern in der P3b bei den verschiedenen Stimulusarten wurde mit Hilfe einer multivariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung berechnet. Die Zielvariable P3b wurde an der Pz-Elektrode gemessen. Es bestand für alle Daten Normalverteilung (siehe 5.3.2).

**H13:**

Ein Unterschied zwischen Alkohol-Konsument\*innen und Nicht-Alkohol-Konsument\*innen bei dem verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) und den irrelevanten Stimuli wurde mit Hilfe des Wilcoxon-Mann-Whitney-Test berechnet, da die Daten nicht normalverteilt waren (siehe 5.3.2). Die Zielvariable P3a wurde an der Pz-Elektrode gemessen.

**H14:**

Ein Unterschied zwischen THC-Konsument\*innen und Nicht-THC-Konsument\*innen bei dem verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) und den irrelevanten Stimuli wurde mit Hilfe des Wilcoxon-Mann-Whitney-Test berechnet, da die Daten nicht normalverteilt waren (siehe 5.3.2). Die Zielvariable P3a wurde an der Pz-Elektrode gemessen.

**H15:**

Die Zielvariablen P3a und P3b wurden an den Elektroden Pz, Oz und O1 gemessen. Es bestand für alle Daten Normalverteilung (siehe 5.3.2).

**H15.1:** Unterschiede zwischen negativ verbrechensrelevantem Feedback (Lügen-Konditionierung) und positiv irrelevantem Feedback (Wahrheits-Konditionierung) wurde mit Hilfe eines t-Test für abhängige Stichproben berechnet (je n=10).

**H15.2:** Zum Feststellen von Unterschieden zwischen verbrechensrelevantem Feedback in der Crime-Gruppe (n=10) im Vergleich zu der No-Crime-Gruppe (n=10) wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben verwendet.

**H16:**

Ein Unterschied bei dem verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) zwischen der Crime-Gruppe (n=10) und der No-Crime-Gruppe (n=10) wurde mittels einer multivariaten Varianzanalyse für die Elektroden F1, F3, FC1 und FC3 berechnet. Die Zielvariable FRN wurde an den Elektroden Pz, Oz und O1 gemessen. Es bestand für alle Daten Normalverteilung (siehe 5.3.2).

**H17:**

Für die Analyse von Unterschieden in der Reaktionszeit wurde der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test zu Hilfe genommen, da die Daten nicht normalverteilt waren (siehe 5.3.2). Die Reaktionszeiten bei dem Handy-Stimulus wurden für die Crime-Gruppe (n=10) und für die No-Crime-Gruppe (n=10) jeweils für jede Person, über alle Blöcke des Feedback-CITs (A bis E) gemittelt.

### 5.2.3 Stichprobenbeschreibung

Es nahmen 20 Personen an der Studie teil. Davon waren 10 Frauen und 10 Männer. Bezüglich des Geschlechtes bestand somit Gleichverteilung. Die Proband\*innen waren zwischen 21 und 29 Jahre alt, mit einem mittleren Alter von 25,80 Jahren und einer Standardabweichung von 1,88.

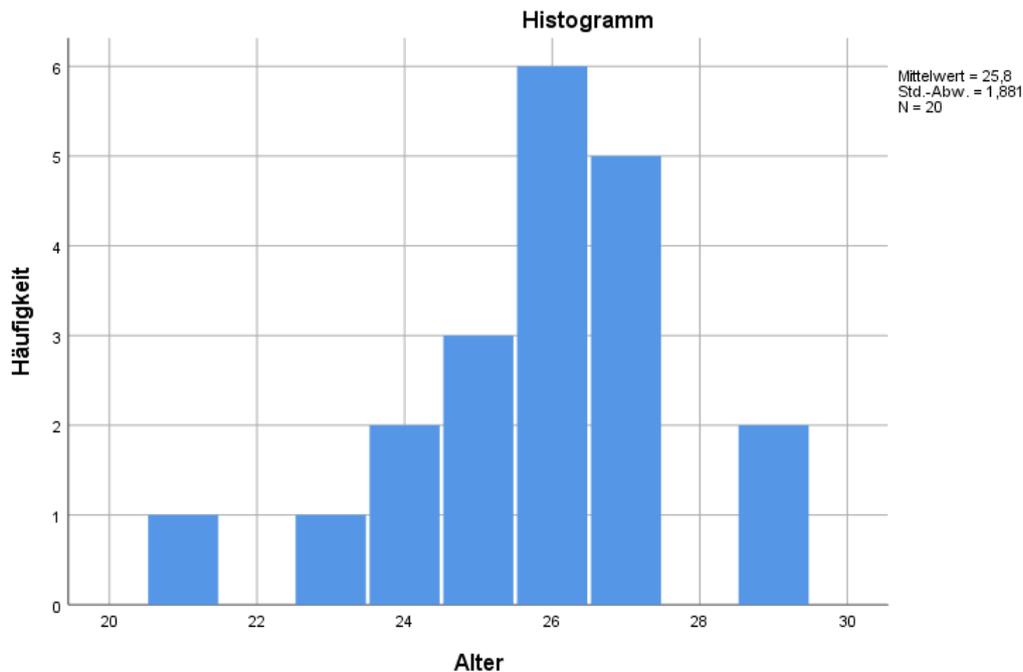


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung des Alters

	Alter				Std.-
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Abweichung
Alter	20	21	29	25,80	1,881
Gültige Werte (Listenweise)	20				

Tabelle 1: Deskriptive Statistik des Alters

### Sprache

Alle Proband\*innen gaben als Muttersprache Deutsch an. Zwei Personen sprachen als weitere Muttersprache Bulgarisch und eine Person Farsi. Neun Proband\*innen (45%) beherrschten eine Fremdsprache (Englisch). Eine zweite Fremdsprache wurde von 7 Personen (35%) gesprochen.

Drei Fremdsprachen beherrschten zwei Proband\*innen (10%). Eine Person (5%) war sogar fünf Fremdsprachen und eine weitere (5%) sieben Fremdsprachen neben der/den Muttersprache/n mächtig.

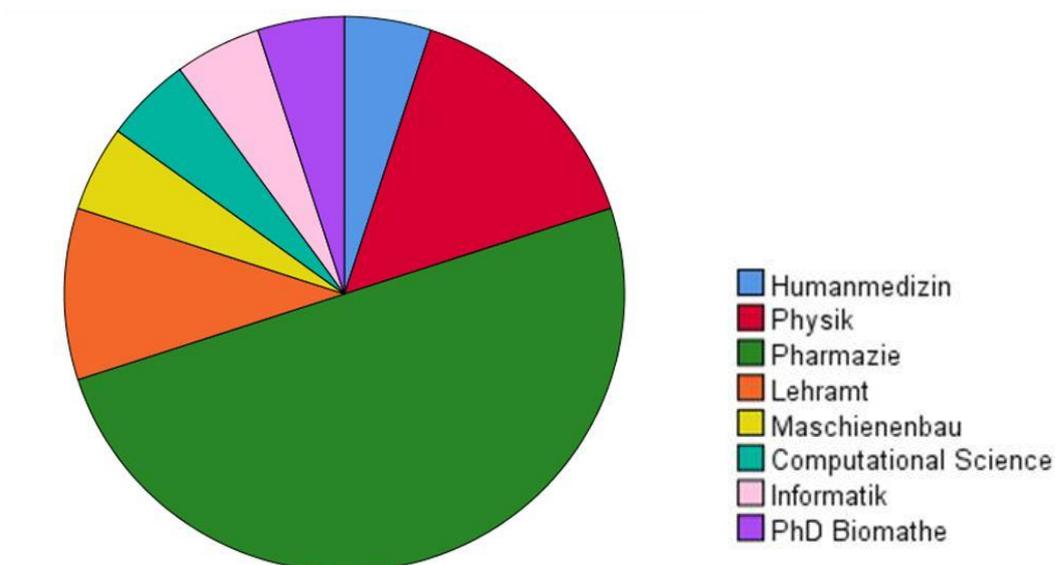
## **Bildung**

<b>Ausbildung</b>				
	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Matura	11	55,0	55,0	55,0
Universität - Bachelorniveau	5	25,0	25,0	80,0
Universität - Masterniveau	4	20,0	20,0	100,0
Gesamt	20	100,0	100,0	

*Tabelle 2: Deskriptive Statistik der Ausbildung*

Alle Proband\*innen waren entweder zu dem Zeitpunkt der Testung Student\*innen oder hatten vor kurzem das Studium abgeschlossen. Fünf der Proband\*innen hatten schon den Akademischen Grad des Bachelors erreicht, vier sogar schon den Masterabschluss. Die weiteren 11 Personen befanden sich noch im Studium und hatten als höchsten Abschluss Matura.

## **Studienrichtungen**



*Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der Studienrichtungen*

## **Berufstätigkeit**

Die Proband\*innen waren im Mittel zu 8,9 Stunden in der Woche angestellt, wobei sich die Berufstätigkeit von 30 Stunden pro Woche bis gar keiner zusätzlichen Arbeit erstreckte. Diese doch enormen Unterschiede kamen daher, dass manche Proband\*innen gerade mit dem Studium fertig waren und ein PhD Studium mit einer Anstellung weiterführten.

<b>Berufstätigkeit</b>					
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung
Berufstätigkeit in Stunden	20	,0	30,0	8,900	10,7061
Gültige Werte (Listenweise)	20				

*Tabelle 3: Deskriptive Statistik der Berufstätigkeit*

## **Sehfähigkeit**

<b>Sehfähigkeit</b>					
	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente	
Gültig normalsichtig	6	30,0	30,0	30,0	
kurzsichtig	14	70,0	70,0	100,0	
Gesamt	20	100,0	100,0		

*Tabelle 4: Deskriptive Statistik der Sehfähigkeit*

Sechs der Proband\*innen (30%) waren normalsichtig, bei 14 (70%) lag Kurzsichtigkeit vor. Wobei diese bei allen durch das Tragen von einer Brille oder Kontaktlinsen ausgeglichen wurde.

## **Behandlungen und neurologische Erkrankungen**

Keiner der Proband\*innen stand zum Zeitpunkt der Testung in einer Behandlung, oder litt an einer neurologischen Erkrankung.

## 5.3 Ergebnisse

### 5.3.1 Auswertung Fragebögen

#### **Edinburgh Handness Inventory Fragebogen**

Mit dem Edinburgh Handness Inventory Fragebogen wurde der Lateralitätsindex (LI) jeder Person erstellt. Werte von -100 bis -28 bedeuten Linkshändigkeit, zwischen -28 und +48 ist die Händigkeit nicht klar definiert. Ab einem Wert von +48 liegt dann eindeutig Rechtshändigkeit vor. Die Werte der Proband\*innen erstreckten sich von +37,50 bis +100. Der Mittelwert lag bei +81,87 und die Standardabweichung bei +22,19. Neun Personen (45%) erreichten einen Wert von +100 (siehe Tabelle 5). Auch bei den vier Personen, deren LI knapp unter +48 lag, kann man von Rechtshändigkeit ausgehen. Dies bestätigt auch, dass alle Proband\*innen die rechte Hand zum Schreiben angaben. Deswegen kann zusammenfassend gesagt werden, dass bei allen Personen Rechtshändigkeit vorlag.

<b>Lateralitätsindex</b>					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	37,50	1	5,0	5,0	5,0
	42,86	1	5,0	5,0	10,0
	46,67	1	5,0	5,0	15,0
	47,37	1	5,0	5,0	20,0
	62,50	1	5,0	5,0	25,0
	78,95	1	5,0	5,0	30,0
	80,00	2	10,0	10,0	40,0
	86,67	2	10,0	10,0	50,0
	88,24	1	5,0	5,0	55,0
	100,00	9	45,0	45,0	100,0
	Gesamt		20	100,0	100,0

*Tabelle 5: Häufigkeiten des LI im EHI*

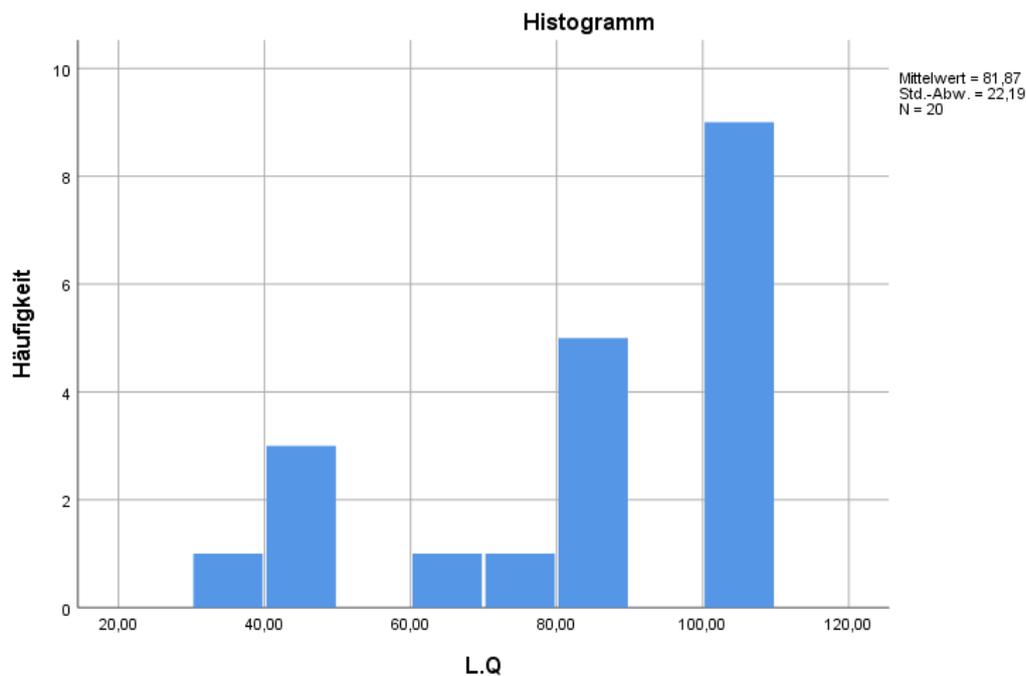


Abbildung 9: Häufigkeiten des LI im EHI

### Psychotropika Fragebogen

Mit Hilfe des Psychotropika Fragebogens wurde der Konsum verschiedener psychoaktiver Substanzen abgefragt. Es gaben vier Personen (20%) an, regelmäßig keinen Alkohol zu konsumieren. Die restlichen 16 Personen (80%) gaben gewohnheitsmäßigen Alkoholkonsum bekannt.

		<b>Alkoholkonsum</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	nein	4	20,0	20,0	20,0
	ja	16	80,0	80,0	100,0
Gesamt		20	100,0	100,0	

Tabelle 6: Alkoholkonsum der Proband\*innen

Es konsumierten 45% (9 Personen) 1-2-mal pro Woche ein Glas Bier oder Wein. 20 % (4 Personen) gaben an 1-2-mal pro Woche zwei Gläser Bier oder Wein zu trinken. Eine Person (5%) gab an, häufiger als 2-mal pro Woche Bier oder Wein zu trinken. Sechs Personen (30%) konsumierten kein Bier oder Wein (siehe Tabelle7).

### Bier-/ Weinkonsum

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1-2 pro Woche ein Glas	9	45,0	45,0	45,0
	1-2 pro Woche zwei Gläser	4	20,0	20,0	65,0
	Häufiger als 2-mal pro Woche	1	5,0	5,0	70,0
	Kein Bier/Wein	6	30,0	30,0	100,0
	Gesamt	20	100,0	100,0	

*Tabelle 7: Bier- und Weinkonsum Häufigkeiten*

Wie in Tabelle 8 ersichtlich, gaben fünf Personen (25%) an, 1-2-mal pro Woche ein Glas von etwas Hochprozentigem/ einen Cocktail zu konsumieren. Die weiteren 15 Personen (75%) gaben keinen Konsum von hochprozentigen, ethanolischen Getränken an.

### Hochprozentiges/ Cocktail

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1-2 pro Woche ein Glas	5	25,0	25,0	25,0
	nichts Hochprozentiges	15	75,0	75,0	100,0
Gesamt		20	100,0	100,0	

*Tabelle 8: Hochprozentiges- und Cocktailkonsum Häufigkeiten*

Zwei Personen konsumierten pro Woche nur hochprozentige, ethanolische Getränke. 11 Personen gaben nur Bier- oder Weinkonsum an. Drei Personen konsumierten pro Woche Bier/ Wein zusätzlich zu hochprozentigen, ethanolischen Getränken. Von den 16 Personen, die angaben Alkohol zu trinken, konsumierten 14 Personen Bier oder Wein und zwei Personen nur hochprozentige ethanolische Getränke.

Keine der Proband\*innen nahm ein Antidepressivum oder Schlafmittel.

		Cannabis/ THC		Gültige	Kumulierte
		Häufigkeit	Prozent	Prozente	Prozente
Gültig	Cannabis THC	7	35,0	35,0	35,0
	Keine Substanzen	13	65,0	65,0	100,0
	Gesamt	20	100,0	100,0	

*Tabelle 9: Cannabis/ THC Konsum Häufigkeiten*

Sieben Personen (35%) gaben einen Konsum von Cannabis mit THC- Gehalt an. 65% konsumierten keine THC-haltigen Produkte (Siehe Tabelle 9).

Es wurde mit Hilfe des Psychotropika Fragebogens der Konsum von psychoaktiven Substanzen der letzten 12 Monaten erfasst. Als weitere psychotrope Substanzen gab eine Person Methylphenidat (Ritalin), N,N-Dimethyltryptamin (DMT) und LSD an. Eine andere Person hatte schon Psychostimulantien wie Cocain und Amphetamin, sowie MDMA konsumiert.

Alle Personen, die einen Konsum von psychoaktiven Substanzen angaben, bewegten sich in der Konsumhäufigkeit innerhalb eines Gelegenheitskonsums (1-mal pro Jahr bis 2-3-mal pro Monat).

### 5.3.2 Deskriptive Ergebnisse

Da die Stichprobengröße  $N \leq 30$  ist, müssen die Daten auf Normalverteilung geprüft werden (Bortz & Schuster, 2010). Bei den Daten von den Hypothesen  $H_{11}$ ,  $H_{12}$ ,  $H_{15}$ ,  $H_{16}$  wurde der Shapiro-Wilk-Test, bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha=0,05$  nicht signifikant. Aus diesem Grund kann bei diesen Hypothesen von Normalverteilung ausgegangen werden.

Bei den Hypothesen  $H_{13}$ ,  $H_{14}$  und  $H_{17}$  wurde der Shapiro-Wilk-Test signifikant. Deswegen kann bei diesen Daten nicht von Normalverteilung ausgegangen werden und es können ausschließlich nicht-parametrische Tests verwendet werden.

Im Weiteren werden die wichtigsten ERP Overlays zu den Hypothesen  $H_{11}$ ,  $H_{15}$  und  $H_{16}$  gezeigt. Die hier ausgewählten Hypothesen zielen, mittels Auswertung des Stimulus Handy und

der irrelevanten Stimuli, sowie mittels der Auswertung der ERPs nach dem Feedback, auf die Unterscheidung zwischen einer Lüge und einer wahren Aussage ab. Die Hypothesen H<sub>12</sub>, H<sub>13</sub> und H<sub>14</sub> dagegen versuchen Unterschiede zwischen verschiedenen Personengruppen im Auffinden vom Lügen sichtbar zu machen.

## H<sub>11</sub>

### Pz- Elektrode: P3b

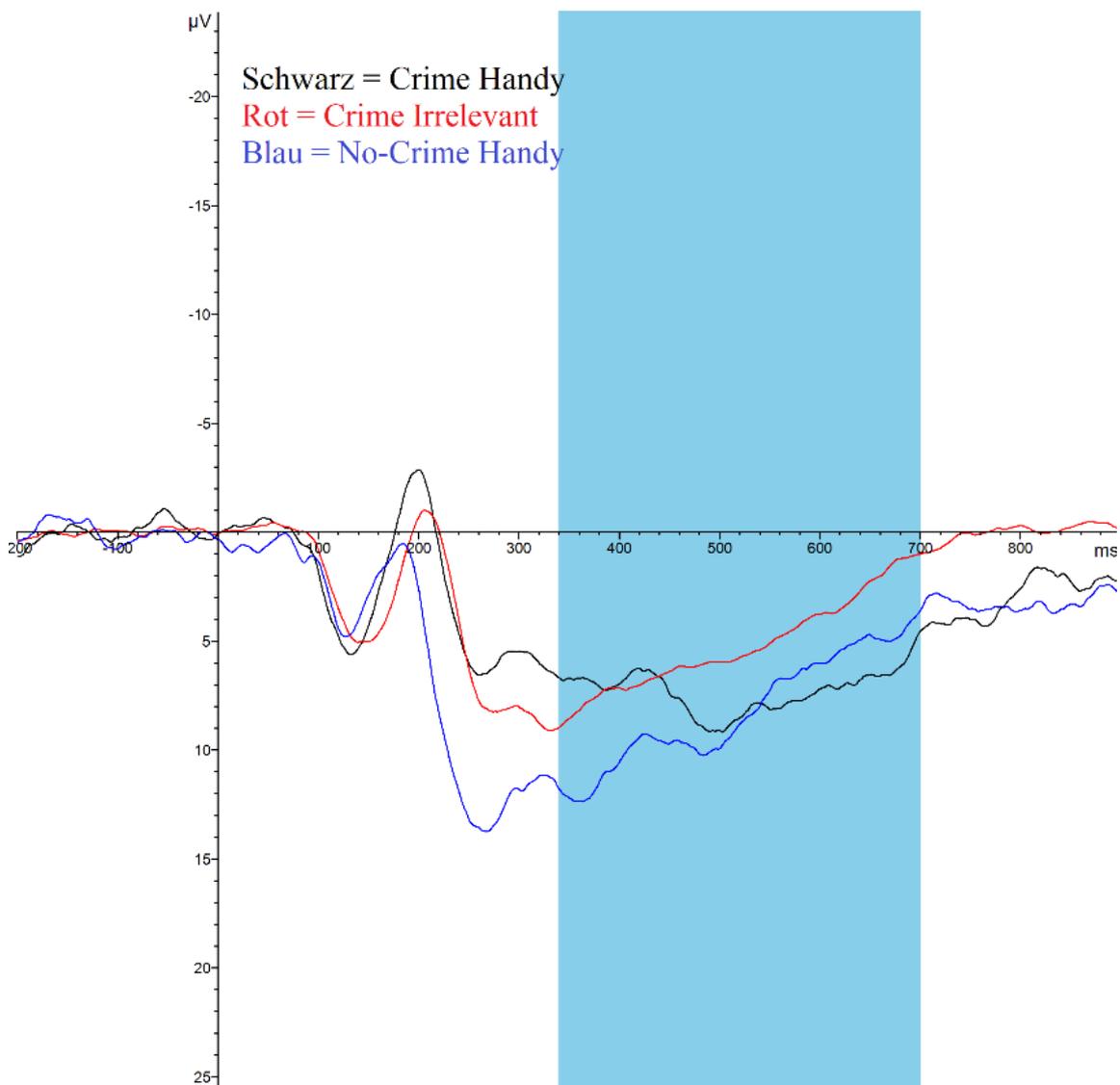


Abbildung 10: Bei der Pz-Elektrode wird die P3b Komponente (im blau markierten Zeitbereich von 340 bis 700 ms) bei den verschiedenen Stimuli in den beiden Gruppen sichtbar

### CPz- Elektrode: P3b

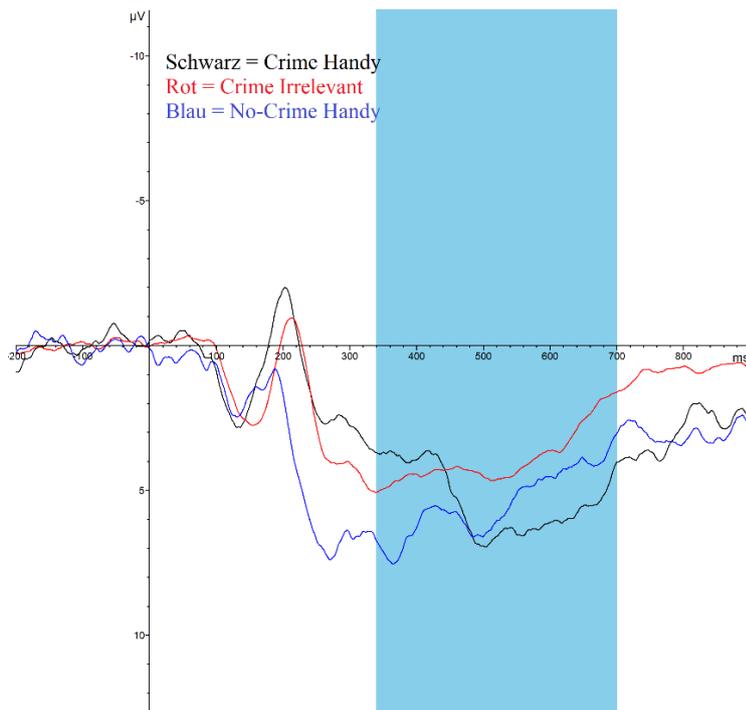


Abbildung 11: Die P3b an der CPz-Elektrode

### Oz- Elektrode: P3b

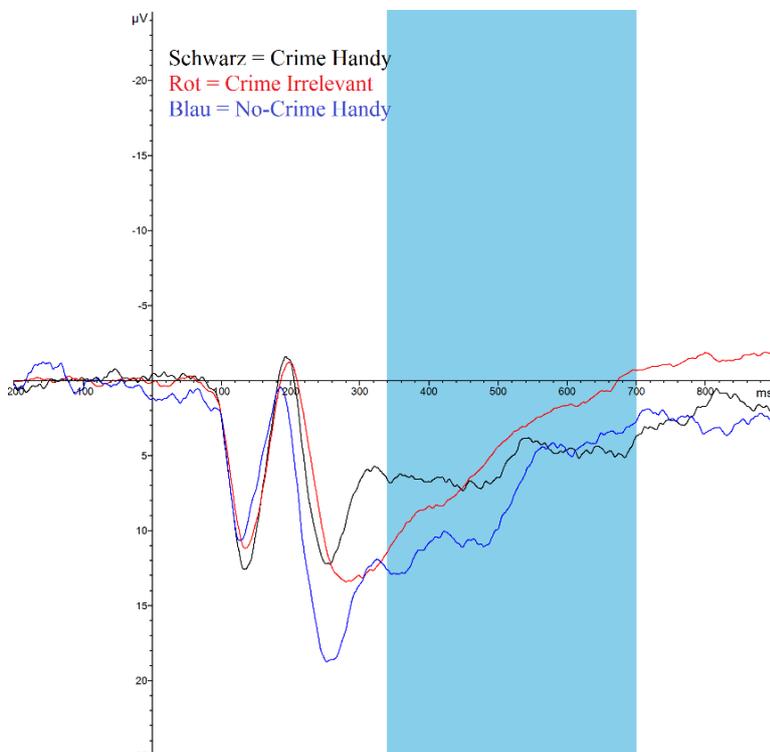


Abbildung 12: Die P3b an der Oz-Elektrode

## H15

### Oz-Elektrode: P3a nach Feedback

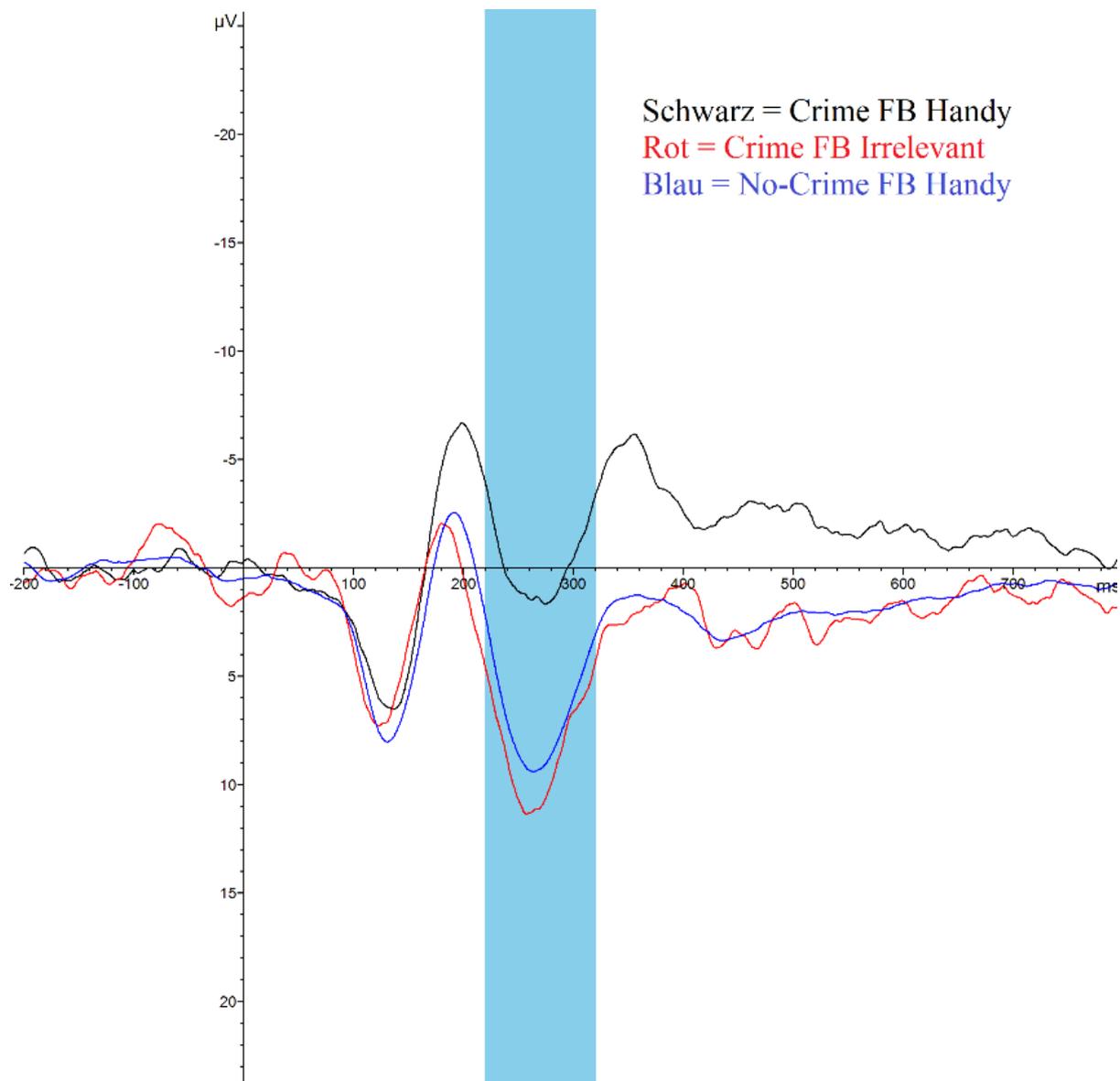


Abbildung 13: Bei der Oz-Elektrode wird die P3a Komponente (im blau markierten Zeitbereich von 220 bis 320 ms) bei Feedback nach den verschiedenen Stimuli in den beiden Gruppen sichtbar

### Pz-Elektrode: P3a nach Feedback

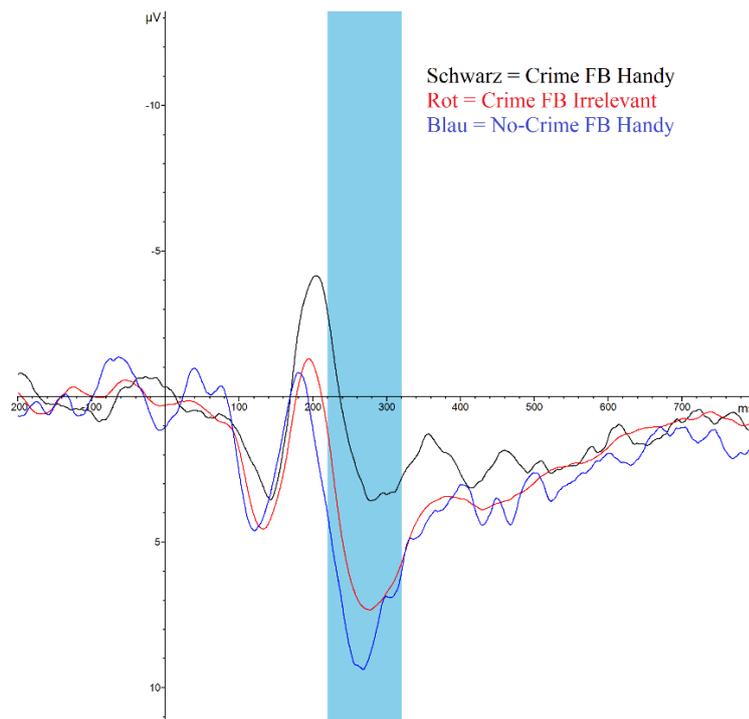


Abbildung 14: Die P3a Komponente an der Pz-Elektrode nach dem Feedback

### O1- Elektrode: P3b nach Feedback

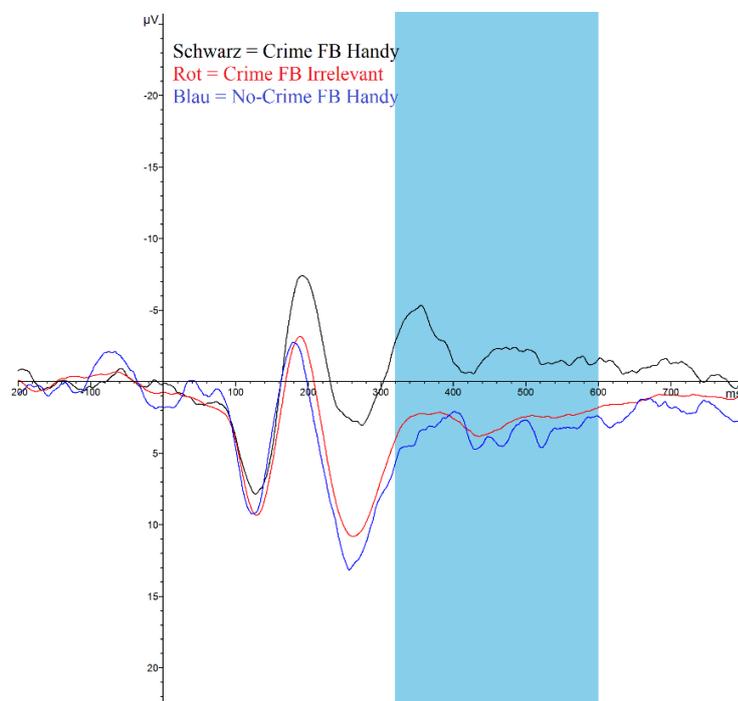


Abbildung 15: Bei der O1-Elektrode wird die P3b Komponente (im blau markierten Zeitbereich von 320 bis 600 ms) bei Feedback nach den verschiedenen Stimuli in den beiden Gruppen sichtbar

## H16

### FC3- Elektrode: FRN

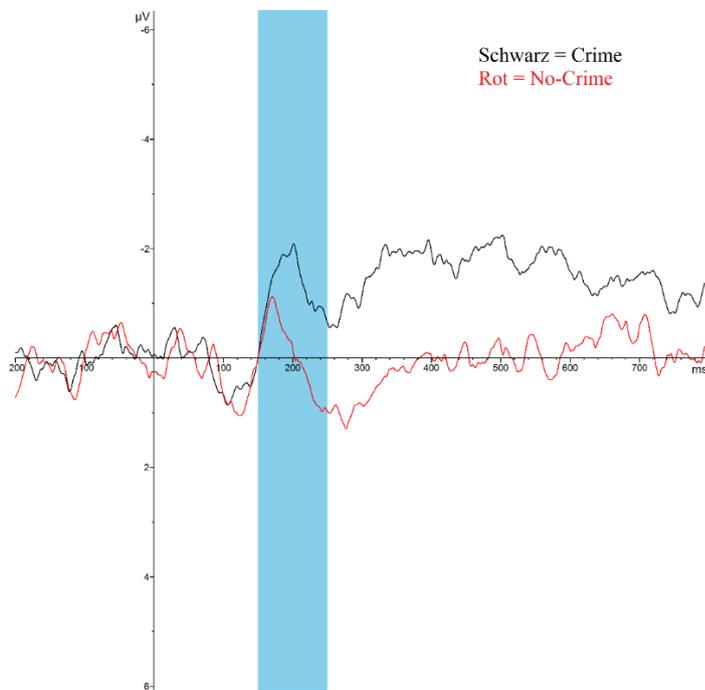


Abbildung 16: Bei der FC3-Elektrode wird die FRN (im blau markierten Zeitbereich von 150 bis 250 ms) bei Feedback nach dem Handy-Stimulus in der Crime- und der No-Crime-Gruppe sichtbar

### FC1- Elektrode: FRN

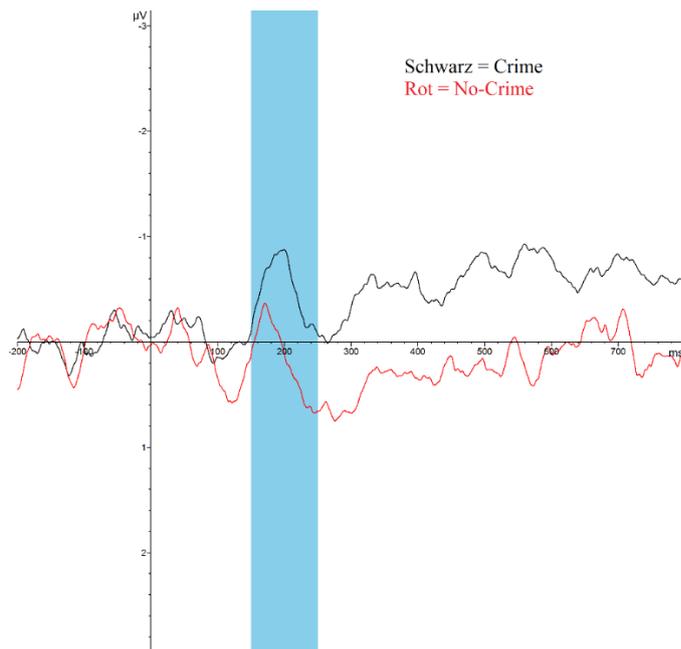


Abbildung 17: Die FRN bei der FC1-Elektrode

### 5.3.3 Univariate und multivariate Ergebnisse

#### **H<sub>1</sub>:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied in der mittleren Amplitude der P3b Komponente zwischen dem verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) und den irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe (**H<sub>1</sub>1.1**) und bezogen auf den verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) zwischen der Crime-Gruppe und der No-Crime-Gruppe (**H<sub>1</sub>1.2**).

#### **H<sub>1</sub>1.1:**

	Gepaarte Differenzen						T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwerts	95% Konfidenzintervall der Differenz					
				Untere	Obere				
Pz_Handy_P3b - Pz_Irrelevant_P3b	2,119	3,682	1,164	-,515	4,753	1,820	9	,102	
Cpz_Handy_P3b - Cpz_Irrelevant_P3b	1,444	2,578	,815	-,401	3,288	1,771	9	,110	
Oz_Handy_P3b - Oz_Irrelevant_P3b	1,098	3,310	1,046	-1,270	3,465	1,049	9	,322	

Tabelle 10: T-Test bei abhängigen Stichproben für den Stimulus Handy und die irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe

	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Pz_Handy_P3b	7,286	10	5,494	1,737
Pz_Irrelevant_P3b	5,168	10	2,143	,678
Cpz_Handy_P3b	5,354	10	3,261	1,032
Cpz_Irrelevant_P3b	3,911	10	1,192	,377
Oz_Handy_P3b	5,588	10	8,649	2,735
Oz_Irrelevant_P3b	4,491	10	5,754	1,820

Tabelle 11: Statistische Werte für die Stimuli Handy und Irrelevant in der Crime-Gruppe

Ein gepaarter t-Test ergab für keine Elektrode (Pz, Cpz, Oz) einen signifikanten Unterschied. Die P3b wurde als abhängige Variable berechnet und der Stimulustyp als unabhängige Variable.

Die Hypothese H<sub>1</sub>1.1 muss daher abgelehnt werden.

**H<sub>1</sub>1.2:**

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Pz Handy	Varianzen sind gleich	,167	,687	-,384	18	,705	-,880	2,289	-5,688	3,929
P3b	Varianzen sind nicht gleich			-,384	17,592	,705	-,880	2,289	-5,697	3,937
Cpz Handy	Varianzen sind gleich	,017	,896	-,061	18	,952	-,086	1,417	-3,063	2,890
P3b	Varianzen sind nicht gleich			-,061	17,936	,952	-,086	1,417	-3,064	2,891
Oz Handy	Varianzen sind gleich	1,054	,318	-,665	18	,514	-2,130	3,203	-8,858	4,599
P3b	Varianzen sind nicht gleich			-,665	14,871	,516	-2,130	3,203	-8,961	4,702

*Tabelle 12: T-Test für unabhängige Stichproben für den Stimulus Handy zwischen der Crime- und der No-Crime-Gruppe*

Gruppenstatistiken					
	Bedingung	N	Mittelwert	Std.- Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Pz_Handy_P3b	Crime	10	7,286	5,494	1,737
	No Crime	10	8,166	4,713	1,490
Cpz_Handy_P3b	Crime	10	5,354	3,262	1,031
	No Crime	10	5,441	3,072	,971
Oz_Handy_P3b	Crime	10	5,588	8,649	2,735
	No Crime	10	7,718	5,269	1,666

*Tabelle 13: Statistische Werte für den Stimulus Handy in der Crime- und der No-Crime-Gruppe*

Ein t-Test für unabhängige Stichproben ergab für keine Elektrode (Pz, Cpz, Oz) einen signifikanten Unterschied. Die P3b wurde als abhängige Variable berechnet und die Gruppenzugehörigkeit als unabhängige Variable.

Die Hypothese H<sub>1</sub>1.2 muss daher abgelehnt werden.

### **H<sub>1</sub>2:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen Frauen und Männern in der mittleren Amplitude der P3b Komponente bei verschiedenen Stimulusarten.

Die P3b des Stimulus Handy und die P3b der irrelevanten Stimuli wurden als abhängige Variablen, das Geschlecht und die Bedingung als unabhängige Variablen berechnet.

Eine multivariate Varianzanalyse mit Messwiederholung an der Pz-Elektrode zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen Frauen und Männern in der Amplitude der P3b. Es gab des Weiteren keine signifikanten Unterschiede zwischen der Stimulusart und dem Geschlecht, sowie zwischen der Stimulusart, der Bedingung und dem Geschlecht.

### Tests der Innersubjekteffekte

Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Stimulus	Sphärizität angenommen	28,389	1	28,389	6,443	,022
	Greenhouse-Geisser	28,389	1,000	28,389	6,443	,022
	Huynh-Feldt	28,389	1,000	28,389	6,443	,022
	Untergrenze	28,389	1,000	28,389	6,443	,022
Stimulus * Bedingung	Sphärizität angenommen	1,884	1	1,884	,427	,523
	Greenhouse-Geisser	1,884	1,000	1,884	,427	,523
	Huynh-Feldt	1,884	1,000	1,884	,427	,523
	Untergrenze	1,884	1,000	1,884	,427	,523
Stimulus * Geschlecht	Sphärizität angenommen	,438	1	,438	,099	<b>,757</b>
	Greenhouse-Geisser	,438	1,000	,438	,099	,757
	Huynh-Feldt	,438	1,000	,438	,099	,757
	Untergrenze	,438	1,000	,438	,099	,757
Stimulus * Bedingung * Geschlecht	Sphärizität angenommen	1,005	1	1,005	,228	<b>,639</b>
	Greenhouse-Geisser	1,005	1,000	1,005	,228	,639
	Huynh-Feldt	1,005	1,000	1,005	,228	,639
	Untergrenze	1,005	1,000	1,005	,228	,639
Fehler(Stimulus)	Sphärizität angenommen	70,504	16	4,406		
	Greenhouse-Geisser	70,504	16,000	4,406		
	Huynh-Feldt	70,504	16,000	4,406		
	Untergrenze	70,504	16,000	4,406		

*Tabelle 14: Multivariate Varianzanalyse der P3b auf Unterschiede zwischen Frauen und Männern an der Pz-Elektrode*

Die Hypothese H<sub>12</sub> muss daher abgelehnt werden.

### H<sub>13</sub>:

Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen Alkohol-Konsument\*innen und Nicht-Alkohol-Konsument\*innen in der mittleren Amplitude der P3a Komponente bezogen auf verbrechensrelevante und irrelevante Stimuli.

Für die Berechnung wurde der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test verwendet, da die Daten nicht normalverteilt waren (siehe 5.3.2). Die P3a wurde als abhängige Variable und der Alkoholkonsum als unabhängige Variable berechnet. Die abhängige Variable P3a wurde an der Pz-Elektrode gemessen.

#### Statistik für Test

	Pz_Irrelevant_P3a	Pz_Handy_P3a
Mann-Whitney-U	26,000	23,000
Wilcoxon-W	36,000	33,000
Z	-,567	-,850
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,571	,395
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	<b>,617</b>	<b>,437</b>

#### Ränge

	Alkohol	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Pz_Irrelevant_P3a	nein	4	9,00	36,00
	ja	16	10,88	174,00
	Gesamt	20		
Pz_Handy_P3a	nein	4	8,25	33,00
	ja	16	11,06	177,00
	Gesamt	20		

*Tabelle 15: Wilcoxon-Mann-Whitney-Test für die P3a bei Alkohol-Konsument\*innen und nicht Alkohol-Konsument\*innen*

Die Verteilung der P3a an der Pz-Elektrode ist über die Gruppen zwischen Alkohol-Konsument\*innen und Nicht-Alkohol-Konsument\*innen identisch.

Die Hypothese H<sub>13</sub> muss daher abgelehnt werden.

#### **H<sub>14</sub>:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen THC-Konsument\*innen und Nicht-THC-Konsument\*innen in der mittleren Amplitude der P3a Komponente bezogen auf verbrechensrelevante und irrelevante Stimuli.

#### **Statistik für Test**

	Pz_Irrelevant_P3a	Pz_Handy_P3a
Mann-Whitney-U	37,000	45,000
Wilcoxon-W	128,000	136,000
Z	-,674	-,040
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,501	,968
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	<b>,536</b>	<b>1,000</b>

#### **Ränge**

	Psychotropika	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Pz_Irrelevant_P3a	Cannabis THC	7	11,71	82,00
	Keine Substanzen	13	9,85	128,00
	Gesamt	20		
Pz_Handy_P3a	Cannabis THC	7	10,57	74,00
	Keine Substanzen	13	10,46	136,00
	Gesamt	20		

*Tabelle 16: Wilcoxon-Mann-Whitney-Test für die P3a bei THC-Konsument\*innen und nicht THC-Konsument\*innen*

Für die Berechnung wurde der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test verwendet, da die Daten nicht normalverteilt waren (siehe 5.3.2). Die P3a wurde als abhängige Variable und der THC-Konsum als unabhängige Variable berechnet. Die P3a wurde an der Pz-Elektrode gemessen.

Die Verteilung der P3a an der Pz-Elektrode ist über die Gruppen zwischen THC-Konsument\*innen und Nicht-THC-Konsument\*innen identisch.

Die Hypothese H<sub>14</sub> muss daher abgelehnt werden.

### **H<sub>15</sub>:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied in der mittleren Amplitude der P3a und P3b Komponenten zwischen negativ verbrechensrelevantem Feedback (Lügen-Konditionierung), positiv irrelevantem Feedback (Wahrheits-Konditionierung) (**H<sub>15.1</sub>**) und zwischen verbrechensrelevantem Feedback in der Crime-Gruppe im Vergleich zu der No-Crime-Gruppe (**H<sub>15.2</sub>**).

#### **H<sub>15.1</sub>**

**P3a:** Zur Berechnung wurde ein abhängiger t-Test verwendet. Die abhängige Variable war die P3a bei Feedback und die unabhängige der Stimulustyp.

Für die Elektrode O1 konnte ein signifikanter Unterschied in der P3a zwischen dem Stimulustyp festgestellt werden (M=-4,360, SD=3,155, p=0,002). Auch für die Pz-Elektrode bestand ein signifikanter Unterschied in der P3a (M=-2,194, SD=2,205, p=0,012). Außerdem bestand ein signifikanter Unterschied in der P3a an der Oz-Elektrode (M=-4,473, SD=2,998, p=0,001) (siehe Tabelle 18).

**Statistik bei gepaarten Stichproben**

	Mittelwert	N	Std.- Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
O1_FB_Handy_3a	1,561	10	4,695	1,485
O1_FB_Irrelevant_3a	5,922	10	3,168	1,002
Pz_FB_Handy_3a	2,165	10	3,186	1,008
Pz_FB_Irrelevant_3a	4,359	10	2,218	,701
Oz_FB_Handy_3a	,291	10	5,414	1,712
Oz_FB_Irrelevant_3a	4,763	10	3,511	1,111

*Tabelle 17: Statistische Werte für die P3a bei Feedback für den Stimulus Handy und die irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe*

### Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Std.- Abweichung	Standardfeh- ler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
O1_FB_Handy_3a - O1_FB_Irrelevant_3a	-4,360	3,155	,998	-6,617	-2,103	-4,371	9	,002
Pz_FB_Handy_3a - Pz_FB_Irrelevant_3a	-2,194	2,205	,697	-3,772	-,6169	-3,147	9	,012
Oz_FB_Handy_3a - Oz_FB_Irrelevant_3a	-4,473	2,998	,948	-6,617	-2,328	-4,718	9	,001

*Tabelle 18: T-Test für abhängige Stichproben für die P3a bei Feedback für den Stimulus Handy und die irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe*

**P3b:** Zur Berechnung wurde ein abhängiger t-Test verwendet. Die abhängige Variable war die P3b bei Feedback und die unabhängige der Stimulustyp.

Für die Elektrode O1 konnte ein signifikanter Unterschied in der P3b zwischen den Stimulustypen festgestellt werden ( $M=-3,838$ ,  $SD=3,559$ ,  $p=0,008$ ). Auch für die Oz-Elektrode bestand ein signifikanter Unterschied in der P3b ( $M=-4,051$ ,  $SD=3,666$ ,  $p=0,007$ ). Für die Pz-Elektrode konnte jedoch kein signifikanter Unterschied in der P3b gezeigt werden ( $M=-0,666$ ,  $SD=2,421$ ,  $p=0,407$ ) (siehe Tabelle 20).

### Statistik bei gepaarten Stichproben

	Mittelwert	N	Std.- Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
O1_FB_Handy_3b	-1,554	10	4,982	1,575
O1_FB_Irrelevant_3b	2,284	10	3,149	,996
Pz_FB_Handy_3b	2,534	10	2,476	,783
Pz_FB_Irrelevant_3b	3,200	10	1,649	,522
Oz_FB_Handy_3b	-2,269	10	5,139	1,625
Oz_FB_Irrelevant_3b	1,781	10	2,850	,901

Tabelle 19: Statistische Werte für die P3b bei Feedback für den Stimulus Handy und die irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe

### Test bei gepaarten Stichproben

	Mittelwert	Std.- Abweichung	Gepaarte Differenzen		T	df	Sig. (2- seitig)	
			Standardfeh- ler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
O1_FB_Handy_3b - O1_FB_Irrelevant_3b	-3,838	3,559	1,126	-6,384	-1,292	-3,410	9	,008
Pz_FB_Handy_3b - Pz_FB_Irrelevant_3b	-,666	2,421	,766	-2,397	1,066	-,869	9	,407
Oz_FB_Handy_3b - Oz_FB_Irrelevant_3b	-4,051	3,666	1,159	-6,673	-1,428	-3,494	9	,007

Tabelle 20: T-Test für abhängige Stichproben für die Feedback generierte P3b bei dem Stimulus Handy und irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe

Die Hypothese H<sub>15.1</sub> gilt daher als teilweise bestätigt.

## H15.2

**P3a:** Zur Berechnung wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Die abhängige Variable war die P3a bei Feedback nach dem Handy und die unabhängige die Gruppenzugehörigkeit.

Für die Auswertung der Signifikanz muss zuerst der Levene-Test ausgewertet werden. Wird dieser bei dem Signifikanzniveau von unter 0,05 signifikant, besteht keine Varianzhomogenität. Ist der Wert über 0,05 wird davon ausgegangen, dass die Varianzen gleich sind.

Für die Elektrode O1 konnte ein signifikanter Unterschied in der P3a zwischen den Gruppen festgestellt werden ( $T(18)=-4,544$ ,  $p<0,001$ ). Für die Pz-Elektrode bestand ebenfalls ein signifikanter Unterschied in der P3a ( $T(18)=-3,715$ ,  $p=0,002$ ). Auch für die Oz-Elektrode gab es einen signifikanten Unterschied in der P3a in der ( $T(18)=-4,129$ ,  $p=0,001$ ) zwischen der Crime- und der No-Crime-Gruppe bei dem Feedback nach dem Stimulus Handy (siehe Tabelle 22).

Gruppenstatistiken					
	Bedingung	N	Mittelwert	Std.- Abweichung	Standardfehler Mittelwert
O1_FB_Handy_3a	Crime	10	1,561	4,695	1,485
	No Crime	10	9,832	3,330	1,053
Pz_FB_Handy_3a	Crime	10	2,165	3,186	1,007
	No Crime	10	7,524	3,265	1,033
Oz_FB_Handy_3a	Crime	10	,291	5,414	1,712
	No Crime	10	8,431	3,092	,978

*Tabelle 21: Statistische Werte für die P3a bei Feedback für den Stimulus Handy in der Crime- und der No-Crime-Gruppe*

### Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
O1 FB Handy	Varianzen sind gleich	1,653	,215	-4,544	18	,000	-8,271	1,820	-12,095	-4,446
3a	Varianzen sind nicht gleich			-4,544	16,227	,000	-8,271	1,820	-12,125	-4,416
Pz FB Handy	Varianzen sind gleich	,000	,987	-3,715	18	,002	-5,359	1,443	-8,390	-2,328
3a	Varianzen sind nicht gleich			-3,715	17,989	,002	-5,359	1,443	-8,390	-2,328
Oz FB Handy	Varianzen sind gleich	2,886	,107	-4,129	18	,001	-8,140	1,972	-12,282	-3,998
3a	Varianzen sind nicht gleich			-4,129	14,307	,001	-8,140	1,972	-12,360	-3,920

*Tabelle 22: T-Test für abhängige Stichproben für die Feedback generierte P3a bei dem Stimulus Handy und irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe*

**P3b:** Zur Berechnung wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Die abhängige Variable war die P3b bei Feedback nach dem Handy und die unabhängige die Gruppenzugehörigkeit.

Für die Elektrode O1 konnte ein signifikanter Unterschied in der P3b zwischen den Gruppen festgestellt werden ( $T(18)=-2,800$ ,  $p=0,012$ ). Auch für die Oz-Elektrode gab es einen signifikanten Unterschied in der P3b zwischen der Crime- und der No-Crime-Gruppe bei dem Feedback nach dem Handy ( $T(18)=-2,557$ ,  $p=0,020$ ). Für die Pz-Elektrode bestand jedoch kein signifikanter Unterschied in der P3b ( $T(18)=-0,987$ ,  $p=0,337$ ) (siehe Tabelle 24).

### Gruppenstatistiken

	Bedingung	N	Mittelwert	Std.- Abweichung	Standardfehler Mittelwert
O1_FB_Handy_3b	Crime	10	-1,554	4,982	1,575
	No Crime	10	3,510	2,810	,889
Pz_FB_Handy_3b	Crime	10	2,534	2,476	,783
	No Crime	10	3,522	1,969	,623
Oz_FB_Handy_3b	Crime	10	-2,270	5,139	1,625
	No Crime	10	2,368	2,545	,805

Tabelle 23: Statistische Werte für die P3b bei Feedback für den Stimulus Handy in der Crime- und der No-Crime-Gruppe

### Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleich heit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Sig.	T	df	Sig. (2- seitig)	Mittlere Differenz	Standar dfehler der Differen z	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
O1 FB Handy 3b	Varianzen sind gleich	3,143	,093	-2,800	18	,012	-5,065	1,809	-8,865	-1,264
	Varianzen sind nicht gleich			-2,800	14,201	,014	-5,065	1,809	-8,939	-1,190
Pz FB Handy 3b	Varianzen sind gleich	1,260	,276	-,987	18	,337	-,987	1,000	-3,089	1,114
	Varianzen sind nicht gleich			-,987	17,129	,337	-,987	1,000	-3,097	1,122
Oz FB Handy 3b	Varianzen sind gleich	4,615	,046	-2,557	18	,020	-4,637	1,814	-8,447	-,827
	Varianzen sind nicht gleich			-2,557	13,164	,024	-4,637	1,814	-8,550	-,724

Tabelle 24: T-Test für unabhängige Stichproben für die Feedback generierte P3b bei dem Stimulus Handy in der Crime- und der No-Crime-Gruppe

Die Hypothese H<sub>15.2</sub> gilt daher als teilweise bestätigt.

**H<sub>16</sub>:**

Es gibt einen signifikanten Unterschied in der mittleren Amplitude der FRN bei dem verbrechensrelevanten Stimulus (Handy) zwischen der Crime-Gruppe und der No-Crime-Gruppe.

Zur Berechnung wurde für die Elektroden F1, F3, FC1 und FC3 eine multivariate Varianzanalyse verwendet. Die abhängige Variable war die FRN bei dem Stimulus Handy und die unabhängige Variable die Zugehörigkeit zu der Crime- oder No-Crime-Gruppe.

Für die FC3- ( $F(1,18)=5,788$ ,  $p=0,027$ ) und die FC1- ( $F(1,18)=2,998$ ,  $p=0,031$ ) Elektroden zeigten sich signifikante Unterschiede in der FRN zwischen den Bedingungen „Crime“ und „No-Crime“ (siehe Tabelle 25).

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	FC3_FB_Handy_FRN	6,110	1	6,110	5,788	,027
	F1_FB_Handy_FRN	,762	1	,762	,637	,435
	FC1_FB_Handy_FRN	1,988	1	1,988	5,449	,031
	F3_FB_Handy_FRN	5,846	1	5,846	2,998	,100
Konstanter Term	FC3_FB_Handy_FRN	7,404	1	7,404	7,014	,016
	F1_FB_Handy_FRN	8,948	1	8,948	7,479	,014
	FC1_FB_Handy_FRN	,503	1	,503	1,380	,255
	F3_FB_Handy_FRN	16,436	1	16,436	8,429	,009
Bedingung	FC3_FB_Handy_FRN	6,110	1	6,110	5,788	,027
	F1_FB_Handy_FRN	,762	1	,762	,637	,435
	FC1_FB_Handy_FRN	1,988	1	1,988	5,449	,031
	F3_FB_Handy_FRN	5,846	1	5,846	2,998	,100
Fehler	FC3_FB_Handy_FRN	19,001	18	1,056		
	F1_FB_Handy_FRN	21,535	18	1,196		
	FC1_FB_Handy_FRN	6,567	18	,365		
	F3_FB_Handy_FRN	35,099	18	1,950		
Gesamt	FC3_FB_Handy_FRN	32,515	20			
	F1_FB_Handy_FRN	31,245	20			
	FC1_FB_Handy_FRN	9,058	20			
	F3_FB_Handy_FRN	57,381	20			
Korrigierte Gesamtvarianation	FC3_FB_Handy_FRN	25,111	19			
	F1_FB_Handy_FRN	22,297	19			
	FC1_FB_Handy_FRN	8,555	19			
	F3_FB_Handy_FRN	40,945	19			

*Tabelle 25: Multivariate Varianzanalyse der FRN*

Die Hypothese H<sub>16</sub> gilt als teilweise bestätigt.

### H<sub>17</sub>:

Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Reaktionszeiten in der Crime- und No-Crime-Gruppe in Bezug auf den verbrechensrelevanten Stimulus (Handy).

Für die Berechnung wurde der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test verwendet, da die Daten nicht normalverteilt waren (siehe 5.3.2). Die Reaktionszeit bei dem Handy-Stimulus wurde als abhängige Variable und die Gruppenzugehörigkeit als unabhängige Variable berechnet.

	RT_Handy
Mann-Whitney-U	48,000
Wilcoxon-W	103,000
Z	-,151
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,880
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	<b>,912</b>

	Bedingung	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
RT_Handy	Crime	10	10,30	103,00
	No Crime	10	10,70	107,00
	Gesamt	20		

*Tabelle 26: Wilcoxon-Mann-Whitney-Test für die Reaktionszeit bei dem Stimulus Handy zwischen der Crime- und der No-Crime-Gruppe*

### Deskriptive Statistik

Bedingung		Statistik	Std.-Fehler			
RT_Handy	Crime	Mittelwert	712,537	84,366		
		95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	521,688		
			Obergrenze	903,385		
		5% getrimmtes Mittel	691,532			
		Median	657,600			
		Varianz	71175,821			
		Std.-Abweichung	266,788			
		Minimum	441,93			
		Maximum	1361,23			
		Spannweite	919,30			
		Interquartilbereich	187,10			
		Schiefe	1,915	,687		
		Kurtosis	3,801	1,334		
		No	Crime	Mittelwert	642,543	40,935
				95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	549,943
Obergrenze	735,144					
5% getrimmtes Mittel	642,400					
Median	634,350					
Varianz	16756,427					
Std.-Abweichung	129,447					
Minimum	417,43					
Maximum	870,23					
Spannweite	452,80					
Interquartilbereich	190,42					
Schiefe	,064			,687		
Kurtosis	,113			1,334		

*Tabelle 27: Deskriptive Statistik der Reaktionszeit bei dem Stimulus Handy zwischen der Crime- und der No-Crime-Gruppe*

Es konnte zwischen der Crime- und No-Crime-Gruppe kein signifikanter Unterschied in der Reaktionszeit festgestellt werden ( $p=0,912$ ). Die Hypothese  $H_{17}$  muss daher abgelehnt werden.

## **6. Diskussion**

Im Rahmen dieser Studie zu Lügen und Feedback wurde die Annahme getroffen, dass man mit der Auswertung von Feedback-ERPs die Unterscheidung, ob eine Person die Wahrheit sagt, oder lügt, verbessern würde. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass man mit bestimmten ERPs zwischen den verschiedenen Stimulustypen, sowie zwischen Lüge und Wahrheit unterscheiden kann.

Einige Studien haben im Rahmen von P3 basierten CITs gezeigt, dass verbrechensrelevante Stimuli deutlich größere Deflektionen der P3 erzeugen, als irrelevante Stimuli (Rosenfeld, 2011; Rosenfeld et al., 2013; Sai et al., 2014; Sai et al., 2016). In der hier vorgelegten Studie gab es zwischen den verschiedenen Stimulusarten und zwischen den Bedingungen keine signifikanten Unterschiede in der P3. Der Unterschied zwischen den Stimulusarten war jedoch weitaus näher an einem signifikanten Ergebnis, als der Unterschied zwischen den beiden Bedingungen. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die kleine Stichprobengröße von 20 Proband\*innen. Außerdem kann die P3 Komponente von vielen Faktoren beeinflusst werden und besonders in der P3b reflektiert sich die Aufmerksamkeit, die eine Person auf den vorliegenden Reiz legt (Stöhr et al., 2005). Im Rahmen dieser Testungen wurde versucht ein Tatortzenario nachzustellen. Es dürfte jedoch für die meisten Proband\*innen schwierig gewesen sein, sich wirklich in die Situation einer polizeilichen Befragung einzufühlen, da viele Personen mit den Testdurchführenden sehr gut bekannt sind. Ein weiterer Faktor kann das verbrechensrelevante Objekt, in diesem Fall das Handy, sein. Ein Handy ist der Gebrauchsgegenstand, den die meisten Personen am häufigsten am Tag in die Hand nehmen. Auch wenn die Proband\*innen innerhalb des Studienablaufes das während des CITs gezeigte Handy nicht gesehen hatten, so kann jedoch ein Bild von einem so allzeit präsenten Gegenstand auch bei der No-Crime-Gruppe ein Wiedererkennen und eine größere P3b erzeugen. Es wäre interessant für weitere Studien einen anderen Gegenstand als verbrechensrelevanten Stimulus zu nehmen, mit dem möglichst keine Person eine starke Assoziation hat. Auch der Zeitbereich der P3b, der hier an vorangegangene Studien (Sai et al., 2014; Sai et al., 2016) orientiert ist, gilt es zu überdenken. Die hier gezeigten ERPs (siehe 5.3.2) zeigen eine Tendenz zu einer später auftretenden P3b (etwa bei 500 ms).

Zwischen Frauen und Männern zeigte sich kein Unterschied in der Amplitude der P3b. Es konnte außerdem kein Unterschied zwischen Konsument\*innen und Nicht-Konsument\*innen von bestimmten Psychotropika (Ethanol und THC) gezeigt werden. Hierbei ist jedoch

anzumerken, dass die Unterscheidung der Gruppen Konsument\*innen und Nicht-Konsument\*innen nur anhand eines Fragebogens erfolgte, der einen allgemeinen Konsum abfragte. Die Proband\*innen standen zum Zeitpunkt der EEG-Testung nicht unter Einfluss einer psychoaktiven Substanz. Als Erweiterung zu dieser Studie wäre es interessant die EEG-Testungen mit Personen vorzunehmen, die zu dem Zeitpunkt der Testung eine wirksame Dosis eines psychotropen Stoffes in ihrem Körper haben. Ein interessanter und geeigneter Stoff hierfür wäre Ethanol. Eine Möglichkeit der Überprüfung des Blutalkoholspiegels bietet sich mit dem Atemalkohol Test an, wie bei Suchotzki & Gamer (2018). Aus dem gemessenen Atemalkoholspiegel kann der korrespondierende Blutalkoholspiegel errechnet werden. Eine weitere interessante Untersuchung wäre die Gabe eines Psychostimulans wie Cocain. Voraussetzung für diese Studie ist ein medizinischer Check von allen Proband\*innen auf mögliche Erkrankungen.

Als Erweiterung des P3 basierten CIT wurde in dieser Studie der Feedback-CIT verwendet. Sai et al. (2014) können anhand des Feedbacks nach den verschiedenen Stimuli zwischen den unterschiedlichen Stimulustypen und zwischen „Gewinn“ und „Verlust“ unterscheiden. Auch in dieser Studie konnten signifikante Unterschiede zwischen den Feedbacks nach den verschiedenen Stimulustypen, sowie zwischen der Feedback-Wertigkeit gezeigt werden. Es wurden zur Auswertung, der nach Feedback generierten ERPs, die P3a und die P3b Komponente analysiert. Mittels beider Komponenten wurden deutliche Unterschiede sichtbar, wobei die Pz-Elektrode für die P3b in beiden Fällen nicht signifikant war. Die Elektroden Oz und O1 lieferten jedoch für die P3a und die P3b signifikante Unterschiede zwischen Feedback-Wertigkeit und den Stimulustypen. Es konnte somit zwischen Lüge und Wahrheit unterschieden werden. Die ERPs nach dem Feedback lieferten eindeutige Ergebnisse und haben deutlich gezeigt, dass ein Feedback-CIT sinnvoll zur Unterscheidung von Lüge und Wahrheit ist.

Auch die FRN zeigte in zwei Elektroden signifikante Unterschiede. Die Elektrodenauswahl war erschwert, da die üblicherweise verwendete Fz-Elektrode bei der in unserer Testung verwendeten Haube, neben der Referenzelektrode lag und da der Output einer Elektrode die Differenz zwischen der Referenzelektrode und der jeweiligen Elektrode ist, näherte sich der Output der Fz-Elektrode der Nulllinie an und war somit nicht zu verwenden. Für weitere Studien, bei denen die FRN bestimmt werden soll, wäre es ratsam die Referenzelektrode nicht zentral am Kopf, sondern hinter den Ohrläppchen zu nehmen. Auch die Pz-Elektrode würde in

diesem Fall eindeutiger Ergebnisse liefern und die Ergebnisse würden sich über verschiedene Studien hinweg besser vergleichen lassen.

Die FRN in der FC1 und FC3 Elektrode war signifikant größer für negatives Feedback nach dem Handy-Stimulus (Feedback in der Crime-Gruppe), als für positives Feedback nach dem Handy (Feedback in der No-Crime-Gruppe). Die stärkere negative Kurvendeflektion der FRN nach der Lüge der Crime-Personen im Gegensatz zu der FRN nach der wahren Aussage in der No-Crime-Gruppe kann zusätzlich zu der Auswertung der P3a und P3b nach dem Feedback zur Hilfe genommen werden, um eine klare Unterscheidung zwischen Lüge und Wahrheit zu generieren.

Die behaviorale Hypothese, dass es wie bei Olson et al. (2018) einen Unterschied in der Reaktionszeit der Proband\*innen bei dem verbrechensrelevanten Stimulus Handy gibt, konnte nicht bestätigt werden. Es gab keine Verzögerung in der Reaktion durch Lügen in der Crime-Gruppe.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch diese Studie gezeigt wurde, dass es deutliche Unterschiede zwischen den ERP-Komponenten bei wahren Aussagen und bei einer Lüge gibt. Wenn eine so wichtige Entscheidung getroffen werden soll, ob die Wahrheit gesagt wird oder ob gelogen wird, dann sollte dies mit einer sehr hohen Treffsicherheit erfolgen. Je mehr Faktoren zu einer Analyse genommen werden, desto sicherer wird das Ergebnis. Die Auswertung nur einer ERP-Komponente kann nicht ausreichen, um diese Entscheidung treffen zu können. Die P3 zeigte in vielen Studien eine gute Möglichkeit der Unterscheidung zwischen irrelevanten Gegenständen und Relevanten. In dieser Studie wurde gezeigt, dass mittels der P3a und P3b nach Feedback auch eine Unterscheidung zwischen den Arten der vorher gezeigten Gegenstände getroffen werden kann und auch zwischen der Feedback-Wertigkeit, in diesem Fall Erfolg=Wahrheit und Misserfolg=Lüge, unterschieden werden konnte. Des Weiteren ließ auch die Auswertung der FRN diese Unterscheidung zu. Wenn diese verschiedenen Komponenten gemeinsam für die Frage nach der Wahrheit ausgewertet werden, können aussagekräftige Ergebnisse generiert werden. Es bleibt jedoch noch genauer die möglichen Einflüsse verschiedener Faktoren auf die ERP-Komponenten zu untersuchen, damit die kombinierte Analyse der verschiedenen ERP-Komponenten möglichst reproduzierbar und genau sein kann.

## Quellenverzeichnis

- **Aktories K., Förstermann U., Hofmann F., Strake K.** (2017). *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie*. 12. Auflage. München: Elsevier.
- **Allen J.J., Iacono W.G., Danielson K.D.** (1992). The identification of concealed memories using the event-related potential and implicit behavioral measures: a methodology for prediction in the face of individual differences. *Psychophysiology*, 29 (5), 504–522.
- **Arns, M., Ridder de, S., Strehl, U., Breteler, M., Coenen, A.** (2009). Efficacy of Neurofeedback Treatment in ADHD: the Effects on Inattention, Impulsivity and Hyperactivity: a Meta-Analysis. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40(3), 179-189.
- **Augustinus, A.** De mendacio. In: <https://www.augustinus.de/home/nachrichten/699-was-augustinus-ueber-das-luegen-dachte> [7.3.2019]
- **Ben-Shakhar G., Elaad E.** (2003). The validity of psychophysiological detection of information with the Guilty Knowledge Test: A meta-analytic review. *Journal of Applied Psychology*, 88(8), 131-151.
- **Bortz J., Schuster C.** (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- **Cooper R., Shallice T.** (2010). Cognitive Neuroscience: The Troubled Marriage of Cognitive Science and Neuroscience. *Topics*, 2(3), 398-406.
- **Donchin E., Coles M.G.** (1988). Is the P-300 component a manifestation of context updating? *Behav Brain Sci*, 11, 357-374.
- **Ekman P.** (2010). *Gefühle lesen*. Berlin: Springer-Verlag.
- **Farahani, E. D., Moradi, M. H.** (2012). A concealed Information Test with Combination of ERP Recording and Autonomic Measurements. *Neurophysiology*, 45(3), 223-233.
- **Farwell L.A., Donchin E.** (1991). The truth will out: interrogative polygraphy (“lie detection”) with event-related brain potentials. *Psychophysiology*, 28 (5), 531–547.
- **Fein G., Andrew C.** (2011). Event-Related Potentials During Visual Target Detection in Treatment-Naive Active Alcoholics. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 35(6), 1171-1179.
- **Frisch, M.** (1958). *Biedermann und die Brandstifter. Ein Lehrstück ohne Lehre. Mit einem Nachspiel*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

- **Gamer M., Berti S.** (2010). Task relevance and recognition of concealed information have different influence on electrodermal activity and event-related brain potentials. *Psychophysiology*, 47, 355-364.
- **Gandhi A.** (2017). *Wut ist ein Geschenk. Das Vermächtnis meines Großvaters Mahatma Gandhi*. Köln: DuMont.
- **Gehring W. J., Willoughby A. R.** (2002). The medial frontal cortex and the rapid processing of monetary gains and losses. *Science* 295, 2279–2282.
- **Holroyd C.B., Coles M.G.H.** (2002). The neural basis of human error processing: reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. *Psychol Rev*, 109, 679-709.
- **Johnson R.** (1993). On the neural generators of the P300 component of the event-related potential. *Psychophysiology*, 30, 90–7.
- **Key A. P., Dove G. O., Maguire M. J.** (2005). Linking Brainwaves to the Brain: An ERP Primer. *Developmental Neuropsychology*, 27(2), 183-215.
- **Kutas M., McCarthy G., Donchin E.** (1977). Augmenting mental chronometry: the P300 as a measure of stimulus evaluation time. In: **Stöhr, Dichgans, Buettner, Hess.** (2005). *Evozierte Potentiale*. 4. Auflage. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- **Liyang Sai, Xiaohong Lin, Xiaoqing Hu, Genyue Fu.** (2014). Detecting concealed information using Feedback related event-related brain potentials. *Brain and Cognition* 90 (2014) 142-150.
- **Luck, S. J.** (2014). *An Introduction To The Event-Related Potential Technique*. Massachusetts Institute of Technology.
- **Luck S. J., Kappenman E.S.** (2013). *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*. OUP USA.
- **Lutherbibel.** (1999). Stuttgart.: Deutsche Bibelgesellschaft.
- **Lykken, D.T.** (1959). The GSR in the detection of guilt. *Journal of Applied Psychology*, 43, 385-388.
- **Marquardt H., Schäfer S.G., Barth H.** (2013). *Toxikologie*. 3. Auflage. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.
- **Matsuda, I., Nittono, H., Ogawa, T.** (2011). Event-related potentials increase the discrimination performance of the autonomic-based concealed information test. *Psychophysiology*, 48, 1701-1710.

- **Matsuda, I., Nittono, H., Ogawa, T.** (2013). Identifying concealment- related responses in the concealed information test. *Psychophysiology*, 50(7), 617-626.
- **Meixner J.B., Rosenfeld J.P.** (2011). A mock terrorism application of the P300-based concealed information test. *Psychophysiology*, 48, 149-154.
- **Miltner W. H. R., Braun C. H., Coles M. G. H.** (1997). Event-related brain potentials following incorrect feedback in a time-estimation task: evidence for a “generic” neural system for error detection. *J. Cogn. Neurosci.* 9, 788–798.
- **Nicholls C., Bruno R., Matthews A.** (2015). Chronic cannabis use and ERP correlates of visual selective attention during the performance of a flanker go/no-go task. *Biological Psychology*, 110, 115–125.
- **Nieuwenhuis S., Holroyd C. B., Mol N., Coles M. G.** (2004). Reinforcement-related brain potentials from medial frontal cortex: origins and functional significance. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 28, 441–448.
- **Oldfield R.C.** (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- **Olson J., Rosenfeld J.P., Kim T., Perrault E.** (2018). The effect of countermeasures against the reaction time based concealed information test on the P300 index of knowledge recognition: A combined RT and P300-based test. *International Journal of Psychophysiology* 134, 9-14.
- **Osugi, A.** (2011). Daily application of the Concealed Information Test: Japan. In: Verschuere B., Ben-Shakhar G., Meijer E. (Eds.), *Memory Detection: Theory and Application of the Concealed Information Test*. Cambridge, UK; Cambridge University Press.
- **Pefferbaum A., Ford J.M., White P.M., Mathalon D.** (1991). Event-Related Potentials in Alcoholic Men: P3 Amplitude Reflects Family History But Not Alcohol Consumption. *Alcoholism Clinical & Experimental Research*, 15(5), 839-850.
- **Peterson J.B., Rothfleisch J., Zelazo P.D., Pihl R.O.** (1990). Acute Alcohol Intoxication and Cognitive Functioning. *Journal of Studies on Alcohol*, 51(2), 114-122.
- **Poldrack R.** (2008). The role of fMRI in Cognitive Neuroscience: where do we stand? *Current Opinion in Neurobiology*, 18(2), 223-227.
- **Polich J.** (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118(10), 2128-2148.
- **Prichard E., Propper R.E., Christman S.D.** (2013). Degree of handedness, but not direction, is a systematic predictor of cognitive performance. *Frontiers in Psychology*, 4, 9.

- **Proudfit G.H.** (2015). The reward positivity: from basic research on reward to a biomarker for depression. *Psychophysiology*, 52(4), 449-459. **Reid J.E., Inbau F.E.** (1977). *Truth and Deception: The Polygraph ("Lie Detection") Technique*. Williams & Wilkins, Baltimore.
- **Rosenfeld J.P.** (2011). P300 in detecting concealed information. *Memory Detection: Theory and application of the Concealed Information Test*, 63–89.
- **Rosenfeld J.P., Angell A., Johnson M., Qian J.H.** (1991). An ERP-based, control-question liedetector analog: algorithms for discriminating effects within individuals' averagewaveforms. *Psychophysiology*, 28 (3), 319–335.
- **Rosenfeld J.P., Hu X., Labkovsky E., Meixner J., Winograd M.R.** (2013). Review of recent studies and issues regarding the P300-based complex trial protocol for detection of concealed information. *International Journal of Psychophysiology*, 90(2), 118–134.
- **Rosenfeld J.P., Nasman V.T., Whalen R., Cantwell B., Mazzeri L.** (1987). Late vertex positivity in event-related potentials as a guilty knowledge indicator: a new method of lie detection. *Polygraph*, 16, 258-263.
- **Sai L., Lin X., Rosenfeld J.P., Hu X., Fu G.** (2014). Detecting concealed information using feedback related event-related brain potentials. *Brain and Cognition*, 90, 142-150.
- **Sai L., Lin X., Rosenfeld J.P., Sang B., Hu X.** (2016). Novel, ERP-based, concealed information detection: Combining recognition-based and feedback-evoked ERPs. *Biological Psychology*, 114, 13-22.
- **Schulz von Thun, F.** (2008). *Miteinander reden. Bd.1. Störungen und Klärungen. Sonderausgabe*. Reinbek: Rowohlt.
- **Stöhr, Dichgans, Buettner, Hess.** (2005). *Evozierte Potentiale. 4. Auflage*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- **Strizek, J.; Uhl, A.** (2016) *Bevölkerungserhebung zu Substanzgebrauch 2016. Band 1: Forschungsbericht*. Gesundheit Österreich GmbH, Wien.
- **Suchotzki K., Gamer M.** (2018). Alcohol facilitates detection of the identity information. *Scientific Reports*, 8(7825).
- **Verschuere, B., Ben-Shakhar, G., & Meijer, E.** (2011), *Memory Detection: Theory and Application of the Concealed Information Test*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- **Walsh M. M., Anderson J. R.** (2011). Modulation of the feedback-related negativity by instruction and experience. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 108, 19048–19053.

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Drei-Stimulus-Oddball mit einer P3a und P3b, (Polich, 2007, S.2129).....</i>	<i>16</i>
<i>Abbildung 2: Latenzzunahme der P3 bei Zunahme der Schwierigkeit des Zielreizes (Kutas et al., 1977; in Stöhr et al., 2005, S.517) .....</i>	<i>17</i>
<i>Abbildung 3: Vierfeldertafel zu den möglichen Feedback Ergebnissen.....</i>	<i>19</i>
<i>Abbildung 4: Lateralitätsindex (Oldfield, 1971, S.99) .....</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 5: Aufbau eines Feedback-CIT mit den jeweiligen Interstimuluszeiten.....</i>	<i>29</i>
<i>Abbildung 6: Brain Cap 64-Channel-Standard- Elektrodenanordnung: Referenz (blau), Ground (grün) (Quelle bearbeitet: <a href="https://www.easycap.de/wordpress/wp-content/uploads/2018/02/Easycap-10-based-electrode-layouts.pdf">https://www.easycap.de/wordpress/wp-content/uploads/2018/02/Easycap-10-based-electrode-layouts.pdf</a>).....</i>	<i>30</i>
<i>Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung des Alters.....</i>	<i>35</i>
<i>Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der Studienrichtungen.....</i>	<i>36</i>
<i>Abbildung 9: Häufigkeiten des Lateralitätsindexes im EHI.....</i>	<i>39</i>
<i>Abbildung 10: Bei der Pz-Elektrode wird die P3b Komponente (im blau markierten Zeitbereich von 340 bis 700 ms) bei den verschiedenen Stimuli in den beiden Gruppen sichtbar.....</i>	<i>42</i>
<i>Abbildung 11: Die P3b an der CPz-Elektrode .....</i>	<i>43</i>
<i>Abbildung 12: Die P3b an der Oz-Elektrode .....</i>	<i>43</i>
<i>Abbildung 13: Bei der Oz-Elektrode wird die P3a Komponente (im blau markierten Zeitbereich von 220 bis 320 ms) bei Feedback nach den verschiedenen Stimuli in den beiden Gruppen sichtbar.....</i>	<i>44</i>
<i>Abbildung 14: Die P3a Komponente an der Pz-Elektrode nach dem Feedback.....</i>	<i>45</i>
<i>Abbildung 15: Bei der O1-Elektrode wird die P3b Komponente (im blau markierten Zeitbereich von 320 bis 600 ms) bei Feedback nach den verschiedenen Stimuli in den beiden Gruppen sichtbar.....</i>	<i>45</i>

*Abbildung 16: Bei der FC3-Elektrode wird die FRN (im blau markierten Zeitbereich von 150 bis 250 ms) bei Feedback nach dem Handy-Stimulus in der Crime- und der No-Crime-Gruppe sichtbar..... 46*

*Abbildung 17: Die FRN bei der FC1-Elektrode..... 46*

## **Tabellenverzeichnis**

<i><b>Tabelle 1:</b> Deskriptive Statistik des Alters .....</i>	<i>35</i>
<i><b>Tabelle 2:</b> Deskriptive Statistik der Ausbildung .....</i>	<i>36</i>
<i><b>Tabelle 3:</b> Deskriptive Statistik der Berufstätigkeit .....</i>	<i>37</i>
<i><b>Tabelle 4:</b> Deskriptive Statistik der Sehfähigkeit .....</i>	<i>37</i>
<i><b>Tabelle 5:</b> Häufigkeiten des Lateralitätsindex im EHI .....</i>	<i>38</i>
<i><b>Tabelle 6:</b> Alkoholkonsum der Proband*innen .....</i>	<i>39</i>
<i><b>Tabelle 7:</b> Bier- und Weinkonsum Häufigkeiten .....</i>	<i>40</i>
<i><b>Tabelle 8:</b> Hochprozentiges- und Cocktailkonsum Häufigkeiten .....</i>	<i>40</i>
<i><b>Tabelle 9:</b> Cannabis/ THC Konsum Häufigkeiten .....</i>	<i>41</i>
<i><b>Tabelle 10:</b> T-Test bei abhängigen Stichproben für den Stimulus Handy und die irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe.....</i>	<i>47</i>
<i><b>Tabelle 11:</b> Statistische Werte für die Stimuli Handy und Irrelevant in der Crime-Gruppe ...</i>	<i>47</i>
<i><b>Tabelle 12:</b> T-Test für unabhängige Stichproben für den Stimulus Handy zwischen der Crime- und der No-Crime-Gruppe .....</i>	<i>48</i>
<i><b>Tabelle 13:</b> Statistische Werte für den Stimulus Handy in der Crime- und der No-Crime-Gruppe.....</i>	<i>49</i>
<i><b>Tabelle 14:</b> Multivariate Varianzanalyse der P3b auf Unterschiede zwischen Frauen und Männern an der Pz-Elektrode .....</i>	<i>50</i>
<i><b>Tabelle 15:</b> Wilcoxon-Mann-Whitney-Test für die P3a bei Alkohol-Konsument*innen und Nicht-Alkohol-Konsument*innen .....</i>	<i>51</i>
<i><b>Tabelle 16:</b> Wilcoxon-Mann-Whitney-Test für die P3a bei THC-Konsument*innen und Nicht-THC-Konsument*innen.....</i>	<i>52</i>

<b><i>Tabelle 17:</i></b> Statistische Werte für die P3a bei Feedback für den Stimulus Handy und die irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe .....	53
<b><i>Tabelle 18:</i></b> T-Test für abhängige Stichproben für die P3a bei Feedback für den Stimulus Handy und die irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe .....	54
<b><i>Tabelle 19:</i></b> Statistische Werte für die P3b bei Feedback für den Stimulus Handy und die irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe .....	55
<b><i>Tabelle 20:</i></b> T-Test für abhängige Stichproben für die Feedback generierte P3b bei dem Stimulus Handy und irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe.....	55
<b><i>Tabelle 21:</i></b> Statistische Werte für die P3a bei Feedback für den Stimulus Handy in der Crime- und der No-Crime-Gruppe .....	57
<b><i>Tabelle 22:</i></b> T-Test für abhängige Stichproben für die Feedback generierte P3a bei dem Stimulus Handy und irrelevanten Stimuli in der Crime-Gruppe.....	56
<b><i>Tabelle 23:</i></b> Statistische Werte für die P3b bei Feedback für den Stimulus Handy in der Crime- und der No-Crime-Gruppe .....	58
<b><i>Tabelle 24:</i></b> T-Test für unabhängige Stichproben für die Feedback generierte P3b bei dem Stimulus Handy in der Crime- und der No-Crime-Gruppe.....	58
<b><i>Tabelle 25:</i></b> Multivariate Varianzanalyse der FRN.....	60
<b><i>Tabelle 26:</i></b> Wilcoxon-Mann-Whitney-Test für die Reaktionszeit bei dem Stimulus Handy zwischen der Crime- und der No-Crime-Gruppe .....	61
<b><i>Tabelle 27:</i></b> Deskriptive Statistik der Reaktionszeit bei dem Stimulus Handy zwischen der Crime- und der No-Crime-Gruppe.....	62