

# **Die neuronalen Korrelate des Lügens**

## **Eine fMRT-Studie zu Lügen im kriminellen Kontext**

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften  
(Dr. rer. nat.)

Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft  
Universität Bielefeld

vorgelegt von  
Dipl.-Psych. Nicole-Simone Werner

Gutachter  
Prof. Dr. Hans. J. Markowitsch  
Prof. Dr. Thomas Schack

*Essen, Januar 2020*

## **Danksagung**

Ganz besonders möchte ich mich bei meinem Betreuer, Herrn Prof. Dr. Hans J. Markowitsch, bedanken, nicht nur für die Möglichkeit, diese Arbeit durchzuführen, sondern insbesondere auch dafür, dass er es mir ermöglicht hat, dies sogar während meiner Ausbildung zur Psychologischen Psychotherapeutin und meiner Berufstätigkeit zu tun. Für seine Bereitschaft, über seine reguläre Dienstzeit hinaus noch als Prüfer zur Verfügung zu stehen, gilt ihm mein tiefster Dank. Auch gegenüber Herrn Prof. Dr. Thomas Schack möchte ich meinen Dank dafür ausdrücken, dass er sich freundlicherweise als Zweitgutachter zur Verfügung gestellt hat.

Ebenfalls möchte ich mich bei meiner ganzen Arbeitseinheit, der AE14, bedanken, insbesondere bei Frau PD Dr. Angelica Staniloiu, Herrn Dr. Philip Grewe, Herrn Dr. Alonso Ortega sowie Frau Prof. Dr. Martina Piefke für guten Rat und hilfreiches Feedback, bei Frau Claudia Hänig für emotionale Unterstützung und ganz besonders bei Frau Dr. Sina Kühnel für wertvolle Gespräche, konstruktive Rückmeldung und Unterstützung in vielen Bereichen. Meinen Dank möchte ich auch Herrn Dr. Benjamin Iffland aussprechen, der durch willkommene Mittagspausen für regelmäßige Entlastung sorgte.

Ohne die großartige Unterstützung und Beratung der Arbeitsgruppe Kognitive Neurowissenschaften der Justus-Liebig-Universität Gießen wäre diese Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen. Mein Dank gilt insbesondere Herrn Prof. Dr. Gebhard Sammer, Herrn Helge Gebhardt und Frau Dr. Eva Lenz für ihre fachkundige Hilfe und Anleitung und die freundliche Aufnahme. Bei Herrn Christoph Ruprecht möchte ich mich für die technische Unterstützung und ganz besonders für die Einführung in DataWeasel bedanken.

Ich danke Herrn Christian Peteranderl dafür, dass er mir ein Dach über dem Kopf und einen Platz an seinem Tisch bot, als ich in der Fremde beides brauchte. Ausgesprochen wertvoll waren auch die hilfreichen Ratschläge von Frau Dr. Nathalie Fritsch, die mich bei statistischen Fragen unterstützte, sowie Herr Vincent Barthel bei technischer Meuterei.

Besonderer Dank gilt meinen Eltern, meinem Vater, Herrn Heinz-Jürgen Werner, und meiner Mutter, Frau Renate Werner, für ihre Liebe, ihre Unterstützung auf allen Ebenen und ihr Vertrauen.

Ganz besonders möchte ich mich bei meinem Ehemann, Herrn Dr. Christoph Hirschhäuser, bedanken, für seine unglaubliche Unterstützung und Motivation und dafür, dass er während dieser Arbeit manchmal mehr an mich glaubte als ich selbst. Obwohl hier zuletzt genannt, gebührt doch mein größter Dank ihm. Meine Liebe hat er ja schon.

## **Inhalt**

Danksagung .....	I
Abbildungsverzeichnis .....	V
Tabellenverzeichnis .....	VI
Abkürzungen .....	VII
1 Zusammenfassung .....	1
2 Einleitung.....	3
2.1 Theoretischer Hintergrund .....	3
2.1.1 Definition von Lügen .....	3
2.1.2 Gründe für Unaufrichtigkeit.....	7
2.1.3 Unterschiede im Lügenverhalten .....	12
2.1.4 Kognitive Prozesse des Lügens.....	20
2.1.5 Lügendetektion .....	27
2.1.6 Neuronale Korrelate von Lügen .....	34
2.2 Fragestellung und Hypothesen .....	46
2.2.1 Fragestellung und Operationalisierung .....	46
2.2.2 Hypothesen.....	49
3 Methoden.....	52
3.1 Ethik.....	52
3.2 Stichprobe .....	52
3.3 Apparatur .....	53
3.3.1 Übungsaufgabe .....	53
3.3.2 Film .....	57
3.3.3 Aussagen.....	61
3.3.4 Experimentelle Aufgabe.....	62
3.3.5 Erfassung von fMRT-Daten .....	66
3.3.6 Strategie- und Evaluationsfragebogen .....	67
3.3.7 Neuropsychologische Testung .....	68
3.4 Durchführung .....	72
3.4.1 Ablauf der Vorbereitungsphase .....	72

3.4.2	Ablauf der Messung mittels fMRT .....	73
3.4.3	Ablauf der Post-MRT-Phase .....	74
3.5	Auswertung .....	76
3.5.1	Auswertung der Verhaltensdaten .....	76
3.5.2	Auswertung der fMRT-Daten .....	77
4	Ergebnisse .....	85
4.1	Demographische Daten .....	85
4.2	Verhaltensdaten .....	85
4.2.1	Sicherheitseinschätzung.....	85
4.2.2	Relevanzeinschätzung.....	86
4.2.3	Instruktionskonformes Verhalten .....	87
4.2.4	Reaktionszeiten .....	87
4.2.5	Strategie- und Evaluationsfragebogen .....	89
4.2.6	Ergebnisse der neuropsychologischen Testung.....	90
4.3	fMRT-Daten .....	92
4.3.1	Kontrast <i>Lüge &gt; Wahrheit</i> .....	92
4.3.2	Kontrast <i>KoM_relevant &gt; KoN_relevant</i> .....	95
4.3.3	Kontrast <i>KoN_irrelevant &gt; KoM_irrelevant</i> .....	99
4.3.4	Regressionsanalysen .....	100
5	Diskussion.....	102
5.1	Neuronale Korrelate des Lügens .....	102
5.2	Limitationen.....	111
5.3	Ausblick .....	118
5.4	Fazit .....	130
	Literaturverzeichnis .....	132
	Anhang .....	176
	Eidesstattliche Versicherung.....	214

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Ablauf eines Durchgangs der Übungsaufgabe. ....	55
Abbildung 2. Ausschnitte aus dem für diese Arbeit gedrehten Film „Tankstellenüberfall“ – unmittelbar vor dem Überfall. ....	59
Abbildung 3. Ausschnitte aus dem für diese Arbeit gedrehten Film „Tankstellenüberfall“ – Überfall und Flucht. ....	60
Abbildung 4. Ablauf eines Durchgangs der experimentellen Aufgabe unter Anwendung von funktioneller Magnetresonanztomographie. ....	63
Abbildung 5. Instruktionen für die beiden Experimentalgruppen zu Teilaufgabe 1. ....	65
Abbildung 6. Aufbau des Kontrastes <i>Lüge &gt; Wahrheit</i> . ....	82
Abbildung 7. Aufbau des Kontrastes <i>KoM_relevant &gt; KoN_relevant</i> und des Kontrastes <i>KoN_irrelevant &gt; KoM_irrelevant</i> . ....	83
Abbildung 8. Reaktionszeiten der Komplizen- und der Kontroll-Gruppe bei aufrichtigen und unaufrichtigen Antworten. ....	89
Abbildung 9. Kontrast <i>Lüge &gt; Wahrheit</i> . ....	94
Abbildung 10. Kontrast <i>KoM_relevant &gt; KoN_relevant</i> . ....	97
Abbildung 11. Kontrast <i>KoN_irrelevant &gt; KoM_irrelevant</i> . ....	100
Abbildung 12. Regressionsanalyse zwischen dem Kontrast <i>Lüge &gt; Wahrheit</i> und dem MWT-B. ....	101

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Ergebnisse der vierstufigen Ratingskalen des Strategie- und Evaluationsfragebogens. ....	90
Tabelle 2. Interkorrelationstabelle nach Pearson (zweiseitig). ....	91
Tabelle 3. Ganzkopfanalyse auf Clusterlevel für den Kontrast <i>Lüge &gt; Wahrheit</i> . ....	93
Tabelle 4. ROI-Analyse für den Kontrast <i>Lüge &gt; Wahrheit</i> . ....	95
Tabelle 5. Ganzkopfanalyse auf Clusterlevel für den Kontrast <i>KoM_relevant &gt; KoN_relevant</i> . ....	96
Tabelle 6. ROI-Analyse für den Kontrast <i>KoM_relevant &gt; KoN_relevant</i> . ....	98
Tabelle 7. Ganzkopfanalyse auf Clusterlevel für den Kontrast <i>KoN_irrelevant &gt; KoM_irrelevant</i> . ....	99
Tabelle 8. Regressionsanalyse zwischen dem Kontrast <i>Lüge &gt; Wahrheit</i> und dem MWT-B. ....	101

## Abkürzungen

ACC	anteriorer cingulärer Cortex
APFC	anteriorer präfrontaler Cortex
BA	Brodmann-Areal
CIT	<i>Concealed Information Test</i>
CQT	<i>Comparison Question Test</i>
DLPFC	dorsolateraler präfrontaler Cortex
DoD	<i>differentiation of deception</i>
EPI	<i>echo planar imaging</i> (echoplanare Bildgebung)
EUR	Euro
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
FPI-R	Freiburger Persönlichkeitsinventar – Revidierte Fassung
FWE	<i>familywise error rate</i>
FWIT	Farbe-Wort-Interferenztest
FoV	<i>field of view</i>
HRF	<i>hemodynamic response function</i> (hämodynamische Antwortfunktion)
IQ	Intelligenzquotient
KoM	Komplizen-Gruppe
KoN	Kontroll-Gruppe
<i>M</i>	Mittelwert
mA	Milliampere
min	Minuten
MNI	Montreal Neurological Institute
MPFC	medialer präfrontaler Cortex

MRT	Magnetresonanztomographie
ms	Millisekunden
MWT-B	Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest
<i>n</i>	Stichprobengröße
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
ROCF	Rey-Osterrieth Complex Figure Test
ROI	<i>region of interest</i>
rTMS	repetitive transkranielle Magnetstimulation
s	Sekunden
<i>SD</i>	Standardabweichung
SMA	Supplementär-motorisches Areal
TA	<i>time of aquisition</i> (Akquisitionszeit)
tDCS	<i>transcranial direct current stimulation</i> (transkranielle Gleichstromstimulation)
TE	<i>echo time</i> (Echozeit)
TMS	transkranielle Magnetstimulation
TMT	Trail Making Test
TR	<i>repetition time</i> (Repetitionszeit)
VLMT	Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest
VLPFC	ventrolateraler präfrontaler Cortex

## 1 Zusammenfassung

Seit jeher ist es von großem menschlichen Interesse, Lügen bei anderen erkennen zu können. Im Laufe der Jahrhunderte wurden verschiedenste Methoden entwickelt, die die Detektion von Lügen ermöglichen sollten. Mit dem Aufkommen der bildgebenden Verfahren in jüngerer Zeit rückten diese in den Fokus des Forschungsinteresses. Aufgrund der technischen Erfordernisse sind sie bisher jedoch nur in Laborumgebungen einsetzbar. Ungeachtet der vielfältigen Vorteile von Laborstudien wird ihnen häufig eine gewisse Künstlichkeit vorgeworfen. Es wird kritisiert, dass die dort verwendeten Paradigmen und die daraus resultierenden Ergebnisse häufig nicht auf die Realität übertragbar seien. In der Tat erscheinen viele der bisher verwendeten Versuchsparadigmen im Bereich der Lügenforschung von einem realistischen Lügenverhalten weit entfernt zu sein, insbesondere wenn es um die Abbildung krimineller Kontexte geht. Mit der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen, sowohl den Erfordernissen einer Studie auf Basis funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) gerecht zu werden, als auch sich den Ansprüchen an ein realistischeres Lügenszenario anzunähern.

Untersucht wurden 32 Versuchsteilnehmer mittels fMRT. Die Probanden sahen zuvor einen Film, der einen Tankstellenüberfall aus der Ego-Perspektive zeigt. Eine Hälfte der Versuchsteilnehmer sollte sich vorstellen, sie befände sich selbst in der dargestellten Situation und sei Komplize der Täter. Die Versuchsteilnehmer sollten in einer anschließenden Befragung die Täter decken. Bei allen Aussagen, die für die Täter belastend sind (relevante Aussagen), sollten sie lügen, bei allen anderen (irrelevante Aussagen) sollten sie die Wahrheit sagen, um keinen unnötigen Verdacht zu erregen. Ihre Reaktionen wurden mit denen einer Kontroll-Gruppe verglichen. Damit die gemessenen Unterschiede zwischen den Gruppen nicht allein auf eine stärkere Beanspruchung kognitiver Ressourcen der Komplizen-Gruppe zurückzuführen sind, sollte die Kontroll-Gruppe ebenfalls zwischen relevanten und irrelevanten Aussagen unterscheiden, sich aber genau entgegengesetzt verhalten. Sie sollte bei den relevanten Aussagen die Wahrheit sagen und bei den irrelevanten lügen. Auf diese Weise wurde der *cognitive load* insgesamt über beide Gruppen gleich gehalten. Zusätzlich wurden alle

Versuchsteilnehmer bei jeder Aussage gefragt, wie sicher sie sich sind, die richtige Antwort zu kennen, um Raten kontrollieren zu können.

Lügen ging gegenüber aufrichtigen Aussagen u. a. mit stärkeren Aktivierungen im bilateralen dorsolateralen und ventrolateralen Cortex, im Gyrus frontalis superior (einschließlich lokaler medialer Maxima), im anterioren und mittleren Cingulum, im Nucleus caudatus und im inferiorparietalen Bereich einher. Zusätzlich zeigte eine Regressionsanalyse einen positiven Zusammenhang zwischen der Intelligenzausprägung der Teilnehmer und lügenassoziierter Aktivität im Bereich des rechten Putamens.

Die gemessenen lügenspezifischen Aktivierungen stehen größtenteils im Einklang mit dem Konsens der bisherigen Forschungsarbeiten zu den neuronalen Grundlagen des Lügens. Auch wenn sich das verwendete Versuchsparadigma in seiner Erlebensqualität sicherlich noch weit von realen kriminellen Ereignissen unterscheidet, wurde über das genutzte Studienmaterial der Versuch einer Annäherung an ein realistisches Szenario unternommen. Die Ergebnisse lassen die Hoffnung aufkeimen, dass viele der Resultate der bisherigen Forschung trotz der Künstlichkeit der meisten Studien sich durchaus auch auf realistischere Lügenszenarien übertragen lassen.

## **2 Einleitung**

Erfolgreiches Lügen als auch das Erkennen von Lügen bei anderen sind für die menschliche Kommunikation häufig von entscheidender Bedeutung. Durch geschicktes Lügen können z. B. Vorteile verschafft oder Bestrafungen vermieden werden. Andererseits kann das Entlarven von Lügern dabei helfen zu verhindern, selbst übervorteilt zu werden. Der aktuelle Stand der Literatur zeigt jedoch deutlich, dass es an zuverlässigen Methoden fehlt, Lügen zu detektieren. Mit dem Aufkommen der bildgebenden Verfahren ist das Erkennen von Lügen anhand des cerebralen Aktivierungsmusters in den Fokus gerückt. Allerdings befasst sich bisher nur eine überschaubare Anzahl von Studien mit Lügen in einem kriminellen Kontext. Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zu den Grundlagen der Lügenforschung in diesem spezifischen Feld leisten. Zuerst soll jedoch ein allgemeiner Überblick über den bisherigen Stand der Forschung gegeben werden, bevor auf die Fragestellung und Hypothesen dieser Arbeit näher eingegangen wird.

### **2.1 Theoretischer Hintergrund**

Im folgenden Abschnitt wird zunächst der Begriff des Lügens definiert. Anschließend werden mögliche Gründe für das Lügen und verschiedene Einflussfaktoren auf das Lügenverhalten diskutiert, wie z. B. Alter, Geschlecht, Persönlichkeit oder psychische Störungen, bevor danach genauer auf die zugrundeliegenden kognitiven Prozesse eingegangen wird. Im weiteren Verlauf werden verschiedene Ansätze der Lügendetektion vorgestellt (darunter auch die funktionelle Magnetresonanztomographie), um dann schließlich einen umfassenden Überblick über die Gehirnareale zu geben, bei denen eine Beteiligung am Lügenprozess vermutet wird.

#### **2.1.1 Definition von Lügen**

Bevor eine eingehende Auseinandersetzung mit dem Thema „Lügen“ erfolgen kann, bedarf es zuerst einer genauen Definition des Begriffs der Lüge. Laut Coleman und Kay (1981) müssen drei wesentliche Voraussetzungen dafür erfüllt sein:

- 1) die Falschheit der Aussage

2) die Überzeugung des Senders der Aussage, dass diese falsch ist

3) die Absicht, durch das Äußern der Aussage jemanden zu täuschen

Die Autoren fassen dementsprechend zusammen, dass eine prototypische Lüge charakterisiert ist durch Unwahrheit, die dem Sender bewusst ist und die dafür gedacht ist zu täuschen. In der von ihnen durchgeführten Studie zeigte sich, dass die 67 Probanden eine von 8 Geschichten umso eher als Lüge klassifizierten, umso mehr dieser drei Elemente vorhanden waren. Dabei ist zu erwähnen, dass in der Literatur die Begriffe „Lüge“ (*lie*) und „Täuschung“ (*deception*) nicht von allen Autoren unterschieden werden (Ekman, 1985, S. 26; Vrij, 2004). Masip, Garrido und Herrero (2004) schlagen für den Begriff „*deception*“ folgende Definition vor:

Deception is defined as the deliberate attempt, whether successful or not, to conceal, fabricate, and / or manipulate in any other way, factual and / or emotional information, by verbal and / or nonverbal means, in order to create or maintain in another or others a belief that the communicator himself or herself considers false. (S. 148)

Wird eine Falschaussage z. B. aufgrund von kognitiven Einschränkungen, die u. a. Bereiche wie Gedächtnis, Intelligenz, Suggestibilität, sprachliche Fähigkeiten oder Ablenkbarkeit betreffen können, getätigt, würde man nicht von einer Lüge sprechen (Buller & Burgoon, 1994, S. 192; Masip, Garrido & Herrero, 2004). Lügen findet vorsätzlich statt. Jemand der lügt, konnte sich entscheiden zu lügen oder aufrichtig zu sein und kennt den Unterschied zwischen beidem (Ekman, 1985, S. 26 f.). Ekman (1997, S. 94) ergänzt, dass es sich nur um eine Lüge handelt, wenn das Gegenüber nicht darüber informiert wird, dass man versucht, es in die Irre zu führen. Zaubertricks oder Poker-Spiele würde er demnach nicht dem Lügen zuordnen. Für ihn zählen auch Situationen, in denen die Höflichkeit das Lügen gebietet (z. B. bei der Frage, ob das Essen schmeckt) und in denen erwartet wird, dass Aussagen nicht ganz aufrichtig gemacht werden, nicht dazu. Es bestehen unterschiedliche Ansichten darüber, ob nur die Falschaussage eine Lüge darstellt. Laut Ekman (1985, S. 28) entspricht auch das Zurückhalten von Informationen einer Lüge, wenn eine solche Verheimlichung nicht erwartet wird.

In der Literatur finden sich diverse Ansätze, die verschiedenen Arten verbalen Lügens in Klassifikationssystemen zu organisieren (Gupta, Sakamoto & Ortony, 2012). Vielen davon liegt das *Cooperative Principle* von Grice (1975, S. 45) zugrunde. Dieses Prinzip postuliert, dass Gesprächspartner typischerweise, zumindest zu einem gewissen Grad, kooperativ miteinander interagieren und dabei Grices vier Maximen von *quality*, *quantity*, *relevance* und *manner* folgen (Grice, 1975, S. 45 ff.). Diese Vorstellung wurde von anderen Autoren aufgegriffen und weiterentwickelt. Hier ist z. B. McCornacks *Information Manipulation Theory* (McCornack, 1992; McCornack, Morrison, Paik, Wisner & Zhu, 2014) zu nennen. Diese geht davon aus, dass Individuen Informationen auf vier Dimensionen manipulieren: Quantität (*amount*), Wahrhaftigkeit (*veracity*), Klarheit (*clarity*) und Relevanz (*relevance*). Die Menge der gegebenen Informationen kann demnach variiert werden, Informationen können verzerrt oder in mehrdeutiger Weise vermittelt werden, oder es werden andere, irrelevante Informationen angeboten. Die *Interpersonal Deception Theory* (Burgoon, Buller, Guerrero, Afifi & Feldman, 1996) erweitert die Maxime von Grice um die Dimension der Personalisierung (*personalization*), womit die Beziehung zwischen Sender und dessen Nachricht gemeint ist. Je nach Wahl der Äußerung kann er sich mehr oder weniger von dem Inhalt der Nachricht distanzieren, z. B. durch Verwendung allgemeiner Floskeln wie „man sagt“.

Erwähnenswert ist auch die Taxonomie von Turner, Edgley und Olmstead (1975). Während Ekman (1985, S. 28) lediglich zwei Formen des Lügens unterscheidet, Verheimlichung („*to conceal*“) und Fälschung („*to falsify*“), lieferten Turner et al. (1975) bereits zuvor eine feinere Kategorisierung. Dabei werden die zwei grundsätzlichen Formen von Informationskontrolle, *distortion* und *concealment*, in weitere Unterformen unterteilt: Neben Lügen und Geheimnissen definieren die Autoren ausweichende Antworten (*diversionary responses*) sowie verschiedene Arten von Übertreibungen und Halbwahrheiten. Lügen stehen den Autoren zufolge im direkten Widerspruch zur Wahrheit, Typ-I-Übertreibungen enthalten hingegen einen wahren Kern, geben darüber hinaus jedoch noch weitere Informationen, die allerdings nicht der Wahrheit entsprechen. Dies wäre der Fall, wenn jemand bei einem Vorstellungsgespräch nicht nur seine tatsächlichen positiven Eigenschaften nennt, sondern diese durch weitere

Qualitäten ausschmückt, die er eigentlich nicht besitzt. Bei Typ-II-Übertreibungen wird stattdessen bereits der wahre Kern so modifiziert, dass der Sinn zwar nicht völlig verändert, aber jedoch verfälscht wird, so könnten zum Beispiel Grundkenntnisse in einer Fremdsprache in der Bewerbung als fließend angegeben werden. Auch bei den Halbwahrheiten differenzieren Turner et al. (1975) zwischen zwei Subtypen. Typ I gibt korrekte Informationen weiter, hält aber einen Teil der Wahrheit zurück, der für ein vollständiges Verständnis des Sachverhalts vonnöten wäre. „Ich habe keine Zeit, ins Kino zu gehen“, statt „Ich habe weder Zeit, noch Lust, ins Kino zu gehen“, entspräche einer Halbwahrheit des Typs I. Bei Typ II steht weniger die Auslassung von wahren Informationen im Vordergrund, als dass auch hier verbale Modifikatoren die korrekte Aussage verzerren. „Ich glaube, diese Art von Film reizt mich heute nicht so sehr“ entspräche einer Halbwahrheit des Typs II im Vergleich zu der eigentlichen, wahren Aussage „Ich weiß ganz sicher, dass ich diese Art von Film grundsätzlich nicht leiden kann“. Zwar dienen auch diese Strategien in gewisser Weise der Wahrung von Geheimnissen, Turner et al. (1975) verstehen unter dem Punkt „Geheimnisse“ aber tatsächlich das Unterlassen einer Aussage jedweder Form. Dieses Vorgehen kann möglicherweise auf den Gesprächspartner irritierend wirken, wenn eine Antwort erwartet wird. Die letzte Kategorie bilden „ablenkende Aussagen“. Ablenkende Aussagen müssen nicht zwingend im Widerspruch zu der eigentlichen Wahrheit stehen, sie dienen viel mehr dazu, auszuweichen und das Gesprächsthema in eine andere Richtung zu lenken. „Das Wetter ist viel zu schön, um ins Kino zu gehen. Ich liebe es, jetzt abends noch lange draußen zu sitzen“, anstelle von „Der Film, den ihr euch ansehen wollt, interessiert mich nicht“, stellt ein Beispiel für solch eine Ablenkung dar. Die eigentliche Information kann dabei zurückgehalten werden, ohne eine direkte Falschaussage machen zu müssen. Dieses Vorgehen kann den Vorteil bieten, dass bei einer Entlarfung womöglich weniger starke Konsequenzen zu befürchten sind als beispielsweise bei einer Lüge.

Hopper und Bell (1984) unternahmen einen weiteren Versuch, die unterschiedlichen Formen des Lügens zu klassifizieren. Sie unterscheiden zwischen *fictions* (z. B. Übertreibungen, Mythen, Ironie), *playings* (z. B. Witze, necken), *lies* (z. B. die Unwahrheit

sagen), *crimes* (z. B. Verschwörungen, Fälschungen), *masks* (z. B. Ausflüchte, Verheimlichung) und *unlies* (z. B. Verzerrungen, falsche Schlussfolgerungen). Eine Herangehensweise, die v. a. die Intention des Senders in den Fokus setzt, stellt die Arbeit von Vincent und Castelfranchi (1981) dar, die sich mit „*indirect lying*“ bzw. „*lying while telling the truth*“ befasst. Ihre Taxonomie unterscheidet acht verschiedene Arten, trotz Äußerung einer Wahrheit im Gegenüber eine falsche Vorstellung zu kreieren. Hierunter fallen z. B. Andeutungen und Mehrdeutigkeiten oder vorzugeben, man mache einen Witz. Vorzugeben zu lügen, obwohl man die Wahrheit äußert, stellt einen besonderen Fall dar. Anstatt wie in den anderen Fällen zu verbergen, dass der Sender gegen eines der Maxime von Grice (1975, S. 45 ff.) verstößt, hofft dieser beim Vorgeben zu lügen, dass der Empfänger glauben möge, er verstoße gegen eines der Maxime, obwohl dies nicht der Fall ist (Gupta et al., 2012).

Gupta, Sakamoto und Ortony (2012) definieren vier Ziele, die Sender beim Manipulieren der Vorstellung des Empfängers zu erreichen versuchen: 1) den Empfänger dazu zu bringen, etwas zu glauben, das der Sender selbst für falsch hält (*to acquire*), 2) den Empfänger etwas weiterhin glauben zu lassen, das der Sender selbst für falsch hält (*to continue*), 3) den Empfänger dazu zu bringen, dass er aufhört, etwas zu glauben, das der Sender selbst für wahr hält (*to cease*), und 4) zu verhindern, dass der Empfänger etwas glauben wird, das der Sender selbst für wahr hält (*to prevent*). Dabei kann Lügen verbal oder auch nonverbal erfolgen, z. B. über den Einsatz bestimmter Gesten, Bewegungen, fazieller Gefühlsausdrücke oder auch das Unterdrücken derselben (Masip et al., 2004). Ekman und Friesen (1969) sehen auch in der Selbsttäuschung eine Form der Täuschung, anders als Buller und Burgoon (1994, S. 192). Diese fassen die Selbsttäuschung nicht unter den Lügenbegriff, da sie nicht kommunikativer Art ist.

### **2.1.2 Gründe für Unaufrichtigkeit**

Im Folgenden werden verschiedene Erklärungsmodelle zu den Ursachen von Lügen diskutiert. Sip, Roepstorff, McGregor und Frith (2008) gehen davon aus, dass die Entscheidung zu lügen von verschiedenen kognitiven Prozessen abhängt, die in wechselseitiger Beziehung zueinander stehen. Dazu zählen *information*, *impression*, *risk* und *reputation management*. Während *information management* v. a. verlangt, die

gegebenen Fehlinformationen zu erinnern und die Sichtweise des Gesprächspartners zu mentalisieren, muss beim *impression management* der Eindruck nach außen erweckt und erhalten werden, vertrauenswürdig zu sein. Dies kann zu Beginn bedeuten, erst einmal kooperieren zu müssen, bevor ein erfolgreiches Täuschungsmanöver versucht werden kann, und kann daher initial mit entsprechendem Aufwand einhergehen. Über *risk management* soll eine Abschätzung erfolgen, mit welchen Konsequenzen das Lügen einhergeht, ob der mögliche Gewinn die möglichen Kosten überwiegt, wie hoch die Wahrscheinlichkeit einer Entlarvung ist und ob sich das Lügen demnach in einem speziellen Fall lohnt. Das *reputation management* dient der Rechtfertigung des Lügens gegenüber einem selbst oder gegenüber anderen Eingeweihten und soll die Überzeugung entstehen lassen, dass die Lüge notwendig bzw. gerechtfertigt war, z. B. um ein höheres Ziel zu erreichen.

Turner et al. (1975) ließen 130 Probanden ihre Alltagsgespräche protokollieren. Auf die Frage, warum sie in den Gesprächen manchmal nicht vollständig aufrichtig waren, gaben die Probanden verschiedene Gründe an, die die Autoren fünf Kategorien zuordneten. Die erste Kategorie umfasst die Wahrung des Gesichts, entweder des eigenen, das des Gesprächspartners oder das einer dritten Person. An anderen Stellen diente die Informationskontrolle hingegen dazu, die Beziehung zu modulieren. Dabei können die Beziehungspflege und der Aufbau von Nähe das Ziel sein oder aber auch die Herstellung von Distanz zum Gesprächspartner. Andere Aussagen werden getätigt, um das Gegenüber auszunutzen und sein Verhalten zu manipulieren und dadurch eigene Ziele zu verfolgen. Hin und wieder werden jedoch auch Informationen zurückgehalten, um zu verhindern, dass andere diese für ihre Zwecke benutzen. Häufig steht aber auch die Vermeidung von Konflikten im Vordergrund. Gründe der letzten Kategorie, die die Autoren als *situation control* bezeichnen, beziehen sich auf die Beeinflussung des Treffens, es aufrechtzuerhalten oder zu beenden oder es zu lenken. Die einzelnen Kategorien, so räumen die Autoren ein, lassen sich jedoch nicht immer klar voneinander trennen. Metts (1989) fasst die Gründe für das Lügen in vier Kategorien zusammen:

- 1) Partner-fokussierte Gründe (z. B. die Gesichtswahrung einer anderen Person),
- 2) Erzähler-fokussierte Gründe (sich selbst zu schützen, z. B. die eigenen Ressourcen oder

die eigene Selbstachtung), 3) zum Schutz einer Beziehung (z. B. vor Konflikten) und 4) Thema-fokussierte Gründe, womit Lügen gemeint sind, die eher durch die Privatheit oder die Trivialität der Information motiviert sind als durch die Befürchtungen bezüglich des Effekts, die diese Information auf den Partner oder die Beziehung haben könnte. Dabei scheint nicht nur die Häufigkeit verschiedener Arten des Lügens (z. B. Verheimlichung oder Tätigen einer Falschaussage) von der jeweiligen Beziehung abzuhängen, sondern auch die Gründe für das Lügen.

Die moralische Bewertung von Lügen spielt ebenfalls eine große Rolle. Während sie in vielen Fällen als unmoralisch oder sogar strafbar gelten, z. B. bei Plagiarismus, Krankheitssimulation oder einem Meineid vor Gericht, gibt es auch Situationen, in denen sie sozial akzeptiert oder sogar erwünscht sind. Beispiele solcher Lügen und Täuschungen sind altruistische Lügen (Buller & Burgoon, 1994; Ekman, 1985, S. 23; Yin, Hu, Dynowski, Li & Weber, 2017), die jemanden z. B. vor verletzenden Wahrheiten schützen können, Pokerspiele oder Zaubertricks.

Ekman (1997, S. 98) extrahierte aus den von ihm gesammelten Daten an Erwachsenen und Kindern neun verschiedene Motive für Lügen: 1) verhindern, bestraft zu werden, 2) erhalten einer Belohnung, die auf anderem Wege nicht leicht zu bekommen ist, 3) Schutz einer anderen Person vor Strafe, 4) Schutz der eigenen Person vor einer physischen Bedrohung, 5) die Bewunderung anderer erhalten, 6) das Verlassen einer unangenehmen sozialen Situation zu ermöglichen, 7) vermeiden von Peinlichkeit, 8) Schutz der Privatsphäre ohne angeben zu müssen, dass Informationen geheim gehalten werden und 9) Ausübung von Macht über andere durch die Kontrolle der Informationen, die jemand hat. Ekman unterscheidet zwischen einer Bestrafung und einer physischen Bedrohung, da letzterer nicht unbedingt ein Fehlverhalten des Bedrohten vorausgehen muss.

In einer Studie von Metts (1989) mit 357 Probanden wurde als häufigster Grund für das Lügen in Paarbeziehungen angegeben, eine Verletzung des Partners / der Partnerin zu vermeiden. Auch die Art der Beziehung und deren wahrgenommene Qualität scheint einen Einfluss auf die Gründe für das Lügen zu haben. Lügen, die anderen helfen oder sie

schützen sollen, werden als „weiße Lügen“ (*white lies*) bezeichnet. Erat und Gneezy (2011) unterteilen diese in *altruistic white lies*, die anderen auf Kosten des Lügenden helfen, und *Pareto white lies*, die sowohl anderen als auch dem Lügner zugutekommen. Weiße Lügen werden z. B. erzählt, um Grundbedürfnisse zu befriedigen, um Zugehörigkeitsprozesse zu steuern oder die Selbstachtung zu schützen (Camden, Motley & Wilson, 1984). In der Literatur findet sich außerdem der Begriff der *blue lies*. Diese verfolgen den Zweck, einer Gruppe von Menschen, der man selbst angehört, einen Vorteil verschaffen (Fu, Evans, Wang & Lee, 2008). Es wird diskutiert, dass womöglich ebenso häufig Lügen aus prosozialen Gründen oder Bindungsmotiven getätigt werden wie für antisoziale Zwecke (Oesch, 2016).

Lügen kann mit gewissen Kosten verbunden sein, z. B. dem Risiko einer Entdeckung mit ihren Konsequenzen oder Schuldgefühlen. Es ist anzunehmen, dass Schuldgefühle wegen des Lügens umso größer sind, wenn a) das Opfer der Lüge nicht getäuscht werden will, b) die Lüge völlig eigennützig ist und das Opfer der Lüge daraus keinen Nutzen zieht, sondern mindestens so viel verliert wie der Lügner gewinnt, c) eine Täuschung in dieser Situation nicht erlaubt ist, sondern Aufrichtigkeit verlangt wird, d) der Täuscher im Lügen nicht geübt ist, e) der Lügner und der Belogene die gleichen sozialen Werte teilen (z. B. den gleichen kulturellen Hintergrund haben oder demselben Freundeskreis angehören), f) der Lügner und der Belogene miteinander bekannt oder sogar befreundet sind, g) dem Opfer nicht einfach Gemeinheit oder Leichtgläubigkeit vorgeworfen werden kann, h) es keinen Grund für das Opfer gibt anzunehmen, dass es getäuscht wird, der Täuscher womöglich sogar versucht hat, beim Opfer die Zuversicht in seine Vertrauenswürdigkeit zu erhöhen und i) der Lügner kein Psychopath ist (Ekman, 1985, S. 64 ff.). Ob jemand, der lügt, deswegen Schuld empfindet, hängt auch noch von anderen Umständen ab (Vrij, Granhag & Mann, 2010). Ein Lügner wird sich wahrscheinlich nicht schuldig fühlen, wenn er die Lüge für moralisch gerechtfertigt hält. Ebenso ist zu erwarten, dass das Maß an empfundener Angst beim Lügen umso höher ist, je höher der zu erwartende Gewinn bzw. je verheerender die Konsequenzen einer Entdeckung für den Lügner sind. Ob jemand zu Lügen greift, kann auch damit zusammenhängen, ob er sich selbst für einen

guten Lügner hält. Die häufige Erfahrung, mit Lügen Erfolg zu haben, kann ebenfalls zu einer Reduktion der empfundenen Angst beitragen.

In der Literatur finden sich Hinweise darauf, dass Probanden möglicherweise eher gewillt sind, gegen die moralische Norm, aufrichtig zu sein, zu verstoßen, wenn sie finanzielle Verluste erlitten haben (Panasiti, Pavone, Merla & Aglioti, 2011; Sharma, Mazar, Alter & Ariely, 2014; Sun et al., 2017). In einigen Studien spielten die Probanden ein interaktives Spiel, bei dem sie die Gelegenheit hatten, durch Lügen ihre Gewinne zu verbessern. Die Probanden betrogen nicht durchgehend, vielmehr war die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass sie lügen, nachdem sie Geld verloren hatten. Der drohende Verlust der eigenen Reputation (z. B. bei der Gefahr, beim Lügen erwischt zu werden) scheint hingegen aufrichtiges Verhalten zu fördern (Panasiti et al., 2011).

Häufiges Lügen aus selbstsüchtigen Motiven senkt möglicherweise die Schwelle für zukünftige größere Lügen. In einer Studie sollten Probanden einem Gegenspieler einen Rat erteilen, wie viel Geld sich in einem Glas befindet, dessen genauer Inhalt dem Gegenspieler unbekannt ist. Garrett, Lazarro und Sharot (2016) zeigten, dass wenn Lügen belohnt wurde, sich das Ausmaß der einzelnen Lügen (hier in Form von absichtlich erhöhten Überschätzungen des Glasinhaltes) durch wiederholtes Lügen über die Zeit allmählich steigerte. Dies traf aber nur zu, wenn der Proband von der Lüge profitierte. Profitierte nur der Gegenspieler (ohne Konsequenz für den Probanden), wurde dieser Anstieg des Lügenverhaltens nicht beobachtet. Durch Anwendung von funktioneller Magnetresonanztomographie wurde außerdem bei wiederholtem Lügen eine Abnahme der Amygdala-Aktivität gemessen, die die Autoren als Adaptationsprozess interpretieren. Das Ausmaß der reduzierten Amygdala-Sensitivität gegenüber Unaufrichtigkeit bei einer Entscheidung zu lügen im Verhältnis zu der vorangegangenen Entscheidung war darüber hinaus geeignet, das Ausmaß der Lügeneskulation bei der nächsten Entscheidung vorherzusagen. Die Autoren gehen von einem biologischen Mechanismus aus, der einen Dammbrech-Effekt (*slippery slope*) fördert: Was als kleiner Akt unaufrichtigen Verhaltens beginnt, könne sich zu größeren Überschreitungen steigern.

Während die meisten Studien auf diesem Gebiet den Gründen dafür nachgehen, warum Menschen lügen, lohnt es sich zum Abschluss dieses Unterkapitels auch einmal die Frage zu stellen, weshalb sie sonst aufrichtig sind. In ihrem Review-Artikel gehen Jacobsen, Fosgaard und Pascual-Ezama (2018) darauf ein, dass moralische Überzeugungen durchaus unser Verhalten beeinflussen. Personen erlauben sich jedoch möglicherweise Abweichungen von diesem Ideal, solange persönliche moralische Standards nicht zu weit unterschritten werden bzw. das deviante Verhalten durch gute Taten ausgeglichen oder anderweitig gerechtfertigt werden kann und die Integrität des eigenen Selbstbildes nicht gefährdet ist. Dies steht im Einklang damit, dass selbst in Situationen, in denen keine Gefahr der Aufdeckung des Lügens droht, Personen ihren Gewinn häufig dennoch nicht durch Lügen maximieren.

Der „Will“-Hypothese zufolge resultiert Aufrichtigkeit aus einem aktiven Widerstehen einer Versuchung, ähnlich den kontrollierenden kognitiven Prozessen bei Belohnungsaufschub (Greene & Paxton, 2009). Hingegen geht die „Grace“-Hypothese von einer Abwesenheit empfundener Verlockung aus. Forschungsergebnisse stützen das Vorhandensein interindividueller Unterschiede in der Reagibilität auf Belohnungsreize (Abe & Greene, 2014; Greene & Paxton, 2009) und legen einen Einfluss auf das Lügenverhalten nahe. Es wurde tatsächlich ein Zusammenhang zwischen dem Lügenverhalten und der neuronalen Aktivität in der anterioren Insula gefunden, je höher die Baseline-Aktivierung hier ausfällt, desto geringer scheint die Neigung des Individuums zu sein zu lügen (Baumgartner, Gianotti & Knoch, 2013).

### **2.1.3 Unterschiede im Lügenverhalten**

Im Folgenden werden interindividuelle Unterschiede im Lügenverhalten betrachtet. Nach einem kurzen Exkurs zur Entwicklung der Lügenfähigkeiten im Kindesalter werden verschiedene Einflussfaktoren auf das Lügenverhalten diskutiert.

#### ***2.1.3.1 Entwicklung des Lügens über die Lebensspanne***

Lügen tritt bei Kindern in der Regel erstmals im frühen Vorschulalter auf und gehört zur normalen kindlichen Entwicklung (Talwar & Crossman, 2011). Dabei spielen sowohl kognitive als auch soziale und kulturelle Einflüsse eine Rolle. Erfolgreiches Lügen hängt

mit der Entwicklung von exekutiven Funktionen, z. B. Inhibition, Arbeitsgedächtnis und Planen, sowie der Entstehung einer *Theory of Mind* zusammen (Talwar, Crossman & Wyman, 2017). Erziehungsstile (Jensen, Arnett, Feldman & Cauffman, 2004) und kulturelle Normen (Fu, Xu, Cameron, Heyman & Lee, 2007) scheinen ebenfalls mit der Häufigkeit und Art des Lügens (z. B. antisoziale versus prosoziale Lügen) in Zusammenhang zu stehen.

Adenzato und Ardito (1999) vertreten die Ansicht, dass Lügenverhalten von zwei Prozessen gestützt wird, die sich in Reaktion auf Probleme beim Zusammenleben in Gruppen entwickelt haben: *Theory of Mind* und deontisches Schlussfolgern. *Theory of Mind* bedeutet zu verstehen, dass Menschen verschiedene mentale Zustände einnehmen können, die sich als Überzeugungen, Wünsche, Intentionen und andere Gedanken formieren. Dieses Verständnis ermöglicht es auch, das eigene und das Verhalten anderer zu erklären und vorherzusagen (Kalbe et al., 2007; Premack & Woodruff, 1978). Spätestens im Alter von etwa vier Jahren beginnen Kinder zu verstehen, dass jemand anderes etwas für wahr halten kann, von dem sie jedoch wissen, dass es falsch ist, und sie lernen ebenfalls zu schlussfolgern, zu welchen falschen Überzeugungen jemand kommen kann und wie diese sein Verhalten beeinflussen werden (Wimmer & Perner, 1983). Vermutlich beginnen Kinder sogar bereits im Alter von 3 Jahren oder jünger, ein derartiges Verständnis zu entwickeln (Cadinu & Kiesner, 2000). Eine Vorstellung des mentalen Zustandes eines Gegenübers ermöglicht eine gezielte Manipulation dieser Vorstellungen, z. B. zum Zweck der Täuschung. Allerdings zeigen Studien, dass die Fähigkeit zu lügen parallel zu der Entwicklung der exekutiven Funktionen, insbesondere der Inhibitionsfähigkeit, reift und daher nicht nur vom Erwerb einer Vorstellung mentaler Vorgänge abzuhängen scheint (Gombos, 2006).

Deontisches Schlussfolgern bedeutet ein Verständnis dessen, was verboten, geboten oder erlaubt ist (Adenzato & Ardito, 1999). Um erfolgreich täuschen zu können, ist es nützlich zu wissen, wie es um die Beziehungen eines Individuums zu anderen Individuen steht, was andere von ihm erwarten und was es von ihnen erwarten kann, wozu es verpflichtet ist und wo es frei handeln kann. Nur im Bewusstsein dieser Regeln können diese absichtlich gebrochen werden, und diese Übertretung kann ggfs. durch Täuschung

verdeckt werden. Lügen findet in einem sozialen Kontext statt. Intentionale Komponenten (oben erwähnte Vorstellungen der eigenen Wünsche und Vorstellungen sowie die der anderen) beeinflussen den Lügenprozess ebenso wie Konventionen in Form von sozialen Regeln (Lee, 2013). Sowohl die Fähigkeit, innere Zustände anderer zu mentalisieren, als auch das Verständnis sozialer Normen entwickeln sich im Lauf der Kindheit. Kinder beginnen etwa im Alter von zwei oder drei Jahren absichtlich falsche Aussagen zu machen (Talwar & Lee, 2008). Ob diese dabei jedoch die Kriterien einer Lüge erfüllen, also die Absicht beinhalten, in einer anderen Person eine falsche Vorstellung zu erzeugen, ist nicht ganz klar. Möglicherweise stellen diese Aussagen zum Teil spielerisches Verhalten dar, zeugen von Wunschdenken oder sind unbewusste Strategien (Newton, Reddy & Bull, 2000; Wilson, Smith & Ross, 2003). Sie treten aber häufig in Verbindung mit Regelübertretungen auf und sollen Bestrafung verhindern.

Die Fertigkeit, überzeugend zu lügen, verbessert sich mit zunehmendem Alter des Kindes. Etwa ab einem Alter von 3 Jahren zeigen Kinder ein rudimentäres konzeptuelles und moralisches Verständnis von Lügen (Talwar & Lee, 2008). Vorschüler bewerten z. B. auch weiße Lügen als negativ, wenn auch nicht so negativ wie böswillige Lügen (Lee, 2013). Ihre Einstellung zu weißen Lügen verändert sich in der Regel bis zur Adoleszenz hin zu einer positiven Einschätzung. Eine Studie mit Kindern im Alter von 6 bis 12 Jahren zeigte, dass jüngere Kinder wahre, aber verletzende Aussagen als moralisch höher einstufen als ältere Kinder (Talwar, Williams, Renaud, Arruda & Saykaly, 2016). Ältere Kinder bewerteten Lügen, die einem anderen helfen sollen, als moralisch besser als Lügen, die dem Selbstschutz dienen. Dies führt wahrscheinlich zu einer Zunahme prosozialen Lügens mit zunehmendem Kindesalter (Lavoie, Yachison, Crossman & Talwar, 2017).

Das Lügenverhalten von Kindern hängt auch von Kontextfaktoren ab. In einer Untersuchung an achtjährigen Kindern neigten die meisten Kinder zum Lügen, wenn die Wahrscheinlichkeit, dabei ertappt zu werden, gering war (Thijssen et al., 2017). War eine Entdeckung wahrscheinlich, logen die meisten der untersuchten Kinder nicht. Die Kinder, die es dennoch taten, ließen sich anhand von Geschlecht, jüngerem Alter, geringerem IQ, geringerer Fähigkeit zur Selbstregulation (im englischen Sprachraum *effortful control*)

und geringerem Bildungsgrad der Mütter unterscheiden. Kinder, die in Situationen mit geringem Entdeckungsrisiko logen, waren häufiger Mädchen und kamen aus Familien mit höherem Einkommen. Verglichen mit den anderen Kindern zeigten Hoch-Risiko-Lügner eine verringerte Aktivierung im bilateralen anterioren cingulären Cortex (ACC) und rechten Frontalpol in Situationen mit geringem Risiko, was die Autoren als verringerte Einbindung von Konfliktüberwachung und Fehlererkennung in Situationen, die Gelegenheit zur Täuschung bieten, interpretieren. In Hoch-Risiko-Situationen reagierten diese Kinder hingegen mit einer Erhöhung der Aktivität im bilateralen ACC und rechten Gyrus paracingularis im Vergleich zu Situationen mit geringem Entdeckungsrisiko. Die Autoren vermuten, dass Hoch-Risiko-Lügner möglicherweise erst bei einem höheren Risiko den ACC genauso involvieren wie ehrliche und bei geringem Risiko lügende Kinder. Interessanterweise scheinen Kinder beim Lügen teilweise auf ähnliche Strategien zurückzugreifen wie Erwachsene, z. B. ruhig zu bleiben oder echte Erlebnisse von sich oder anderen einzubauen, statt sich welche auszudenken (Strömwall, Granhag & Landström, 2007). Auch die Lebensverhältnisse scheinen einen Einfluss auf das Lügenverhalten von Kindern zu haben. In einer Studie, in der Kinder aufgefordert waren, in Abwesenheit des Versuchsleiters nicht nach einem bestimmten Spielzeug zu schauen, waren Geschwisterkinder geneigter, sich dieser Anordnung zu widersetzen als Einzelkinder, was die Autoren als „*cheating*“ klassifizierten (O'Connor & Evans, 2018). Geschwisterkinder mit einem größeren Altersunterschied logen diesbezüglich anschließend häufiger als Geschwisterkinder mit geringerem Altersabstand zueinander. Die Aufrichtigkeit konnte, zumindest bei älteren Kindern, durch eine Übung zur Steigerung des Ich-Bewusstseins (*self-awareness*) gesteigert werden, davon ausgehend dass ein stärkeres Ich-Bewusstsein das Einhalten sozialer und moralischer Normen erhöht (Bender, O'Connor & Evans, 2018). Die Kinder waren dafür angewiesen, sich selbst im Spiegel zu betrachten. Dies führte zu mehr aufrichtigem Verhalten als z. B. das Geben eines Versprechens.

Die Frage nach der Entwicklung des Lügens über die gesamte Lebensspanne wurde bisher kaum erforscht. Im Rahmen einer Studie, bei der 1005 Museumsbesucher im Alter von 6 bis 77 Jahren untersucht wurden, zeigte sich, dass die Adoleszenten häufiger logen

als die Kinder und die älteren Erwachsenen (Debey, De Schryver, Logan, Suchotzki & Verschuere, 2015). Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass die Daten durch Selbstauskünfte erhoben wurden. Altersabhängige Verzerrungstendenzen in den Antworten können daher nicht ausgeschlossen werden. Die Autoren fanden durch Anwendung einer niederländischen Version des Sheffield-Lie-Tests<sup>1</sup> ebenfalls einen umgekehrt U-förmigen, altersabhängigen Verlauf bezüglich der Fähigkeit zu lügen. Diese wurde gemessen anhand der Genauigkeit und Schnelligkeit der gegebenen Antworten. Allerdings muss betont werden, dass erfolgreiches Lügen im Alltag mehr erfordert, z. B. überzeugend zu lügen, sodass durch das oben beschriebene Studiendesign sicherlich nur Teilaspekte der Lügenfähigkeit untersucht werden können. In einem Experiment von Fosgaard (2020) an 18- bis 70-jährigen Probanden zeigte sich ebenfalls, dass die älteren Versuchsteilnehmer im Rahmen eines Würfelspiels weniger zum Täuschen neigten als die jüngeren Probanden. Es bedarf jedoch weiterer Studien auf diesem Gebiet.

### ***2.1.3.2 Weitere Einflussfaktoren auf das Lügenverhalten***

Neben entwicklungsbedingten Einflüssen auf das Lügenverhalten scheinen weitere Faktoren die Häufigkeit und die Art des Lügens zu modulieren. So finden sich in der Literatur beispielsweise Hinweise auf Zusammenhänge zwischen Lügen und dem Geschlecht, wobei Jungen unmoralische Verhaltensweisen, wie z. B. Diebstahl, körperliche Auseinandersetzungen und Lügen, eher zu akzeptieren scheinen als gleichaltrige Mädchen (Keltikangas-Järvinen & Lindeman, 1997). In einer Studie an 2594 11-, 14- und 17-jährigen Schulkindern zeigte sich bei den 14-Jährigen die Akzeptanz unmoralischer Handlungen am stärksten ausgeprägt. In einer Studie von Jensen, Arnett, Feldman und Cauffman (2004) berichteten Männer in der Adoleszenz und im frühen Erwachsenenalter außerdem häufiger, gegenüber ihren Eltern zu lügen, als gleichaltrige Frauen. Im Vergleich zu Männern scheinen Frauen weniger geneigt zu sein zu lügen, wenn es für den Gesprächspartner nachteilig ist (Erat & Gneezy, 2011; Friesen & Gangadharan, 2012). Anders verhält es sich allerdings bei altruistischen Lügen: Frauen

---

<sup>1</sup> Der Sheffield-Lie-Test erfordert die Beantwortung von Ja-Nein-Fragen auf Zeit. Der Proband wird für gewöhnlich instruiert, bei welchen Fragen er lügen und bei welchen er die Wahrheit sagen soll. Im Idealfall beantworten die Probanden jede Frage des Fragensatzes einmal wahrheitsgemäß und einmal unaufrichtig. Dies erlaubt eine bessere Vergleichbarkeit, da die Stimuli über die Wahrheit- und Lügenbedingung konstant gehalten werden (Debey, De Schryver, Logan, Suchotzki & Verschuere, 2015; Spence et al., 2001).

scheinen eher als Männer bereit dazu zu sein zu lügen, wenn es jemand anderem nützt. Männer neigen hingegen mehr dazu, *Pareto white lies* zu erzählen als Frauen. Erat und Gneezy (2011) gehen in Anbetracht dieser Ergebnisse von einer Interaktion zwischen der Aversion zu lügen und sozialen Präferenzen aus. Sie vermuten, dass Lügen für Frauen mit höheren Kosten einhergeht, sie jedoch gleichzeitig sensibler auf die *payoffs* anderer reagieren. Dass Unterschiede zwischen Männern und Frauen im Hinblick auf die Verarbeitung emotionaler Inhalte bestehen, spiegeln auch Untersuchungen auf neuronaler Ebene wider (Schulte-Ruether, Markowitsch, Shah, Fink & Piefke, 2008).

Die Kultur, in der ein Individuum lebt, scheint ebenfalls einen Einfluss auf das Lügenverhalten auszuüben (Jacobsen et al., 2018). In einer Untersuchung fanden sich kulturelle Unterschiede im Lügen z. B. dahingehend, welche Arten von Pronomen häufiger bzw. seltener benutzt werden (erste Person versus dritte Person) oder wie viele perzeptuelle oder soziale Details berichtet werden (Taylor, Lerner, Conchie & Menacere, 2017). Die Probanden stammten aus Afrika, dem südasiatischen Raum, England oder aus anderen europäischen Ländern und lebten zum Zeitpunkt der Studie in England. Eine andere Forschergruppe fand Unterschiede in der Anzahl berichteter peripherer Details zwischen britischen und in Israel lebenden arabischen Interviewten (Leal et al., 2019). Darüber hinaus wird diskutiert, ob Zusammenhänge zwischen der Aufrichtigkeit der Institutionen eines Landes (z. B. in Hinsicht auf Korruption, Steuerhinterziehung, Nepotismus oder Unterschlagung) und der Aufrichtigkeit seiner Individuen bestehen (Gächter & Schulz, 2016; Pascual-Ezama et al., 2015). Die Ergebnisse diesbezüglich sind bisher jedoch heterogen.

Auch Persönlichkeitsfaktoren werden mit der Art und Häufigkeit von Lügen in Verbindung gebracht (Semrad, Scott-Parker & Nagel, 2019). In einer Studie von Kashy und DePaulo (1996) neigten Personen, die angaben, häufiger zu lügen, eher zu manipulativem Verhalten, maßen der Selbstdarstellung höhere Wichtigkeit bei und waren geselliger. Personen, die berichteten, seltener zu lügen, waren stärker sozialisiert und hatten mehr qualitativ hochwertige gleichgeschlechtliche Beziehungen. Probanden mit stärker manipulierenden Verhaltensweisen, weniger sozialen Kontakten und weniger befriedigenden gleichgeschlechtlichen Beziehungen logen häufiger aus eigennützigem

Motiven, während die Probanden mit höherwertigen gleichgeschlechtlichen Beziehungen öfter aus prosozialen Gründen logen. Darüber hinaus modulieren kognitive Fähigkeiten, wie z. B. Intelligenz, im Zusammenspiel mit Persönlichkeitsfaktoren die Häufigkeit des Lügens (Sarzynska et al., 2017). So scheinen beispielsweise intelligente extravertierte Personen im Durchschnitt zu häufigerem Lügen zu neigen. In der Literatur finden sich unterschiedliche Ergebnisse, es gibt jedoch Hinweise darauf, dass Personen mit einer machiavellistischen Grundhaltung überzeugender lügen können als Personen, die diese Persönlichkeitszüge nicht aufweisen (Geis & Moon, 1981; O’Hair, Cody & McLaughlin, 1981). Soziale Ängstlichkeit scheint sich hingegen eher negativ auf den Lügenerfolg auszuwirken (Riggio, Tucker & Throckmorton, 1987). Unterschiedliche Persönlichkeitsausprägungen scheinen dabei die kognitive Verarbeitung während des Lügens zu modulieren. Einer Studie von Leue, Lange und Beauducel (2012) zufolge finden sich auf neuronaler Ebene interindividuelle Unterschiede beim Lügen in Abhängigkeit von Persönlichkeitseigenschaften wie Sensitivität für Ungerechtigkeit und aversive Motivation im Sinne einer leichteren Aktivierbarkeit des *behavioral inhibition system (Trait-BIS)* (vgl. Carver & White, 1994). Die Autoren schlussfolgern, dass Probanden, die in beiden Persönlichkeitseigenschaften hohe Ausprägungen aufweisen, weniger kognitive Kontrolle in Zielreize investieren, bezüglich derer gelogen werden soll. Auch ein Einfluss auf die Salienz der Stimuli wird von den Autoren angenommen.

Als mögliche Einflussfaktoren auf das Lügenverhalten kommen auch psychische Störungen in Frage. Psychopathie geht z. B. mit einer Störung des emotionalen Empfindens und häufig auch mit vermehrtem Lügen einher (Hare, 2006; Rosenberger et al., 2019). Individuen die davon betroffen sind, empfinden dabei tendenziell weniger Schuld oder Reue. Lügen ist kennzeichnend für einige psychische Störungen bzw. tritt unter diesen gehäuft auf, z. B. im Rahmen einer dissozialen Persönlichkeitsstörung (ICD-10: F60.2) (Dilling & Freyberger, 2016, S. 239 f.) oder bei der artifiziellen Störung (ICD-10: F68.1) (Dilling & Freyberger, 2016, S. 270 ff.). Täuschung kann dabei direkt zur Feststellung der Diagnose beitragen wie bei der dissozialen Persönlichkeitsstörung bei Erwachsenen oder bei Störungen des Sozialverhaltens (ICD-10: F91) (Dilling & Freyberger, 2016, S. 314 ff.) bei Kindern (Hughes et al., 2005). Lügen kann jedoch auch

die Folge von anderen mit der jeweiligen Störung zusammenhängenden Verhaltensweisen sein. Beispielsweise wird Erbrechen oder Horten von Lebensmitteln im Rahmen von Essstörungen manchmal verheimlicht oder es wird der Kauf oder Konsum von Drogen bei Abhängigkeitssyndromen geleugnet. Auch Zwangsstörungen und Paraphilien führen gelegentlich zu einer Verheimlichung als unangemessen wahrgenommener Gedanken oder Verhaltensweisen. Pathologisches Lügen oder Pseudologia fantastica gilt bisher nicht als eigenständige Diagnose und ist als solche nicht in den gängigen Diagnosesystemen vertreten (Birch, Kelln & Aquino, 2006; Thom, Teslyar & Friedman, 2017). Simulation hingegen wird generell nicht als psychische Störung verstanden und besteht im absichtlichen Hervorrufen oder Vortäuschen körperlicher oder psychischer Symptome (Dilling & Freyberger, 2016, S. 270 ff.). Anders als bei der artifiziellen Störung liegt bei der Simulation eine eindeutige Motivation vor, die in der Regel durch externe Anreize bedingt ist (Werner, Kühnel, Ortega G. & Markowitsch, 2012, S. 383 ff.). In der Literatur finden sich Hinweise, dass Kinder mit einer Störung aus dem autistischen Spektrum über schlechtere Lügenfertigkeiten verfügen als Kinder gleichen mentalen Alters, die nicht an dieser Störung leiden (Baron-Cohen, 1992; Li, Kelley, Evans & Lee, 2011; Sodian & Frith, 1992). Möglicherweise hängt dies mit einem Defizit beim Verstehen und Manipulieren der mentalen Vorgänge anderer zusammen. Ein Vergleich zwischen Kindern mit einer Störung aus dem autistischen Spektrum und einer Kontroll-Gruppe, die im Rahmen eines Spiels von Erwachsenen irreführende Informationen erhielten, zeigte, dass die Kinder mit der Störung aus dem autistischen Spektrum zudem signifikant weniger misstrauensvoll reagierten als die Kinder der Kontroll-Gruppe (Yi et al., 2014). Außerdem neigten sie weniger dazu, es dem Erwachsenen durch eigene Täuschungsversuche heimzuzahlen.

Im Rahmen einer MRT-Studie zeigten sich auf Gehirnebene strukturelle Unterschiede zwischen Probanden, die pathologisch lügen, und einer gesunden Kontroll-Gruppe sowie zu Probanden mit dissozialer Persönlichkeitsstörung ohne pathologisches Lügen in der Vorgeschichte (Yang et al., 2005). Pathologische Lügner wiesen im präfrontalen Cortex 22–26 % mehr weiße Masse auf als die anderen beiden Gruppen. Wurde das Verhältnis von grauer zu weißer Masse verglichen, ergab sich für die pathologischen Lügner ein um

36–42 % verringerter Grau-Weiß-Ratio. In einer weiteren Untersuchung konnten diese Unterschiede präzisiert werden (Yang et al., 2007). Pathologische Lügner zeigten mehr weiße Masse v. a. im orbitofrontalen, mittleren und inferioren frontalen Cortex, nicht aber im superioren frontalen Cortex. Unklar bleibt jedoch, ob diese veränderten Gehirnstrukturen Ursache oder Folge des häufigen Lügens sind (Spence, 2005).

#### **2.1.4 Kognitive Prozesse des Lügens**

Im Folgenden werden Lügen im Hinblick auf die vermuteten zugrundeliegenden Prozesse und den Verbrauch kognitiver Ressourcen näher betrachtet. Anschließend werden verschiedene Strategien diskutiert, die Lügner anwenden, um möglichst erfolgreich zu lügen.

##### ***2.1.4.1 Beanspruchung kognitiver Ressourcen***

Lügen beansprucht mehrere höhere kognitive Funktionen. Debey, De Houwer und Verschuere (2014) nehmen an, dass Lügen im Rahmen eines zweischrittigen Prozesses erfolgt: Im ersten Schritt müssen die wahren Gedächtnisinhalte aktiviert werden, um auf dieser Basis in einem zweiten Schritt eine Lüge generieren zu können. Weitere Forschungsarbeiten stützen die Hypothese, dass Lügen häufig zunächst mit einer Aktivierung der wahren Gedächtnisinhalte einhergeht (Sun, Lee & Chan, 2015; Yang et al., 2014). Diese müssen darauffolgend inhibiert werden, um stattdessen eine unwahre Aussage zu machen (Debey, Ridderinkhof, De Houwer, De Schryver & Verschuere, 2015). Auch die Forschungsarbeit von Duran, Dale und McNamara (2010) legt diesen Schluss nahe. In ihrer Studie waren die Probanden angehalten, autobiografische Fragen mittels einer Nintendo-Wii-Remote auf einem Bildschirm mit „ja“ oder „nein“ zu beantworten. Die Trajektorien der Armbewegungen zeigten bei den unaufrichtigen Antworten eine höhere Komplexität als bei den wahrheitsgemäßen Antworten.

Der Prozess des Lügens beinhaltet in der Regel die Entscheidung zu lügen, das Zurückhalten der Wahrheit, das Ausarbeiten der Lüge, das Beobachten, ob der Empfänger der Nachricht diese glaubt, und dementsprechend evtl. eine Anpassung der gegebenen Informationen bzw. eine konsistente Fortführung der erfundenen Geschichte

(Mameli et al., 2017). Es bestehen diverse Modelle, die Lügenprozesse erklären sollen. Dazu gehören u. a. die *Interpersonal Deception Theory* (Buller & Burgoon, 1996) oder die *Activation-Decision-Construction-Action Theory* (Walczyk, Harris, Duck & Mulay, 2014). Die *Interpersonal Deception Theory* geht beim Lügen von einem interaktivem Prozess aus, bei dem der Lügner sein Verhalten in Abhängigkeit von dem Feedback, das er von seinem Gesprächspartner erhält, anpasst und modifiziert, um möglichst erfolgreich zu lügen. Die *Activation-Decision-Construction-Action Theory* baut auf dem vorangegangenen *Activation-Decision-Construction Model* (Walczyk, Roper, Seemann & Humphrey, 2003) auf und postuliert einen vierschrittigen Lügenprozess: 1) Aktivierung wahrer Gedächtnisinhalte, 2) Entscheidung, ob und wie diese Informationen verändert wiedergegeben werden sollen, 3) Konstruktion der Lüge und 4) Ausführung/Mitteilung der Lüge. Mohamed et al. (2006) schlagen ein *Neurological Model of Deception* vor, das die Komplexität des Lügens veranschaulichen soll und den Ablauf des Lügens mit daran beteiligten Gehirnarealen in Bezug setzt. Dem Modell zufolge beginnt das Lügen mit 1) dem Hören oder Sehen einer Frage, 2) dem anschließenden Verstehen der Frage und 3) dem Abruf der entsprechenden Gedächtnisinhalte. Eine Person, die aufrichtig antworten möchte, wird danach 4) eine aufrichtige Antwort planen und konstruieren. Jemand, der täuschen will, wird entsprechend eine falsche Antwort produzieren. Diesen letzten Schritt sehen die Autoren als lügenspezifisch an, die Stufen davor werden sowohl von aufrichtigen als auch unaufrichtigen Personen durchlaufen. Dabei weisen Mohamed et al. (2006) der Inhibition bzw. der Verheimlichung der Wahrheit eine Schlüsselrolle bei der Konstruktion zu. Das Modell nimmt an, dass das Verstehen der Frage bzw. deren Bewertung und das Planen einer Antwort von 5) Emotionen (z. B. Angst, Besorgnis, Schuld oder Freude) begleitet werden. Diese führen 6) beim Geben der Antwort zu 7) einer sympathischen Aktivierung, die sich z. B. in Veränderungen der Herzrate, der Transpiration oder Atemfrequenz äußert.

Jenkins, Zhu und Hsu (2016) stellen ein spieltheoretisches Modell vor, das sowohl Sender- als auch Empfänger-Prozesse auf der Grundlage von Signalspielen abbilden soll. Auf der Seite des Senders muss 1) eine innere Repräsentation des Signalproblems konstruiert werden. Dabei müssen die Eigenschaften der Spieler, der Aktionen und der

möglichen Ergebnisse identifiziert werden und in einem weiteren Schritt 2) Überlegungen angestellt werden, wie verschiedene mögliche Aktionen mit möglichen Ergebnissen in Bezug zueinander stehen. Darauf aufbauend erfolgen 3) Bewertungen der vom Sender in Erwägung gezogenen Aktionen. Darunter fallen nicht nur die erwarteten *payoffs*, sondern auch psychologische Faktoren wie z. B. eine Abneigung gegen das Lügen oder gegen Ungerechtigkeit. Schließlich erfolgt 4) ein Ausbalancieren der verschiedenen, teils konkurrierenden Motive, um eine oder mehrere Aktionen auszuwählen. Konkurrierende Motive können z. B. das Verfolgen eigener Interessen und der gleichzeitige Wunsch, sich aufrichtig zu verhalten, sein. Nachdem das Signal des Senders den Empfänger erreicht hat, schließen sich für diesen eine Reihe ähnlicher Prozesse an. Zu diesen gehört 1) die Identifikation und Evaluierung des Signals, 2) die Antizipation der möglichen resultierenden Ergebnisse anhand der gegebenen Informationen, 3) die Bewertung verschiedener Aktionen und 4) die Auswahl einer angemessenen Aktion basierend auf den antizipierten Ergebnissen.

Viele Studien stützen die Annahme, dass Lügen mehr kognitive Ressourcen, in der Literatur auch als „*cognitive load*“ bezeichnet, in Anspruch nimmt (Suchotzki, Crombez, Smulders, Meijer & Verschuere, 2015; Vrij, Fisher, Mann & Leal, 2006). Dies äußert sich z. B. in längeren Reaktionszeiten (Suchotzki, Verschuere, Van Bockstaele, Ben-Shakhar & Crombez, 2017) und mehr Fehlern während des Lügens (Hu, Evans, Wu, Lee & Fu, 2013; Johnson, Barnhardt & Zhu, 2004; Vendemia, Buzan & Simon-Dack, 2005). Dass Lügen häufig mit längeren Reaktionszeiten einherzugehen scheint, konnte in mehreren Arbeiten repliziert werden (Mameli et al., 2010; Vendemia, Buzan & Green, 2005; Vendemia et al., 2005). Müssen die Probanden die Entscheidung, ob sie lügen sollen oder nicht, selbst fällen, führt dies noch einmal zu einer Erhöhung der Reaktionszeiten (Walczyk et al., 2003). Andererseits scheinen sich diese Effekte möglicherweise durch Training kompensieren zu lassen (Hu, Chen & Fu, 2012). In einer Studie (Van Bockstaele et al., 2012) profitierten die Probanden zumindest teilweise von Übung. Bezogen auf die Reaktionszeiten und die Fehlerrate fiel es den Probanden, die in den vorangegangenen Durchgängen vermehrt hatten lügen sollen, leichter zu lügen als solchen, die zuvor weniger lügen sollten. Allerdings ließen sich die Effekte nicht auf andere, ungeübte Items

übertragen, bezüglich derer gelogen werden sollte. Unklar ist auch, inwiefern diese Effekte zeitlich überdauern.

In einer anderen Studie sollten die Probanden, während sie Fragen aufrichtig oder unehrlich beantworten, eine Hand-Auge-Koordinationsaufgabe ausführen (Hu, Huang et al., 2015). Mit einer Computermaus folgten sie einem Punkt auf einem Bildschirm, der zwischenzeitlich unvorhersehbar die Richtung änderte. Die Frequenz der Distanzfluktuationen zwischen Cursor und Zentrum des Punktes wurde als Maß des *cognitive load* herangezogen. Die Ergebnisse der Studie sprechen für die Annahme, dass Lügen mit einem erhöhten *cognitive load* einhergeht. Es finden sich zudem diverse Hinweise auf die stärkere Verwendung exekutiver Funktionen während des Lügens (Debey, Verschuere & Crombez, 2012). Andere Studien stützen die Annahme jedoch nicht, dass Lügen mit einem höheren Verbrauch kognitiver Ressourcen einhergeht (Panasiti et al., 2014). Ob Lügen mehr kognitive Ressourcen beansprucht, könnte von den gegebenen Kontextfaktoren abhängen, z. B. bezüglich Beanspruchung des Sendergedächtnisses, der Motivation des Senders, Anreize und Konsequenzen, Kommunikationsmedium, Vorbereitungsmöglichkeiten oder Dauer der vergangenen Zeit seit dem Ereignen des Sachverhalts (Burgoon, 2015; Sporer, 2016). Walczyk (2014) argumentiert, dass Lügen unter bestimmten Umständen sogar weniger kognitive Ressourcen verbrauchen könnte, z. B. wenn nach lange zurückliegenden Ereignissen gefragt wird. Etwas zu erfinden, könne unter Umständen leichter fallen, als das Langzeitgedächtnis nach einem bestimmten vergessenen Detail zu durchsuchen.

Beachtenswert ist dabei, dass in der Literatur aufrichtiges Verhalten meistens als Standardverhalten angenommen wird, während Lügen eine absichtliche Abweichung von diesem Grundverhaltensmuster darstellt. Womöglich bestehen jedoch kontextabhängige Unterschiede, die darauf hindeuten, dass ein Abnehmen von Selbstkontrolle in verführerischen Situationen zu einer Zunahme von täuschendem Verhalten führen kann, wohingegen die Förderung von Reflektion und Abwägen mit einem Anstieg an aufrichtigem Verhalten einhergeht (Bereby-Meyer & Shalvi, 2015).

### **2.1.4.2 Lügenstrategien**

Um erfolgreich zu lügen, benutzen Menschen unterschiedliche Vorgehensweisen. Im Folgenden werden einige Überlegungen zu möglichen Strategien näher beleuchtet.

Nach Ekman (1985, S. 29 f.) bevorzugen Menschen es – sofern die Möglichkeit besteht – Informationen zu verbergen, anstatt eine direkte Falschaussage zu tätigen. Dafür nennt er verschiedene Gründe. Zum Beispiel erscheint eine Verheimlichung häufig einfacher zu sein, da nichts erfunden werden muss. Gleichzeitig wird es oft als weniger verwerflich empfunden als eine direkte Lüge. Und sollte die Verheimlichung entdeckt werden, lässt sich diese oftmals besser entschuldigen. Als Gründe können z. B. Unwissenheit bzw. Vergesslichkeit vorgebracht werden, oder es kann erklärt werden, man habe die Absicht gehabt, die Informationen zu einem späteren Zeitpunkt geben zu wollen.

Jemand, der die Wahrheit sagt, und ein Lügner ähneln einander insofern, dass sie beide das Ziel verfolgen, während einer Befragung als aufrichtig bzw. nicht als Lügner wahrgenommen zu werden (Hartwig, Granhag & Luke, 2014, S. 11 ff.). Sie unterscheiden sich dementsprechend dadurch, dass der Aufrichtige sich wünscht, der Interviewer möge die Wahrheit erkennen, während der Lügner sich das genaue Gegenteil erhofft. Da Lügner gewisse Informationen verbergen müssen, ist davon auszugehen, dass Lügner und Aufrichtige unterschiedliche Strategien verfolgen, um die oben genannten Ziele zu erreichen. Lügner müssen belastende Informationen verheimlichen, gleichzeitig kann es die Glaubwürdigkeit erhöhen, wenn möglichst viele Details berichtet werden. Eine Strategie kann sein, Details zu berichten, die nicht nachweisbar sind. So zeigte sich in der Studie von Nahari, Vrij und Fisher (2014), dass Probanden, die eine falsche Aussage über ihre Aktivitäten in einem 30-minütigen Intervall machen sollten, zwar genauso viele nicht überprüfbare Details einbauten, wie die Probanden, die nicht lügen sollten, aber weniger überprüfbare Details berichteten. Auch der Quotient von überprüfbaren zu unüberprüfbaren Details fiel bei ihnen dementsprechend geringer aus im Vergleich zu den aufrichtig antwortenden Probanden. Für den Interviewer kann es demnach ratsam sein, den Verdächtigen im Unklaren zu lassen, über welche Informationen er selbst verfügt, da dadurch die Wahrscheinlichkeit von Widersprüchen zwischen der Aussage des Interviewten und dem Wissen des Interviewers erhöht wird (Hartwig et al., 2014,

S. 15 ff.). Für den Lügner kann es empfehlenswert sein, möglichst nah an der Wahrheit zu bleiben, um Widersprüche zu vermeiden und die kognitive Belastung gering zu halten (Walczyk et al., 2014). In einer Studie an 35 inhaftierten Tätern war dies eine der am häufigsten genannten Strategien (Strömwall & Willén, 2011). Andere genannte verbale Strategien sahen vor, Aussagen möglichst simpel zu halten, um sich nicht in Widersprüchen zu verstricken, auf Plausibilität zu achten oder viele Details zu berichten, um die Aussage glaubhaft wirken zu lassen. Bezüglich nonverbaler Strategien betrafen die meist genannten Strategien den Augenkontakt, das Bemühen, ruhig und entspannt zu wirken, zu schauspielern („*act the part*“) und sich beim Lügen und aufrichtigen Antworten möglichst gleich zu verhalten.

Manche Lügner neigen dazu, sich vor einem solchen Interview einen Plan zurechtzulegen (Hartwig, Granhag & Strömwall, 2007; Vrij, Mann, Leal & Granhag, 2010). Im Rahmen einer Untersuchung an Probanden, die paarweise lügen oder die Wahrheit aussagen sollten, tendierten die Probanden in der aufrichtigen Bedingung dazu, alles zu erzählen, woran sie sich erinnern konnten, während die Probanden der Lügen-Bedingung sich in der Vorbereitungszeit Antworten zurecht legten und beschlossen, diese eher vage zu halten, damit sie einander nicht widersprechen (Vrij, Mann et al., 2010). Bezüglich nonverbaler Strategien versuchten die Probanden beider Bedingungen, Anzeichen von Nervosität zu unterdrücken.

Neben dem Bemühen, ruhig und entspannt zu wirken, wird von Lügnerinnen zusätzlich als weitere Strategie genannt, Augenkontakt aufrechtzuerhalten (Colwell, Hiscock-Anlsman, Memon, Woods & Michlik, 2006; Hines et al., 2010; Strömwall, Hartwig & Granhag, 2006). Hartwig, Granhag und Strömwall (2010) fanden in ihrer Arbeit ebenso, dass Probanden, die verheimlichen sollten, ein Portemonnaie mit Geld genommen zu haben, auf bestimmte Strategien zurückgreifen, wie z. B. Lügen nach Möglichkeit zu vermeiden und alternative Erklärungen anzubieten (z. B. warum sie am Tatort gewesen sind). Auch bei Ihnen sahen die Strategien aufrichtiger Individuen häufiger vor, das Ereignis genauso zu schildern, wie es sich zugetragen hat.

Zwei Studien von Leins, Fisher und Ross (2012) ergaben, dass Probanden, die bezüglich eines Ereignisses lügen sollen, es häufig bevorzugen, von einem anderen tatsächlich erlebten Ereignis zu erzählen, anstatt sich dieses völlig neu auszudenken. In den beiden Untersuchungen wählten die Probanden insbesondere eher kurz zurückliegende und sich häufig wiederholende Ereignisse. Die Wiedergabe solcher Skripts benötigt häufig wenig mentale Ressourcen, und es besteht womöglich ein geringeres Risiko, sich bei der Erzählung in Widersprüchen zu verstricken, als wenn eine Geschichte komplett neu erfunden werden muss (DePaulo et al., 2003).

Bei der Auswahl geeigneter Lügenstrategien spielen auch die ablaufenden kognitiven Prozesse auf Seiten des Empfängers eine Rolle. Dies betrifft z. B. dessen Fähigkeiten zur Aufdeckung der Lüge (Beziehung zum Sender, Vorwissen zum Sachverhalt etc.), aber auch dessen Erwartungshaltung. Hält der Empfänger es beispielsweise für wahrscheinlich, in der vorliegenden Situation belogen zu werden? Viele Studien kommen zum dem Ergebnis, dass Menschen häufiger davon ausgehen, dass andere die Wahrheit sagen, als es tatsächlich der Fall ist (Bond & DePaulo, 2006; Levine, Park & McCornack, 1999). Dieser Effekt wird als *truth bias* bezeichnet (Street & Masip, 2015) und findet sich als Kernprämisse in der *Truth-Default Theory*<sup>2</sup> wieder (Levine, 2014). Es finden sich Hinweise auf einen geringeren oder gar entgegengesetzten Effekt bei Personen, die berufsbedingt die Richtigkeit von Aussagen beurteilen müssen (Masip, Alonso, Herrero & Garrido, 2016). Die *Adaptive Lie Detector Theory* (Street, 2015) geht davon aus, dass Menschen sich in ihrer Beurteilung dem jeweiligen Kontext anpassen. Dies könnte erklären, warum Personen im Polizeidienst, die häufiger Lügen ausgesetzt sind, mehr dazu neigen, Aussagen als Lügen zu klassifizieren.

---

<sup>2</sup> *Truth-Default Theory*: Die *Truth-Default Theory* befasst sich sowohl mit dem Lügen als auch mit der Detektion von Lügen. Sie nimmt an, dass Individuen davon ausgehen, dass Kommunikation grundsätzlich ehrlich verläuft. Die Möglichkeit, dass man belogen werden könnte, werde häufig erst in Betracht gezogen, wenn diesbezüglich bereits Hinweise bestehen (z. B. Widersprüche zwischen dem Gesagten und dem, was der Empfänger weiß). Levine (2014) zufolge handelt es sich hierbei um ein hochangepasstes Vorgehen. Da Kommunikation tatsächlich überwiegend aufrichtig verlaufe, führten diese Annahmen in der Regel zu korrekten Vorstellungen und ermöglichten darüber hinaus eine effiziente Kommunikation.

### 2.1.5 Lügendetektion

Die Entdeckung und Entlarvung von Lügern war auch schon in früheren Zeiten von persönlichem und gesellschaftlichem Interesse. Methoden zur Lügendetektion datieren zurück bis in die Zeit 1000 v. Chr. (Ford, 2006). Beispielsweise wurden zu dieser Zeit in China verdächtige Personen gezwungen, trockenen Reis in den Mund zu nehmen und diesen nach einer Weile wieder auszuspuken. War der Reis trocken, wurde die Person für schuldig befunden. Die Methode basiert auf der Annahme, dass Angst mit verminderter Speichelbildung einhergeht. Andere historische Methoden der Lügendetektion stellen Gottesurteile – z. B. in Form von Wasser- oder Feuerproben – Phrenologie oder Graphologie dar (Vicianova, 2015).

Vrij und Ganis (2014) unterscheiden insgesamt vier verschiedene Ansätze, um Lügen zu erkennen: 1) Messung physiologischer Parameter, 2) Verhaltensbeobachtung, 3) Analyse der Sprache und 4) Messung der Gehirnaktivität.

Die meisten der heutzutage verwendeten Methoden zur Lügendetektion basieren auf der Annahme, dass Lügen mit stärkerer physiologischer Erregung einhergeht, z. B. aufgrund der Befürchtung entlarvt zu werden (Vrij et al., 2006). Die bekannteste unter ihnen ist der Polygraph, der verschiedene physiologische Maße (typischerweise Atemfrequenz, Herzrate, Blutdruck, elektrodermale Aktivität) und deren Veränderungen über die Zeit erfasst (National Research Council, 2003, S. 1 ff.). Anhand dieser Veränderungen in Abhängigkeit von den gestellten Ja-Nein-Fragen, schließen die Untersucher auf mentale Vorgänge, z. B. ob jemand lügt oder nicht. Dabei gibt es verschiedene Interviewtechniken. Die älteste von ihnen, die *relevant-irrelevant technique*, vergleicht Unterschiede in der physiologischen Reaktion auf relevante und irrelevante Fragen. Relevante Fragen beziehen sich auf den zu untersuchenden Tathergang. Irrelevante Fragen können völlig ohne Bezug zu dem kritischen Ereignis sein und sollen wenig Anreiz bieten zu lügen, z. B.: „Welcher Wochentag ist heute?“ Eine stärkere physiologische Reaktion bezüglich der relevanten Fragen im Vergleich zu den irrelevanten gilt dabei als Indiz für einen möglichen Täuschungsversuch. Zwei andere Interviewtechniken zur Aufdeckung von Lügen haben jedoch bisher besonders viel

Beachtung erfahren, der *Comparison Question Test (CQT)* und der *Concealed Information Test (CIT)* (Masip, 2017).

Beim CQT werden verschiedene Fragekategorien anhand der evozierten physiologischen Parameter miteinander verglichen. Die Fragen sind dabei entweder irrelevant, für den Fall relevant, oder es handelt sich um Vergleichsfragen (Kontrollfragen). Die Kontrollfragen sollen auch in unschuldigen Probanden eine physiologische Reaktion hervorrufen, z. B.: „Haben Sie jemals eine Verkehrsregel gebrochen?“ (National Research Council, 2003, S. 14 f.). Bei unschuldigen Probanden würde man erwarten, dass die Kontrollfragen mit einer höheren physiologischen Erregung einhergehen als die relevanten Fragen, bei denen eine unschuldige Person ohne Furcht die Wahrheit sagen kann. Der Test geht davon aus, dass schuldige Personen physiologisch am stärksten auf die relevanten Fragen reagieren, während die Werte Unschuldiger bei den Kontrollfragen am ausgeprägtesten sein sollten (Masip, 2017).

Der CIT hingegen soll weniger Falschaussagen identifizieren als vielmehr vorenthaltenes Wissen aufdecken. Er erfasst das Wiedererkennen von Material, das mit einem Verbrechen in Verbindung steht, vorwiegend über den Hautleitwiderstand, jedoch vermehrt auch über andere Verfahren (Suchotzki, Verschuere, Peth, Crombez & Gamer, 2015) wie fMRT oder ereigniskorrelierte Potentiale (Masip, 2017). Die Arbeitsgruppe um Park (Park, Suk, Hwang & Lee, 2013) nutzte für ihr Versuchsdesign ein artifizielles Verbrechen (*mock crime*), bei dem die Versuchspersonen eine vorgetäuschte Straftat begehen. Sie fand z. B. einen Anstieg der Gesichtstemperatur in der periorbitalen Region bei den Probanden, die ein solches *mock crime* verübt hatten, wenn sie Items bearbeiteten, die mit dem *mock crime* in Verbindung stehen. Die Differenz in den erhobenen Parametern zwischen relevantem Material (z. B. Diebesgut) und Distraktoren (andere Gegenstände, die nicht mit dem Verbrechen in Verbindung stehen, sich aber z. B. genauso gut als Diebesgut eignen würden) definieren den *CIT effect*.

Die bisherigen Befunde sprechen insgesamt eher für eine geringe Validität der polygraphischen Methode (National Research Council, 2003, S. 212; Nortje & Tredoux, 2019). Auch unschuldige Personen können mit Erhöhung physiologischer Parameter

reagieren, z. B. aus Angst, dass ihnen nicht geglaubt wird. Im Gegenzug zeigen manche Täter möglicherweise keine erhöhte Reaktion des autonomen Nervensystems, z. B. Personen mit Psychopathie (Raine, Lencz, Bihrlé, LaCasse & Colletti, 2000). Zusätzlich können Testpersonen durch Anwendung verschiedener Techniken die Testergebnisse verfälschen (Honts, 2014). So gelang es z. B. mittels verdeckter Reaktionen (z. B. möglichst nicht wahrnehmbares Bewegen von Fingern oder Zehen), die Aufdeckungswahrscheinlichkeit des Lügens drastisch zu reduzieren (Ganis, Rosenfeld, Meixner, Kievit & Schendan, 2011; Mertens & Allen, 2008; Rosenfeld, Soskins, Bosh & Ryan, 2004). Durch derartige Methoden kann die Salienz irrelevanter Stimuli künstlich erhöht werden, wodurch sie möglicherweise schwerer von den relevanten zu unterscheiden sind. In der Literatur finden sich aber auch Hinweise, dass die Messung autonomer Funktionen wie Atmung, Hautleitwiderstand und Herzrate zumindest für die Detektion verheimlichter Informationen durchaus eine hohe Validität mit sich bringen kann (Gamer, Verschuere, Crombez & Vossel, 2008). Durch die Anwendung von Gegenmaßnahmen können Probanden die Entdeckungswahrscheinlichkeit jedoch auch hier verringern. Manche dieser Gegenmaßnahmen lassen sich möglicherweise anhand der Gehirnaktivität erkennen, körperliche Gegenmaßnahmen wie das Bewegen eines Fingers oder Zehs äußern sich beispielsweise in höherer Aktivität im primären motorischen Cortex (Ganis et al., 2011). Mentale Gegenmaßnahmen könnten schwieriger zu entdecken sein, evtl. ist hier die Verwendung von Methoden wie multivariater Mustererkennung vielversprechend (Gamer, 2014). Andere Ansätze nutzen Modelle der Bayesschen Statistik, z. B. zur Aufdeckung von verringerter Leistungsmotivation im Rahmen von Krankheitssimulation (Ortega, Labrenz, Markowitsch & Piefke, 2013; Ortega, Piefke & Markowitsch, 2014; Ortega, Wagenmakers, Lee, Markowitsch & Piefke, 2012).

In einer Studie der Forschungsgruppe um Panasiti (Panasiti et al., 2016) wurden lokale Unterschiede in der Körpertemperatur zwischen Lügen und aufrichtigem Antworten gemessen. Bezüglich unaufrichtiger Antworten wurde ein geringer Temperaturanstieg im periorbitalen Bereich gefunden, den die Autoren mit einer Aktivierung des Sympathikus in Verbindung bringen. Außerdem wurde ein Temperaturanstieg im Nasenbereich

festgestellt, sowohl während der Vorbereitung der falschen Antwort als auch über die Gabe der Antwort hinaus. Die nasale Temperaturveränderung war interessanterweise negativ korreliert mit Machiavelli'schen Eigenschaften. Die Autoren interpretieren dieses Ergebnis als Zeichen dafür, dass bei Probanden, denen möglicherweise moralische Verstöße weniger bedeuten, weniger Bedarf für eine sympathisch-parasympathische Regulation besteht. Darüber hinaus bestehen weitere Ansätze zur Lügendetektion, z. B. über Verwendung der Pupillometrie (Vendemia, Schillaci, Buzan, Green & Meek, 2009). Neben der Messung psychophysiologischer Parameter wird auch versucht, über Verhaltensbeobachtung und Sprachanalyse, z. B. mittels Stimm-Stress-Analyse (Vrij, Granhag & Porter, 2010), Rückschlüsse über die Aufrichtigkeit der untersuchten Personen zu ziehen. Entgegen der weitverbreiteten Ansicht, dass lügende Personen mehr dazu neigen, sich unruhig zu bewegen und Augenkontakt zu vermeiden, fanden Mann, Vrij und Bull (2002) in einer Untersuchung mit echten Verdächtigen, die polizeilich vernommen worden waren, dass Lügen tendenziell mit weniger Blinzeln und längeren Pausen zwischen dem Gesagten einherging. Der gehaltene Augenkontakt unterschied sich hier nicht zwischen falschen und aufrichtigen Aussagen. In einer Studie von Rockwell, Buller und Burgoon (1997) zeigten sich kürzere Antworten, längere Pausen zwischen den Antworten, langsames Tempo und eine geringere Sprechflüssigkeit bei lügenden Personen. Außerdem waren bei ihnen eine erhöhte Lautstärkenbandbreite, eine größere Tonhöhenvarianz und eine weniger angenehme Stimmqualität feststellbar. Lügen wird des Weiteren mit einer stärkeren Haltungsstarre in Verbindung gebracht (Mullin et al., 2014) sowie mit verringerter tonischer elektrodermaler Aktivität (Leal, Vrij, Fisher & van Hooff, 2008). Dies alles können Indikatoren dafür sein, dass lügende Personen angestregter nachdenken (Burgoon, 2015) und Lügen mit einer erhöhten kognitiven Beanspruchung (*cognitive load*) einhergeht (vgl. das Unterkapitel 2.1.4.1 dieser Arbeit). Die vermehrte kognitive Beanspruchung führt vermutlich zu einer Unterdrückung von Zeichen von Nervosität (Leal et al., 2008). Dementsprechend verwenden andere Ansätze zur Lügendetektion Methoden, die die Beanspruchung mentaler Ressourcen erhöhen (Blandón-Gitlin, Fenn, Masip & Yoo, 2014; Evans, Michael, Meissner & Brandon, 2013). Walczyk et al. (2005) erarbeiteten beispielsweise ein Interview-Modell: *Time-Restricted Integrity Confirmation (Tri-Con)*. Probanden werden

bei dieser Interviewtechnik angeleitet, geschlossene Fragen unter Zeitdruck zu beantworten. Auch das Stellen unerwarteter Fragen (z. B. zu räumlichen Verhältnissen), auf die sich die Interviewten nicht vorbereiten können, und die Aufforderung, mehr Details zu erzählen, können helfen, wahre von unwahren Aussagen zu unterscheiden (Vrij, Fisher & Blank, 2017). Weitere Versuche, die Beanspruchung mentaler Ressourcen zu erhöhen, beinhalten u. a., die Probanden aufzufordern, Blickkontakt mit dem Untersucher zu halten, oder das Ereignis in rückwärtiger chronologischer Reihenfolge oder in einer Fremdsprache erzählen zu lassen (Evans et al., 2013; Vrij & Granhag, 2012). Es finden sich in der Literatur jedoch auch Hinweise, dass eine Erhöhung der kognitiven Beanspruchung zu einer vermehrten Fehlklassifikation von ehrlichen Aussagen als Lügen führen kann, was bei der Verwendung solcher Techniken zu berücksichtigen ist (Fenn, McGuire, Langben & Blandón-Gitlin, 2015).

Darüber hinaus wurden eine Reihe verbaler Lügendetektionstechniken entwickelt, darunter z. B. *Statement Validity Assessment*, *Reality Monitoring*, *Scientific Content Analysis*, *Cognitive Credibility Assessment*, *Strategic Use of Evidence*, *Verifiability Approach*, *Assessment Criteria Indicative of Deception* und *Model Statement* (Nahari & Nisin, 2019; Vrij, 2018, S. 297; Vrij, Leal & Fisher, 2018), von denen im Folgenden einige exemplarisch vorgestellt werden. *Statement Validity Assessment* bzw. *Criteria-based Content Analysis* wurde ursprünglich entwickelt, um den Wahrheitsgehalt von kindlichen Zeugenaussagen bezüglich sexueller Straftaten einzuschätzen (Amado, Arce, Fariña & Vilariño, 2016; Vrij, 2005). Es wird jedoch diskutiert, dass dieses Verfahren nicht akkurat genug sei, um bei Gericht angewandt zu werden. Der *Reality-Monitoring*-Ansatz geht davon aus, dass sich Erinnerungen mit externalem Ursprung (in Form von perzeptuell erlebten Ereignissen) von Erinnerungen mit internalem Ursprung (basierend auf Schlussfolgerungen, Imagination und anderen kognitiven Prozessen) unterscheiden sollten (Undeutsch-Hypothese) (Johnson & Raye, 1981; Masip, Sporer, Garrido & Herrero, 2005; Steller, 1989). Es wird angenommen, dass erstere mehr kontextuelle Informationen (zu Zeit und Raum), sensorische Eindrücke und semantische Informationen enthalten sollten, wohingegen internale Erinnerungen mehr Informationen zu den kognitiven Prozessen während der Einspeicherung beinhalten

sollten. Die Unterscheidung zwischen aufrichtigen und unaufrichtigen Antworten lässt sich dabei möglicherweise durch die zusätzliche Anwendung der Methode *Reality Interview* noch verbessern (Bogaard, Colwell & Crans, 2019). Bei der Verwendung von *Strategic Use of Evidence* (SUE) wird dem Verdächtigen erst spät in der Befragung offenbart, welche Beweise den Interviewern vorliegen, um es dem Befragten zu erschweren, eine konsistente Geschichte zu erdenken und gegebenenfalls Widersprüche entstehen zu lassen (Hartwig et al., 2014, S. 16 ff.). Lügner ist häufig klar, dass sie umso glaubwürdiger wirken, je mehr Details sie preisgeben, dabei besteht jedoch die Gefahr, dass sie anhand dieser Details überführt werden könnten (Nahari et al., 2014). Eine oftmals angewandte Strategie ist es daher, Details zu berichten, die nicht überprüft werden können, dementsprechend neigen Lügner dazu, weniger überprüfbare Details zu berichten als Aufrichtige. Durch den *Verifiability Approach* lassen sich möglicherweise Täuschungsversuche aufdecken, wenn die gegebenen Informationen widerlegt werden können und auf diese Weise ein Alibi nicht mehr Bestand hat (Vrij & Fisher, 2016). Vrij und Fisher (2016) kommen in ihrer Meta-Analyse zu dem Schluss, dass unter den von ihnen untersuchten Methoden (*Behavior Analysis Interview*; CQT; Erhöhung des *cognitive load*; Anregen der Probanden, mehr zu erzählen; Stellen unerwarteter Fragen; *Strategic Use of Evidence*; *Verifiability Approach* und CIT) *Strategic Use of Evidence* und das Anregen der Interviewten, mehr zu erzählen, bereit für die Anwendung in der Realität seien. Der *Verifiability Approach* und das Stellen unerwarteter Fragen seien als Techniken ebenfalls grundsätzlich empfehlenswert, sofern sie weiterhin durch Forschungsergebnisse gestützt würden. Der CIT wurde von ihnen als nützliche Ergänzung zu einem investigativen Interview bewertet.

Im Rahmen einer Meta-Analyse (Hauch, Masip, Blandón-Gitlin & Sporer, 2012) fanden sich Hinweise darauf, dass Lügende weniger auf sogenannte *exclusive words* zurückgreifen (z. B. „*except*“, „*but*“, „*without*“), weniger selbstbezogene und sich auf andere Personen beziehende Worte verwenden sowie weniger zeitbezogene Begriffe äußern. Die lügenden Probanden zeigten hingegen mehr raumbezogene Begriffe sowie mehr negative und positive Emotionswörter und benutzten mehr Verneinungen und sich auf Bewegung beziehende Verben.

Die Meta-Analyse von Bond und DePaulo (2006) verdeutlicht, dass Probanden kaum in der Lage sind, Lügen allein durch Beobachtung von Verhalten zu erkennen. Dies scheint auch durch Training kaum verbesserbar zu sein (Hauch, Sporer, Michael & Meissner, 2016). Bessere Effekte ließen sich erzielen, wenn das Training sich auf verbale Hinweise inhaltlicher Art konzentrierte. Doch insgesamt scheinen sowohl verbale als auch nonverbale Merkmale wenig reliabel zu sein (Vrij, Granhag & Porter, 2010). Das Erkennen von Lügen anhand von bestimmten Verhaltensmerkmalen erscheint demnach kaum möglich zu sein (Masip, 2005; Vrij, Hartwig & Granhag, 2019). Dennoch findet sich, sowohl bei Laien als auch bei Mitarbeitern der Polizei, häufig die Überzeugung, Lügen bei anderen identifizieren zu können. Beispielsweise besteht die weitverbreitete und kulturübergreifende Vermutung, dass Lügner Blickkontakt ausweichen (Atoum, 2006). In Alltagssituationen werden Lügen jedoch viel öfter durch verhaltensunabhängige Informationen aufgedeckt (z. B. durch von dritten Personen gegebene Informationen oder Beweise) als anhand des Verhaltens selbst (Masip & Sánchez, 2019; Novotny et al., 2018).

Zur Erklärung der eher geringen Lügendetektionsfähigkeiten von Menschen lassen sich mehrere Faktoren heranziehen (Vrij, Granhag & Porter, 2010). Unterschiede zwischen Personen, die lügen, und jenen, die die Wahrheit sagen, sind teilweise subtil, zusätzlich versuchen Lügner in der Regel, diese Anzeichen zu verbergen. Des Weiteren werden Lügen oft in eine wahre Geschichte eingebettet, was die Entdeckung zusätzlich erschwert. Und in vielen sozialen Situationen wird gar nicht erst versucht, das Gesagte einer anderen Person auf dessen Wahrheitsgehalt zu überprüfen. In Einzelfällen kann die Lüge angenehmer oder besser zu tolerieren sein als die Wahrheit, z. B. bei Komplimenten. Dieses Phänomen wird als *ostrich effect* bezeichnet (Vrij, 2008, S. 373 f.). Des Weiteren bleibt ein intensives Nachfragen zur Überprüfung der gegebenen Informationen häufig aus, da dies gegen die Regeln der Höflichkeit verstoßen kann (Vrij, Granhag & Porter, 2010). Dass Personen selten Feedback darüber erhalten, ob ihre Einschätzung der Aufrichtigkeit ihres Gegenübers richtig war, oder dieses erst viel später nach dem Ereignis erfolgt, erschwert ebenfalls eine Verbesserung der Lügendetektionsfähigkeiten. Hinzu kommt, dass Menschen oftmals die falschen Signale

als Hinweise für Lügen interpretieren, nonverbalen Signalen zu viel Bedeutung beimessen oder Zeichen von Nervosität, die auch bei aufrichtigen Individuen auftreten können, als Beweis von Lügen annehmen (Ekman, 1985, S. 94). Letzteres wird als „Othello-Fehler“ bezeichnet. Dabei werden sowohl interindividuelle (*Brokaw hazard*)<sup>3</sup> (Ekman, 1985, S. 90 f.) als auch intraindividuelle Unterschiede häufig außer Acht gelassen. Personen scheint es zudem schwerer zu fallen, die Wahrheit von einer Lüge zu unterscheiden, wenn die von einem Gegenüber geäußerte Behauptung der eigenen Meinung widerspricht (Sowden, Wright, Banissy, Catmur & Bird, 2015). In einem weiteren Experiment derselben Autoren kam es unter anodaler transkranieller Gleichstromstimulation (*transcranial direct current stimulation*, tDCS) des temporoparietalen Übergangs zu einer Verbesserung der Fähigkeit, Lügen zu erkennen, wenn die Meinungen konfligierten.

Mit dem Aufkommen bildgebender Verfahren entstand die Idee, statt sich auf angstassoziierte physiologische Maße zu stützen (Langleben et al., 2002), direkt das Gehirn als das Organ, das Lügen produziert, zu untersuchen (Gamer, 2014; Ganis, Kosslyn, Stose, Thompson & Yurgelun-Todd, 2003). Viele der neueren Ansätze der Lügendetektion versuchen dementsprechend, die Vorgänge im Gehirn und die am Lügen beteiligten Gehirnareale sichtbar zu machen, z. B. über Elektroenzephalographie (EEG), Positronen-Emissions-Tomographie (PET), transkranielle Magnetstimulation (TMS) oder fMRT (Vicianova, 2015). Auf diese Weise wurde in den letzten zwei Jahrzehnten eine Vielzahl an neuronalen Korrelaten identifiziert, welche eine wichtige Basis für potentielle Anwendungen in der Lügendetektion darstellen und daher im folgenden Abschnitt genauer diskutiert werden.

### 2.1.6 Neuronale Korrelate von Lügen

Lügen ist ein kognitiv anspruchsvoller Prozess, der auf der Anwendung vieler anderer hochentwickelter Funktionen basiert, neben grundlegenden exekutiven Funktionen wie Arbeitsgedächtnis, Aufmerksamkeit und Konfliktüberwachung (*conflict monitoring*) z. B. auch Entscheidungsprozesse, Antwortüberwachung (*response monitoring*) und

---

<sup>3</sup> *Brokaw hazard* beschreibt die Gefahr, individuelle Eigenheiten (z. B. ein generell ausweichendes oder unpräzises Antwortverhalten einer Person) als Zeichen von Lügen zu missinterpretieren.

Mentalisierung (sich die inneren Vorgänge anderer vergegenwärtigen können) (Christ, Van Essen, Watson, Brubaker & McDermott, 2009; Kireev, Korotkov, Medvedeva, Masharipov & Medvedev, 2017; Sip et al., 2008). Exekutive Funktionen ermöglichen Planen, Treffen von Entscheidungen, Lösen von Problemen und andere komplexe kognitive Aufgaben (Baddeley, 2000). Miyake et al. (2000) gehen davon aus, dass exekutive Funktionen zumindest drei wesentliche Prozesse umfassen: 1) das Überwachen und Aktualisieren von Informationen im Arbeitsgedächtnis, 2) Aufgabenwechsel und 3) inhibitorische Kontrolle. Es wird angenommen, dass Lügen mehr oder weniger auf alle drei Prozesse zurückgreift (Christ et al., 2009; Johnson et al., 2004). Das Arbeitsgedächtnis sollte z. B. darin involviert sein, eine Lüge zu formulieren, während gleichzeitig die wahre Aussage auf kognitiver Ebene präsent gehalten wird. Das Wechseln zwischen aufrichtigen und täuschenden Antworten erfordert die Fähigkeit des Aufgabenwechsels, und die Unterdrückung der wahren Antworten verlangt inhibitorische Kontrolle.

Trotz unterschiedlicher Versuchsparadigmen kommen viele Studien, die die neuronalen Grundlagen von Lügen untersuchen, zu ähnlichen Ergebnissen, was für eine recht robuste Beteiligung gewisser Hirnareale am Lügenprozess spricht (Mameli et al., 2017; Sip et al., 2008). Häufig mit Lügen assoziierte Hirnregionen sind der dorsolaterale präfrontale Cortex (DLPFC), der mediale präfrontale Cortex (MPFC) und der anteriore cinguläre Cortex (ACC). Auch der ventrolaterale präfrontale Cortex (VLPFC), z. B. der Gyrus frontalis inferior, und der anteriore präfrontale Cortex (APFC) werden mit Lügen in Verbindung gebracht (Abe, 2011). Es finden sich außerdem oft Aktivierungen in der Amygdala, im Nucleus caudatus (Sip et al., 2008), in der Insula und im inferioren Parietallappen (Lisofsky, Kazzer, Heekeren & Prehn, 2014). Die Meta-Analyse von Gamer (2014) schreibt dem temporoparietalen Übergang, dem Gyrus frontalis inferior und dem Gyrus frontalis superior sowohl während des Lügens als auch beim Verheimlichen von Informationen Bedeutung zu.

In der Tat sind die oben genannten Gehirnbereiche an verschiedenen kognitiven Funktionen beteiligt, die für das Lügen relevant sind. Beispielsweise sind der DLPFC und der VLPFC in Arbeitsgedächtnisprozesse involviert (Owen, 1997). Der DLPFC spielt u. a.

eine Rolle bei der Auswahl von Antworten und Reaktionen (Rowe, Toni, Josephs, Frackowiak & Passingham, 2000) und kognitiver Kontrolle (Blasi et al., 2006; MacDonald, Cohen, Stenger & Carter, 2000). Erhöhte Aktivität im VLPFC findet sich ebenfalls bei einer Vielzahl von kognitiven Prozessen, darunter bei Aufgabenwechsel (Dove, Pollmann, Schubert, Wiggins & von Cramon, 2000) und Umkehrlernen (*reversal learning*) (Cools, Clark, Owen & Robbins, 2002). Auch bei der Inhibition von Antworten ist dieser Bereich relevant, dabei scheint insbesondere der Gyrus frontalis inferior von Bedeutung zu sein (Aron, Robbins & Poldrack, 2014; Chikazoe, Konishi, Asari, Jimura & Miyashita, 2007). Doch nicht nur der inferiore frontale Cortex, auch der DLPFC wird mit Inhibition in Verbindung gebracht (Aron, Robbins & Poldrack, 2004). Dem APFC werden ebenfalls mehrere Funktionen zugeschrieben, es wird vermutet, dass er u. a. zum Erreichen eines übergeordneten Verhaltenszieles die Ergebnisse verschiedener einzelner kognitiver Operationen integriert (Ramnani & Owen, 2004). Der ACC scheint in Prozesse der Leistungsüberwachung (*performance monitoring*) (MacDonald et al., 2000) bzw. der Konfliktüberwachung (Kerns et al., 2004) und Entscheidungsprozesse eingebunden zu sein (Botvinick, 2007; Croxson, Walton, O'Reilly, Behrens & Rushworth, 2009; Rushworth, Walton, Kennerley & Bannerman, 2004). Ihm wird auch eine Mitwirkung bei der Emotionsverarbeitung zugeschrieben, dies gilt auch für andere Bereiche wie den MPFC und die Amygdala (Calabrese, Markowitsch & Carota, 2014; Markowitsch, 1998; Markowitsch & Staniloiu, 2011a; Phan, Wager, Taylor & Liberzon, 2002). Beim Übertragen dieser Ergebnisse auf den Lügenprozess ist daher anzunehmen, dass den einzelnen Subregionen, die an diesem Vorgang beteiligt sind, unterschiedliche Rollen zukommen. Beispielsweise scheinen der rechte dorsolaterale und der rechte anteriore präfrontale Cortex beim Falsifizieren wahrer Antworten beteiligt zu sein, wohingegen das Täuschen einer Person ventromedialen präfrontalen Bereichen und der Amygdala zugeordnet werden konnte, die u. a. mit emotionaler Verarbeitung und sozialer Interaktion in Verbindung gebracht werden (Abe, Suzuki, Mori, Itoh & Fujii, 2007; Staniloiu & Markowitsch, 2012). Da die oben aufgeführten Regionen in der Regel auch an anderen Prozessen außerhalb von Lügen und Täuschung beteiligt sind, ist der Umkehrschluss von der Aktivität einer Gehirnregion auf einen bestimmten zugrundeliegenden Prozess, wie z. B. Lügen, eher schwierig. Lügen involviert viele

verschiedene kognitive Prozesse, von denen wahrscheinlich keiner ausschließlich dem Lügen vorbehalten ist (Sip et al., 2008).

Läsionsstudien können hier Hinweise auf mögliche Kausalzusammenhänge liefern. Eine PET-Studie von Abe et al. (2009) an Parkinson-Patienten zeigte nicht nur, dass die Patienten im Vergleich zu einer gesunden Kontroll-Gruppe größere Schwierigkeiten hatten zu lügen, diese Schwierigkeiten korrelierten mit einem geringeren Metabolismus des linken DLPFC und rechten APFC. In der Literatur finden sich weitere Hinweise auf verringerte Lügenfähigkeiten bei Parkinson-Patienten und Patienten mit essentiellen Tremor (Mameli et al., 2013). Dies steht im Einklang mit anderen Forschungsergebnissen, die auf einen Zusammenhang zwischen Dysfunktionen in präfrontalen Bereichen und Defiziten in den exekutiven Funktionen bei Parkinson-Patienten hinweisen, welche auf eine dopaminerge Veränderung fronto-striataler Schleifen zurückzuführen sind (Brand et al., 2004).

Wie bereits oben ausgeführt scheinen maßgebliche Aspekte exekutiver Funktionen wie Arbeitsgedächtnis, inhibitorische Kontrolle und Aufgabenwechsel auch während des Lügens entscheidend zu sein (Christ et al., 2009; Johnson et al., 2004). Es muss z. B. die Wahrheit erinnert werden, während eine Lüge formuliert wird, wahrheitsgemäße Aussagen müssen gelegentlich unterdrückt werden und ein häufiger Wechsel zwischen aufrichtigen und falschen Antworten vollzogen werden. Dabei stellt sich die wichtige Frage, ob sich die mit Lügen assoziierte Gehirnaktivität von der unabsichtlicher Gedächtnisfehler, z. B. im Rahmen von falschen Erinnerungen (Kühnel & Markowitsch, 2008; Werner et al., 2012), unterscheiden lässt. Es ist nicht nur bedeutend herauszufinden, dass die von einem Verdächtigen geäußerten Informationen falsch sind, sondern auch, ob absichtlich falsche Informationen gegeben wurden. Zwei Studien, die diese Fragestellung adressieren, fanden unterschiedliche Aktivierungsmuster für Lügen und falsche Erinnerungen unter Verwendung eines Wortlisten-Paradigmas (Abe et al., 2008; Lee et al., 2009). Zwar unterschieden sich die Ergebnisse zwischen beiden Experimenten beträchtlich, bei beiden ließen sich Lügen jedoch im Gegensatz zu falschen Erinnerungen mit präfrontaler Aktivität in Verbindung bringen. Die Ergebnisse stützen

die Vermutung, dass die in den meisten Untersuchungen gefundene mit Lügen assoziierte Aktivität im präfrontalen Cortex lügenspezifisch ist.

Da die meisten Studien keine Gehirnareale finden konnten, die in den Wahrheitsbedingungen stärkere Aktivierung zeigen als in den Lügenbedingungen, unterstreichen diese Ergebnisse die Annahme, dass die Wahrheit eine Art Baseline darstellt, wohingegen Lügen mit einer Unterdrückung der eigentlichen Antworttendenz einhergeht (Gamer, 2014). Nur vereinzelt wurden höhere Aktivierungen für aufrichtiges Antworten berichtet (Langleben et al., 2005). Eine der wenigen Studien, die eine höhere Aktivität für aufrichtiges Antworten gemessen hat (v. a. linksseitiger Gyrus subcallosus und Nucleus lentiformis, linker Gyrus temporalis inferior) wies zudem teilweise methodische Mängel auf (z. B. eine geringe Stichprobengröße) (Mohamed et al., 2006). Beachtenswert sind die Ergebnisse einer Studie von Yin, Reuter und Weber (2016). Sie benutzten für eine fMRT-Untersuchung ein stilisiertes Würfelspiel, auf dessen Ausgang die Probanden wetteten und anschließend ihr Ergebnis entweder aufrichtig mitteilen oder zu ihren Gunsten lügen konnten. In einer Bedingung durften die Probanden spontan selbst entscheiden, wann sie die Wahrheit sagen und wann sie lügen wollten, in einer anderen Bedingung bekamen sie bei jedem Durchgang vorgegeben, ob sie lügen oder die Wahrheit sagen sollten. Interessanterweise fanden die Autoren höhere Aktivierungen im rechten VLPFC, DLPFC und inferioren Parietallappen, wenn die Probanden bei einer falschen Vorhersage dennoch anschließend spontan aufrichtig antworteten, sowohl im Vergleich zu spontanem Lügen bei einer falschen Vorhersage und spontanem aufrichtigem Antworten bei einer korrekten Vorhersage. Im Gegensatz dazu führte instruiertes aufrichtiges Antworten nicht zu einer Aktivitätszunahme in diesen Bereichen. Weitere Analysen der Daten stützen die Vermutung, dass insbesondere Probanden, die grundsätzlich Lügen zur Profitmaximierung einsetzen, diese erhöhte Aktivierung bei ihnen zum Nachteil gereichendem aufrichtigem Antworten zeigen, im Vergleich zu Probanden, die generell aufrichtig antworten. Der DLPFC könnte somit insbesondere dann eine Rolle für aufrichtiges Antworten spielen, wenn Lügen mit einem höheren Gewinn einhergehen würde und die Person gewillt ist, durch Lügen zu profitieren. In eine ähnliche Richtung deuten die Ergebnisse von Abe und Greene (2014), in deren Studie die

Reagibilität des Nucleus accumbens einen Teil des Lügenverhaltens vorhersagen konnte. Personen mit stärkerer Aktivität im Nucleus accumbens bei erwartetem Gewinn reagierten auch mit höherer Aktivierung des bilateralen DLPFC bei Gelegenheiten, unaufrichtig gewinnen zu können. Die Autoren gehen davon aus, dass Individuen, die auf Belohnungsreize stärker reagieren, möglicherweise mehr Willensstärke aufbringen müssen, um der Versuchung des Lügens zu widerstehen. Dies könnte sich dann in einer höheren Inanspruchnahme der oben beschriebenen Regionen äußern im Vergleich zu Personen, die weniger stark auf Belohnungsreize reagieren. Gestützt werden diese Überlegungen durch eine Läsionsstudie (Zhu et al., 2014). In einem *Trade-off*-Spiel, in dem sich Probanden für aufrichtiges Verhalten oder ihre eigenen Interessen entscheiden konnten, zeigten die Probanden mit einer Läsion im Bereich des DLPFC weniger altruistisches Verhalten als gesunde Kontrollprobanden.

Durch Techniken wie z. B. tDCS (*transcranial direct current stimulation*) ist eine direkte Beeinflussung der Gehirnaktivität von außen möglich. In einer Studie wurde untersucht, inwiefern sich mittels repetitiver transkranieller Magnetstimulation (rTMS) die Neigung zu lügen manipulieren ließ (Karton & Bachmann, 2011). Beim Benennen der Farbe von präsentierten Objekten kam es unter Inhibition des rechten DLPFC zu einer Abnahme des Lügens, wohingegen eine linksseitige Inhibition dieses Bereichs zu einer Erhöhung der Lügenneigung führte. In einem zweiten Experiment änderten die Autoren das rTMS-Protokoll von einem hemmenden zu einem erregenden Typus, um zu überprüfen, ob sich dadurch entgegengesetzte Ergebnisse erzielen lassen (Karton, Rinne & Bachmann, 2014). In der Tat führte die Applikation von wiederholten 10-Hz-Pulsen des rechten DLPFC zu einer Erhöhung der Lügenneigung, Stimulation des DLPFC der linken Hemisphäre veränderte hingegen nicht die Rate der unaufrichtigen Antworten. Die Probanden in den beiden oben genannten Experimenten konnten frei entscheiden, ob sie lügen wollten. Für ein Folgeexperiment wurde ihre Motivation zu lügen jedoch durch die Instruktion gesteigert, ihr Ergebnis bei einem Spiel zu maximieren, bei dem die Möglichkeit zu lügen besteht (Karton, Palu, Jöks & Bachmann, 2014). Die Ergebnisse bezüglich eines exzitatorischen Einflusses durch rTMS auf den rechten DLPFC konnten repliziert werden. Eine Aktivierung des rechten DLPFC führte zu einer Steigerung der Lügenrate, eine

Aktivierung des linken DLPFC zu einer Verringerung. Entgegen den Erwartungen der Autoren führte die inhibierende Bedingung jedoch nicht zu einer Veränderung der Lügenrate. Interessanterweise fanden Maréchal, Cohn, Ugazio und Ruff (2017) entgegengesetzte Effekte. Eine Exzitation des rechten DLPFC mittels anodaler tDCS ging mit einer Abnahme unaufrichtigen Verhaltens in einem Würfelspiel einher. Dies traf allerdings vorwiegend auf eigennützige Lügen zu, nicht hingegen auf prosoziale. Auch schien es nicht diejenigen Probanden zu beeinflussen, die eine absolute Gewinnmaximierung anstrebten, sondern nur diejenigen, die nicht in allen Durchgängen logen. Die Autoren gehen davon aus, dass der rechte DLPFC insbesondere dann eine Rolle für Aufrichtigkeit spielt, wenn sich das Individuum in einem Konflikt zwischen Aufrichtigkeit und persönlichem materiellen Gewinn befindet.

Fecteau, Boggio, Fregni und Pascual-Leone (2013) wendeten tDCS im Bereich beider DLPFC an und nutzten dafür drei verschiedene Applikationspositionen: rechts anodal – links kathodal; rechts kathodal – links anodal und Sham-Stimulation<sup>4</sup> (2 mA für 20 Minuten). Die experimentellen Aufgaben sahen einerseits das Beantworten von Fragen zu alltäglichen Tätigkeiten vor. Die Probanden wurden instruiert, wann sie lügen sollten. Außerdem mussten Fragen zu vergangenen Ereignissen beantwortet werden. Hier sollten die Probanden je nach Hinweisreiz aufrichtig antworten, spontan lügen oder eine vorbereitete Lüge wiedergeben. Die Applikation von Gleichstrom im Bereich des DLPFC führte zu einer Reduktion der Antwortzeiten für Lügen, unabhängig von der experimentellen Aufgabe und der Antwortmodalität (verbal versus motorisch mittels Knopfdruck) sowie der Lateralität. Allerdings profitierten verschiedene Arten von Lügen unterschiedlich stark von der Stimulation in Abhängigkeit von deren Lokalisation. Die Teilnehmer der Bedingung „rechts anodal – links kathodal“ wiesen sowohl bei der Beantwortung von Fragen zu alltäglichen Aktivitäten als auch bei den erinnerten (zuvor vorbereiteten) Lügen an vergangene persönliche Ereignisse eine geringere Differenz der Reaktionszeiten zwischen Lügen und wahren Aussagen auf (im Vergleich zu der Gruppe, die eine Sham-Stimulation erhalten hatte). Die entgegengesetzte Bedingung (rechts kathodal – links anodal) verbesserte hingegen die Lügenfähigkeit (gemessen an der

---

<sup>4</sup> Bei der Sham-Stimulation handelt es sich um eine Scheinstimulation. Sie dient als Placebo-Bedingung.

Reaktionszeit) bezüglich spontaner und erinnertes falscher Aussagen über vergangene individuelle Erfahrungen. Die Autoren nehmen daher einen unterschiedlichen Beitrag beider DLPFC zum Lügenprozess in Abhängigkeit von den gegebenen Kontextfaktoren an.

Bereits zuvor hatten Mameli et al. (2010) bei Verwendung von tDCS (anodal versus Sham) im Bereich des DLPFC verringerte Reaktionszeiten für Lügen zu Allgemeinwissensfragen gemessen, nicht aber bei Lügen zu persönlichen Informationen. Auch hier gingen die Autoren von einer Beteiligung multipler kortikaler Netzwerke aus. Im Rahmen einer anderen Studie wurde der Einfluss von tDCS auf den APFC untersucht (Karim et al., 2010). Die Applikation einer kathodalen tDCS in diesem Bereich äußerte sich u. a. in verkürzten Reaktionszeiten, verringerter Hautleitfähigkeit und weniger Schuldgefühlen. Die Autoren vermuten, dass die kathodale tDCS in dieser Region zu einer Verringerung des moralischen Konfliktes führt und möglicherweise darüber das Lügenverhalten unterstützt.

Es ist zu erwarten, dass die am Gehirn gemessenen Aktivierungsmuster in Abhängigkeit von der Art der Aufgabe und den gewählten Stimuli variieren (Lisofsky et al., 2014). In dem Versuch, Studiendesigns ökologisch valider zu gestalten, verwendeten Autoren z. B. autobiografische (Nuñez, Casey, Egner, Hare & Hirsch, 2005) oder emotionale Stimuli (Ito et al., 2011; Lee, Lee, Raine & Chan, 2010), darunter auch als peinlich empfundene autobiografische Episoden (Spence, Kaylor-Hughes, Farrow & Wilkinson, 2008), und benutzten Coverstories oder *mock crimes*, um ein möglichst realitätsnahes Erleben zu schaffen (Kozel, Johnson et al., 2009; Kozel, Laken et al., 2009; Mohamed et al., 2006). Es wurde versucht, Gefühle wie Schuld oder moralische Konflikte zu induzieren bzw. die Angst, beim Lügen ertappt zu werden (Phan et al., 2005). Auch der Grad der sozialen Interaktion wurde unterschiedlich gestaltet (Abe et al., 2007; Sun, Chan, Hu, Wang & Lee, 2015). Darüber hinaus verwendeten Autoren eine Vielzahl unterschiedlicher Themen, über die gelogen werden sollte, sowie Unterschiede in der Vorbereitung der Lügen (spontane im Vergleich zu häufig wiederholten Lügen) (Fecteau et al., 2013; Ganis et al., 2003). Oder es wurden eigennützige Lügen mit weißen Lügen verglichen (Abe et al., 2014). Anhand der Ergebnisse lässt sich vermuten, dass zumindest teilweise unterschiedliche neuronale Netzwerke verschiedene Arten des Lügens unterstützen.

Die Urheber einiger Studien waren bemüht, möglichst realistische Settings zu kreieren, z. B. über *mock crimes*. In einer solchen Arbeit (Kozel, Johnson, et al., 2009) sollte eine Gruppe von Probanden (*mock-crime group*) einen Briefumschlag entgegennehmen und einem der Untersucher aushändigen, zusätzlich sollte sie in einem Raum eine CD ausfindig machen, diese auf ihren Inhalt hin überprüfen und sie anschließend zerstören. Eine andere CD sollte sie aus einem Raum entwenden und einer Untersucherin übergeben. In einer anschließenden fMRT-Untersuchung war ihre Aufgabe, wahrheitsgemäß auf die Fragen zu dem Briefumschlag, den sie genommen hatte, zu antworten. Sie sollte aber leugnen, die CDs entwendet oder zerstört zu haben. Eine weitere Gruppe (*no-crime group*) führte keine dieser Handlungen aus. Sie sollte, um ein Alibi vorzutäuschen, fälschlicherweise angeben, den Umschlag genommen und überbracht zu haben. Alle Fragen zu den CDs sollte sie aufrichtig beantworten und dementsprechend verneinen, sie entwendet oder zerstört zu haben. Zusätzlich nahmen die Probanden an einem fMRT-basierten Lügentest teil. Dazu sollten sie ein Objekt, entweder eine Uhr oder einen Ring, entwenden und hinterher angeben, keines der beiden Objekte genommen zu haben. Von den 36 Teilnehmern konnten 25 beim Ring-Uhr-Test richtig identifiziert werden. Die Teilnehmer, bei denen eine korrekte Zuordnung möglich war, bildeten die *validated group*. Innerhalb der *validated group* gelang es den Autoren, mit hoher Genauigkeit diejenigen Probanden zu identifizieren, die das *mock crime* verübt hatten. Die Sensitivität erreichte zwar nach Aussage der Autoren 100 %, die Spezifität hingegen lag jedoch nur bei 33 % und fiel damit sehr gering aus. Die Autoren der Studie merkten einige Kritikpunkte an ihrem Studiendesign an. Während die neutralen Fragen und jene zu der CD zur Hälfte mit „nein“ beantwortet werden mussten, erforderten alle Fragen zu dem Umschlag Ja-Antworten. Dadurch unterschieden sich die Aufgaben womöglich in ihrem kognitiven Anspruch. Die gemessenen Unterschiede in den Reaktionszeiten legten dies nahe. Auch sei kritisch zu bewerten, dass die eine Gruppe verschiedene Aufgaben ausgeführt hat, während die andere dies nicht tat. Die eine Gruppe log dementsprechend darüber, was sie getan hat, die andere behauptete hingegen, etwas gemacht zu haben, was sie nicht getan hat. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich auch dadurch Unterschiede in der Gehirnaktivität ergeben.

Häufig wird argumentiert, dass Lügen kommunikativer Art ist und eines Gegenübers bedarf, das zumindest nicht genau weiß, dass es belogen wird. In den meisten Lügenexperimenten ist allen Involvierten jedoch bewusst, dass die Teilnehmer lügen. Schließlich wurden sie dahingehend instruiert. Um dieses Problem zu umgehen, wurden die Probanden in einem Experiment von Abe, Suzuki, Mori, Ito und Fujii (2007) durch einen Versuchsleiter beauftragt, einen anderen Versuchsleiter während einer PET-Messung zu täuschen, der angeblich nicht eingeweiht sei. Lügen ging mit einer stärkeren Aktivierung des linken DLPFC und des rechten APFC einher. Die Ergebnisse stützen die Schlussfolgerung vieler vorangegangener Studien, dass Lügen mit exekutiven Funktionen in Bezug stehen. Der Haupteffekt des Belügens des anderen Versuchsleiters ging mit erhöhter Aktivität im ventromedialen präfrontalen Cortex und in der Amygdala einher, was den Schluss nahelegt, dass Lügen durchaus Gehirnregionen involviert, die für eine emotionale Verarbeitung bzw. soziale Interaktionen verantwortlich sind. Viele andere Studien fanden in diesen Bereichen keine lügenassoziierte Aktivität. Es lässt sich diskutieren, dass dies womöglich dem häufig sonst sehr artifiziellen Charakter dieser Studien geschuldet sein könnte.

In den meisten alltäglichen Situationen, ebenso wie im forensischen Bereich, wollen Lügner nicht entlarvt werden. Manchmal stehen Reputation, Geldstrafen oder Freiheitsentzug auf dem Spiel. In vielen Lügensituationen – wenngleich sicher nicht in allen – ist davon auszugehen, dass die Lügenden motiviert sind, nicht erwischt zu werden. In Laborstudien steht für die Teilnehmer vergleichsweise wenig auf dem Spiel. Daher wurde teilweise versucht, monetäre Anreize zu setzen, z. B. in Form von Belohnungen für besonders geschicktes Lügen (Greene & Paxton, 2009), um die Lügenmotivation zu steigern. Die Autoren der Gruppe um Phan (Phan et al., 2005) nutzten eine spezielle Echtzeit-fMRT-Technologie, um den Leistungsdruck auf die Probanden zu erhöhen. Die Probanden bearbeiteten eine adaptierte Version des *Guilty Knowledge Test*<sup>5</sup>. Es wurde ihnen mitgeteilt, dass ihre Gehirnaktivität in Echtzeit überwacht werde und sie versuchen sollten, nicht als Lügner erkannt zu werden. Lügen

---

<sup>5</sup> Der *Guilty Knowledge Test* verhält sich synonym zu dem weiter oben erläuterten CIT. Es handelt sich hierbei um eine Fragetechnik, die z. B. im Rahmen von Polygraph-Untersuchungen eingesetzt wird und überprüfen soll, ob "schuldhaftes" Wissen verheimlicht wird (Staunton & Hammond, 2011).

war dabei mit erhöhter Aktivität im VLPFC, im DLPFC, im dorsalen medialen präfrontalen Cortex und im Sulcus temporalis superior assoziiert.

Bei der Wahl des Studiendesigns stellt sich grundsätzlich die Frage nach der Validität. An vielen Studien wird bemängelt, dass die Probanden instruiert wurden, wann sie lügen sollen. In einem realistischen Kontext entscheiden Personen jedoch für gewöhnlich selbst, wann sie lügen wollen und wann sie besser die Wahrheit sagen. Ein wichtiges Kriterium für die Definition von Lügen ist, dass die Täuschung auf freiwilliger Basis erfolgt. Dies ist in Laborstudien schwer umzusetzen. Einige Arbeiten haben versucht, dieses Problem zu adressieren (Garrett et al., 2016; Sip et al., 2012; Yin et al., 2016). Beispielsweise durften die Probanden in einer Untersuchung selbst entscheiden, wann sie lügen wollen, sollten die Anzahl von falschen und aufrichtigen Aussagen allerdings ungefähr gleich halten (Spence et al., 2008). Im Rahmen eines anderen Experiments spielten die Probanden eine Abwandlung eines Würfelspiels, bei dem Lügen ein integraler Bestandteil ist. Auch hier durften sie selbst entscheiden, wann sie lügen wollten (Sip et al., 2010). In den meisten Experimenten werden die Probanden aber an irgendeiner Stelle instruiert zu lügen. Es ist jedoch fraglich, ob ein instruiertes Lügenverhalten mit einem intrinsischen gleichzusetzen ist. Einige Studien widmeten sich diesem Problem. Die Forschungsgruppe um Zhang (Zhang et al., 2016) untersuchte Probanden mittels Nahinfrarotspektroskopie während eines computergestützten Pokerspiels. Spontane Lügen unterschieden sich dabei deutlich von instruierten, z. B. bezüglich der Clusterkoeffizienten, der durchschnittlichen Pfadlängen und der durchschnittlichen Knotengrade. In einem Experiment von Greene und Paxton (2009) wurde Probanden die Möglichkeit gegeben, bei einem computergestützten „Glücksspiel“ durch falsche Angaben höhere Gewinne zu erzielen, ohne dass ihnen aufgetragen wurde zu täuschen. Probanden, die betrogen, zeigten höhere Aktivität in mit Kontrolle in Zusammenhang stehenden Gehirnregionen des präfrontalen Cortex (z. B. im bilateralen DLPFC) als aufrichtige Probanden und zwar sowohl wenn sie logen, als auch in den Durchgängen, in denen sie die Wahrheit sagten. Völlig frei entscheiden durften die Probanden in einem Experiment, in dem sie gegenüber einem Spielpartner ein Versprechen machten, anschließend vorhersehen sollten, wie dieses Versprechen das

Verhalten des Spielpartners beeinflussen wird, und am Ende entschieden, ob sie das Versprechen halten oder brechen wollten, was mit entsprechenden Gewinnen oder Verlusten verbunden war (Baumgartner, Fischbacher, Feierabend, Lutz & Fehr, 2009). Der Bruch des Versprechens ging mit einer höheren Aktivierung im DLPFC, im ACC und in der Amygdala einher. Die Autoren gaben an, der Bruch des Versprechens lasse sich bereits anhand eines bestimmten Aktivierungsmusters (anteriore Insula, ACC, Gyrus frontalis inferior) in den vorhergehenden Phasen, also zum Zeitpunkt des Versprechens und bei der Einschätzung, wie der andere reagieren werde, vorhersehen. Möglicherweise ließen sich antagonistische Intentionen bereits erkennen, bevor es zu einem Täuschungsversuch kommt.

In einem realistischen Setting ist es eher unwahrscheinlich, dass Personen konstant lügen werden. Die Gefahr einer Entdeckung eines derartigen Täuschungsversuches wäre dabei sehr hoch. Vielversprechender erscheint hingegen eine Strategie, nur an den Stellen zu lügen, an denen eine Entdeckung unwahrscheinlich ist bzw. ein Täuschungsversuch einen Vorteil verspricht oder unbedingt notwendig ist. Möglichst nahe an der Wahrheit zu bleiben, sollte Sporer (2016) zufolge bei vielen Lügen die einfachste Vorgehensweise darstellen und am wenigsten *cognitive load* benötigen. Manche Studien verwendeten aus diesem Grund Paradigmen, die es den Probanden ermöglichen, selbst zu entscheiden, wann sie einen Täuschungsversuch vornehmen (Sip et al., 2012). Im folgenden Abschnitt werden einige der oben genannten Überlegungen wieder aufgegriffen, da diese die Wahl des vorliegenden Studiendesigns maßgeblich beeinflussen haben.

## **2.2 Fragestellung und Hypothesen**

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, einen Beitrag zur Aufdeckung der mit dem Lügen verbundenen neuronalen Grundlagen zu leisten. Dabei wurde der Versuch unternommen, sowohl den Aspekten eines weitgehend realistischen Lügenszenarios Rechnung zu tragen, als auch den methodischen Ansprüchen im Hinblick auf die Validität zu genügen. Die daraus resultierenden Überlegungen zum experimentellen Design sollen im Folgenden zunächst überblicksartig wiedergegeben werden, um in einem weiteren Schritt die sich daraus ergebenden Hypothesen abzuleiten.

### **2.2.1 Fragestellung und Operationalisierung**

Zu der Frage nach den neuronalen Korrelaten des Lügens findet sich in der Literatur bereits eine Vielzahl an Forschungsarbeiten (vgl. Abschnitt 2.1.6). Vielen Designs wird allerdings vorgeworfen, dass sie zu realitätsfern seien. Daher wurde in der vorliegenden Arbeit die Absicht verfolgt, ein Szenario in Referenz an einen kriminellen Kontext zu kreieren. Zu diesem Zweck wurde den Probanden ein Video vorgespielt, das einen Tankstellenüberfall aus der Perspektive einer in der Tankstelle befindlichen Person zeigt. Die Probanden sollten sich vorstellen, diese Person zu sein. Die Hälfte der Probanden sollte dabei imaginieren, sie seien ein Komplize der Täter.

Doch nicht nur der Kontext sollte einen Bezug zu einer kriminalistischen Fragestellung haben. Auch die Art des Lügens sollte möglichst mit einem solchen Szenario übereinstimmen. Für einen Komplizen, der während der Tat anwesend war, wäre z. B. eine sinnvolle Strategie in einem anschließenden Verhör, als Verdächtiger nicht durchgehend zu lügen, sondern nur dann, wenn es für die Tat relevant ist (z. B. bezüglich belastender Informationen wie Täterbeschreibungen, Angaben zur Tatschwere) und ansonsten nah an der Wahrheit zu bleiben, um möglichst nicht entlarvt zu werden (vgl. Sporer, 2016). Um sich ganz an einem realistischen Setting zu orientieren, könnte man die fMRT-Daten der Komplizen mit denen von Unschuldigen vergleichen, die Zeugen der Tat sind, aber immer die Wahrheit sagen (vgl. u. a. die Kontrollbedingung bei der Studie von Li et al. [2015], wobei es sich jedoch immer noch um ein Within-subject-Design handelt). Allerdings würde sich dann die Frage stellen, ob die gefundenen

Unterschiede zwischen den Gruppen tatsächlich auf das Lügen an sich zurückzuführen oder durch andere Variablen bedingt wären. Es ist z. B. davon auszugehen, dass der *cognitive load* für die Komplizen, die ständig die Relevanz der Frage bedenken und dementsprechend handeln müssen, deutlich höher ausfallen sollte als für die Unschuldigen, die lediglich wahrheitsgemäß antworten. Es bliebe daher unklar, ob gemessene Unterschiede tatsächlich die Besonderheiten des Lügens widerspiegeln oder ob sie nur Ausdruck einer höheren kognitiven Beanspruchung sind. Alternativ könnte dieses Problem durch die Verwendung eines Within-subject-Designs umgangen werden, in dem innerhalb der Komplizen-Gruppe die wahren Antworten bei den irrelevanten Fragen mit den unaufrichtigen Antworten bei den relevanten Fragen kontrastiert werden. Dabei ergäben sich jedoch methodische Mängel. Es könnte beispielsweise nicht ausgeschlossen werden, dass gemessene Unterschiede evtl. auf die besonderen Eigenschaften der jeweiligen Fragenkategorie („relevant“ versus „irrelevant“) zurückzuführen wären und die sich daraus ergebenden Unterschiede in der Vergleichbarkeit der Stimuli.<sup>6</sup>

Aus diesem Grund wurde eine weitere Experimentalgruppe eingeführt, die sich genau entgegengesetzt zur Komplizen-Gruppe verhalten sollte. Sie sollte bei den relevanten Aussagen die Wahrheit sagen und bei den irrelevanten lügen. Auf diese Weise ließen sich Lüge und Wahrheit gegeneinander kontrastieren. Das Ausmaß der kognitiven Beanspruchung für beide Gruppen sollte auf diese Weise weitgehend vergleichbar sein – abgesehen von den interessierenden lügenspezifischen Prozessen – ebenso wie die verwendeten Stimuli. Das verwendete Design ist damit eine Abwandlung des in der englischsprachigen Literatur *differentiation of deception* (DoD) genannten Paradigmas. Hierbei werden die experimentellen Bedingungen möglichst ähnlich gehalten und sollen sich nur bezüglich des Lügens bzw. aufrichtigen Antwortens unterscheiden (Furedy, Davis & Gurevich, 1988; Gamer, 2014). Dadurch sollen Störfaktoren wie z. B. emotionaler Gehalt, Familiarität oder Häufigkeit des Auftretens der Stimuli kontrolliert werden. Anders als beim klassischen DoD-Paradigma vergleicht die vorliegende Studie aus den

---

<sup>6</sup> Da im Rahmen der Studie statt Fragen zum Tathergang Aussagen zum Tathergang verwendet wurden, die mit "richtig" oder "falsch" gelabelt werden sollten, wird im Folgenden von "Aussagen" gesprochen.

oben erläuterten Designgründen jedoch auf interindividueller statt auf intraindividueller Ebene.

Bei den meisten Studien wird den Probanden vorgegeben, wann sie lügen sollen (z. B. durch Einblendung von Hinweisreizen). Dies birgt bezüglich der Auswertung der erhobenen Daten natürlich viele Vorteile. Ein völlig „freies“ Lügen ist in der methodischen Umsetzung herausfordernd. Die Instruktion, zu welchem Zeitpunkt gelogen werden soll, entspricht allerdings nicht einem realitätsnahen Lügenverhalten. In der vorliegenden Studie wurde daher versucht, den Anspruch von experimenteller Kontrolle zu erfüllen, ohne das Lügen über einfache Hinweisreize zu steuern. Die Probanden sollten selbst entscheiden, ob eine eingeblendete Aussage relevant oder irrelevant für den Tathergang ist und sich dann gemäß ihrer Zuteilung zu den Experimentalgruppen verhalten.

Mittels einer Vorstudie ( $n = 21$  [6 männlich, 15 weiblich];  $M_{\text{Alter}} = 25.19$ ,  $SD_{\text{Alter}} = 6.50$ ; eine Versuchsperson wurde aufgrund zu vieler fehlender Antworten ausgeschlossen) wurden die Aussagen bezüglich ihrer Relevanz geratet. Für die vorliegende Studie wurden nur Aussagen verwendet, die im Rahmen der Vorstudie von mindestens 80 % der Teilnehmer einer bestimmten der beiden Kategorien, „relevant“ versus „irrelevant“, zugeordnet wurden, sodass anzunehmen ist, dass in der Mehrheit der Fälle die Relevanz von den Probanden richtig eingeschätzt wird. Zur Sicherheit sollten die Probanden der Hauptstudie bezüglich jeder Aussage jedoch zusätzlich angeben, ob sie diese als relevant eingeschätzt haben und ob sie in dem konkreten Fall gelogen haben oder nicht.

Für die experimentelle Aufgabe wurde ein Forced-Choice-Paradigma verwendet. Die Probanden waren aufgefordert, alle Aussagen zu bearbeiten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Probanden sich nicht an alle Details des Films erinnern konnten, sodass bei einem solchen Design vermutlich Antworten geraten werden. Um dies kontrollieren zu können, wurde ein dreistufiges Sicherheitsrating eingeführt, anhand dessen die Probanden außerdem eine Angabe machen konnten, wie sicher sie sich sind, die richtige Antwort zu kennen.

## 2.2.2 Hypothesen

In Anlehnung an den oben dargestellten Stand der Forschung und die ausgeführten Überlegungen zum Studiendesign werden im Folgenden fünf Hypothesen abgeleitet.

Die überwältigende Mehrheit der bisher zu diesem Thema veröffentlichten Arbeiten – mit nur wenigen Ausnahmen – legt den Schluss nahe, dass Lügen grundsätzlich mit mehr Gehirnaktivität einhergeht als aufrichtiges Antworten. Es scheint keine Gehirnareale zu geben, die spezifisch bei aufrichtigem Antworten mehr Aktivierung zeigen als während des Lügens. Die folgenden Hypothesen beziehen sich daher ausschließlich auf die neuronalen Korrelate von Lügen. Es muss dabei betont werden, dass die Hypothesen zwar Aussagen über die lügenassoziierte Gehirnaktivität machen. Genau genommen misst fMRT jedoch lediglich die Unterschiede im Sauerstoffgehalt des Blutes, sodass ein Rückschluss auf die zugrundeliegende Gehirnaktivität nur indirekt möglich ist.

### 2.2.2.1 Hypothese 1

Es ist davon auszugehen, dass bei dem vorliegenden Studiendesign sowohl das aufrichtige Antworten als auch das Lügen exekutive Funktionen involviert. Allerdings lässt sich vermuten, dass der Lügenprozess mit einer ausgeprägteren inhibitorischen Kontrolle einhergeht (Christ et al., 2009; Johnson et al., 2004). Dementsprechend sollte das Lügen zu einer stärkeren Aktivierung von Gehirnbereichen führen, die mit Antwortinhibition assoziiert sind, z. B. im Bereich des DLPFC und des VLPFC bzw. des Gyrus frontalis inferior (Aron et al., 2004, 2014; Chikazoe et al., 2007).

#### **Hypothese 1**

*Lügen geht im Vergleich mit aufrichtigem Antworten mit einer stärkeren Aktivierung des DLPFC und des VLPFC bzw. des Gyrus frontalis inferior einher.*

### 2.2.2.2 Hypothese 2

Es ist anzunehmen, dass innerhalb der ablaufenden Entscheidungsprozesse Unterschiede zwischen Lügen und aufrichtigem Antworten bestehen (Kireev et al., 2017; Sip et al., 2008). Dies betrifft wahrscheinlich insbesondere Operationen wie Leistungsüberwachung

und Konfliktüberwachung. Dementsprechend ist zu vermuten, dass sich im ACC, der an der Ausübung dieser Funktionen beteiligt ist, während des Lügens erhöhte Gehirnaktivität zeigt (Botvinick, 2007; Croxson et al., 2009; Kerns et al., 2004; MacDonald et al., 2000; Rushworth et al., 2004). Der anteriore cinguläre Cortex spielt z. B. eine fundamentale Rolle dabei, Handlungen in Relation zu ihren Konsequenzen zu setzen, sowie bei der Entscheidung, welche Handlungen es wert sind, ausgeführt zu werden (Rushworth et al., 2004).

### ***Hypothese 2***

*Lügen ist gegenüber aufrichtigem Antworten mit erhöhter Aktivität im ACC assoziiert.*

#### ***2.2.2.3 Hypothese 3***

Mehrere Studien finden eine mit Lügen assoziierte erhöhte Aktivität im Nucleus caudatus (Kireev, Korotkov, Medvedeva & Medvedev, 2013; Kireev, Medvedeva, Korotkov & Medvedev, 2015; Lee et al., 2002; Nuñez et al., 2005). Dieser Teil des Gehirns wird u. a. mit der Selektion geeigneter Teilziele (Grahn, Parkinson & Owen, 2008) und Antwortinhibition (Nuñez et al., 2005) in Verbindung gebracht. Es ist davon auszugehen, dass Lügen auch unter Verwendung des vorliegenden Designs mit erhöhter Aktivität in diesem Gehirnbereich einhergeht.

### ***Hypothese 3***

*Während des Lügens kommt es im Vergleich zum aufrichtigen Antworten zu vermehrter Gehirnaktivität im Nucleus caudatus.*

#### ***2.2.2.4 Hypothese 4***

In mehreren Arbeiten wurde mit Bezug auf Lügen eine erhöhte Aktivität im inferioren Parietallappen gemessen (Bhatt et al., 2009; Langleben et al., 2005; Lee et al., 2002; Spence et al., 2004; Sun, Lee et al., 2015; Yokota et al., 2013). Diesem Gehirnbereich wird

eine Rolle bei der Ausführung höherer kognitiver Funktionen zugeschrieben, u. a. eine Bedeutung für die Verwendung verbaler exekutiver Funktionen (Putcha et al., 2018). Der inferiore Parietallappen wird u. a. mit semantischer Verarbeitung, Lesen und Verstehen von Wörtern, Aufmerksamkeit, Schlussfolgern, Arbeitsgedächtnis und sozialer Kognition in Verbindung gebracht (Cabeza, Ciaramelli & Moscovitch, 2012; Seghier, 2013). Es lässt sich vermuten, dass der inferiore Parietallappen auch bei dem vorliegenden Studiendesign stärker während des Lügens beteiligt ist.

#### ***Hypothese 4***

*Während des Lügens tritt im Vergleich zu aufrichtigem Antworten eine höhere Aktivierung des inferioren Parietallappens auf.*

#### ***2.2.2.5 Hypothese 5***

Mehrere Studien finden einen Zusammenhang zwischen Lügen und Aktivität im Gyrus frontalis superior (Bhatt et al., 2009; Langleben et al., 2002; Langleben et al., 2005; Vartanian et al., 2013). Diesem wird eine Beteiligung an höheren kognitiven Funktionen zugeschrieben, u. a. an introspektiven Fähigkeiten, Aufgabenwechsel und Arbeitsgedächtnisprozessen (Cutini et al., 2008; du Boisgueheneuc et al., 2006; Goldberg, Harel & Malach, 2006). Es ist davon auszugehen, dass sich eine lügenassoziierte Aktivität auch unter Verwendung des vorliegenden Studiendesigns zeigen wird.

#### ***Hypothese 5***

*Lügen geht im Vergleich zu aufrichtigem Antworten mit einer erhöhten Aktivität im Gyrus frontalis superior einher.*

### 3 Methoden

Im Folgenden werden die herangezogene Stichprobe sowie die verwendete Apparatur der vorliegenden Studie dargestellt. Die Durchführung des Versuches und die Auswertung der Daten werden anschließend näher erläutert.

#### 3.1 Ethik

Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Deutschen Gesellschaft für Psychologie e. V. (DGPs) geprüft und genehmigt. Alle Teilnehmer bestätigten nach ausführlicher Aufklärung schriftlich ihr Einverständnis, an der Studie teilzunehmen.

#### 3.2 Stichprobe

Für die Teilnahme an der Studie wurde eine Stichprobengröße von 32 Probanden erhoben, die hauptsächlich über einen E-Mail-Verteiler der Justus-Liebig-Universität Gießen geworben wurde. Das Alter der Versuchspersonen lag zwischen 19 und 33 Jahren ( $n = 32$  [16 männlich, 16 weiblich];  $M_{\text{Alter}} = 23.31$ ,  $SD_{\text{Alter}} = 4.00$ ). Alle Probanden waren Rechtshänder, deutsche Muttersprachler und hatten einen Gymnasialabschluss (Hochschulreife oder Fachhochschulreife). Von den 32 Versuchsteilnehmern waren 29 für einen Studiengang eingeschrieben, eine Versuchsteilnehmerin war Promovendin, ein Versuchsteilnehmer arbeitete nach Promotion im akademischen Bereich und ein weiterer Teilnehmer machte keine Angabe über seine jetzige Berufstätigkeit. Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie waren Tätowierungen, neurologische oder psychiatrische Erkrankungen, bestimmte körperliche Erkrankungen (z. B. Herz- oder Kreislauferkrankungen, Rücken- oder Nackenbeschwerden, onkologische Erkrankungen), Metall im Körper (z. B. Herzschrittmacher, Medikamentenpumpen, Aneurisma-Clips, Metallimplantate), die Einnahme von zentral wirksamen Medikamenten (z. B. Schmerzmittel, Neuroleptika, Antidepressiva) und bei Frauen das Vorliegen einer Schwangerschaft. Keiner der 32 Probanden musste ausgeschlossen werden. Eine genaue Auflistung der Ein- und Ausschlusskriterien findet sich in Anhang C und Anhang D. Die Probanden wurden für ihre Teilnahme mit einem Geldbetrag in einer Höhe von 20 EUR vergütet.

### **3.3 Apparatur**

In den folgenden Abschnitten werden die für die vorliegende Studie verwendeten Materialien vorgestellt. Diese umfassen die für die experimentelle Aufgabe benötigten Hilfsmittel, eine vorbereitende Übungsaufgabe zum Erlernen der experimentellen Aufgabe, einen Videofilm und Aussagen zum Inhalt dieses Videofilms. Des Weiteren werden der im Anschluss an das Experiment vorgelegte Strategie- und Evaluationsfragebogen und der Umfang der durchgeführten neuropsychologischen Testbatterie erläutert.

Alle Messungen fanden in den Räumlichkeiten des Universitätsklinikums Gießen (UKGM) statt. Sowohl der anliegende Untersuchungsraum für die Durchführung der Übungsaufgabe, die Betrachtung des Videofilms und die Bearbeitung der Fragebögen als auch der eigentliche MRT-Bereich wurden künstlich beleuchtet. Über die Versuchspersonen hinweg wurde dabei auf konstante Lichtverhältnisse geachtet.

#### **3.3.1 Übungsaufgabe**

Um sich mit dem Ablauf und den Anforderungen der experimentellen Aufgabe bereits im Vorfeld vertraut zu machen, wurden die Probanden gebeten, eine Übungsaufgabe an einem Laptop durchzuführen. Dies diente dazu, die Bedienung der Tasten und die Tastenbelegung für die einzelnen Antworten zu erlernen, wobei die Tastenbelegung der des Eingabepads während der fMRT-Aufgabe entsprach. Außerdem sollten die Probanden sich auf die begrenzten Antwortzeiten einstellen. Es wurden die Pfeiltasten „links“, „unten“ und „rechts“ der Laptoptastatur verwendet, die Tasten waren mit Farbpunkten markiert (blau, gelb, grün). Dabei entsprach die Verteilung der Farben der Anordnung der ebenfalls farbigen Tasten des Eingabepads der experimentellen Aufgabe. Bedient wurden die Tasten mittels Zeige-, Mittel- und Ringfinger der rechten Hand.

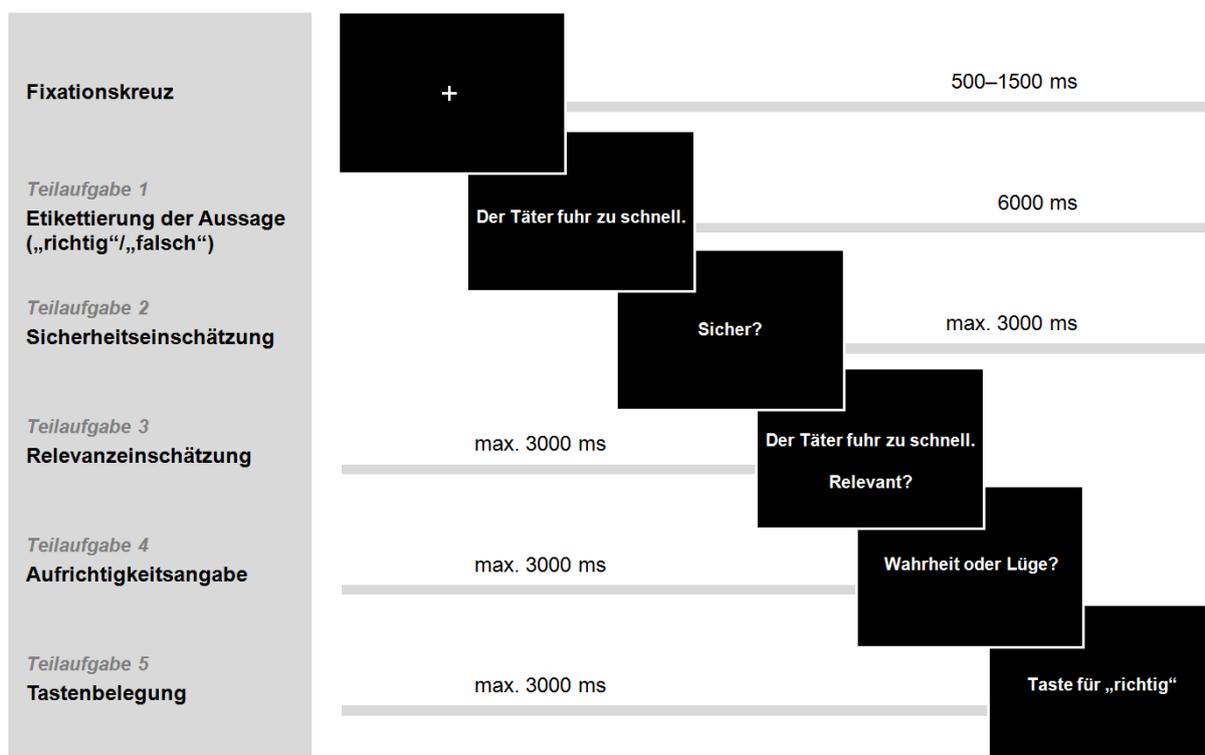
Zu Beginn wurden die Versuchsteilnehmer instruiert, eine Geschichte aufmerksam zu lesen, die einen Unfallhergang mit Fahrerflucht beschreibt. Die Probanden wurden dazu aufgefordert, sich vorzustellen, sie seien Zeuge des Ereignisses geworden und würden von der Polizei zu dem Geschehen befragt. Zu diesem Zweck erhielten sie eine Reihe von Aussagen, die sie per Tastendruck als richtig oder falsch bewerten sollten. Je nach

Zuordnung zu den späteren experimentellen Gruppen, erhielten die Versuchsteilnehmer jedoch entsprechende Versionen der weiterführenden Instruktion. Die Gruppe, die der Bedingung „Komplize“ (KoM) zugeordnet wurde, sollte sich vorstellen, sie sei mit dem unfallverursachenden Fahrer befreundet und wolle diesen decken. Sie sollte bei allen Aussagen, die für die Polizei für die Aufklärung bzw. für die spätere Beurteilung der Tat relevant sind, lügen. Dies betrifft Aussagen, die sich z. B. auf die Identität des Täters beziehen und damit die Wahrscheinlichkeit seiner Ergreifung erhöhen. Außerdem gilt dies für Aussagen zur Schuld des Täters, die dementsprechend eine Beurteilung der Tatschwere ermöglichen. Bei allen anderen Aussagen, die sich z. B. auf unter diesen Gesichtspunkten unwichtige oder der Polizei bereits bekannte Details beziehen (z. B. Informationen zum Unfallopfer), sollten die Probanden ehrlich antworten, um glaubwürdiger zu erscheinen. Die andere Experimentalgruppe mit der Bezeichnung „Kontrolle“ (KoN), sollte sich genau entgegengesetzt verhalten: Sie sollte die Polizei bei den relevanten Aussagen unterstützen, jedoch bei allen irrelevanten lügen. Dabei nahmen die Probanden selbst die Einschätzung der Relevanz vor. *Abbildung 5* zeigt eine visuelle Darstellung der Versuchspersoneninstruktion anhand einer Vierfeldertafel. Aufgrund der Relevanz für die eigentliche experimentelle Aufgabe findet sich die Abbildung in Abschnitt 3.3.4. Der genaue Wortlaut der Geschichte zur Übungsaufgabe (Anhang E), die Instruktion für die Ausführung der Übungsaufgabe (Anhang F bzw. Anhang G) sowie die von den Probanden zu bearbeitenden Aussagen (Anhang H) befinden sich im Anhang dieser Arbeit.

Die Aussagen wurden auf einem 14-Zoll-Laptop als hellgraue Schrift auf schwarzem Grund (Schriftart: Arial Bold, Schriftgröße: 25) präsentiert. Zur Darstellung und Registrierung der Antworten wurde die Software Presentation (Version 15.0, Neurobehavioral Systems, Inc., Berkeley, CA, <https://www.neurobs.com>) benutzt. Bei der Erstellung der Aussagen zum Tathergang wurde auf eine möglichst kurze und präzise Formulierung geachtet, um die Textverständlichkeit zu erhöhen. Zu Beginn der Übungsaufgabe am Laptop wurde der Satz „Gleich geht es los!“, gefolgt von einem fünfstufigen Countdown in Sekundenschritten eingeblendet, damit die Probanden sich bereit hielten. Die Aufgabe bestand in der Bearbeitung von insgesamt 36 Durchgängen,

die aus jeweils fünf Teilaufgaben zusammengesetzt waren. Zwischen den Durchgängen wurde jeweils ein hellgraues Fixationskreuz zwischen 500 ms und 1500 ms lang eingeblendet, das die Versuchspersonen betrachten sollten, ohne eine Taste zu drücken. Die Probanden wurden gebeten, bei den Teilaufgaben ihre Antworten so schnell wie möglich zu geben, jedoch ohne sich dabei zu vertun. Die einzelnen Teilaufgaben werden im Folgenden beschrieben. Abbildung 1 veranschaulicht die Abfolge der Teilaufgaben und deren Darstellung auf dem Bildschirm.

### Übungsaufgabe – Ablauf eines Durchgangs



*Abbildung 1.* Ablauf eines Durchgangs der Übungsaufgabe. Dargestellt wird der Aufbau eines beispielhaften Durchgangs, beginnend mit einem Fixationskreuz in variierender Dauer von 500 ms bis 1500 ms. Diesem folgt Teilaufgabe 1 mit 6000 ms Dauer. Die Dauer der Teilaufgaben 2 bis 5 variierte in Abhängigkeit von der Bearbeitungsgeschwindigkeit der Versuchsteilnehmer, betrug jedoch maximal jeweils 3000 ms.

Teilaufgabe 1 – Etikettierung der Aussage als richtig oder falsch: Jeder Durchgang, beginnend mit einem Fixationskreuz, beinhaltete anschließend die randomisierte Präsentation einer Aussage, die die Probanden mittels Knopfdruck mit „richtig“ oder „falsch“ bewerten sollten. Je nach zugewiesener Instruktion sollten die Teilnehmer

aufrichtig antworten oder lügen. Bei Unsicherheit sollten die Probanden raten. Nur für die Teilaufgabe 1 erhielten die Probanden unterschiedliche Instruktionen, je nachdem, welcher experimentellen Gruppe sie zugeordnet waren. Die weiteren Teilaufgaben eines jeden Durchgangs unterschieden sich nicht zwischen den Gruppen. Für die Bearbeitung von Teilaufgabe 1 erhielten die Probanden 6000 ms Zeit. Wurde eine Taste gedrückt, verschwand die Schrift, und der Bildschirm blieb bis zum Ablauf der Zeit schwarz. Wurde keine Taste gedrückt, wurde die nächste Teilaufgabe eingeblendet.

Teilaufgabe 2 – Sicherheitseinschätzung: Nach Ablauf der Zeit von Teilaufgabe 1 wurde die Frage „Sicher?“ für 3000 ms eingeblendet. An dieser Stelle waren die Probanden aufgefordert anzugeben, wie sicher sie sich sind, tatsächlich die richtige Antwort zu kennen, unabhängig davon, ob sie zuvor aufrichtig oder unaufrichtig geantwortet hatten. Mittels Tastendruck konnten sie ihr Sicherheitsempfinden als „sicher“, „eher sicher“ oder „unsicher“ einzustufen. Drückten die Probanden eine Taste, wurde sofort die nächste Teilaufgabe eingeblendet, ließen sie die Zeit verstreichen, ohne zu antworten, wurde ebenfalls die nächste Teilaufgabe gezeigt. Dies gilt ebenfalls für alle nachfolgenden Teilaufgaben.

Teilaufgabe 3 – Relevanzeinschätzung: Im nächsten Schritt gaben die Versuchspersonen an, ob sie die zuvor in Teilaufgabe 1 eingeblendete Aussage im Rahmen der Bearbeitung von Teilaufgabe 1 als relevant eingestuft hatten. Es wurde die jeweilige Aussage zur Erinnerung noch einmal eingeblendet. Darunter erschien die Frage „Relevant?“ Für die Beantwortung erhielten die Versuchsteilnehmer 3000 ms Zeit. Sie sollten angeben, ob sie die Aussage zuvor als relevant eingestuft hatten und zwar zu dem Zeitpunkt, als sie diese mit „richtig“ oder „falsch“ bewerteten. Sollten die Probanden nun bezüglich der Relevanz zu einem anderen Schluss kommen, sollten sie dennoch angeben, wie sie sie zuvor eingeschätzt hatten.

Teilaufgabe 4 – Aufrichtigkeitsangabe: Zum Abschluss jedes Durchgangs wurde die Frage „Wahrheit oder Lüge?“ auf dem Bildschirm präsentiert. Die Probanden waren aufgefordert, an dieser Stelle anzugeben, ob sie in Teilaufgabe 1 ehrlich oder unehrlich geantwortet hatten. Auch hier sollte sich die Antwort auf ihr tatsächliches Verhalten

beziehen. Sollte ihnen aufgefallen sein, sich bei der Beantwortung nicht instruktionskonform verhalten zu haben und beispielsweise eine Aussage, bei der sie laut Anweisung hätten lügen sollen, aufrichtig beantwortet zu haben, sollten sie dennoch ihr reales Verhalten in Teilaufgabe 1 angeben. In diesem Fall sollten sie die Taste für „Wahrheit“ drücken. Für die Beantwortung erhielten sie 3000 ms Zeit.

Teilaufgabe 5 – Einstudieren der Tastenbelegung: Bis zu diesem Schritt entsprach das Design der Übungsaufgabe dem der experimentellen Aufgabe. Um sicherzugehen, dass die Probanden die Tastenbelegung auch richtig einstudieren, wurde in der Übungsaufgabe noch ein weiterer Teilschritt eingefügt, bei dem die Versuchsteilnehmer aufgefordert wurden, eine bestimmte Taste zu drücken, z. B. die Taste für „richtig“. Dafür erhielten sie 3000 ms Zeit. Nach Eingabe einer Antwort oder Ablauf der Zeit, wurde der nächste Durchgang eingeblendet, der wieder mit der Präsentation eines Fixationskreuzes begann.

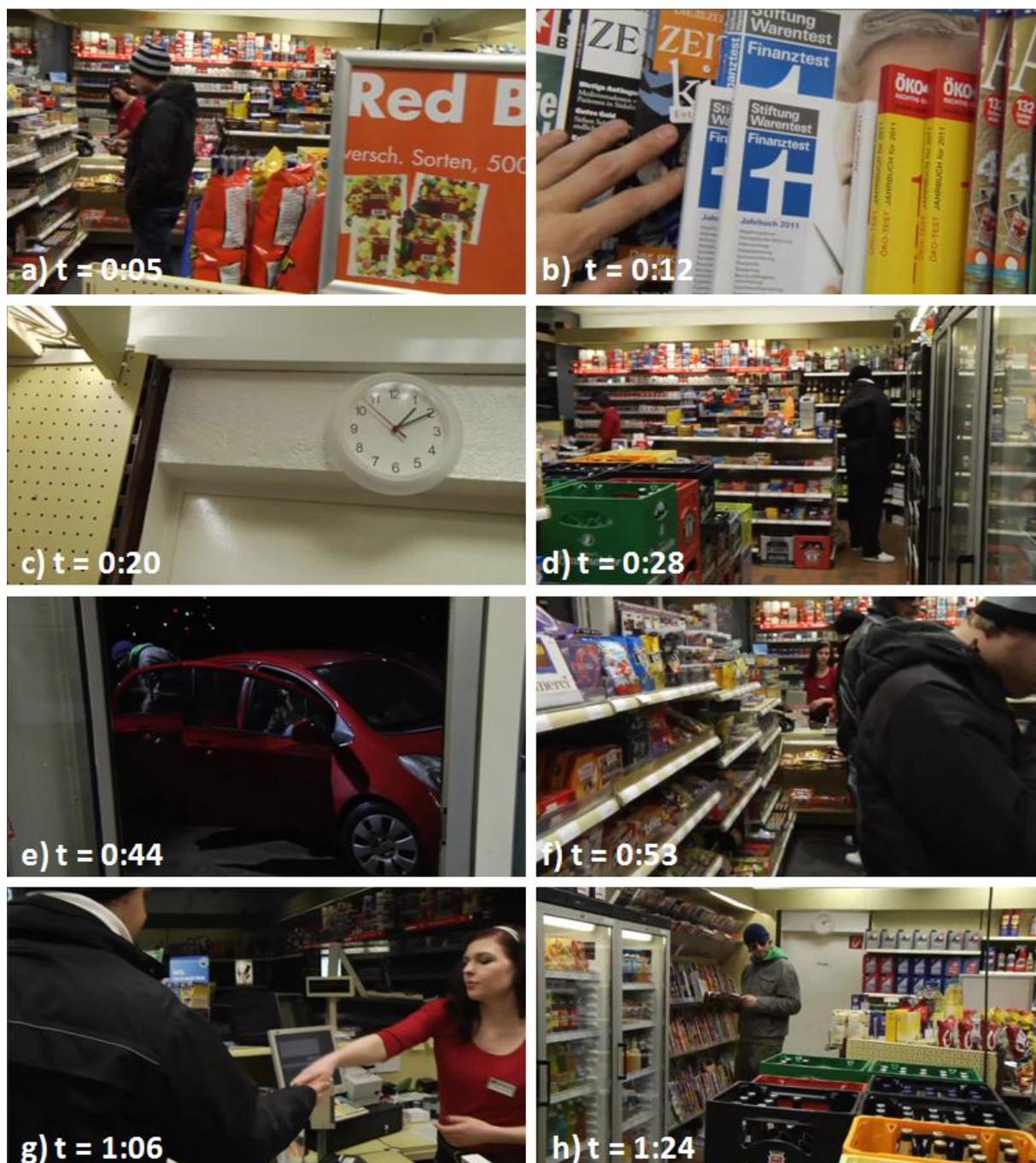
Die Zeit für das Lesen der Eingangsgeschichte wurde nicht eingeschränkt. Sie wurde durch die Versuchsteilnehmer selbst bestimmt. Die Dauer der Bearbeitung der sich daran anschließenden Aufgabe am Laptop dauerte – je nach Antwortgeschwindigkeit der Probanden – zwischen 6 min 57 s und 9 min 27 s.

### **3.3.2 Film**

Den Probanden wurde ein Film von 2 min 51 s Länge gezeigt, der in Zusammenarbeit mit dem ServiceCenter Medien der Universität Bielefeld erstellt worden ist. Als Drehort diente eine Tankstelle. Laienschauspieler, überwiegend aus dem Theaterbereich, übernahmen die Rollen von drei Tankstellenräubern, einer Kassiererin und zwei Kunden. Um dem Betrachter die Vorstellung zu erleichtern, er selbst bewege sich durch den Raum und sei Teil der Handlung, wurde der Film aus der Ego-Perspektive gedreht. An einer Stelle ist sogar die Hand des Kameramanns zu sehen, wie sie Zeitschriften berührt (Abbildung 2, Ausschnitt b). Um eine zeitliche Kontinuität zu gewährleisten, wurde auf jedwede Schnitttechnik verzichtet und die Aufnahme von Anfang bis Ende ohne Unterbrechung gedreht. Der Film beginnt inhaltlich mit dem Betreten des Tankstelleninnenraumes. Die Kamera fährt einzelne Regale ab, als betrachte der Zuschauer

die Auslagen. Während der Kameraschwenks wird ersichtlich, dass sich außer dem Beobachter selbst noch eine Kassiererin und zwei Kunden im Laden befinden. Dann ist zu sehen, wie ein Auto vorfährt, aus dem drei Männer aussteigen, zwei davon betreten den Verkaufsraum. Sie tragen Kopfbedeckungen und Sonnenbrillen. Einer der Kunden verlässt die Tankstelle. Von den beiden Männern, die die Tankstelle betreten haben, tritt einer an die Kasse, zieht eine Pistole und fordert die Verkäuferin auf, das Geld in eine Tüte zu packen. Einmal dreht er sich zum Betrachter um und richtet die Waffe auf ihn. Der andere Täter hält den noch anwesenden Kunden fest, bedroht ihn mit einem Messer und fordert die Herausgabe seines Portemonnaies. Als die Täter die Beute in Händen halten, flüchten sie mit dem vor der Tür geparkten Auto. Der Kunde ruft die Polizei an. Ein detaillierter Ablauf des Videos wird in Abbildung 2 und in Abbildung 3 dargestellt.

Bevor die Probanden den Film sahen, wurden sie schriftlich instruiert, das Video aufmerksam zu betrachten. Es wurde nicht darauf hingewiesen, dass Inhalte des Films zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal abgefragt werden. Die genaue Instruktion findet sich in Anhang I. Die Versuchsteilnehmer sahen den Film auf dem 14-Zoll-Monitor eines Laptops, über dessen Lautsprecher auch der Ton wiedergegeben wurde. Die Lautstärke wurde über alle Probanden konstant gehalten. Den Winkel des Bildschirms richteten die Versuchspersonen nach eigenem Empfinden für sich aus. Keiner der Probanden hatte den Film zuvor gesehen.



*Abbildung 2.* Ausschnitte aus dem für diese Arbeit gedrehten Film „Tankstellenüberfall“ – unmittelbar vor dem Überfall. Es werden die Szenen unmittelbar vor dem Überfall dargestellt. Die Zeitangaben in den Bildern beziehen sich auf die Zeiten des Films. Der Betrachter sieht aus der Ego-Perspektive, wie er die Tankstelle betritt, sowie a) die Kassiererin und einen Kunden. Er betrachtet b) die Auslage, c) die Wanduhr und d) einen weiteren Kunden. e) Es fahren die drei Täter in einem Wagen vor, zwei betreten die Tankstelle. f) Ein Täter bewegt sich in Richtung der Kasse. g) Einer der Kunden zahlt und verlässt die Tankstelle. h) Einer der Täter hält sich bei den Zeitschriften auf.



*Abbildung 3.* Ausschnitte aus dem für diese Arbeit gedrehten Film „Tankstellenüberfall“ – Überfall und Flucht. Es werden die Szenen während und nach dem Überfall gezeigt. Die Zeitangaben in den Bildern beziehen sich auf die Zeiten des Films. i) Einer der Täter bedroht die Kassiererin mit einer Pistole. j) Der zweite Täter hält den verbliebenen Kunden mit einem Messer unter Kontrolle. k) Der erste Täter bedroht den Beobachter mit der Pistole, während die Kassiererin das Geld in eine Plastiktüte packt. l) Der Kunde gibt sein Portemonnaie heraus. m) Der erste Täter stiehlt zwei Schokoladenriegel, bevor n) beide Täter aus der Tankstelle fliehen. o) Die Kassiererin schaut dem fliehend Fahrzeug der Täter nach. p) Der Kunde ruft die Polizei an.

### 3.3.3 Aussagen

Während der fMRT-Messung wurden den Probanden 160 Aussagen präsentiert, die sich auf den Inhalt des zuvor gezeigten Filmes (s. Abschnitt 3.3.2) bezogen. Die Hälfte aller Aussagen war inhaltlich korrekt, die andere Hälfte war inkorrekt. Außerdem unterschieden sich die Aussagen bezüglich ihrer Relevanz für den Tathergang. Die eine Hälfte enthielt Informationen, die für die Ergreifung der Täter bedeutsam sind (z. B. Angaben über deren Erscheinungsbild) oder sie lieferte Anhaltspunkte für die Schwere der Tat (z. B. ob es sich um einen bewaffneten Raubüberfall handelte oder etwas erbeutet wurde). Die andere Hälfte der Aussagen war unter diesen Gesichtspunkten irrelevant (z. B. Angaben zum Aussehen der anderen Zeugen). Daraus ergab sich eine Verteilung von 40 inhaltlich korrekten und 40 inhaltlich inkorrekten relevanten Aussagen sowie 40 inhaltlich korrekten und 40 inhaltlich inkorrekten irrelevanten Aussagen.

Im Rahmen einer vorhergehenden Pilotstudie waren die Aussagen bezüglich ihrer Relevanz geratet worden. Die Teilnehmer der Pilotstudie waren Studenten der Universität Bielefeld ( $n = 21$  [6 männlich, 15 weiblich];  $M_{\text{Alter}} = 25.19$ ,  $SD_{\text{Alter}} = 6.50$ ). Eine Versuchsperson wurde aufgrund zu vieler fehlender Antworten ausgeschlossen. Es wurden für das fMRT-Experiment die Aussagen übernommen, die von mindestens 80 % der Probanden eindeutig einer der beiden Kategorien (relevant versus irrelevant) zugeordnet werden konnten. Bei den meisten Aussagen lag die Eindeutigkeit ihrer Kategorienzugehörigkeit jedoch weit höher. Von den letztendlich ausgewählten Aussagen waren 61 % von allen Probanden derselben Relevanz-Kategorie zugeordnet worden, in diesen Fällen stimmten dementsprechend alle Versuchsteilnehmer bezüglich der Relevanzzuordnung dieser Aussagen überein. Insgesamt waren 83 % der Aussagen zuvor von 95 % der Probanden eindeutig als relevant oder irrelevant eingestuft worden.

Die Aussagen wurden als hellgraue Schrift auf schwarzem Grund präsentiert. Für die Darstellung wurde die Schriftart Arial Bold in Schriftgröße 40 verwendet. Die Aussagen bestanden aus 4 bis 11 Wörtern bei einer Zeichenzahl von minimal 23 Zeichen und maximal 61 Zeichen (inklusive Leerzeichen). Eine Liste aller Aussagen befindet sich in Anhang L.

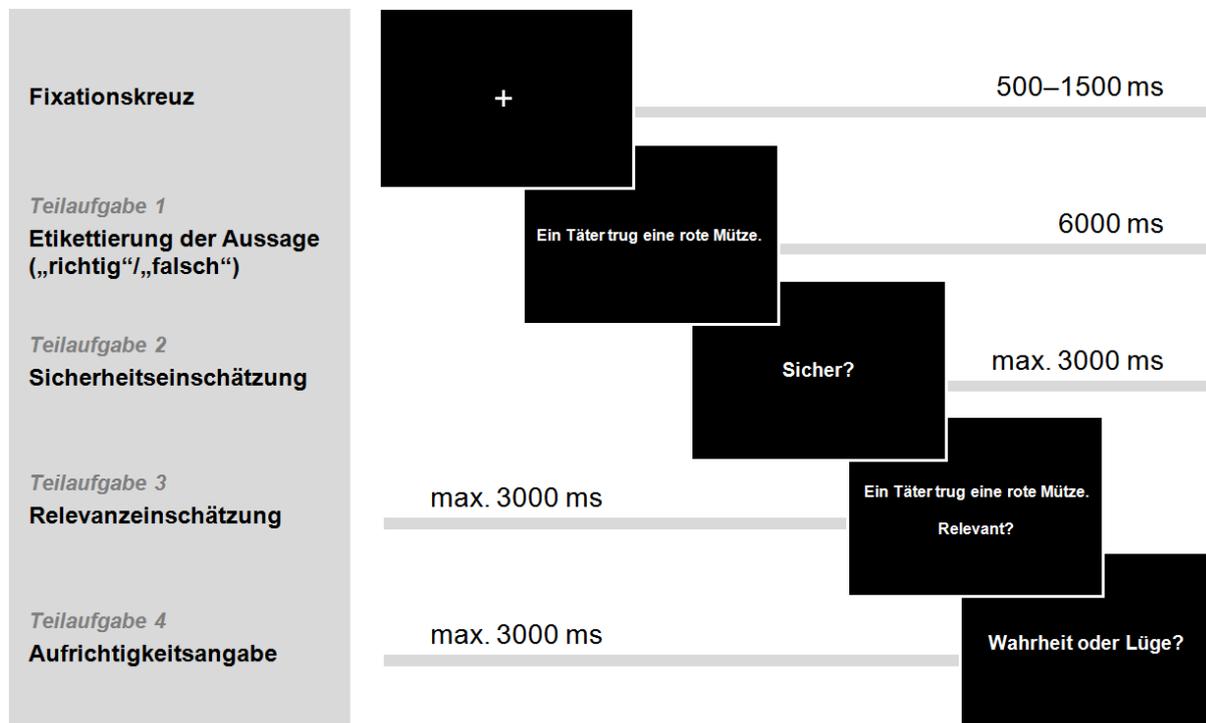
### 3.3.4 Experimentelle Aufgabe

Die experimentelle Aufgabe fand unter fMRT-Messung statt. Zu diesem Zweck wurde ein Doppelspiegel auf der Kopfspule angebracht, über den die Probanden einen sich hinter dem Tomographen befindenden Bildschirm betrachten konnten. Dort wurden mittels der Software Presentation (Version 15.0, Neurobehavioral Systems, Inc., Berkeley, CA, <https://www.neurobs.com>) die von den Versuchsteilnehmern zu bearbeitenden Aufgaben abgebildet. Es handelte sich dabei um Textmaterial, das als hellgraue Schrift auf schwarzem Grund dargeboten wurde (Schriftart: Arial Bold, Schriftgröße 40).

Zur Eingabe der Antworten verwendeten die Probanden ein Eingabepad, auf dem sie drei Tasten mit Zeige-, Mittel- und Ringfinger der rechten Hand bedienten. Die Tastenbelegung entsprach der der Übungsaufgabe am Laptop, um eine einfache Bedienung zu ermöglichen. Die Aufgaben bezogen sich auf den Inhalt des unter 3.3.2 beschriebenen Films, den die Probanden zuvor gesehen hatten. Die Probanden wurden gebeten, ihre Antworten so schnell wie möglich zu geben, jedoch ohne sich dabei zu vertun. Die Instruktion erfolgte noch außerhalb des Scanners. Der genaue Wortlaut findet sich in Anhang J bzw. in Anhang K. Die Versuchsteilnehmer wurden derselben Experimentalgruppe zugeordnet, der sie schon während der Übungsaufgabe angehörten (Gruppe „Komplize“ oder Gruppe „Kontrolle“). Der Beginn der experimentellen Aufgabe wurde über Lautsprecher angekündigt, zusätzlich erschien auf dem Bildschirm der Satz „Gleich geht es los!“ für 3000 ms, gefolgt von einem fünfstufigen Countdown im Sekundentakt. Im Anschluss begann die experimentelle Aufgabe mit dem ersten von insgesamt 160 Durchgängen, die jeweils aus vier Teilaufgaben bestanden, deren Ablauf über die Durchgänge jedoch konstant blieb. Zu Beginn jedes Durchgangs sahen die Probanden ein Fixationskreuz für 500–1500 ms, das sie lediglich betrachten sollten. Die Präsentationsdauer des Fixationskreuzes wurde gejittert, um eine Korrelation der Ereignis-Regressoren zu vermeiden (vgl. Habel & Fink, 2007, S. 124). Anschließend wurden nacheinander die vier Teilaufgaben eingeblendet, die im Folgenden beschrieben werden. Diese entsprechen weitgehend den Aufgaben der unter 3.3.1 beschriebenen Übungsaufgabe, allerdings unter Auslassung von Teilaufgabe 5 – Einstudieren der

Tastenbelegung. Abbildung 4 verdeutlicht die Abfolge der einzelnen Teilaufgaben der experimentellen Aufgabe.

#### Experimentelle Aufgabe unter fMRT – Ablauf eines Durchgangs



*Abbildung 4.* Ablauf eines Durchgangs der experimentellen Aufgabe unter Anwendung von funktioneller Magnetresonanztomographie. Die Darstellung zeigt den Aufbau eines beispielhaften Durchgangs. Dieser beginnt mit einem Fixationskrenz (gejittert, Dauer zwischen 500 ms und 1500 ms). Diesem folgen Teilaufgabe 1 mit 6000 ms Dauer und die Teilaufgaben 2 bis 4 (Dauer in Abhängigkeit von der Bearbeitungs geschwindigkeit, maximal jedoch jeweils 3000 ms).

Teilaufgabe 1 – Etikettierung der Aussage als richtig oder falsch: Eine der unter 3.3.3 beschriebenen Aussagen wurde randomisiert ausgewählt und den Probanden auf dem Bildschirm dargeboten. Die Versuchsteilnehmer sollten an dieser Stelle die Aussage als „richtig“ oder „falsch“ bewerten und dabei, je nach Zuordnung zu den Experimentalgruppen, entweder lügen oder aufrichtig antworten. Die Gruppe „Komplize“ (KoM) hatte die Instruktion erhalten, sie sei ein Komplize der Täter und wolle diese decken. Aus diesem Grunde sollte sie bei allen relevanten Aussagen lügen und demnach bei einer korrekten Aussage mit „falsch“ antworten und bei einer inkorrekten mit „richtig“. Irrelevante Aussagen sollte sie ehrlich bewerten, um nicht unnötig

Verdacht zu wecken. Relevante Aussagen enthalten Informationen, die die Ergreifung der Täter erleichtern könnten (z. B. Beschreibungen des Aussehens der Täter), oder die die Tatschwere betreffen und damit die Schuldigkeit des Täters bestätigen (z. B. Bedrohung mit einer Waffe). Irrelevante Aussagen beziehen sich auf für die Polizei unwichtige Details (z. B. die Kleidung anderer Zeugen). Die Gruppe „Kontrolle“ (KoN) erhielt eine genau entgegengesetzte Anweisung. Sie sollte bei allen relevanten Aussagen aufrichtig antworten und damit die Polizei unterstützen, bei allen irrelevanten jedoch lügen. (Um sich diese Instruktion besser einprägen zu können, wurde der Hinweis gegeben, die Probanden wollten die Polizei unterstützen, erlaubten sich bei den für die Polizei unwichtigen Aussagen jedoch einen „Spaß“.) Die jeweilige Aussage wurde für 6000 ms eingeblendet. In dieser Zeit konnten die Probanden eine Bewertung der Aussage („richtig“ versus „falsch“) mittels Tastendruck eingeben. Gaben sie eine Antwort ab, verschwand die Schrift und der Bildschirm wurde schwarz, dennoch startete die nächste Teilaufgabe erst nach Ablauf der vorgegebenen Zeit. Gaben sie kein Urteil ab, wurde nach Ablauf der Zeit die nächste Teilaufgabe eingeblendet. Für den Fall, dass die Probanden sich an den genauen Filminhalt nicht mehr erinnern konnten, waren sie angewiesen zu raten. Abbildung 5 veranschaulicht die Versuchspersoneninstruktion anhand einer Vierfeldertafel.

Alle nachfolgenden Teilaufgaben eines Durchgangs unterschieden sich in ihrer Aufgabenstellung nicht zwischen den Gruppen. Nur in Teilaufgabe 1 sollte unter den oben beschriebenen Bedingungen gelogen werden, alle folgenden Aufgaben waren ehrlich zu beantworten.

Teilaufgabe 2 – Sicherheitseinschätzung: Nach Ablauf der Zeit für Teilaufgabe 1 wurde die Frage „Sicher?“ für 3000 ms eingeblendet. Die Probanden sollten an dieser Stelle angeben, wie sicher sie sich sind, die zuvor gesehene Aussage korrekt als wahr oder falsch einstufen zu können. Dies sollte unabhängig davon geschehen, ob sie zuvor gelogen oder die Wahrheit gesagt hatten, sie sollten einschätzen, ob sie die richtige Antwort kennen. Dafür standen drei verschiedene Sicherheitsstufen zu Verfügung, „sicher“, „eher sicher“ oder „unsicher“, die über die drei verschiedenen Tasten des

Eingabepads ausgewählt werden konnten. Bei Ablauf der Zeit oder nach Eingabe einer Antwort wurde zur nächsten Teilaufgabe gewechselt.

		Relevanz Aussage	
		<i>relevant</i>	<i>irrelevant</i>
Experimentalgruppe	<i>Komplizen-Gruppe (KoM)</i>	Lüge	Wahrheit
	<i>Kontroll-Gruppe (KoN)</i>	Wahrheit	Lüge

Abbildung 5. Instruktionen für die beiden Experimentalgruppen zu Teilaufgabe 1. Die beiden Experimentalgruppen erhielten entgegengesetzte Instruktionen. Die Komplizen-Gruppe (KoM) sollte bei allen relevanten Aussagen lügen, bei allen irrelevanten aufrichtig antworten. Die Kontroll-Gruppe (KoN) sollte hingegen bei den irrelevanten Aussagen lügen und bei den relevanten aufrichtig reagieren.

Teilaufgabe 3 – Relevanzeinschätzung: An dieser Stelle waren die Teilnehmer aufgefordert anzugeben, ob sie die in Teilaufgabe 1 gezeigte Aussage als relevant oder irrelevant eingestuft hatten. Zur Erinnerung wurde die jeweilige Aussage noch einmal eingeblendet, unterschrieben von der Frage „Relevant?“. Dabei war darauf zu achten, dass nach der Relevanzeinschätzung während Teilaufgabe 1 gefragt wurde. Sollte den Probanden auffallen, dass sie sich beim Abwägen der Relevanz vertan hatten, sollten sie dennoch angeben, wie sie sich zuvor entschieden hatten. Für die Bearbeitung dieser Teilaufgabe hatten die Versuchspersonen 3000 ms Zeit. Nach Eingabe einer Antwort oder Ablauf der Zeit wurde Teilaufgabe 4 eingeblendet.

Teilaufgabe 4 – Aufrichtigkeitsangabe: In diesem Schritt sollten die Probanden mittels Tastendruck übermitteln, ob sie in diesem Durchgang während Teilaufgabe 1 gelogen oder die Wahrheit gesagt hatten. Zu diesem Zweck wurde die Frage „Wahrheit oder Lüge?“ auf dem Bildschirm präsentiert. In dem Fall, dass ihnen auffällt, sich während Teilaufgabe 1 falsch verhalten zu haben, sollten sie auch hier ihr tatsächliches Verhalten angeben. Sollten sie beispielsweise bemerken, dass sie bei der Beurteilung der Aussagen (als richtig oder falsch) ehrlich geantwortet hatten, obwohl sie hätten lügen sollen, sollten sie dennoch angeben, die Wahrheit gesagt zu haben. Sie sollten also anzeigen, wie sie sich verhalten haben, nicht wie sie sich hätten verhalten sollen. Dafür erhielten sie 3000 ms Zeit. Nach Beantwortung der Aufgabe oder Ablauf der Zeit endete an dieser Stelle der Durchgang, und ein neuer Durchgang begann mit der Einblendung eines Fixationskreuzes.

### 3.3.5 Erfassung von fMRT-Daten

Die strukturellen und funktionellen MRT-Daten wurden mittels eines Siemens-Verio-3-Tesla-Magnetresonanztomographen erhoben. Bei den strukturellen Daten handelt es sich um T1-gewichtete Aufnahmen. Die hochauflösenden Bilder wurden mittels Sequenzen von *3D magnetization prepared rapid acquisition gradient echo* (MP-Rage) gewonnen (Repetitionzeit [TR] = 1900 ms; Echozeit [TE] = 2,52 ms; Flip-Winkel = 9°; Field of View [FoV] = 250 mm x 250 mm; Matrix = 250 x 250; Schichtdicke: 1 mm; 176 Schichten; NEX [*number of excitations*, Zahl der Wiederholungen einer Sequenz] = 1). Zur Erhebung der funktionellen MRT-Daten wurde T2\*-gewichtete echoplanare Bildgebung<sup>7</sup> durchgeführt (TR = 2800 ms; TE = 30 ms; Flip-Winkel = 90°; FoV = 192 mm x 192 mm; Matrix = 64 x 64; Schichtdicke: 4 mm; 30 Schichten [absteigend]; Voxelgröße = 3 mm x 3 mm x 4 mm).

Die Stimuli wurden auf einem 24-Zoll-Bildschirm an der rückwärtigen Wand des MRT-Raumes dargeboten. Die Probanden sahen diesen Bildschirm über einen an der Kopfspule angebrachten Doppelspiegel. Die Distanz zum Bildschirm betrug 236 cm. Das

---

<sup>7</sup> Echoplanare Bildgebung (*echo planar imaging*, EPI) ermöglicht besonders schnelle Aufnahmen der einzelnen Schichten (weniger als  $\frac{1}{10}$  Sekunde pro Schicht), da im Gegensatz zu anderen Echo-Verfahren alle Phasen- und Frequenzkodierungen nach einem einzigen 90°-Impuls erfolgen. Dies führt zu einer hohen zeitlichen, jedoch geringen räumlichen Auflösung (Stöcker & Shah, 2007, S. 70).

Experiment wurde über die Software Presentation (Version 15.0, Neurobehavioral Systems, Inc., Berkeley, CA, <https://www.neurobs.com>) gesteuert, die mit den Pulsen des MRT-Scanners synchronisiert wurde, sodass der vierte Puls das Experiment startete.

### **3.3.6 Strategie- und Evaluationsfragebogen**

Unmittelbar nach Beendigung der experimentellen Aufgabe im MRT füllten die Versuchsteilnehmer einen Fragebogen aus, anhand dessen sie einschätzen sollten, wie schwer ihnen die Bearbeitung der einzelnen Teilaufgaben fiel und ob sie irgendwelche Strategien für die Beantwortung dieser Teilaufgaben angewandt haben. Bezüglich der ersten Teilaufgabe waren die Versuchsteilnehmer aufgefordert anzugeben, wie schwer es ihnen fiel, die Aussagen als richtig oder falsch einzustufen, und als wie schwierig sie es empfanden, bei den entsprechenden Aussagen zu lügen bzw. die Wahrheit zu sagen. Außerdem beurteilten sie die Lesbarkeit der über Spiegel projizierten Schrift sowie das Ausmaß der zum Lesen zur Verfügung gestellten Zeit. Zur zweiten Teilaufgabe gaben die Versuchspersonen zusätzlich an, wie schwer es ihnen fiel, ein Urteil bezüglich ihrer eigenen Sicherheit zu fällen. In Bezug auf die Einschätzung der Relevanz der Aussagen (Teilaufgabe 3) ordneten die Probanden zu, wie schwer es ihnen gefallen ist einzuschätzen, ob eine Aussage relevant oder irrelevant ist, und ob es Schwierigkeiten gab, daraus zu schlussfolgern, ob sie lügen oder die Wahrheit sagen sollen. Außerdem gaben sie an, ob sie den Eindruck hatten, genau erinnern zu können, wie sie die Relevanz zuvor in Teilaufgabe 1 eingeschätzt hatten. In Anlehnung an Teilaufgabe 4 sollten die Probanden einschätzen, wie schwer es ihnen fiel, sich zu erinnern, ob sie im Rahmen von Teilaufgabe 1 gelogen oder die Wahrheit angegeben hatten. Außerdem wurde für alle Teilaufgaben abgefragt, ob die Zeit für die Beantwortung als ausreichend wahrgenommen wurde und wie gut die Probanden die Tastenbelegung erinnern konnten. Die jeweilige Schwierigkeit schätzten die Versuchspersonen auf einer vierstufigen Skala ein, von „sehr leicht“ über „leicht“ und „schwierig“ bis hin zu „sehr schwierig“. Des Weiteren hatten die Probanden die Möglichkeit anzugeben, inwiefern sie Strategien für die Lösung der Aufgaben angewandt haben, wie sie die Qualität des Films und den Grad der empfundenen Immersion einschätzten und ob sie Schuldgefühle aufgrund des Lügens empfanden. Zur Beschreibung angewandter Strategien und zur

Beurteilung der Qualität des Films und der empfundenen Immersion konnten die Versuchsteilnehmer jeweils einen freien Text formulieren, die Angabe des Schuldempfindens erfolgte über eine visuelle Analogskala. Der Strategie- und Evaluationsfragebogen findet sich zur Veranschaulichung in Anhang M.

### **3.3.7 Neuropsychologische Testung**

Die Versuchsteilnehmer absolvierten im Anschluss an das Experiment eine Reihe verschiedener neuropsychologischer Tests, um eine Erfassung der kognitiven Grundvoraussetzungen zu ermöglichen. Die Testverfahren erfassten die Bereiche anterogrades Gedächtnis, Arbeitsgedächtnis, visuell-räumliches Vorstellungsvermögen, exekutive Funktionen, Antwortinhibition, Intelligenz, Aufmerksamkeit, Persönlichkeit und Händigkeit. Im Folgenden werden die benutzten Testverfahren in der im Rahmen der Untersuchung verwendeten Reihenfolge vorgestellt und erläutert.

#### ***3.3.7.1 Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT) – Version A***

Der Verbale Lern- und Merkfähigkeitstest (Helmstaedter, Lendt & Lux, 2001) erfasst verschiedene Parameter des deklarativen Verbalgedächtnisses: freie Wiedergabe nach unmittelbarem (Supraspanne) und 30 Minuten verzögertem Abruf, Wiedererkennen und die Lernleistung über die Durchgänge hinweg. Das Material besteht aus 2 Listen, die 15 semantisch voneinander unabhängige Wörter enthalten, und einer Wortliste zur Messung der Wiedererkennensleistung, die sich aus den 30 Wörtern der beiden ersten Listen zusammensetzt und außerdem noch 20 Distraktorwörter enthält, die den Zielwörtern semantisch oder phonetisch ähneln. Es existieren zwei Testversionen, wodurch eine Testwiederholung ermöglicht wird.

#### ***3.3.7.2 Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCF)***

Beim Rey-Osterrieth Complex Figure Test (Osterrieth, 1944) werden sowohl räumlich-visuelles Konstruktionsvermögen, die visuelle Gedächtnisleistung als auch die exekutiven Funktionen getestet. Dafür muss eine abstrakte zeichnerische Figur, bestehend aus verschiedenen geometrischen Elementen, auf ein Blatt per Hand übertragen werden, während die Vorlage permanent dargeboten wird. Unmittelbar im Anschluss wird die Figur noch einmal aus dem Gedächtnis gezeichnet sowie noch einmal nach 30 Minuten.

Die Probanden werden dabei nicht darauf hingewiesen, dass ihre Gedächtnisleistung zu einem späteren Zeitpunkt erneut abgefragt werden wird. Die Gedächtnisleistung wird daran gemessen, wie viele der 18 Elemente der Figur jeweils korrekt wiedergegeben werden konnten.

### ***3.3.7.3 Trail Making Test A und B (TMT)***

Der Trail Making Test (Reitan, 1958) besteht aus zwei unterschiedlichen Aufgabenteilen (Strauss, Sherman & Spreen, 2006, S. 655 ff.). Zur Lösung von Teil A müssen mittels eines Stifts die Zahlen 1 bis 25, die über ein Blatt Papier verteilt sind, so schnell wie möglich in der korrekten Reihenfolge miteinander verbunden werden. Bei Teil B befinden sich die Zahlen von 1 bis 13 sowie die Buchstaben von A bis L auf einem Blatt Papier verstreut, diese sollen ebenfalls in aufsteigender Reihenfolge, jedoch alternierend miteinander verbunden werden. Auch hier wird die benötigte Zeit gemessen. Teil A misst exekutiven Funktionen, Aufmerksamkeit und Geschwindigkeit. Teil B erfasst zusätzlich geteilte Aufmerksamkeit und kognitive Flexibilität.

### ***3.3.7.4 Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT)***

Das Testmaterial des Farbe-Wort-Interferenztests (Bäumler, 1985) besteht aus neun Tafeln, die drei Kategorien zuzuordnen sind. Eine Kategorie beinhaltet das Vorlesen von Farbbezeichnungen, die als schwarze Schrift auf weißem Grund präsentiert werden. Eine weitere Kategorie verlangt die Benennung von Farben, die als farbige Rechtecke dargeboten werden. Die dritte Kategorie erfordert ebenfalls das Vorlesen von Farbbezeichnungen, diese sind aber in unterschiedlicher Schriftfarbe abgedruckt, die sich zum semantischen Inhalt des Farbwortes inkongruent verhält. Die Schriftfarbe soll ignoriert und das Farbwort vorgelesen werden. Die Probanden werden instruiert, so schnell wie möglich zu arbeiten, dabei jedoch Fehler zu vermeiden. Der Test misst die Lese- und die Benennungsgeschwindigkeit, Aufmerksamkeit sowie die Antwortinhibition (Widerstand gegen die Interferenzneigung).

### ***3.3.7.5 Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest – Version B (MWT-B)***

Der Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest (Lehrl, 1999) erfasst das allgemeine Niveau der kristallinen Intelligenz. Der Test besteht aus 37 Zeilen mit je 5 Wörtern, von

denen aber nur jeweils eines ein reales Wort ist, bei denen anderen handelt es sich um Fantasiewörter. Diese Fantasie- oder Distraktorwörter stellen abgewandelte Formen des eigentlichen Zielwortes dar. Unter den Zielwörtern befinden sich sowohl umgangssprachlich bekannte Wörter als auch Fremdwörter. Die Probanden sollen in jeder Zeile das reale Wort ausfindig machen und markieren. Anhand der Anzahl der richtig identifizierten Zielwörter lassen sich IQ, Standardwert und Prozentrang ermitteln. Mit dem MWT-A liegt eine Parallelform vor, die eine erneute Testung ermöglicht. Aufgrund der Sprachbasiertheit ist der Test nur für erwachsene deutsche Muttersprachler geeignet.

### ***3.3.7.6 Test d2 – Aufmerksamkeits-Belastungs-Test***

Zur Testung der Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit wurde der Test d2 – Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (Brickenkamp, 2002) angewandt. Der Testbogen besteht aus 14 Zeilen mit jeweils 22 Zeichen. Jedes Zeichen ist entweder der kleine Buchstabe „d“ oder der kleine Buchstabe „p“, die zusätzlich mit ein, zwei, drei oder vier kleinen Strichen versehen sind, die sich über oder unter dem jeweiligen Buchstaben befinden. Die Testteilnehmer arbeiten sich von links nach rechts durch die Zeilen und sind instruiert, alle Buchstaben „d“, die mit genau zwei Strichen versehen sind, durchzustreichen, dabei spielt die Position der Striche keine Rolle. Für die Bearbeitung jeder Zeile erhalten die Teilnehmer 20 Sekunden Zeit, nach Ablauf dieser Zeitspanne wechseln sie zur nächsten Zeile. Es soll so schnell wie möglich gearbeitet werden, ohne dabei Fehler zu machen. Fehler bedeuten sowohl das Durchstreichen von Distraktoren (der Buchstabe „p“ oder der Buchstabe „d“ mit mehr oder weniger als zwei Strichen), als auch die Auslassung der Zielstimuli (der Buchstabe „d“ mit zwei Strichen). Neben diesen beiden Fehlertypen werden die Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen, die Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen abzüglich der Anzahl der Fehler sowie die Fehlerhäufigkeit in Prozent erfasst.

### ***3.3.7.7 Freiburger Persönlichkeitsinventar – Revidierte Fassung (FPI-R)***

Das Freiburger Persönlichkeitsinventar in seiner revidierten Form (Fahrenberg, Hampel & Selg, 2010) erfasst mittels eines Fragebogens mit insgesamt 138 Items Persönlichkeitsmerkmale auf 12 dichotomen Dimensionen: Lebenszufriedenheit, soziale

Orientierung, Leistungsorientierung, Gehemmtheit, Erregbarkeit, Aggressivität, Beanspruchung, körperliche Beschwerden, Gesundheitssorgen und Offenheit. Zusätzlich werden die Dimensionen Extraversion und Neurotizismus über zwei Sekundärskalen ermittelt. Eine Betrachtung des erreichten Punktwertes auf der Skala „Offenheit“ lasse den Autoren zufolge darüber hinaus eine Einschätzung der Testmotivation im Einzelfall zu. Ein besonders niedriger Punktwert in diesem Bereich spreche für eine Neigung, nach sozialer Erwünschtheit zu antworten, was auf eine mögliche Verfälschung aller Skalenergebnisse hindeuten könne.

#### ***3.3.7.8 Seitenbevorzugung von Auge, Ohr, Hand und Fuß***

Zur Erfassung der Händigkeit bzw. der Bevorzugung für eine bestimmte Körperseite bezüglich der Verwendung von Augen, Ohren, Händen und Füßen wurde die deutsche Version des Lateral Preference Inventory nach Coren (1993) benutzt. Dabei handelt es sich um einen Fragebogen, der jede dieser vier Dimensionen (Äugigkeit, Ohrigkeit, Händigkeit, Füßigkeit) mittels jeweils vier Items erhebt (Ehrenstein & Arnold-Schulz-Gahmen, 1997). Neben eindeutigen Seitenpräferenzen für die einzelnen Kategorien können auch Mischtypen erfasst werden, deren Seitenpräferenz von der jeweiligen Aufgabe abhängt.

### **3.4 Durchführung**

Im Folgenden wird der genaue Ablauf der Testung dargestellt. Dieser lässt sich unterteilen in eine Vorbereitungsphase vor der Erhebung im MRT, die eigentliche Messung mittels fMRT sowie eine abschließende Phase nach Beendigung der experimentellen Aufgabe (Post-MRT-Phase).

#### **3.4.1 Ablauf der Vorbereitungsphase**

Die Vorbereitungsphase fand in den Vorräumen des eigentlichen MRT-Bereiches statt. Für das Ausfüllen von Formularen und Fragebögen sowie zur Durchführung der Übungsaufgabe wurde ein separater Raum genutzt, um die Probanden vor Störeinflüssen wie ablenkenden Geräuschen zu schützen. Erhellung wurde der fensterlose Raum durch eine künstliche Deckenbeleuchtung, wodurch die Lichtverhältnisse für alle Probanden konstant gehalten wurden. Zu Beginn eines jeden Testtermins wurde der jeweilige Versuchsteilnehmer von der Versuchsleiterin begrüßt. Es erfolgte eine ausführliche Aufklärung des Probanden über die Messung mittels MRT und die Verwendung der erhobenen Daten sowohl durch die Versuchsleiterin als auch in schriftlicher Form. Durch einen Fragebogen wurde das eventuelle Vorliegen von Ausschlusskriterien erfasst und auf diese Weise sichergestellt, dass alle Versuchspersonen die gesundheitlichen Voraussetzungen für die Teilnahme an der Studie erfüllten. Es wurde die Einwilligung an der Studie zu partizipieren und für die Verwendung der Daten in schriftlicher Form eingeholt. Zur Pseudoanonymisierung der Daten erstellte jeder Proband eine individuelle Versuchspersonenkennziffer, die seinem Datensatz zugeordnet wurde. Eine separat aufbewahrte Codierliste ermöglichte dabei eine Zuordnung der Kennziffer zur Identität der Versuchsperson. Die Formulare zur Aufklärung über die Studie (Anhang A und Anhang B) sowie zur Erfassung eventueller Ausschlusskriterien (Anhang C und Anhang D) finden sich zur Veranschaulichung im Anhang dieser Arbeit.

Nach Beendigung der Formalitäten erhielten die Probanden die Möglichkeit, die experimentelle Aufgabe und die dafür vorgesehene Tastenbelegung des Eingabepads anhand einer Übungsaufgabe einzustudieren. Sie lasen dafür zuerst eine Geschichte zu einem Unfallhergang mit Fahrerflucht. Anschließend wurde ihnen die Instruktion für die

anschließende Aufgabe ausgehändigt. Der genaue Wortlaut der Geschichte (Anhang E) und der Instruktion (Anhang F bzw. Anhang G) finden sich im Anhang. Sowohl für das Lesen der Geschichte als auch der Instruktion erhielten die Probanden so viel Zeit wie gewünscht. Im Anschluss bestand die Gelegenheit, im Falle von Unklarheit Fragen an die Versuchsleiterin zu stellen. Gaben die Versuchspersonen an, alles verstanden zu haben, absolvierten sie die unter 3.3.1 beschriebene Übungsaufgabe.

Nach Beendigung der Übungsaufgabe lasen die Probanden die Instruktion zu dem unter 3.3.2 näher ausgeführten Film über einen Tankstellenüberfall durch und sahen hinterher den entsprechenden Film. Die Instruktion zum Film findet sich in Anhang I. Anschließend erhielten sie die unter 3.3.4 beschriebene Instruktion für die experimentelle Aufgabe, die sie in ihrem eigenen Tempo lasen. Danach bestand erneut die Möglichkeit, entstandene Fragen zu klären. Nach Beseitigung eventuell entstandener Unklarheiten wurden die Probanden gebeten, alle metallhaltigen Gegenstände und Kleidungsstücke in einer Umkleidekabine abzulegen, und beim Tragen von Kontaktlinsen aufgefordert, diese zu entfernen. Bei Bedarf wurden die Probanden mit metallfreier Kleidung oder einer ihrer Stärke entsprechenden Brille ausgestattet, um Sehschwächen auszugleichen. Mittels eines Metallmessgerätes wurden die Probanden im Anschluss auf eventuell vergessene Metallstücke untersucht, bevor sie den Raum, in dem sich der Magnetresonanztomograph befand, betraten.

### **3.4.2 Ablauf der Messung mittels fMRT**

Der innere MRT-Bereich war ebenfalls fensterlos und wurde auf konstante Art und Weise künstlich beleuchtet. Zunächst erfolgte die gemeinsame Begehung des inneren MRT-Bereichs mit der Versuchsleiterin und eine ausführliche Aufklärung des Probanden (u. a. Lautstärke während der Messung, Gehörschutz, Möglichkeit der Kontaktaufnahme mit den Untersuchern über den Notfallknopf, Notwendigkeit der Bewegungseinschränkung). Die Versuchsperson wurde gebeten, sich auf dem portablen Tisch, auf dem sie später in den Magnetresonanztomographen gefahren würde, in eine auf dem Rücken liegende Position zu begeben. Unter Mithilfe einer wissenschaftlichen Hilfskraft der Justus-Liebig-Universität Gießen wurde die Versuchsperson richtig platziert. Bei Bedarf wurden verschiedene Kissen zur Polsterung von Armen und Beinen benutzt und eine Decke für

die Wärmeregulation angeboten. Zum Schutz des Gehörs erhielt die Versuchsperson entsprechende Kopfhörer, über die die Untersucher Kontakt mit ihr aufnehmen konnten. Lag die Person bequem, wurde die Kopfspule aufgesetzt. Die Versuchsperson wurde gebeten, die Augen zu schließen, damit die Kopfposition mittels eines Laserkreuzes überprüft und gegebenenfalls angepasst werden konnte. Nach erfolgter Korrektur wurde die Person langsam in den Magnetresonanztomographen gefahren. Die Untersucher verließen den Raum und nahmen über die Kopfhörer wieder Kontakt zu der Versuchsperson auf. Sie wurde über die nun folgende Vorgehensweise informiert: Zuerst wurden verschiedene Aufnahmen des Kopfes vorgenommen. Die strukturellen Messungen dauerten etwa 5 min. Zwischen diesen Messungen kündigten die Untersucher die jeweils weiteren Schritte an. Nach den positionellen und anatomischen Aufnahmen wurde die experimentelle Aufgabe gestartet. Nach Beendigung der Aufgabe wurde die Versuchsperson wieder hinausgefahren. Die Untersucher entfernten die Kopfspule und alle weiteren Utensilien. Sobald die Person sich imstande fühlte aufzustehen, wurde sie gebeten, den Vorraum aufzusuchen und ihre Alltagskleidung wieder anzulegen. Die Probanden verbrachten ca. zwischen 35 und 45 min im Scanner. Die Gesamtdauer der eigentlichen experimentellen Aufgabe variierte, je nach Geschwindigkeit der Probanden während Teilaufgabe 1, zwischen 25 min 59 s und 35 min 06 s.

### **3.4.3 Ablauf der Post-MRT-Phase**

Die letzte Phase fand in demselben Raum statt, indem auch in der Vorbereitungsphase die Formulare ausgefüllt und die Übungsaufgabe durchgeführt worden waren. Zuerst bearbeiteten die Probanden den unter 3.3.6 beschriebenen Strategie- und Evaluationsfragebogen in ihrem eigenen Tempo.

Im Anschluss folgte die neuropsychologische Testbatterie. Diese begann mit der Lern- und Abrufphase (unmittelbarer Abruf) des Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstests – Version A (Helmstaedter et al., 2001). Danach wurde der erste Teil des Rey-Osterrieth Complex Figure Tests (Osterrieth, 1944) durchgeführt, bei dem eine Figur abgezeichnet und hinterher noch einmal aus dem Gedächtnis gezeichnet werden soll. Des Weiteren bearbeiteten die Versuchspersonen den Trail Making Test A und B (Reitan, 1958), den

Farbe-Wort-Interferenztest (Bäumler, 1985), den Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest – Version B (Lehrl, 1999) und den Test d2 – Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (Brickenkamp, 2002). Daran schloss sich der zweite Teil des Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstests – Version A (Helmstaedter et al., 2001) an, bei dem u. a. der verzögerte Abruf und die Wiedererkennensleistung getestet wurden. Hiernach wurde der verzögerte Abruf im zweiten Teil des Rey-Osterrieth Complex Figure Tests (Osterrieth, 1944) erfasst. Zuletzt füllten die Versuchspersonen die Fragebögen des revidierten Freiburger Persönlichkeitsinventars (Fahrenberg et al., 2010) und den Test zur Seitenbevorzugung von Auge, Ohr, Hand und Fuß (Ehrenstein & Arnold-Schulz-Gahmen, 1997) aus.

Die Probanden wurden darüber hinaus über den Sinn und Zweck der Studie aufgeklärt und erhielten die Möglichkeit, weitere Fragen zu stellen. Abschließend wurde ihre Teilnahme mit einem Betrag von 20 EUR vergütet. Die Untersuchung dauerte insgesamt (Vorbereitungsphase, MRT-Phase und Post-MRT-Phase) ca. zwischen 3 und 3,5 Stunden.

### 3.5 Auswertung

Dieses Unterkapitel erläutert zunächst die Auswertung der Verhaltensdaten. Anschließend werden die einzelnen Schritte der Verarbeitung und Auswertung der fMRT-Daten dargestellt.

#### 3.5.1 Auswertung der Verhaltensdaten

Die Auswertung der Verhaltensdaten erfolgte unter Verwendung der Software *IBM SPSS Statistics* (*IBM SPSS Statistics*, 2016). Für die Auswertung der demographischen Daten in Form des Versuchspersonenalters wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Für die Verhaltensdaten werden auf deskriptiver Ebene Mittelwerte und Standardabweichungen für die Sicherheitsangaben „unsicher“, „eher sicher“ und „sicher“ berichtet, darüber hinaus ebenfalls für die Relevanzeinschätzungen („relevant“ versus „irrelevant“) und instruktionskonformes Verhalten. Zur Überprüfung eventuell bestehender Gruppenunterschiede wurde bezüglich des Sicherheitsratings eine einfaktorielle Anova mit der Summe der Antworten „eher sicher“ und „sicher“ als abhängiger Variable und der Experimentalgruppe als Faktor berechnet. Zur Untersuchung von Gruppeneffekten auf die Relevanzeinschätzungen und instruktionskonformes Verhalten wurden Messwiederholungsanalysen durchgeführt, jeweils mit dem Zwischensubjektfaktor „Experimentalgruppe“ und den Innersubjektfaktoren „korrekte Relevanzeinschätzung“ (zweistufig, „Relevanzeinschätzung korrekt“ und „Relevanzeinschätzung inkorrekt“) bzw. „instruktionskonformes Verhalten“ (zweistufig, „instruktionskonform verhalten“ und „nicht instruktionskonform verhalten“). Für eine genauere Betrachtung der Reaktionszeiten von Lügen und aufrichtigen Antworten wurde ebenfalls eine Messwiederholungsanalyse mit dem Innersubjektfaktor „Lüge/Wahrheit“ (zweistufig), dem Zwischensubjektfaktor „Experimentalgruppe“ und der Kovariaten „Alter“ angewandt. Eventuelle Gruppenunterschiede bei der Beantwortung des Strategie- und Evaluationsfragebogens wurden anhand eines Fisher-Yates-Test untersucht.

Zur Aufdeckung eventueller Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen aus den psychometrischen Tests und den funktionellen Hirndaten wurde in SPSS zunächst eine

Interkorrelationstabelle für die Ergebnisse der psychometrischen Tests erstellt, anhand derer die Tests ausgewählt wurden, die in die Regressionsanalysen miteinfließen. Bei Testverfahren, die mit mehreren anderen Testverfahren korrelierten, wurden jeweils einzelne ausgewählt, die in die Regressionsanalysen eingingen. Aufgrund der in der Literatur vermuteten Zusammenhänge zwischen Persönlichkeitsausprägungen und neuronalen Prozessen des Lügens (s. Abschnitt 2.1.3.2) wurden zusätzlich einige wenige Skalen des FPI-R unabhängig von dieser Regel in die Regressionsanalysen aufgenommen. Eine Beschreibung der Regressionsanalysen erfolgt in Abschnitt 3.5.2.3.

### **3.5.2 Auswertung der fMRT-Daten**

Die mittels funktioneller Magnetresonanztomographie erhobenen Daten wurden mit Hilfe der Software SPM8 (Statistical Parametric Mapping, Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK, <https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>) ausgewertet, die in MATLAB R2012b (MathWorks, Natick, MA, USA) implementiert wurde. Die ersten vier Volumes wurden verworfen, um Effekte magnetischer Sättigung hervorzurufen. Im Rahmen der Vorverarbeitung der Daten erfolgte ein Ausgleich der Magnetfeldinhomogenitäten durch Anwendung der im Vorfeld erstellten *field map*<sup>8</sup>. Zusätzlich wurde die Software DataWeasel (Ruprecht et al., 2017) zur Aufbereitung der mit der Software Presentation (Version 15.0, Neurobehavioral Systems, Inc., Berkeley, CA, <https://www.neurobs.com>) erzeugten Logfiles und zur Erstellung der in das allgemeine lineare Modell (ALM, *general linear model*) einfließenden Regressoren verwendet.

#### **3.5.2.1 Vorverarbeitung der Daten**

Zunächst werden im Folgenden die einzelnen durchgeführten Schritte der Datenvorverarbeitung (*Preprocessing*) erläutert, die eine sinnvolle Anwendung des allgemeinen linearen Modells (vgl. Abschnitt 3.5.2.2) erst ermöglichen. Dazu wird zum besseren Verständnis kurz auf die Bedeutung des jeweiligen Verarbeitungsschrittes eingegangen.

---

<sup>8</sup> *Field maps* dienen dazu, Magnetfeldinhomogenitäten zu schätzen (Andersson, Hutton, Ashburner, Turner & Friston, 2001).

Bewegungskorrektur (*realignment*): Da Bewegungen des Probanden nicht vollständig vermieden werden können, werden diese aus den Datensätzen möglichst herausgerechnet (Ashburner & Friston, 2004, S. 635 ff.; Pieperhoff, Mohlberg & Amunts, 2007, S. 81). Dies ist jedoch nur zu einem gewissen Grade möglich, bei zu starken Bewegungen muss ein Ausschluss der Versuchsperson erwogen werden. In dem vorliegenden Experiment wurde kein Proband aus diesem Grund ausgeschlossen. Nur bei einem Probanden lag die Translation bei über knapp 4 mm. Nach genauerer Betrachtung der Bewegungsrate über die Zeit wurde der Datensatz der entsprechenden Versuchsperson aufgrund des insgesamt dennoch eher langsamen Translationsverlaufs beibehalten. Es wurde in diesem Verarbeitungsschritt jeweils auf das erste Bild registriert.

*Slice timing correction*: Messungen durch EPI-Sequenzen erfolgen schichtweise, wodurch sich eine zeitliche Verschiebung der einzelnen Aufnahmen eines Volumens ergibt. Mittels einer Interpolation der Intensitätswerte auf einen festzulegenden Zeitpunkt innerhalb des Intervalls der TR, kann dies bei der Datenanalyse berücksichtigt werden (Wohlschläger, Kellermann & Habel, 2007, S. 136). *Slice timing correction* erfolgte in der vorliegenden Studie unter Verwendung einer *aquisition time* (TA) von 2.7067 ms.

Normalisierung (*spatial normalization*): Die Gehirne verschiedener Probanden unterscheiden sich in Lage und anatomischer Struktur, was die Vergleichbarkeit erschwert. Aus diesem Grund können die einzelnen Probandendaten z. B. an ein Referenzgehirn angepasst werden (Pieperhoff et al., 2007, S. 81 f.). Durch diese Anpassung werden die einzelnen anatomischen Strukturen so deformiert, dass sie sich in ihrer Lage und Ausdehnung dem Referenzgehirn annähern. Die Probandendaten wurden in der vorliegenden Studie an das Standardgehirn-Templat des Montreal Neurological Institute (MNI) angepasst (Lancaster et al., 2007; Tzourio-Mazoyer et al., 2002).

Glättung (*smoothing*): Um den Einfluss zufälliger Effekte, die die Sensitivität der Analyse beeinträchtigen können, zu minimieren, werden die Bildgrauwerte jedes Voxels mit denen der angrenzenden Voxel verrechnet (Habel & Fink, 2007, S. 139). Der Anteil eines jeden Voxels wird durch eine dreidimensionale Gauß-Verteilung ermittelt. Durch diesen Verarbeitungsschritt lässt sich das Verhältnis von Signal zu Rauschen verbessern. In der

vorliegenden Studie wurde ein Gauß'scher Kernel von 9 mm FWHM (*full width half maximum*) verwendet.

### **3.5.2.2 Analyse auf der ersten Ebene**

Als Analyse auf der ersten Ebene wird die statistische Auswertung innerhalb einer Person bezeichnet. Zu diesem Zweck wird ein allgemeines lineares Modell anhand des Designs der Studie und den ihm vorausgehenden theoretischen Überlegungen entwickelt, um die zugrundeliegenden Hypothesen zu testen (Habel & Fink, 2007, S. 139 ff.; Smith, 2004). Dieses Modell steht für ein generelles Muster, das man in den Daten zu sehen erwartet. In das Modell fließen sowohl die einzelnen Bedingungen wie auch deren genaue zeitliche Abfolge ein. Jede Bedingung entspricht dabei einem Regressor (oder auch Prädiktor). Die Gesamtvarianz besteht dann aus den Varianzanteilen, die durch die einzelnen Regressoren erklärt werden, sowie der Fehlervarianz, die je nach Vorhersagegüte der Regressoren unterschiedlich ausfällt. Der Fehlerterm  $\epsilon$  enthält den Anteil der Daten, der nicht durch das Modell vorhergesagt werden kann. Aufgrund von Artefakten<sup>9</sup> wie z. B.

---

<sup>9</sup> Bei der MR-Bildgebung können unterschiedliche Arten von Abbildungsfehlern entstehen, sogenannte "Artefakte". Dazu zählen u. a. Bewegungs- und Flussartefakte, chemische Verschiebung, Suszeptibilitätsartefakte, Aliasing und Ghosting (Stöcker & Shah, 2007, S. 71 f.). Bewegungsartefakte entstehen durch Bewegungen des Probanden, die selbst bei sehr motivierten Probanden und trotz Einschränkung der Bewegungsmöglichkeiten durch Kopfpolster auftreten. Gar nicht zu verhindern sind Flussartefakte, die durch den arteriellen Blutfluss ausgelöst werden. Diese spielen bei Verwendung von EPI-Sequenzen jedoch kaum eine Rolle. Viel bedeutender sind an dieser Stelle Suszeptibilitätsartefakte. Die unterschiedliche Magnetisierbarkeit verschiedener Gewebe führt zu lokalen Magnetfeldinhomogenitäten, die eine Veränderung der Larmfrequenzen zur Folge haben. Ebenso kommt es durch Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der unmittelbaren Umgebung zu Veränderungen der Larmfrequenzen durch lokale Abschirmungen des Magnetfeldes durch die Elektronenhüllen, was ebenfalls zu Verschiebungen der räumlichen Abbildung führen kann. Diese Fehler lassen sich jedoch teilweise kompensieren. Durch z. B. selektive Anregung des Fettgewebes kann dessen Signal mit Hilfe von Gradienten dephasiert werden, um eine Beeinträchtigung der nachfolgenden EPI-Sequenz zu vermeiden. Auch Kenntnis über vorhandene Magnetfeldinhomogenitäten ermöglicht einen teilweisen Ausgleich dieser Einflüsse. Durch Shim-Spulen können magnetische Gegenfelder erzeugt werden, die lokale Inhomogenitäten größtenteils kompensieren. Bedeutung kommt außerdem der Wahl der Frequenzen zu, mit denen das MR-Signal abgetastet wird. Dem Nyquist-Theorem zufolge dürfen im MR-Signal keine höheren Frequenzen enthalten sein als durch das digitalisierte Signal dargestellt werden kann. Dementsprechend muss die Abtastrate gewählt werden. Wird das Abtastintervall für die Phasenkodierung zu groß gewählt, entstehen Abbildungsfehler (Aliasing), bei denen inkorrekt kodierte Anteile auf der anderen Seite der MR-Aufnahme im Bild erscheinen, dabei kann z. B. die Nasenspitze wie abgeschnitten wirken und posterior des Kopfes im Bild zu sehen sein. Ebenfalls von Relevanz bei Verwendung von EPI-Sequenzen sind Ungenauigkeiten in der Gradientenschaltung, die zu sogenannten Ghosting-Artefakten führen, bei denen ein Teil des Signals über die halbe Bildlänge verschoben abgebildet wird und teils wie ein "Geist" außerhalb des eigentlichen Objektes erscheint. Eine teilweise Korrektur dieses Phänomens ist durch entsprechende Phasenkorrekturen möglich.

*Aliasing* (eine Form von Abbildungsfehlern), kann es dabei vorkommen, dass er, anders als im allgemeinen linearen Modell angenommen, nicht normalverteilt ist. Durch Erweiterung des Modells um zusätzliche Regressoren, lässt sich dieser Varianzanteil binden. Anhand des statistischen Vergleichs der Effektgröße  $\beta$ , die durch das Modell jedem Voxel pro Bedingung zugeteilt wird, mit dem Fehlerterm  $\varepsilon$ , lässt sich ermitteln, ob die Effektgröße dem Einfluss der Versuchsbedingung zuzuschreiben ist. Kontraste ermöglichen dabei eine gezielte Betrachtung einzelner Regressoren. Regressoren, die an dieser Stelle nicht von Interesse sind, werden mit „Null“ gewichtet, alle, die in die Berechnung mit einfließen sollen, bekommen „1“ oder „-1“ als Wert zugeordnet, sodass deren Summe wiederum Null ergibt. Durch die Kontrastbildung erhält jedes Voxel einen t-Wert, aufgrund dessen die Hypothese verworfen oder beibehalten wird. Die statistische Auswertung innerhalb einer Person trägt die Bezeichnung „Analyse auf der ersten Ebene“ (*first level analysis*), ein Vergleich mehrerer Versuchspersonen untereinander geschieht als „Analyse auf der zweiten Ebene“ (*second level analysis*). Aufgrund der hohen Anzahl an Voxel in einem Gehirn (ca. 28.000) (Habel & Fink, 2007, S. 143) und dementsprechend vieler multipler Vergleiche, besteht jedoch eine hohe Wahrscheinlichkeit falsch-positiver Ergebnisse durch den Fehler 1. Art. Um dem entgegen zu wirken, sind Methoden zur Korrektur zu verwenden (z. B. Bonferroni-Korrektur oder *familywise error rate* [FWE]), ein Verfahren, das anhand der Euler-Charakteristik ermittelt, wie hoch der t-Wert sein muss, um die angenommene Fehlerwahrscheinlichkeit nicht zu überschreiten). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde auf das FWE-Verfahren zurückgegriffen. Wird anhand der Hypothesen Aktivität in bestimmten Gehirnbereichen vermutet, können eingegrenzte, interessierende Regionen (*region of interest*, ROI) separat betrachtet werden, wodurch die Sensitivität der Berechnung durch einen verringerten Schwellenwert für t erhöht werden kann.

In der vorliegenden Studie wurde mittels der Software SPM8 (Statistical Parametric Mapping, Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK, <https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>) für jeden Versuchsteilnehmer ein separates Modell aufgestellt. Die Zeitreihen der vier verschiedenen Aussagentypen (Relevanz x Korrektheit der Aussage) bei einer subjektiven Sicherheitsangabe von mindestens „eher sicher“

gingen als Regressoren in die Berechnung ein. Darüber hinaus wurden alle sonstigen Tastendrucke (Reaktionen auf die Fragen „Sicher?“, „Relevant?“ und „Wahrheit oder Lüge?“) als Regressor modelliert, ebenso wie die 6 Bewegungsregressoren. Es wurde eine Faltung des Modells mit der kanonischen *hemodynamic response function* (HRF) vorgenommen. Für jeden Versuchsteilnehmer wurde der Kontrast *Lüge > Wahrheit* berechnet. In Abhängigkeit der Zugehörigkeit zu den Experimentalgruppen wurden außerdem die Kontraste *KoM\_relevant > KoN\_relevant* und *KoN\_irrelevant > KoM\_irrelevant* gebildet. Eine genauere Definition dieser Kontraste findet sich unter 3.5.2.3. Anhand dieser Kontraste wird die Wahrscheinlichkeit einer zufälligen Abweichung für jedes Voxel des jeweiligen Probanden errechnet. Aufgrund der Gefahr von falsch positiven Ergebnissen erfolgte eine Korrektur bei multiplen Vergleichen (Smith, 2004) mittels FWE. Aus den erhaltenen Werten lassen sich statistische Karten erstellen, die zeigen, an welchen Stellen das Gehirn mit einer Aktivierung reagiert hat. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Gruppenanalyse (*second level analysis*).

### **3.5.2.3 Analyse auf der zweiten Ebene**

Nachdem die Auswertung auf der Subjektebene vollendet wurde, lassen sich bei der Analyse auf der zweiten Ebene Gruppenvergleiche erstellen. Als interessierende Kontraste gingen *Lüge > Wahrheit*, *KoM\_relevant > KoN\_relevant* sowie *KoN\_irrelevant > KoM\_irrelevant* in die Analyse ein. Die Abbildungen 6 und 7 veranschaulichen die Zusammenstellung der einzelnen Kontraste.

Der Kontrast *Lüge > Wahrheit* entspricht dem Haupteffekt des Lügens. Eine visuelle Darstellung der Kombination der einzelnen Kontrastelemente findet sich in Abbildung 6. Kontrastiert wurden alle Antworten auf relevante Aussagen der Komplizen-Gruppe und alle Antworten auf irrelevante Aussagen der Kontroll-Gruppe (Lüge) gegen die Reaktionen der Komplizen-Gruppe auf irrelevante Aussagen und der Reaktionen der Kontroll-Gruppe auf relevante Aussagen (Wahrheit). Eingeschlossen in die Analyse wurden nur diejenigen Aussagen, bei denen die Probanden eine mittlere bis hohe Sicherheit (Sicherheitsrating „eher sicher“ und „sicher“) angaben, die eigentliche Antwort zu kennen.

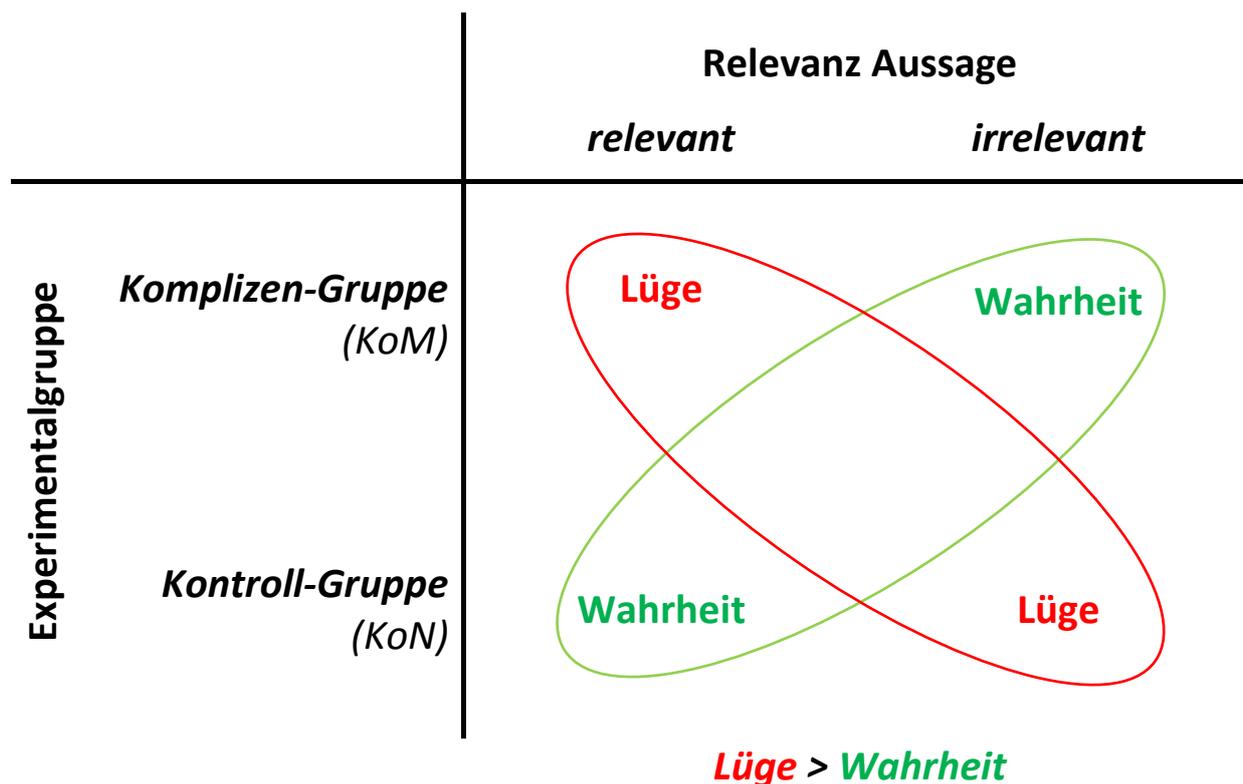


Abbildung 6. Aufbau des Kontrastes *Lüge > Wahrheit*. Die Vierfeldertafel verdeutlicht die Instruktion zur experimentellen Aufgabe unter fMRT für die Komplizen-Gruppe (KoM) und für die Kontroll-Gruppe (KoN) in Abhängigkeit von der Relevanz der Aussagen. Aus einer Kombination der Felder mit der Instruktion zu lügen (rot markiert) und einer Kombination der Felder mit der Instruktion, aufrichtig zu antworten (grün markiert), wird der Kontrast *Lüge > Wahrheit* gebildet.

In Abbildung 7 wird der Aufbau der Kontraste *KoM\_relevant > KoN\_relevant* und *KoN\_irrelevant > KoM\_irrelevant* verdeutlicht. Die Bezeichnung „KoM“ steht dabei für die Komplizen-Gruppe, wohingegen die Bezeichnung „KoN“ sich auf die Kontroll-Gruppe bezieht. Die Bedingung *KoM\_relevant* umfasst dementsprechend die Antworten der Komplizen-Gruppe auf relevante Aussagen (Lügenbedingung), *KoN\_relevant* enthält die Antworten der Kontroll-Gruppe auf die relevanten Aussagen (Wahrheitsbedingung). Der Kontrast *KoM\_relevant > KoN\_relevant* wiegt also das Lügenverhalten der Komplizen-Gruppe gegen ein aufrichtiges Antwortverhalten bei vergleichbaren (relevanten) Stimuli auf. Es lässt sich daher die Vermutung anstellen, dass im Rahmen dieser Studie dieser Kontrast einem realistischen Lügenverhalten am nächsten kommt. In die Analyse integriert wurden wiederum nur diejenigen Aussagen, bei denen die Probanden eine mittlere bis hohe Sicherheit angaben.

Für  $KoN\_irrelevant > KoM\_irrelevant$  werden die Aussagen der Kontroll-Gruppe zu den irrelevanten Aussagen (Lügenbedingung) mit den Aussagen der Komplizen-Gruppe zu den irrelevanten Aussagen (Wahrheitsbedingung) kontrastiert. In die Analyse flossen auch hier nur die Aussagen mit mittlerem bis hohem Sicherheitsrating ein.

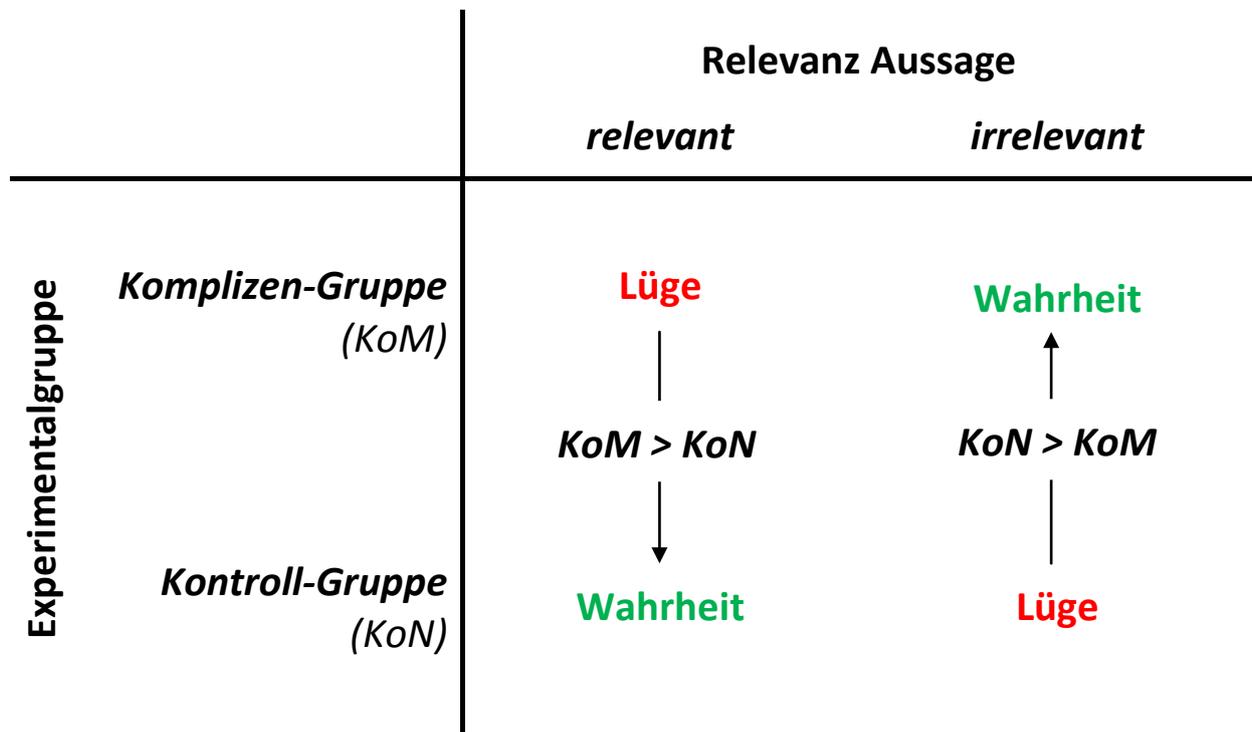


Abbildung 7. Aufbau des Kontrastes  $KoM\_relevant > KoN\_relevant$  und des Kontrastes  $KoN\_irrelevant > KoM\_irrelevant$ . Veranschaulicht wird hier die Erstellung dieser Kontraste anhand einer Vierfeldertafel. Der Kontrast  $KoM\_relevant > KoN\_relevant$  ergibt sich aus einem Vergleich der Reaktionen der Komplizen-Gruppe (KoM) mit den Reaktionen der Kontroll-Gruppe (KoN) auf relevante Aussagen (Spalte 1). Der Kontrast  $KoN\_irrelevant > KoM\_irrelevant$  wird anhand des Vergleichs der Reaktionen der Kontroll-Gruppe mit denen der Komplizen-Gruppe auf irrelevante Aussagen gebildet (Spalte 2).

Für die Ganzkopfanalysen ( $p < .05$ ; FWE-korrigiert) werden  $p$ -Werte sowie die dazugehörigen Gehirnregionen und MNI-Koordinaten berichtet. Zusätzlich zu den Ganzkopfanalysen auf Cluster-Ebene wurden ROI-Analysen (ROI = *region of interest*) auf Voxel-Ebene vorgenommen ( $p < .05$ , FWE-korrigiert). Folgende Gehirnregionen gingen in die ROI-Analysen mit ein (jeweils bilateral): DLPFC, VLPFC, darunter der Gyrus frontalis inferior, medialer frontaler Cortex, Gyrus frontalis superior, ACC, Nucleus caudatus und inferiorer Parietallappen. Diese Gehirnregionen wurden in der Literatur bereits vielfach mit Lügen in Verbindung gebracht. Eine detaillierte Auseinandersetzung mit diesen

Regionen findet sich unter Abschnitt 2.1.6. Für die ROI-Analysen wurden die Masken der in SPM8 implementierten WFU-PickAtlas-Toolbox (Version 2.4, The Functional MRI Laboratory, Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem, NC, USA [Maldjian, Laurienti & Burdette, 2004; Maldjian, Laurienti, Kraft & Burdette, 2003; Tzourio-Mazoyer et al., 2002]) mittels AAL-Atlas (AAL steht für *automated anatomical labeling*) verwendet. Zur Visualisierung der Ergebnisse wurde außerdem die Software MRICron (<https://www.nitrc.org>) genutzt.

Zur Untersuchung eventueller Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der psychometrischen Tests und den funktionellen Hirndaten wurden außerdem Regressionsanalysen mittels der Software SPM8 (Statistical Parametric Mapping, Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK, <https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>) vorgenommen. Die Regressionsanalysen wurden für den Kontrast *Lüge > Wahrheit* durchgeführt, als Regressoren gingen die erreichten Werte der psychometrischen Tests in die Analyse ein. Berichtet werden Hirnregionen, MNI-Koordinaten und Peak-Voxel ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ).

## 4 Ergebnisse

Im Folgenden wird zunächst auszugsweise auf die demographischen Daten eingegangen, bevor im weiteren Verlauf die Verhaltensdaten genauer beschrieben werden. Anschließend erfolgt eine genauere Analyse der funktionellen Daten, es werden Ganzkopfanalysen, ROI-Analysen (ROI = *region of interest*) sowie Regressionsanalysen berichtet.

### 4.1 Demographische Daten

Die Gruppen wurden bezüglich des Geschlechts gematched. Davon abgesehen erfolgte eine zufällige Verteilung der Probanden auf die Gruppen. Das durchschnittliche Alter betrug in der Komplizen-Gruppe  $M_{\text{Alter}} = 22.50$  ( $SD_{\text{Alter}} = 3.41$ ), in der Kontroll-Gruppe lag der Altersdurchschnitt bei  $M_{\text{Alter}} = 24.13$  ( $SD_{\text{Alter}} = 4.47$ ). Die altersbezogenen Unterschiede zwischen den Gruppen waren dem t-Test für unabhängige Stichproben nach nicht signifikant,  $t(30) = -1.16$ ,  $p = .257$ .

### 4.2 Verhaltensdaten

Zunächst wird der Datensatz im Hinblick auf die von den Versuchspersonen gemachten Sicherheits- und Relevanzeinschätzungen näher dargestellt und es werden die Häufigkeiten instruktionskonformen Verhaltens betrachtet. Es folgen ein Vergleich der Reaktionszeiten zwischen Lüge und Wahrheit sowie ein Überblick über die Ergebnisse des Strategie- und Evaluationsfragebogens und der neuropsychologischen Tests.

#### 4.2.1 Sicherheitseinschätzung

Im Rahmen der Abfrage im MRT machten die Versuchspersonen Angaben darüber, wie sicher sie sich bezüglich jeder einzelnen Aussage sind, die richtige Antwort zu kennen, unabhängig davon, ob sie gelogen hatten oder nicht. Für die Komplizen-Gruppe ergab sich bezogen auf die Häufigkeit der Sicherheitsbewertung „unsicher“ ein Durchschnittswert  $M = 102.38$  ( $SD = 20.65$ ) bei insgesamt 160 Durchgängen, für die Kontroll-Gruppe ergab sich  $M = 107.25$  ( $SD = 19.74$ ). Bei den Bewertungen als „eher sicher“ zeigten sich Mittelwerte von  $M = 35.13$  ( $SD = 15.24$ ) für die Komplizen-Gruppe

und  $M = 25.25$  ( $SD = 16.68$ ) für die Kontroll-Gruppe. Bezüglich der Häufigkeiten bei den Bewertungen als „sicher“ ergaben sich für die Komplizen-Gruppe Mittelwerte von  $M = 20.94$  ( $SD = 11.49$ ) und für die Kontroll-Gruppe  $M = 26.13$  ( $SD = 14.45$ ). Da in die Analyse der funktionellen Daten jedoch nur die Durchgänge einfließen, in denen die Versuchspersonen angaben, sich „eher sicher“ oder „sicher“ zu sein, sind diese von besonderem Interesse, und werden daher zusammengefasst. Es wurde eine einfaktorielle Anova mit dem Faktor „Experimentalgruppe“ und der Sicherheitseinschätzung „eher sicher bis sicher“ als abhängige Variable durchgeführt. Die Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich der Häufigkeit der Angabe „eher sicher bis sicher“ waren nicht signifikant,  $F(1, 30) = 0.47$ ,  $p = .500$ .

#### 4.2.2 Relevanzeinschätzung

Die Versuchspersonen waren aufgefordert, bei der Bearbeitung der Durchgänge im MRT jeweils anzugeben, ob sie die eingeblendete Aussage als relevant oder als irrelevant eingeschätzt hatten. Von den jeweils 160 Aussagen wurden durchschnittlich 89 % bezüglich ihrer Relevanz korrekt eingeschätzt ( $M = 142.78$ ,  $SD = 14.01$ ). Bei 4 % ( $M = 6.03$ ,  $SD = 5.64$ ) der 160 Durchgänge wurde keine Einschätzung der Relevanz gegeben. Es wurde eine Messwiederholungsanalyse mit dem Innersubjektfaktor „korrekte Relevanzeinschätzung“ (zweistufig) und dem Zwischensubjektfaktor „Experimentalgruppe“ durchgeführt. Die Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich der korrekten Einschätzung der Relevanz (Komplizen-Gruppe:  $M = 143.38$ ,  $SD = 13.23$ ; Kontroll-Gruppe:  $M = 142.19$ ,  $SD = 15.16$ ) waren nicht signifikant,  $F(1, 30) = 0.04$ ,  $p = .835$ . Allerdings zeigte sich eine signifikante Interaktion der Faktoren „korrekte Relevanzeinschätzung“ und „Experimentalgruppe“,  $F(1, 30) = 5.66$ ,  $p = .024$ . Diese ist darauf zurückzuführen, dass die Komplizen-Gruppe bei irrelevanten Aussagen häufiger die Relevanz richtig einschätzte ( $M = 74.19$ ,  $SD = 6.91$ ) als bei relevanten Aussagen ( $M = 69.19$ ,  $SD = 8.94$ ), im Gegensatz zu der Kontroll-Gruppe, bei der es sich genau entgegengesetzt verhielt. Sie schätzte bei den relevanten Aussagen die Relevanz häufiger korrekt ein ( $M = 73.19$ ,  $SD = 6.37$ ) als bei den irrelevanten Aussagen ( $M = 69.00$ ,  $SD = 12.39$ ).

### 4.2.3 Instruktionkonformes Verhalten

Als instruktionkonformes Verhalten werden hier alle Durchgänge der fMRT-Aufgabe definiert, in denen die Versuchspersonen die eingeblendete Aussage mit „richtig“ oder „falsch“ kodierten und die nachfolgende Frage, ob sie die Wahrheit gesagt hatten, so beantworteten, wie die Instruktion es von ihnen erwarten ließ. Beispielsweise müsste dementsprechend bei einer relevanten Aussage eine Versuchsperson der Komplizen-Gruppe angeben, gelogen zu haben, ein Teilnehmer der Kontroll-Gruppe müsste hingegen angeben, die Wahrheit gesagt zu haben. Weil ursprünglich eine weitere Analyse mit SPM8 (Statistical Parametric Mapping, Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK, <https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>) mit diesen Kriterien geplant war, wurden außerdem nur die Durchgänge gewertet, in denen die Versuchspersonen zusätzlich mindestens eine mittlere Sicherheitsausprägung angegeben hatten.

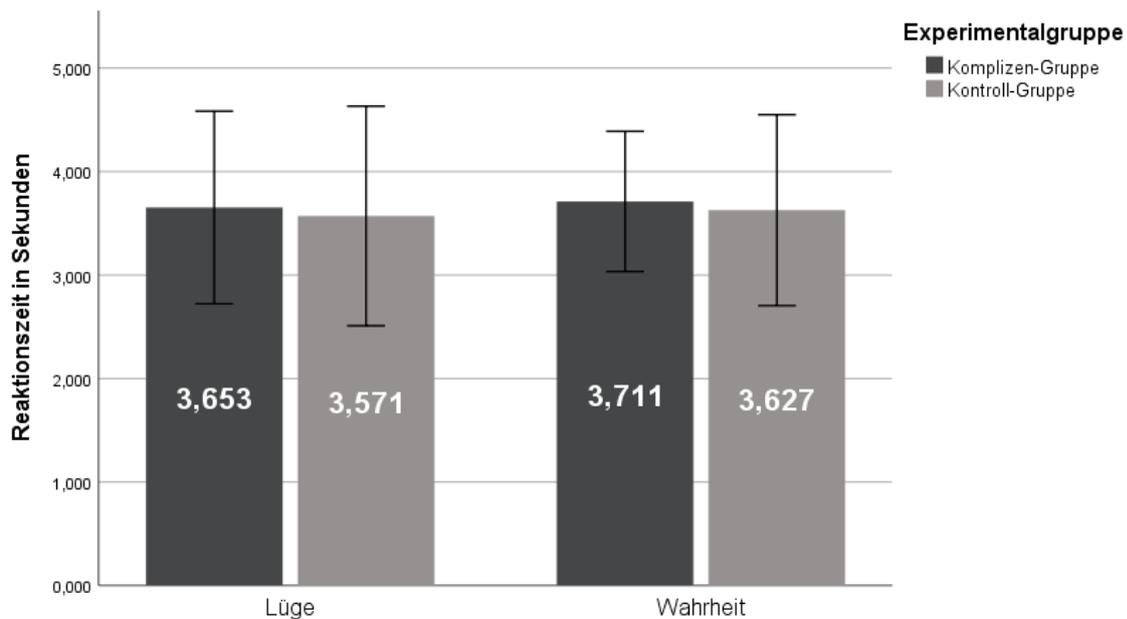
Im Mittel erfüllten  $M = 45.94$  ( $SD = 19.32$ ) Durchgänge von insgesamt 160 pro Versuchsperson die oben genannten Kriterien. Auf Gruppenebene betrachtet erfüllten in der Komplizen-Gruppe durchschnittlich mehr Durchgänge die Kriterien ( $M = 49.56$ ,  $SD = 18.83$ ) als in der Kontroll-Gruppe ( $M = 42.31$ ,  $SD = 19.71$ ). Es wurde eine Messwiederholungsanalyse mit dem Innersubjektfaktor „Instruktionkonformes Verhalten“ (zweistufig) und dem Zwischensubjektfaktor „Experimentalgruppe“ durchgeführt. Die Unterschiede zwischen den Gruppen in der Häufigkeit instruktionkonformen Verhaltens waren nicht signifikant,  $F(1, 30) = 3.33$ ,  $p = .078$ .

### 4.2.4 Reaktionszeiten

Für den Vergleich der Reaktionszeiten zwischen Lügen und aufrichtigem Antworten wurden nur die Durchgänge gewertet, bei denen die Versuchspersonen sich instruktionkonform verhalten hatten. Es wurden demnach nur die Durchgänge berücksichtigt, bei denen die Versuchspersonen hätten lügen sollen und auch angegeben haben, gelogen zu haben, bzw. bei denen sie aufrichtig hätten antworten sollen und auch angaben, dies getan zu haben. Außerdem flossen nur die Durchgänge in die Analyse ein, bei denen die Versuchspersonen eine mindestens mittlere Sicherheitseinschätzung

(„eher sicher“ oder „sicher“) angegeben hatten. Es wurde eine Messwiederholungsanalyse mit dem Innersubjektfaktor „Lüge/Wahrheit“ (zweistufig) und dem Zwischensubjektfaktor „Experimentalgruppe“ (zweistufig) und der Kovariaten „Alter“ durchgeführt. Der Innersubjektfaktor „Lüge/Wahrheit“ war nicht signifikant, es zeigten sich demnach keine Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen Lügen und aufrichtigen Antworten,  $F(1, 29) = 0.15, p = .707$ . Auch ergaben sich keine signifikanten Interaktionen zwischen dem Innersubjektfaktor und dem Zwischensubjektfaktor,  $F(1, 29) = 0.001, p = .975$ , oder dem Innersubjektfaktor und der Kovariaten,  $F(1, 29) = 0.06, p = .815$ . Demzufolge unterschieden sich weder die Experimentalgruppen in ihren Reaktionszeiten für Lügen und aufrichtige Antworten, noch wurde ein Einfluss des Alters auf die Reaktionszeiten für Lügen und aufrichtige Antworten ersichtlich. Abbildung 8 verdeutlicht die durchschnittliche Verteilung der Reaktionszeiten der beiden Antwortkategorien „Lüge“ und „Wahrheit“ in beiden Experimentalgruppen.

Der dreifache Interaktionsterm zwischen dem Innersubjektfaktor, dem Zwischensubjektfaktor und der Kovariate erwies sich hingegen als signifikant,  $F(5, 13) = 4.07, p = .019$ . Aufgrund einer zu geringen Stichprobengröße wurde auf eine genauere Analyse dieser Interaktion verzichtet.



*Abbildung 8.* Reaktionszeiten der Komplizen- und der Kontroll-Gruppe bei aufrichtigen und unaufrichtigen Antworten. Für die Analyse wurden nur die Durchgänge berücksichtigt, in denen die Versuchsteilnehmer sich instruktionskonform verhalten haben (an den erwarteten Stellen gelogen bzw. aufrichtig geantwortet haben) und für die eine mindestens mittlere Sicherheitseinschätzung gegeben wurde. Dargestellt werden mittlere Reaktionszeiten in Sekunden. Die Fehlerbalken zeigen die Standardabweichungen an.

#### 4.2.5 Strategie- und Evaluationsfragebogen

Im Rahmen des Strategie- und Evaluationsfragebogens gaben die Versuchspersonen u. a. auf einer vierstufigen Ratingskala an, wie leicht bzw. schwer ihnen die Bearbeitung der experimentellen Aufgabe im MRT im Hinblick auf bestimmte Aspekte der Aufgabe gefallen war. Eine genaue Beschreibung des Fragebogens befindet sich unter 3.3.6. Zur Überprüfung, ob die Versuchspersonen sich in ihren Einschätzungen unterscheiden, wurde eine Analyse der Häufigkeiten der Angaben mittels Fisher-Yates-Test durchgeführt. Die Gruppen unterschieden sich nicht signifikant bezüglich ihrer Einschätzung der Schwierigkeit der einzelnen Aufgabenaspekte. Tabelle 1 veranschaulicht die Angaben der Versuchspersonen im Hinblick auf die vierstufige Ratingskala. Bezogen auf das Schuldempfinden ergaben sich allerdings signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, die Kontroll-Gruppe gab im Vergleich zur Komplizen-Gruppe ein signifikant erhöhtes Schuldempfinden an (Fisher-Yates-Test,  $p = .040$ ).

Tabelle 1

Ergebnisse der vierstufigen Ratingskalen des Strategie- und Evaluationsfragebogens

Fragebogenkategorien	M	SD	Min	Max
<i>Aussagen und allgemeine Bedienung</i>				
Lesbarkeit	1.44	0.56	1	3
Zeitdruck beim Lesen	1.94	0.50	1	3
Einstufung als „richtig“/„falsch“	2.45	0.62	1	4
An den richtigen Stellen lügen	2.47	0.62	1	4
Zeitdruck beim Antworten	2.41	0.71	1	4
Tastenbedienung	1.75	0.72	1	4
<i>Sicherheitseinschätzung</i>				
Rating	2.03	0.65	1	3
Zeitdruck beim Antworten	1.88	0.61	1	3
Tastenbedienung	1.50	0.67	1	3
<i>Relevanzeinschätzung</i>				
Rating	1.88	0.66	1	3
Entscheidung Lüge oder Wahrheit	1.97	0.69	1	3
Erinnern an Einschätzung während TA1 <sup>a</sup>	2.03	0.75	1	3
Zeitdruck beim Antworten	1.87	0.76	1	4
Tastenbedienung	1.35	0.49	1	2
<i>Aufrichtigkeitsangabe</i>				
Erinnern an Einschätzung während TA1 <sup>a</sup>	1.91	0.78	1	4
Zeitdruck beim Antworten	1.84	0.72	1	4
Tastenbedienung	1.47	0.62	1	3

*Anmerkungen.* Die Versuchsteilnehmer beurteilten die Schwierigkeit der einzelnen Unterkategorien anhand einer Ratingskala (von 1 bis 4; 1 = sehr leicht, 2 = leicht, 3 = schwierig, 4 = sehr schwierig). Dargestellt werden die Mittelwerte und Standardabweichungen für die einzelnen Kategorien. Min (= Minimum) und Max (= Maximum) zeigen die niedrigsten und höchsten angegebenen Werte pro Kategorie.

<sup>a</sup>TA1 = Teilaufgabe 1.

#### 4.2.6 Ergebnisse der neuropsychologischen Testung

Tabelle 2 zeigt die Interkorrelationen zwischen den psychometrischen Daten als Pearson-Korrelationskoeffizienten (zweiseitig). Anhand der Korrelationen erfolgte eine genauere Auswahl der Tests, die zur Erstellung der Regressionsanalysen herangezogen wurden. Eine genaue Angabe dieser Auswahl findet sich unter 4.3.4, ebenso wie die Ergebnisse der Regressionsanalysen.

Tabelle 2

Interkorrelationstabelle der psychometrischen Daten (Pearson-Korrelationskoeffizienten, zweiseitig)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1 TMT A																									
2 TMT B	<b>.44*</b>																								
3 MWT-B	-.08	-.12																							
4 Test d2 Geschwindigkeit	<b>-.38*</b>	-.13	-.14																						
5 Test d2 Konzentrationsleistung	<b>-.41*</b>	-.27	-.05	<b>.89**</b>																					
6 VLMT Supraspanne	-.14	-.12	-.19	.02	.13																				
7 VLMT Konsolidierung	<b>-.39*</b>	.01	.12	.14	.08	-.15																			
8 VLMT Wiedererkennen	.23	<b>.44*</b>	-.26	-.07	-.13	<b>.44*</b>	<b>-.37*</b>																		
9 FPI-R Lebenszufriedenheit	-.01	-.18	-.21	-.32	-.24	.05	-.26	.21																	
10 FPI-R Soziale Orientierung	.22	.03	.11	-.06	-.24	.01	-.25	.05	-.04																
11 FPI-R Leistungsorientierung	-.12	-.23	.01	-.11	-.02	.29	-.04	.22	<b>.44*</b>	-.01															
12 FPI-R Gehemmtheit	.22	.28	.07	.21	.24	.16	.01	.21	-.22	-.05	-.20														
13 FPI-R Erregbarkeit	.04	<b>.36*</b>	.08	.24	.21	.33	-.06	<b>.44*</b>	-.26	-.17	-.00	<b>.50**</b>													
14 FPI-R Aggressivität	.16	.31	-.08	-.09	-.11	-.10	.15	.24	.08	-.23	.28	-.11	.15												
15 FPI-R Beanspruchung	.16	.31	.10	.24	.25	.12	.07	.34	-.27	.07	.03	<b>.52**</b>	<b>.59**</b>	.05											
16 FPI-R Körperliche Beschwerden	.20	.26	-.02	.07	.07	.26	.08	.11	-.32	.10	-.05	<b>.38*</b>	<b>.46**</b>	.27	<b>.62**</b>										
17 FPI-R Gesundheitssorgen	.02	.27	-.23	.02	.01	.22	.08	.24	-.01	-.10	-.27	.14	.16	.19	.24	<b>.48**</b>									
18 FPI-R Offenheit	.08	<b>.42*</b>	-.09	-.05	.04	.05	.22	.27	-.14	-.15	.08	.23	.12	<b>.40*</b>	.20	.19	-.12								
19 FPI-R Extraversion	-.26	<b>-.39*</b>	-.12	.21	.28	.15	-.21	.13	.24	-.00	.32	-.17	-.14	.01	.05	-.13	-.20	.16							
20 FPI-R Emotionalität	.17	<b>.52**</b>	.08	.17	.19	.02	.06	.16	<b>-.48**</b>	-.16	-.24	<b>.47**</b>	<b>.59**</b>	.26	<b>.63**</b>	<b>.70**</b>	<b>.38*</b>	.27	-.24						
21 FWIT Lesegeschwindigkeit	.31	.19	.08	<b>-.58**</b>	<b>-.51**</b>	.05	.03	.12	-.08	.18	.20	.05	.10	.29	.21	.25	-.00	<b>.40*</b>	.06	.14					
22 FWIT Interferenz	<b>.39*</b>	<b>.43*</b>	.19	<b>-.48**</b>	<b>-.50**</b>	-.18	.02	.08	.11	.16	.31	-.08	-.05	<b>.53**</b>	-.08	.09	-.05	.32	-.21	.08	<b>.43*</b>				
23 FWIT dFSB	.29	.31	-.15	.22	.17	-.07	-.08	.04	.05	.06	-.02	.11	-.15	-.06	-.07	-.11	.10	-.03	-.23	.01	<b>-.48**</b>	.15			
24 FWIT dINT	<b>-.50**</b>	-.19	.15	-.05	-.10	-.10	.20	-.18	.14	-.22	.07	<b>-.40*</b>	-.11	.07	-.24	-.03	-.05	-.17	-.05	-.08	-.19	-.00	<b>-.47**</b>		
25 ROCF Abruf	<b>-.41*</b>	-.20	.13	-.25	-.08	.12	.15	-.15	.01	-.21	-.03	-.16	-.05	.00	-.06	.04	.01	.12	.14	.03	.12	-.04	<b>-.36*</b>	.19	

\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 (2-seitig) signifikant.

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant.

### 4.3 fMRT-Daten

Die Auswertung der funktionellen Daten erfolgte mittels SPM8 (Statistical Parametric Mapping, Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK, <https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>), das in MATLAB R2012b (MathWorks, Natick, MA, USA) implementiert wurde. Um auszuschließen, dass Raten bei den Aussagen die Ergebnisse verfälscht, wurden für die Analysen nur die Trials eingeschlossen, in denen die Probanden angaben, sich „eher sicher“ oder „sicher“ zu sein, dass sie die richtige Antwort kennen. Aufgeführt werden einerseits Ganzkopfanalysen. Anhand der Hypothesen wurden zudem *regions of interest* (ROI) definiert, sodass bei den interessierenden Hauptkontrasten zusätzlich ROI-Analysen durchgeführt wurden.

#### 4.3.1 Kontrast *Lüge > Wahrheit*

Eine genaue Definition dieses Kontrastes findet sich unter 3.5.2.3. Der Kontrast *Lüge > Wahrheit* entspricht dem Haupteffekt des Lügens und kontrastiert alle Reaktionen auf Aussagen, bei denen gelogen werden sollte, gegen die Reaktionen auf Aussagen, bei denen die Wahrheit angegeben werden sollte.

#### **Ganzkopfanalysen**

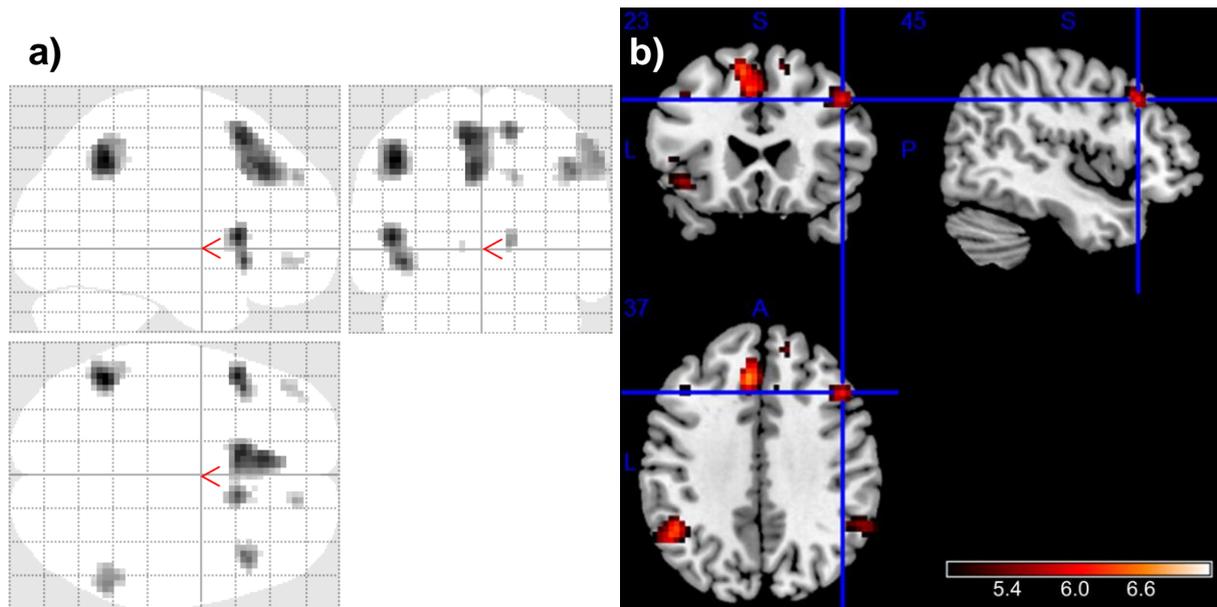
Der Kontrast *Lüge > Wahrheit* zeigte signifikante Unterschiede ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ) im bilateralen Lobulus parietalis inferior, Gyrus frontalis superior (einschließlich lokaler Maxima im medialen Bereich), Gyrus frontalis medius und Nucleus caudatus, im linksseitigen Gyrus frontalis inferior und im orbitofrontalen Cortex sowie im rechtsseitigen mittleren Cingulum (ebenfalls als lokales Maximum linksseitig). Die Daten sind in Tabelle 3 und Abbildung 9 näher veranschaulicht. Beim entgegengesetzten Kontrast, *Wahrheit > Lüge*, wurden keine signifikanten Aktivierungsunterschiede ersichtlich.

Tabelle 3

Ganzkopfanalyse auf Clusterlevel für den Kontrast Lüge > Wahrheit

Hirnregion	Lateralität	$k_E$	MNI-Koordinaten			$p_{FWE}$ korrigiert
			x	y	z	
Lobulus parietalis inferior	L	152	-45	-52	43	0.000
	R	104	57	-52	43	0.000
			54	-49	52	
Gyrus frontalis inferior (Pars triangularis)	L	95	-48	17	4	0.000
			-42	20	-8	
Gyrus frontalis superior (medial)	L	282	-9	20	52	0.000
			-6	29	40	
	R		12	17	58	
Gyrus frontalis superior	R	14	15	47	34	0.004
Gyrus frontalis medius	R	48	45	23	37	0.000
	L	7	-42	23	37	0.010
Gyrus frontalis medius (orbital)	L	17	-42	44	-8	0.002
Nucleus caudatus	R	17	12	14	1	0.002
	L	3	-12	11	1	0.020
Mittlerer Gyrus cinguli	R	1	9	26	37	0.032

*Anmerkungen.* Angegeben werden Hirnregionen, Lateralität (L = links, R = rechts), Anzahl der Voxel pro Cluster ( $k_E$ ), MNI-Koordinaten (x, y, z) der Peak-Voxel sowie der FWE-korrigierte  $p$ -Wert des jeweiligen Clusters ( $p_{FWE}$  korrigiert < .05). Die Tabelle zeigt pro Cluster bis zu 3 lokale Maxima mit einem Abstand von mindestens 8 mm.



**Abbildung 9.** Kontrast *Lüge > Wahrheit*. Gezeigt werden a) die Aktivierungsunterschiede zwischen den Reaktionen, bei denen gelogen werden sollte (relevante Aussagen – Komplizen-Gruppe; irrelevante Aussagen – Kontroll-Gruppe), und denen, bei denen die Wahrheit gesagt werden sollte (irrelevante Aussagen – Komplizen-Gruppe; relevante Aussagen – Kontroll-Gruppe). Es werden signifikante Clusteraktivierungen ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ) dargestellt. Die Ergebnisse werden außerdem in b) einem stereotaktischen Template visualisiert. Die Abbildung enthält signifikante Clusteraktivierungen ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ) mit Fokus auf die Peak-Aktivierung des rechten Gyrus frontalis medius (MNI-Koordinaten:  $x = 45, y = 23, z = 37$ ). Die Farbskala bezieht sich auf die t-Werte.

### **ROI-Analysen**

Die ROI-Analysen offenbarten für den Kontrast *Lüge > Wahrheit* signifikante Aktivitätsunterschiede im rechten und linken ACC sowie im rechten Gyrus frontalis inferior. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Für den entgegengesetzten Kontrast, *Wahrheit > Lüge*, ergaben sich keine Aktivitätsunterschiede in diesen Bereichen.

Tabelle 4

ROI-Analyse für den Kontrast Lüge &gt; Wahrheit

Hirnregion	Lateralität	t	MNI-Koordinaten			$p_{\text{FWE korrigiert}}$
			x	y	z	
Gyrus cinguli (anterior)	L	5.22	-6	29	31	0.000
	R	3.87	12	29	28	0.012
Gyrus frontalis inferior (Pars opercularis)	R	4.79	51	23	34	0.001
		4.75	42	23	31	0.001
		4.27	45	17	37	0.004
		4.70	48	20	-2	0.001
	L	6.26	-48	14	4	0.000
		3.86	-45	20	34	0.011
Gyrus frontalis inferior (Pars triangularis)	R	4.86	48	20	1	0.001
		4.81	45	26	31	0.001
Gyrus frontalis inferior (Pars orbitalis)	R	4.81	42	23	-11	0.001
		3.86	48	41	-11	0.016
	L	6.54	-42	20	-8	0.000
		5.20	-42	41	-8	0.000

*Anmerkungen.* Angegeben werden Hirnregionen, Lateralität (L = links, R = rechts), t-Werte, MNI-Koordinaten (x, y, z) sowie der FWE-korrigierte p-Wert der Peak-Voxel ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ). Die Tabelle zeigt pro Cluster bis zu 3 lokale Maxima mit einem Abstand von mindestens 8 mm.

#### 4.3.2 Kontrast *KoM\_relevant* > *KoN\_relevant*

Unter 3.5.2.3 findet sich eine genaue Definition dieses Kontrastes. Kontrastiert wurden die Reaktionen der Komplizen-Gruppe auf relevante Aussagen (Lügenbedingung) gegen die Reaktionen der Kontroll-Gruppe auf relevante Aussagen (Wahrheitsbedingung).

#### **Ganzkopfanalysen**

Beim Kontrast *KoM\_relevant* > *KoN\_relevant* zeigten sich signifikante Aktivitätsunterschiede ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ) im Lobulus parietalis inferior, im medialen Bereich des Gyrus frontalis superior, im orbitalen Bereich des Gyrus frontalis medius, im Gyrus frontalis inferior (Pars triangularis) und im supplementär-motorischen Areal, alle linksseitig verortet. Eine visuelle Darstellung der Ergebnisse ist in Tabelle 5 und in Abbildung 10 zu

finden. Unter Verwendung des entgegengesetzten Kontrastes, *KoN\_relevant* > *KoM\_relevant* wurden keine Aktivitätsunterschiede ersichtlich.

Tabelle 5

*Ganzkopfanalyse auf Clusterlevel für den Kontrast KoM\_relevant > KoN\_relevant*

Hirnregion	Lateralität	$k_E$	MNI-Koordinaten			$p_{FWE}$ korrigiert
			x	y	z	
Lobulus parietalis inferior	L	90	-48 -51	-58 -46	37 46	0.000
Gyrus frontalis superior (medial)	L	16	-9	32	43	0.001
Gyrus frontalis medius (orbital)	L	3	-39	56	-2	0.013
Gyrus frontalis inferior (Pars triangularis)	L	11	-48	17	4	0.002
Supplementär-motorisches Areal	L	2	-6	17	58	0.018

*Anmerkungen.* Es werden die Reaktionen auf relevante Aussagen der Komplizen-Gruppe (Lügenbedingung) mit den Aussagen der Kontroll-Gruppe (Wahrheitsbedingung) verglichen. Berichtet werden Hirnregionen, Lateralität (L = links, R = rechts), Anzahl der Voxel pro Cluster ( $k_E$ ), MNI-Koordinaten (x, y, z) der Peak-Voxel sowie der FWE-korrigierte  $p$ -Wert des jeweiligen Clusters ( $p_{FWE}$  korrigiert < .05). Die Tabelle zeigt pro Cluster bis zu 3 lokale Maxima mit einem Abstand von mindestens 8 mm.

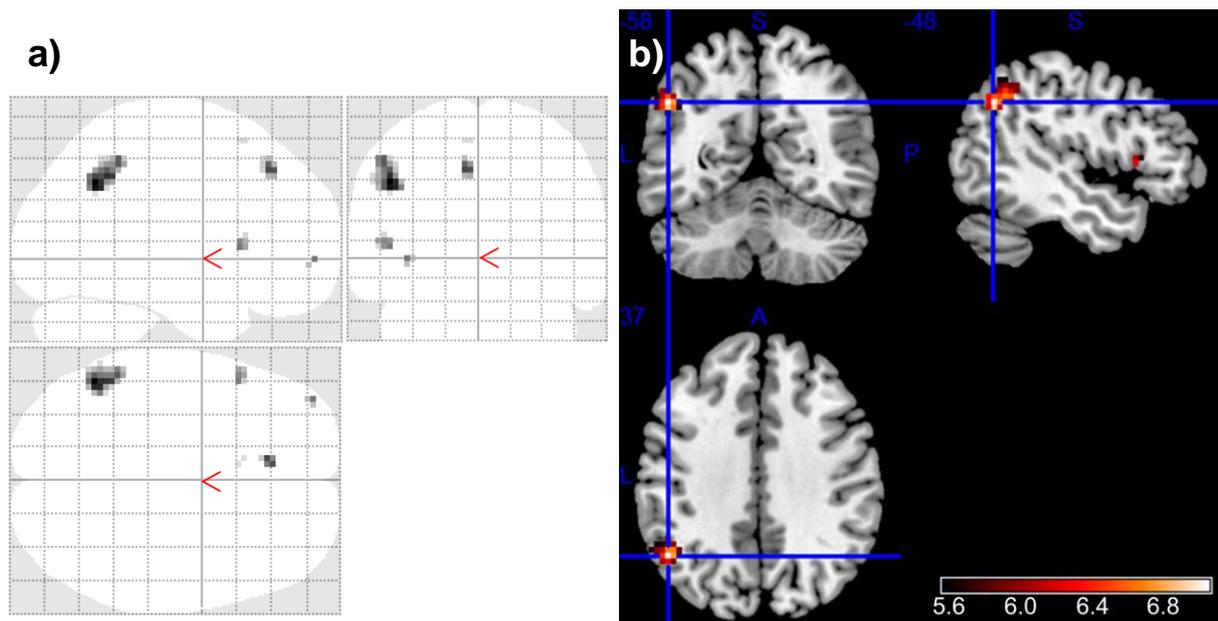


Abbildung 10. Kontrast *KoM\_relevant* > *KoN\_relevant*. Gezeigt werden a) die Aktivierungsunterschiede im Hinblick auf relevante Aussagen zwischen der Komplizen-Gruppe (Lügenbedingung) und der Kontroll-Gruppe (Wahrheitsbedingung) auf Clusterebene ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ). Außerdem werden einige Hirnregionen, die im Kontrast *KoM\_relevant* > *KoN\_relevant* eine größere BOLD-Antwort aufwiesen in b) einem stereotaktischen Templat dargestellt. Die Abbildung zeigt signifikante Clusteraktivierungen ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ) mit Fokus auf das größte Cluster im linksseitigen Lobulus parietalis inferior (MNI-Koordinaten:  $x = -48$ ,  $y = -58$ ,  $z = 37$ ). Die Farbskala bezieht sich auf die t-Werte.

### ROI-Analysen

Die Durchführung der ROI-Analysen für den Kontrast *KoM\_relevant* > *KoN\_relevant* ergab signifikante Aktivierungsunterschiede für den bilateralen DLPFC und VLPFC, den bilateralen Gyrus frontalis superior, den medialen Teil des rechten Gyrus frontalis superior, den rechten Lobulus parietalis inferior und den rechten Nucleus caudatus. Die ROI-Analysen für beide ACC und den linken Nucleus caudatus waren nicht signifikant. Tabelle 6 verdeutlicht die Ergebnisse.

Tabelle 6

ROI-Analyse für den Kontrast KoM\_relevant &gt; KoN\_relevant

Hirnregion	Lateralität	t	MNI-Koordinaten			$p_{FWE}$ korrigiert
			x	y	z	
Lobulus parietalis inferior	R	4.82	48	-52	55	0.003
		4.82	42	-49	37	0.003
		4.72	57	-46	37	0.004
Gyrus frontalis superior (medial)	R	5.12	12	47	37	0.002
		4.71	12	29	49	0.006
		4.58	9	38	43	0.008
Gyrus frontalis superior	R	5.37	15	47	37	0.002
		4.41	15	26	49	0.024
	L	5.41	-12	17	55	0.002
		4.91	-12	29	49	0.007
		4.73	-12	29	40	0.010
Gyrus frontalis medius	R	5.40	39	17	43	0.003
	L	5.08	-39	56	1	0.005
		4.98	-42	20	40	0.007
Gyrus frontalis inferior (Pars opercularis)	R	4.27	30	11	34	0.012
		4.18	42	23	31	0.015
		4.06	45	17	37	0.020
		3.88	39	14	37	0.030
	L	5.57	-51	14	4	0.000
Gyrus frontalis inferior (Pars triangularis)	R	4.42	51	23	7	0.012
		4.19	45	23	31	0.020
Gyrus frontalis inferior (Pars orbitalis)	R	3.96	39	26	-11	0.028
	L	4.94	-39	23	-11	0.003
		4.57	-42	47	-11	0.007
		4.21	-48	38	-11	0.015
Nucleus caudatus	R	4.18	12	14	1	0.011
		3.53	15	11	16	0.046
	L	—	—	—	—	—
Gyrus cinguli (anterior)	R	—	—	—	—	—
	L	—	—	—	—	—

*Anmerkungen.* Es werden die Reaktionen auf relevante Aussagen der Komplizen-Gruppe (Lügenbedingung) mit den Reaktionen der Kontroll-Gruppe (Wahrheitsbedingung) kontrastiert. Angegeben werden Hirnregionen, Lateralität (L = links, R = rechts), t-Werte, MNI-Koordinaten (x, y, z) sowie der FWE-korrigierte p-Wert der Peak-Voxel ( $p_{FWE}$  korrigiert < .05). Die Tabelle zeigt pro Cluster bis zu 3 lokale Maxima mit einem Abstand von mindestens 8 mm.

### 4.3.3 Kontrast *KoN\_irrelevant* > *KoM\_irrelevant*

Der Vollständigkeit halber erfolgt hier auch eine Berechnung des Kontrastes *KoN\_irrelevant* > *KoM\_irrelevant*. Eine genaue Beschreibung dieses Kontrastes findet sich unter 3.5.2.3. Es wurden die Reaktionen der Kontroll-Gruppe auf die irrelevanten Aussagen (Lügenbedingung) mit den Reaktionen der Komplizen-Gruppe zu den irrelevanten Aussagen (Wahrheitsbedingung) kontrastiert.

#### **Ganzkopfanalysen**

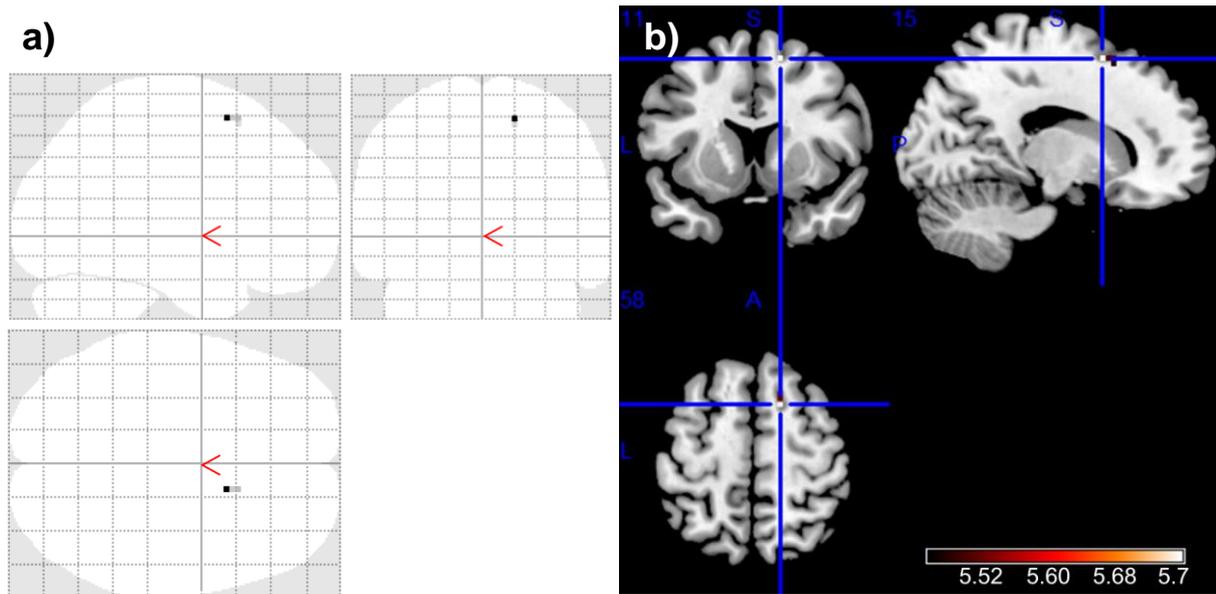
Der Kontrast *KoN\_irrelevant* > *KoM\_irrelevant* offenbarte einen signifikanten Unterschied ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ) im rechtsseitigen supplementär-motorischen Areal. Das Ergebnis wird in Tabelle 7 und Abbildung 11 dargestellt. Der entgegengesetzte Kontrast, *KoM\_irrelevant* > *KoN\_irrelevant*, erbrachte keine signifikanten Unterschiede in der Aktivität. Da diese beiden Kontraste nicht im Fokus der Fragestellung stehen, wurde auf eine ROI-Analyse verzichtet.

Tabelle 7

*Ganzkopfanalyse auf Clusterlevel für den Kontrast *KoN\_irrelevant* > *KoM\_irrelevant**

Hirnregion	Lateralität	$k_E$	MNI-Koordinaten			$p_{\text{FWE korrigiert}}$
			x	y	z	
Supplementär-motorisches Areal	R	4	15	11	58	0.014

*Anmerkungen.* Es werden die Aussagen auf irrelevante Fragen der Kontroll-Gruppe (Lügenbedingung) mit den Aussagen der Komplizen-Gruppe (Wahrheitsbedingung) verglichen. Angegeben werden Hirnregionen, Lateralität (L = links, R = rechts), Anzahl der Voxel pro Cluster ( $k_E$ ), MNI-Koordinaten (x, y, z) der Peak-Voxel sowie der FWE-korrigierte  $p$ -Wert des jeweiligen Clusters ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ).



**Abbildung 11.** Kontrast *KoN\_irrelevant* > *KoM\_irrelevant*. Dargestellt werden a) die Aktivierungsunterschiede im Hinblick auf irrelevante Aussagen zwischen der Kontroll-Gruppe (Lügenbedingung) und der Komplizen-Gruppe (Wahrheitsbedingung) auf Clusterebene ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ). Die Abbildung zeigt für den Kontrast *KoN\_irrelevant* > *KoM\_irrelevant* b) eine signifikante Aktivierung ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ) im rechtsseitigen supplementär-motorischen Areal (MNI-Koordinaten:  $x = 15, y = 11, z = 58$ ). Die Farbskala bezieht sich auf die t-Werte.

#### 4.3.4 Regressionsanalysen

Um etwaige Zusammenhänge zwischen den gemessenen Werten in den psychometrischen Tests und den funktionellen Bilddaten erkennen zu können, wurden Regressionsanalysen durchgeführt. Neben den funktionellen MRT-Daten gingen die Ergebnisse aus ausgewählten psychometrischen Tests in die Berechnungen mit ein. Grundlage für diese Auswahl war die unter Abschnitt 4.2.6 beschriebene Interkorrelationstabelle (Tabelle 2). Die Ergebnisse der folgenden Tests wurden für die Regressionsanalysen verwendet: MWT-B; VLMT Supraspanne und VLMT Konsolidierung; die Skalen „Soziale Orientierung“, „Leistungsorientierung“, „Erregbarkeit“, „Aggressivität“, „Beanspruchung“, „Gesundheitssorgen“, „Offenheit“, „Extraversion“ und „Emotionalität“ des FPI-R; die Maße „Interferenz“ und „Selektivität“ (dINT) des FWIT und die Abrufbedingung (unmittelbarer und verzögerter Abruf) des ROCF. Es wurden Regressionsanalysen für den Kontrast *Lüge* > *Wahrheit* durchgeführt, mit den jeweiligen Rohwerten der ausgewählten psychometrischen Tests als Kovariate. Berichtet werden Peak-Voxel ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ), MNI-Koordinaten und die dazugehörigen Hirnregionen.

Gezeigt werden konnte ein positiver Zusammenhang zwischen den erreichten Werten im MWT-B und der Aktivität im Bereich des rechten Putamens während des Lügens. Tabelle 8 und Abbildung 12 veranschaulichen das Ergebnis. Ein negativer Zusammenhang wurde hingegen nicht ersichtlich. Alle anderen Regressionsanalysen waren nicht signifikant.

Tabelle 8

Regressionsanalyse zwischen dem Kontrast *Lüge > Wahrheit* und dem MWT-B

Hirnregion	Lateralität	t	MNI-Koordinaten			$p_{\text{FWE korrigiert}}$
			x	y	z	
Putamen	R	5.80	33	-4	-2	0.029

Anmerkungen. Angegeben werden Hirnregion, Lateralität (L = links, R = rechts), t-Wert, MNI-Koordinaten (x, y, z) sowie der FWE-korrigierte p-Wert der Peak-Voxel ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ).

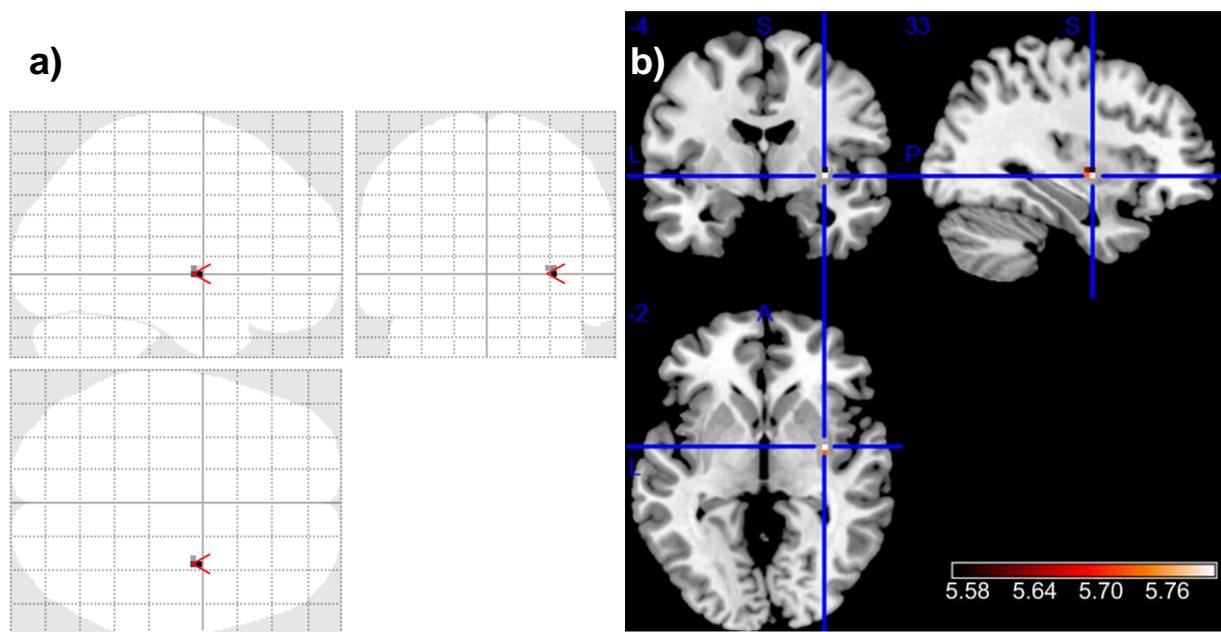


Abbildung 12. Regressionsanalyse zwischen dem Kontrast *Lüge > Wahrheit* und dem MWT-B. Die Darstellung zeigt a) die Ergebnisse der Regressionsanalyse ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ) für den Kontrast *Lüge > Wahrheit* mit den Rohwerten des MWT-B als Kovariate. Gemessen wurde ein positiver Zusammenhang zwischen den Werten im MWT-B und der Aktivität im rechten Putamen (MNI-Koordinaten: x = 33, y = -4, z = -2) während des Lügens. Zusätzlich werden die Ergebnisse b) an einem stereotaktischen Templat dargestellt. Die Farbskala bezieht sich auf die zugehörigen t-Werte ( $p_{\text{FWE korrigiert}} < .05$ ). MWT-B = Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest.

## 5 Diskussion

Das Ziel dieser Arbeit war es, vor dem Hintergrund eines realitätsnäheren Settings einen Beitrag zur Entdeckung der Gehirnbereiche zu leisten, die am Lügenprozess beteiligt sind. Im Folgenden werden zunächst die unter Abschnitt 4 vorgestellten Ergebnisse diskutiert und in Bezug zum bisherigen Stand der Forschung gesetzt. Anschließend werden die Grenzen des vorliegenden Studiendesigns disputiert und daraus Vorschläge für zukünftige interessierende Forschungsfragen generiert.

### 5.1 Neuronale Korrelate des Lügens

Auch unter Anwendung eines Studiendesigns mit dem Anspruch einer deutlichen Annäherung an ein realistisches Lügensetting zeigten sich typische lügenassoziierte Aktivierungen wie sie vielfach in der Literatur beschrieben werden (Gamer, 2014; Mameli et al., 2017). Die in Abschnitt 2.2.2 postulierten fünf Hypothesen konnten bestätigt werden. Die vorliegende Studie unterstützt die Annahme, dass insbesondere präfrontale Regionen, die mit exekutiven Funktionen in Verbindung gebracht werden, in den Lügenprozess involviert sind. Im Rahmen dieser Untersuchung fanden sich u. a. lügenassoziierte bilaterale Aktivierungen im DLPFC und VLPFC, einschließlich des Gyrus frontalis inferior (*Hypothese 1*). Diese Bereiche spielen eine wichtige Rolle bei verschiedenen kognitiven Prozessen, besondere Bedeutung kommt ihnen bei der Antwortinhibition zu (Aron et al., 2004, 2014; Blasi et al., 2006; Chikazoe et al., 2007). Allerdings sprechen Aron, Robbins und Poldrack (2004) diese Funktion v. a. dem rechten inferioren frontalen Cortex zu, während in der vorliegenden Arbeit bilaterale Aktivität gefunden wurde. Vartanian, Kwantes und Mandel (2012) nehmen an, dass Aktivität im rechten Gyrus frontalis inferior insbesondere mit erfolgreichem Lügen in Verbindung steht. Interessanterweise wird der rechte Gyrus frontalis inferior darüber hinaus auch mit Risiko-Aversion in Verbindung gebracht (Christopoulos, Tobler, Bossaerts, Dolan & Schultz, 2009). In zwei Experimenten von Christopoulos et al. (2009) zeigten die Probanden mit größerer Risiko-Abneigung höhere Aktivität in diesem Bereich in einer Glücksspielsituation mit geringem Risiko gegenüber einer Glücksspielsituation mit einem höheren Verlust-Risiko. Hingegen wird für den linksseitigen Gyrus frontalis inferior eine

Funktion für Selektionsprozesse zwischen konkurrierenden Repräsentationen diskutiert (Zhang, Feng, Fox, Gao & Tan, 2004). Des Weiteren wird für den Gyrus frontalis inferior und den Gyrus frontalis medius in verschiedenen Studien neben der Bedeutung für die Antwortinhibition (Konishi, Jimura, Asari & Miyashita, 2003; Rubia, Smith, Brammer & Taylor, 2003) auch eine Rolle bei der Unterdrückung von Gedächtnisinhalten (Anderson et al., 2004) angenommen. Darüber hinaus fand sich in einigen Studien, die sich mit dem Thema Täuschung beschäftigt haben, ein Zusammenhang zwischen einer erhöhten Aktivität im linken Gyrus frontalis medius sowohl mit Arbeitsgedächtnisprozessen als auch mit Lügen (Abe et al., 2006; Christ et al., 2009; Vartanian et al., 2013). Dieser Bereich als auch der rechte Gyrus frontalis medius, der Lobulus parietalis inferior und mediale Anteile des BA 6 (BA = Brodmann-Areal), der bilaterale Gyrus frontalis inferior sowie der linksseitige Lobulus parietalis superior werden mit dem Aufrechterhalten von Informationen im Arbeitsgedächtnis in Verbindung gebracht (Tsukiura et al., 2001). Sowohl der Abruf einer Information aus dem Arbeitsgedächtnis als auch die Inhibition wahrer Antworten sind sicherlich Prozesse, die beim Lügen, wie es in der experimentellen Aufgabe dieser Studie verlangt wurde, vorkommen. Vor diesem Hintergrund stützen die Ergebnisse dieser Studie das sich in der Literatur abzeichnende Bild einer integralen Rolle des DLPFC und VLPFC im Lügenprozess.

Im Einklang mit einem Großteil der Forschungsarbeiten zum Thema Lügen (Abe et al., 2006; Bhatt et al., 2009; Johnson et al., 2004; Kozel et al., 2004; Langleben et al., 2002; Langleben et al., 2005; Lee et al., 2009; Nuñez et al., 2005; Spence et al., 2004; Spence & Kaylor-Hughes, 2008; Volz, Vogeley, Tittgemeyer, von Cramon & Sutter, 2015) offenbarten sich auch in der vorliegenden Studie lügenassoziierte Aktivierungsunterschiede im ACC (*Hypothese 2*), allerdings nur im Kontrast *Lüge > Wahrheit*, bezüglich des Kontrastes *KoM\_relevant > KoN\_relevant* konnte dies nicht bestätigt werden. Möglicherweise ist dies auf eine geringere *Power* bei den Berechnungen des letztgenannten Kontrastes zurückzuführen. Interessanterweise fand sich nicht nur Aktivität im anterioren, sondern auch im mittleren cingulären Cortex. Der mittlere cinguläre Cortex ist mit negativem Affekt, Schmerz und kognitiver Kontrolle assoziiert (Tolomeo et al., 2016). Dem übergeordneten Bereich des posterioren medialen frontalen

Cortex (zu dem u. a. auch Teile des cingulären Cortex gehören) wird auch eine Beteiligung bei der Detektion von unerwünschten Outcomes, Antwortfehlern, Antwortkonflikten und Entscheidungsunsicherheit nachgesagt (Ridderinkhof, Ullsperger, Crone & Nieuwenhuis, 2004; Rubia et al., 2003). Dabei scheint eine der Funktionen dieser Region aber auch die Leistungsüberwachung im Hinblick auf die erwarteten Belohnungsreize zu sein.<sup>10</sup> Im Hinblick auf die oben berichtete beobachtete Aktivität im mittleren Gyrus cinguli muss allerdings betont werden, dass in der Literatur nur selten ein mittlerer Bereich von anderen Regionen des cingulären Cortex differenziert wird. Für gewöhnlich werden lediglich anteriore und posteriore Anteile unterschieden. Daher ist dieser Ergebnisbefund am ehesten unter dem ACC zu subsumieren. Insbesondere im Hinblick auf die ausgesprochen geringe räumliche Größe der beobachteten Aktivierung im mittleren Gyrus cinguli sollte diese nicht überbewertet werden. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Kernaufgaben des ACC wie u. a. Entscheidungsprozesse, Leistungs- und Konfliktüberwachung essentielle Bestandteile des Lügens sind, sodass eine bedeutende Rolle des ACC für den Lügenprozess angenommen werden kann.

Neben den bereits beschriebenen Aktivitäten in frontalen bzw. cingulären Bereichen wurde in der vorliegenden Arbeit im Zusammenhang mit Lügen auch Aktivität im bilateralen Nucleus caudatus beobachtet (*Hypothese 3*). Diesem wird u. a. eine Bedeutung für die Antwortinhibition zugeschrieben (Casey, Thomas, Davidson, Kunz & Franzen, 2002; Nuñez et al., 2005; Semrud-Clikeman et al., 2000). Der Nucleus caudatus scheint außerdem allgemein in Entscheidungsfindungsprozesse durch das Lenken von Aufmerksamkeit in Richtung von Belohnungsreizen sowie in Aufgabenwechsel involviert zu sein (Aumont, Blanchette, Bohbot & West, 2019). Darüber hinaus ist er in die Fehlererkennung und -überwachung eingebunden (Kireev et al., 2013; Lee et al., 2002). Amos (2000) berichtete z. B. eine erhöhte Fehlerhäufigkeit im Wisconsin Card Sorting Test bei Patienten mit gestörter Funktion des striatalen Bereichs, z. B. bei Personen mit

---

<sup>10</sup> Selten finden sich in Forschungsarbeiten auch mit Lügen in Verbindung stehende Aktivierungen im posterioren cingulären Cortex (Lee et al., 2002; Sip et al., 2013; Sun, Chan et al., 2015). Zum Beispiel beschreiben Lee et al. (2009) unter Verwendung eines Wortlisten-Paradigmas erhöhte Aktivität im posterioren cingulären Cortex bei absichtlich falsch getätigten Aussagen. Der posteriore cinguläre Cortex wird außerdem mit Prozessen emotionaler Verarbeitung in Verbindung gebracht und ist möglicherweise mit Gefühlen inneren Unbehagens assoziiert (Mohamed et al., 2006).

Morbus Parkinson oder Chorea Huntington. Es wird vermutet, dass der Nucleus caudatus an einem für kognitive Kontrolle zuständigen Netzwerk im Fall von konfligierenden Bedingungen beteiligt ist, z. B. bei dichotischem Hören oder beim Verstehen mehrdeutiger oder grammatikalisch verzerrter Sätze (Kireev et al., 2013; Kompus et al., 2012; Mestres-Missé, Turner & Friederici, 2012). Dieses Netzwerk umfasst sowohl präfrontale (u. a. den Gyrus frontalis inferior) als auch subkortikale Regionen, z. B. striatale Bereiche (Casey, 2005; Ridderinkhof, van den Wildenberg, Segalowitz & Carter, 2004). Die enge Vernetzung dieser Gehirnbereiche legt auch eine gemeinsame Beteiligung am Lügenprozess nahe, wie die Ergebnisse dieser Arbeit ebenfalls vermuten lassen.

Des Weiteren zeigte sich in der vorliegenden Arbeit lügenassoziierte Gehirnaktivität im Bereich des bilateralen Lobulus parietalis inferior (*Hypothese 4*). In einer Fallstudie konnte der linksseitige inferiore Parietallappen mit Aufmerksamkeitsprozessen in Verbindung gebracht werden (Babinsky, Spiske, Neufert, Engel & Markowitsch, 1996). Bezüglich der Einordnung der Bedeutung des inferioren Parietallappens für den Lügenprozess geht die Forschergruppe um Ito (2011) davon aus, dass z. B. eine gleichzeitig erhöhte Aktivität im inferiorparietalen und im präfrontalen Cortex möglicherweise das Aufrechterhalten der notwendigen Informationen und die Manipulation der zu gebenden Antworten beim Lügen widerspiegelt.<sup>11</sup> Anders als Cabeza et al. (2012), die postulieren, dass der Lobulus parietalis inferior durchaus in Arbeitsgedächtnisprozesse involviert ist, nehmen Christ et al. (2009) in ihrer Meta-Analyse hingegen an, dass die beim Lügen auftretende Aktivität im inferioren Parietallappen mit keiner der drei von Miyake et al. (2000) als wesentlich bezeichneten Funktionen exekutiver Kontrolle (Arbeitsgedächtnis, inhibitorische Kontrolle und Aufgabenwechsel) in Verbindung zu bringen ist. Ihnen zufolge ist es vielmehr wahrscheinlich, dass weitere Prozesse beim Lügen eine Rolle spielen, die mit einer

---

<sup>11</sup> Der rechte inferiore Parietallappen und der Gyrus frontalis inferior der linken Gehirnhälfte scheinen darüber hinaus Teil des Spiegelneuronen-Systems zu sein und für die mentale Repräsentation des eigenen Verhaltens als auch ähnlichen Verhaltens bei anderen von Bedeutung zu sein (Mohamed et al., 2006). Außerdem ist der rechte inferiore Parietallappen in die mentale Repräsentation eines Selbstkonzeptes involviert, Läsionen in diesem Bereich können zu Neglect-Syndromen führen, bei denen z. B. die linke Körperhälfte als nicht mehr zum Körper gehörend wahrgenommen wird.

Aktivierung des inferioren Parietallappens einhergehen. Die genaue Bedeutung dieser Region für das Lügen ist bislang also noch unklar. Die Ergebnisse einer Studie von Langleben et al. (2005) werfen die Frage auf, ob die Aktivität im Lobulus parietalis inferior evtl. nicht allein durch das Lügen bedingt ist, sondern womöglich insbesondere auch von der Salienz der zu gebenden Antworten abhängt. Sie fanden in ihrer Studie lügenassoziierte Aktivität im Lobulus parietalis inferior nur dann, wenn die Lügen- und die Wahrheitsbedingung gleich salient waren. Wies die Wahrheitsbedingung hingegen eine höhere Salienz auf, zeigte diese auch eine stärkere Aktivität im Lobulus parietalis inferior im Vergleich zur Lügenbedingung. Christ et al. (2009) schlussfolgern daraus, dass der inferiore Parietallappen insbesondere dann involviert zu sein scheint, wenn sich die Lügenbedingung mindestens ebenso salient wie die Wahrheitsbedingung darstellt. Dies könnte erklären, warum einige Studien hier keine lügenassoziierte Aktivierung nachweisen konnten (z. B. aufgrund einer salienteren Wahrheitsbedingung), in der vorliegenden Arbeit jedoch Aktivität in diesem Bereich beobachtet wurde. Da diese Arbeit in Anlehnung an ein DoD-Paradigma konzipiert wurde, unterschieden sich die Stimuli z. B. weder bezüglich der Frequenz ihres Auftretens, ihrer Relevanzzuordnung oder ihrer Korrektheit (die Anzahl richtiger und falscher Aussagen war identisch), sodass Unterschiede in der Antwortverteilung weitgehend vermieden wurden. Aufgrund von möglichen interindividuellen Unterschieden im Hinblick auf die Erinnerungen an den gezeigten Film und eventuell vereinzelt abweichende Relevanzeinschätzungen können diese jedoch nicht vollends ausgeschlossen werden. Insgesamt ist jedoch von einer Vergleichbarkeit der Bedingungen in Bezug auf ihre Salienz auszugehen. In einer weiteren Meta-Analyse war der inferiore Parietallappen v. a. während des Lügens aktiv, wenn das Versuchsdesign den Probanden die Freiheit ließ, selbst zu entscheiden, ob und wann sie lügen wollten (Lisofsky et al., 2014). Bei instruiertem Lügen fand sich hingegen eine erhöhte Aktivierung im bilateralen Gyrus frontalis inferior, im linken Gyrus praecentralis und in der Insula. In der vorliegenden Arbeit waren die Versuchspersonen nicht völlig frei darin, wann sie lügen wollten. Anders als bei vielen anderen Studien wurde ihnen aber auch nicht mittels direktem Hinweisreiz geboten, wann sie lügen sollten. Eventuell stellt das vorliegende Design einen ersten Zwischenschritt dar auf dem Weg von einem absolut instruierten zu einem gänzlich freien Lügenverhalten.

Darüber hinaus ging Lügen in der vorliegenden Studie mit einer höheren Aktivierung im bilateralen Gyrus frontalis superior (*Hypothese 5*) einher. Interessanterweise zeigte sich auch ein bilateraler Aktivitätspeak im medialen Teil des Gyrus frontalis superior. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Abe et al. (2006) in ihrer Studie zu Lügen über erlebte und ausgedachte Ereignisse. Auch dort ging Lügen mit Aktivität im medialen Teil des Gyrus frontalis superior (BA 9) einher, allerdings nur rechtslateral. In ihrer Untersuchung an Patienten mit antisozialer Persönlichkeitsstörung fanden Jiang et al. (2013) ebenfalls lügenabhängige Aktivierung in diesem Gehirnbereich. Der Gyrus frontalis superior ist u. a. in Arbeitsgedächtnisprozesse und Aufgabenwechsel involviert (Cutini et al., 2008; du Boisgueheneuc et al., 2006). Teile des Gyrus frontalis superior werden außerdem mit Antwortüberwachung und kognitiver Kontrolle in Verbindung gebracht (Ridderinkhof, Ullsperger et al., 2004). Es ist daher naheliegend, dass diese Gehirnbereiche in den Lügenprozess eingebunden sind. Damit wurden alle für diese Arbeit aufgestellten Hypothesen bestätigt. Darüber hinaus fanden sich aber auch einige unerwartete Resultate, die im Folgenden diskutiert werden.

Während die oben dargestellten Ergebnisse weitgehend im Einklang mit der bisherigen Literatur zum Thema Lügen stehen, erstaunt beispielsweise das Ausbleiben signifikanter Aktivierungen für den Kontrast *KoN\_irrelevant > KoM\_irrelevant*. Von diesem Kontrast ist anzunehmen, dass er grundsätzlich die Differenz zwischen unwahren und aufrichtigen Antworten in Bezug zu irrelevanten Aussagen abbildet. Während für den Kontrast von Lüge und Wahrheit bei den relevanten Aussagen (*KoM\_relevant > KoN\_relevant*) durchaus typische lügenspezifische Aktivierungen gefunden wurden, ergab sich hier lediglich eine signifikant erhöhte Aktivierung im Bereich des Supplementär-motorischen Areals (SMA). Dieser Kontrast stand zwar nicht im Fokus des Forschungsinteresses, dennoch wären hier Aktivierungen zu erwarten gewesen, die mit dem Kontrast *KoM\_relevant > KoN\_relevant* vergleichbar sind (bei dem ebenfalls eine lügenassoziierte Aktivität im SMA beobachtet wurde). Da der Kontrast *KoN\_irrelevant > KoM\_irrelevant* aufgrund seiner fehlenden Realitätsnähe nicht im engeren Interesse dieser Arbeit stand, wurde keine ROI-Analyse durchgeführt. Es ist nicht auszuschließen, dass sich bei näherer Betrachtung der für die anderen Kontraste definierten ROIs im Hinblick auf diesen

Kontrast ebenfalls lügentypische Aktivierungen offenbart hätten. Eine Anwendung des ROI-Verfahrens wäre aus Gründen der methodischen Konsequenz an dieser Stelle jedoch unzulässig. Die höhere Aktivität im SMA während des Lügens ist womöglich als Teil der Bewegungsregulation während des Drückens der Tasten zu interpretieren (Ito et al., 2011). Das SMA wird außerdem u. a. mit Aufgabenwechsel in Verbindung gebracht (Dove et al., 2000). Interessanterweise zeigte sich die lügenassoziierte Aktivität im SMA in der vorliegenden Studie allerdings bei relevanten Aussagen (Kontrast *KoM\_relevant* > *KoN\_relevant*) lediglich linksseitig, im Vergleich von Lüge und Wahrheit bei irrelevanten Aussagen (Kontrast *KoN\_irrelevant* > *KoM\_irrelevant*) hingegen ausschließlich rechtslateral. In dem deutlich mehr Datenpunkte umfassenden Kontrast *Lüge* > *Wahrheit* fand sich indes weder linksseitig noch rechtsseitig eine höhere Aktivierung in diesem Bereich (auch nicht für den Kontrast *Wahrheit* > *Lüge*). Dieses Ergebnis lässt sich anhand der vorliegenden Daten nicht eindeutig erklären, möglicherweise wurden Unterschiede zwischen den Aussagetypen (relevant versus irrelevant) im Kontrast *Lüge* > *Wahrheit* herausgemittelt. Wahrscheinlich muss dieses Ergebnis jedoch eher als Artefakt gewertet werden.

In Übereinstimmung mit der Mehrheit der Forschungsergebnisse zum Thema Lügen fand sich auch in dieser Untersuchung in keinem Bereich ein Zeichen erhöhter Aktivierung bei aufrichtigem Antworten im Vergleich zu Lügen, was für die weitverbreitete Vermutung spricht, dass die Wahrheit eine Art Baseline darstellen könnte. An dieser Stelle ist allerdings insofern Vorsicht geboten, als dass die Abwesenheit signifikant erhöhter Aktivierungen auch auf einen Fehler 2. Art zurückzuführen sein kann (Spence, 2004).

Bezüglich des Designs von Lügenstudien stellt sich die Frage, inwiefern jeweils eine emotionale Beteiligung zu erwarten ist. Einzelne Studien fanden erhöhte Aktivierungen in Gehirnregionen, die in die Emotionsverarbeitung involviert sind, z. B. im Bereich der Amygdala oder der Insula (Sip et al., 2013; Yin & Weber, 2016). Für den Kontrast *Lüge* > *Wahrheit* ergab sich auch in der vorliegenden Studie eine erhöhte Aktivierung in der linksseitigen Insula (im Bereich des Clusters mit dem Peak im Gyrus frontalis inferior, Pars triangularis), nicht aber für den Kontrast *KoM\_relevant* > *KoN\_relevant*, was möglicherweise auf eine zu geringe *Power* des Kontrastes zurückzuführen sein kann. Trotz des

Versuchs, das Studienmaterial so realistisch wie möglich zu halten, wurde eine emotionsbedingte Aktivierung dennoch nicht erwartet, schließlich hatten beide Gruppen den Auftrag, sich vorzustellen, sie belögen die Polizei (wenn auch an unterschiedlichen Stellen), sodass keine der Gruppen völlig „schuldfrei“ war. Zwar wurden wahre gegen unwahre Antworten kontrastiert, aufgrund der Wahl eines Event-related-Designs und den damit verbundenen schnellen Wechseln zwischen Lüge Wahrheit war jedoch nicht klar zu antizipieren, ob sich eine lügenassoziierte Involviertheit an der Emotionsverarbeitung beteiligter Areale in den Daten zeigen würde.

Im Rahmen des Strategie- und Evaluationsfragebogens wurde u. a. auch danach gefragt, ob die Versuchsteilnehmer sich schuldig gefühlt hatten, weil sie während des Experiments gelogen hatten. Da die Versuchspersonen durch die Untersuchungsleiterin instruiert worden waren zu lügen, wurde hier nur geringes Schuldempfinden erwartet. In der Tat äußerte die Mehrheit der Probanden, sich wenig bis gar nicht schuldig gefühlt zu haben. Ein nicht unbeträchtlicher Teil gab jedoch Schuldgefühle an, teilweise sogar im mittleren bis hohen Bereich. Interessanterweise unterschieden sich hier die beiden Experimentalgruppen in ihrem Schuldempfinden. Die Kontroll-Gruppe gab im Durchschnitt signifikant stärkere Schuldgefühle an. Es muss allerdings hervorgehoben werden, dass die Mehrheit der Versuchspersonen nur geringes Schuldempfinden berichtete. Es stellt sich jedoch die Frage, wodurch diese Unterschiede verursacht wurden. Als Gründe kommen möglicherweise die für die beiden Experimental-Gruppen unterschiedlichen Coverstories in Betracht. Während die Kontroll-Gruppe laut Instruktion durch das aufrichtige Beantworten der relevanten Aussagen der sie befragenden Polizei durchaus helfen sollte, bekam die andere Gruppe den Auftrag, als Komplizen die Täter zu decken. Möglicherweise erfolgte auf Seiten der Kontroll-Gruppe eine stärkere Identifikation mit der Polizei, sodass unaufrichtiges Verhalten zu vermehrtem Unbehagen in Form von Schuldgefühlen führte. Dies kann anhand der vorliegenden Daten jedoch nur spekulativ betrachtet werden, ebenso wie die Frage nach dem Einfluss auf die funktionellen Daten. Hier bedürfte es weiterer Forschungsarbeiten, um dies gezielt zu ergründen.

Die Auswertung der Daten wurde mit der Durchführung von Regressionsanalysen abgeschlossen, um mögliche Zusammenhänge zwischen den funktionellen Hirndaten und den Ergebnissen der psychometrischen Tests aufzudecken. Dabei wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Intelligenz (gemessen durch den MWT-B) und lügenassoziierter Aktivität im rechten Putamen gefunden. In Anbetracht dessen, dass das Striatum mit Antwortunterdrückung in Verbindung gebracht wird (Zandbelt & Vink, 2010), erscheint eine Beteiligung am Lügenprozess nicht erstaunlich, zumal für andere Teile des Striatums (Nucleus caudatus) bereits das Öfteren eine Beteiligung am Lügenprozess gezeigt werden konnte. Das Striatum moduliert die Inhibition interferierender Antworten und trägt dadurch zu einem wichtigen Aspekt kognitiver Kontrolle bei (Schmidt et al., 2018). Interessant wäre eine genauere Erforschung dieses Zusammenhangs zwischen Intelligenz und der erhöhten Putamenaktivität während des Lügens. Es stellt sich z. B. die Frage, ob eine stärkere Beanspruchung dieses Bereichs sich möglicherweise günstig auf den Lügenprozess auswirkt und womöglich erfolgreiches Lügen unterstützt. Bisher scheinen keine Forschungsvorhaben in diese Richtung unternommen worden zu sein, es konnten lediglich Verbindungen zwischen Lügen bzw. deviantem Verhalten und emotionaler Intelligenz beobachtet werden (Bacon, Lenton-Maughan & May, 2018; Davis & Nichols, 2016; Kilduff, Chiaburu & Menges, 2010; Semrad et al., 2019).

## 5.2 Limitationen

Keine bildgebende Studie darf für sich allein zu hoffen wagen, einen komplexen Prozess wie das Lügen in Gänze zu erfassen. Es gilt immer, Kompromisse zwischen einer realistischen Abbildung der interessierenden kognitiven Prozesse und der Kontrolle über mögliche Störvariablen zu schließen. In dieser Studie wurde der Versuch unternommen, sowohl dem Anspruch an Realitätsnähe als auch den besonderen Erfordernissen einer Laborstudie gerecht zu werden, wodurch sich Einschränkungen in beiden Bereichen jedoch nicht vermeiden lassen.

In der Realität verlangt die Entscheidung, an welcher Stelle ein Komplize die Polizei belügen sollte bzw. an welcher Stelle er lieber die Wahrheit sagen sollte, hohe kognitive Flexibilität und stellt damit eine herausfordernde Aufgabe dar. Das vorliegende Experiment hatte das Ziel, eine derartige Situation anhand der Unterscheidung von relevanten und irrelevanten Aussagen so realitätsnah wie möglich nachzubilden. Aufgrund dieses – wie in der Realität – kognitiv anspruchsvollen Prozesses können Fehler bei der Bearbeitung der Aufgabe allerdings nicht ausgeschlossen werden und sind sogar wahrscheinlich. Für die Auswertung im Rahmen einer Studie stellen derartige Fehler jedoch ein Problem dar. Aus diesem Grund wurden in den Ablauf der Trials eine Abfrage, wie die Teilnehmer die Relevanz der jeweiligen Aussage eingeschätzt hatten, und eine Abfrage, ob in diesem Durchgang gelogen wurde oder nicht, integriert. Dies sollte die Durchführung einer Analyse ermöglichen, in die nur die Trials einfließen, in denen sich die Probanden instruktionskonform verhalten haben. Instruktionskonform bedeutet, dass z. B. die Teilnehmer der Komplizen-Gruppe bei relevanten Aussagen angeben, gelogen zu haben, und bei irrelevanten Aussagen, die Wahrheit gesagt zu haben. Außerdem sollten nur Trials in die Berechnung eingehen, bei denen die Versuchsteilnehmer mindestens eine mittlere Sicherheit angegeben haben, die wahre Antwort zu kennen. Auf diese Weise sollte Raten ausgeschlossen werden. Bedauerlicherweise ergaben sich dabei für einzelne Versuchsteilnehmer leere Zellen für verschiedene Aussagentypen, d. h. dass es z. B. bei einer Versuchsperson der Kontroll-Gruppe keine Antworten auf irrelevante, inkorrekte Aussagen gab, bei denen sie wie in der Instruktion vorgesehen angab, gelogen zu haben, und bei denen sie gleichzeitig ein

mittleres oder hohes Sicherheitslevel angegeben hat. Außerdem entstand der Eindruck, dass insgesamt zu wenig Trials vorliegen, die alle oben genannten Voraussetzungen erfüllen. Nach Abwägen der Risiken einer solchen Analyse im Hinblick auf diese Einschränkungen wurde schließlich auf eine Berechnung dieses Kontrastes verzichtet, da eine Interpretation der daraus resultierenden Ergebnisse zu uneindeutig erschien. Allerdings wirft dies die Frage auf, wie sehr Fehler die durchgeführten Analysen beeinflusst haben, sodass eine Interpretation der berichteten Ergebnisse mit Bedacht erfolgen sollte.

Für die durchgeführten Berechnungen wurden alle Aussagen, bezüglich derer eine Versuchsperson angegeben hatte, dass sie sich unsicher sei, ob sie wahr oder falsch sind, nicht in die Analyse miteinbezogen. Beim Lügen wird davon ausgegangen, dass es sich dabei um eine bewusste Manipulation von Informationen handelt, was im Falle von Raten in Zweifel zu ziehen ist. Zwar gibt es Situationen, in denen Lügen möglich ist, ohne die Wahrheit zu kennen. Hierbei handelt es sich jedoch meistens um komplexere Sachverhalte, bei denen z. B. eine alternative Antwort frei erfunden wird. Bei einer dichotomen Antwortmöglichkeit wie in dem vorliegenden Experiment („richtig“ versus „falsch“) erscheint Raten jedoch eher außerhalb der Grenzen der Definition des Lügens zu liegen, sodass alle Antwortreaktionen bei angegebener Unsicherheit für die Auswertung eliminiert wurden. Dies führte jedoch dazu, dass ein Großteil der Daten (66 %) nicht in die Analyse einfluss, was sich negativ auf die statistische *Power* auswirkt. Zukünftige Studien könnten versuchen, mehr Trials zu generieren, in denen bewusstes Lügen stattfindet. Es ist jedoch davon auszugehen, dass man bei einem zeitlich kurzen Ereignis wie der Szene eines Tankstellenüberfalls an die Grenze dessen stößt, was ein Beobachter in dieser limitierten Zeit aufnehmen und anschließend verlässlich wiedergeben kann. Daher müssen bei diesem Ansatz evtl. Zugeständnisse im Hinblick auf die externe Validität gemacht werden.

Obwohl sich in der Literatur wiederholt Hinweise darauf finden, dass Lügen mit längeren Reaktionszeiten einhergeht (Hu et al., 2013; Johnson et al., 2004; Mameli et al., 2010; Suchotzki et al., 2017; Vendemia, Buzan & Green, 2005; Vendemia, Buzan & Simon-Dack, 2005), konnte dies interessanterweise in der vorliegenden Arbeit nicht repliziert werden.

Es fanden sich weder signifikante Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen Lügen und aufrichtigen Antworten, noch unterschieden sich die Experimentalgruppen in ihren Reaktionszeiten. Eine mögliche Erklärung bietet die Meta-Analyse von Verschuere, Kobis, Bereby-Meyer, Rand und Shalvi (2018), in der deutlich wird, dass eine Verstärkung des *cognitive load* mit einer signifikanten Reduktion der Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen Lüge und Wahrheit einhergehen kann, die in einer Erhöhung der Reaktionszeiten für aufrichtige Antworten begründet liegt. Wahrscheinlich ist das Ausbleiben signifikanter Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen Lüge und Wahrheit in der vorliegenden Studie auf die Annäherung des Ausmaßes an *cognitive load* zurückzuführen. Es muss allerdings zu bedenken gegeben werden, dass die Versuchspersonen maximal 6 s Zeit hatten, um ihre Antwort in Form einer Richtig- oder Falsch-Angabe zu tätigen. Alle Reaktionen, die außerhalb dieses Zeitfensters erfolgten, wurden nicht erfasst, sodass nicht sicher ausgeschlossen werden kann, dass dies zu einer Verfälschung der Reaktionszeiten geführt haben könnte. Eine Begrenzung der Antwortzeit war aus messtechnischen Gründen, die der fMRT-Methode innewohnen, unverzichtbar. Eine Replikation des Versuchsparadigmas in einer weiteren Forschungsarbeit unter dem Gesichtspunkt einer gezielten Analyse der Reaktionszeiten wäre hier sicherlich aufschlussreich.

Eine sinnvolle Strategie für Lügner kann sein, so nah wie möglich an der Wahrheit zu bleiben (Walczyk et al., 2014). Aufgrund dieser Überlegung war auch die Komplizen-Gruppe in der vorliegenden Arbeit instruiert, bei allen irrelevanten Details die Wahrheit zu sagen und nur bei den für den Tathergang relevanten Aussagen zu lügen. Eine Möglichkeit wäre es, ihre Reaktionen auf relevante Aussagen nun mit denen einer Kontroll-Gruppe zu vergleichen, die auf alle Aussagen aufrichtig reagiert hat. Allerdings bliebe bei diesem Design unklar, ob die dabei gemessenen Unterschiede in der Gehirnaktivität wirklich lügenspezifischen Prozessen zugeschrieben werden können oder ob unterschiedliche Aktivierungen durch verschieden starke Ausprägungen von *cognitive load* verursacht wurden. Um zu verhindern, dass zwischen den Experimentalgruppen gefundene Unterschiede allein auf die Komplexität der verschiedenen Instruktionen zurückzuführen sind, wurde darauf geachtet, dass der *cognitive load* für beide Gruppen

insgesamt vergleichbar ist. Eine der Experimentalgruppen sollte sich vorstellen, sie sei ein Komplize der in dem Video gezeigten Tankstellenräuber. Sie sollte, um die Polizei in die Irre zu führen, bei allen für den Tathergang relevanten Aussagen lügen. Um keinen unnötigen Verdacht zu erregen, waren die Probanden dieser Gruppe instruiert, bei allen Aussagen, die für den Tathergang unwichtig sind, die Wahrheit zu sagen. Um mit den Lügenantworten, die die Gruppe gegeben hatte, einen geeigneten Kontrast bilden zu können, wurde eine zweite Experimentalgruppe (in dieser Studie als „Kontroll-Gruppe“ bezeichnet) instruiert, bei allen relevanten Aussagen die Wahrheit zu sagen. Sie sollte an dieser Stelle quasi die Polizei unterstützen. Damit der *cognitive load* für beide Gruppen in etwa zu vergleichen ist, wurde die zweite Gruppe jedoch beauftragt, bei den irrelevanten Aussagen zu lügen. Sie sollte sich vorstellen, sich an dieser Stelle mit der Polizei einen Scherz zu erlauben. Während die erste Experimentalgruppe anhand ihrer Instruktion womöglich einem wahren Komplizen tatsächlich weitgehend gleicht, wird es allerdings wohl kaum eine reale Entsprechung der Kontroll-Gruppe geben. Ein Zeuge, der die Polizei unterstützen möchte, wird vermutlich durchgehend wahrheitsgemäß antworten. Hier wurde die Logik der Geschichte gebogen, um den Faktor *cognitive load* kontrollieren zu können. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass die Tatsache, dass die Kontroll-Gruppe in der vorliegenden Arbeit nicht durchgängig aufrichtig war, einen Einfluss auf die Übertragbarkeit in ein realistisches forensisches Setting hat, da dort meistens zwischen Schuld und Unschuld unterschieden werden muss (Gamer, 2014). In der vorliegenden Studie war jedoch keiner der Probanden völlig unschuldig, da alle, wenn auch an verschiedenen Stellen, lügen mussten.

Insgesamt stellt das Vorhaben, ein realistisches Lügenverhalten im Labor nachzubilden und zu untersuchen, eine große Herausforderung dar. Obwohl in mehreren Forschungsarbeiten Versuche unternommen wurden, das jeweilige Setting möglichst realitätsnah zu gestalten, z. B. über Scheinstraftaten, bei denen Probanden instruiert wurden, etwas zu stehlen (Kozel, Johnson, et al., 2009), und Anreize, z. B. monetärer Art, gesetzt wurden, erfolgreich zu lügen (Colwell et al., 2006), bleibt eben doch zu bemängeln, dass die Probanden in den meisten Studien instruiert wurden zu lügen (Gamer, 2014). Dies enthält Implikationen für die moralische Bewertung der Lügen durch

die Probanden. Es ist durchaus möglich, dass die Probanden sich nicht als Urheber ihres gezeigten Verhaltens fühlen, da sie instruiert werden, sich auf diese Weise zu verhalten, und sich dadurch weniger moralisch verantwortlich fühlen (vgl. Bandura, 1991, S. 81 ff.). Trotz des an ein realistisches Setting angelehnten Versuchsdesigns ist davon auch in der vorliegenden Studie auszugehen. Anders als in anderen Studien wurde den Versuchsteilnehmern allerdings nicht einfach durch einen Hinweisreiz angezeigt, wann sie lügen und wann sie die Wahrheit sagen sollten. Vielmehr sollten sie selbst entscheiden, ob die jeweils eingeblendete Aussage für den Tathergang relevant ist und sich dann entsprechend ihrer Rolle (Komplizen-Gruppe versus Kontroll-Gruppe) verhalten. (Sollte die Aussage tatsächlich für den Tathergang wichtig sein, dann sollte z. B. die Experimentalgruppe „Komplize“ lügen, um beispielsweise die Identität der Täter gegenüber der Polizei zu verschleiern.) Auch wenn die Probanden letztendlich instruiert waren zu lügen, bedurfte es doch eigener Entscheidungsprozesse, von denen anzunehmen ist, dass ein wahrer Komplize sie womöglich ähnlich durchlaufen könnte. Bemerkenswert sind auch die Schuldgefühle wegen des Lügens, von denen einige Versuchspersonen berichteten, sodass durchaus ein Einfluss auf das moralische Empfinden diskutiert werden kann.

Wichtig bei der Verwendung eines Forced-Choice-Paradigmas, wie es in der vorliegenden Arbeit genutzt wurde, ist die Berücksichtigung fehlender Erinnerungen an bestimmte zuvor gezeigte Details. Abe et al. (2008) kritisierten an ihrer eigenen Arbeit, dass möglicherweise das Raten von Antworten ihre Ergebnisse beeinflusst haben könnte. Lügen setzt jedoch eine bewusste Manipulation von Informationen voraus. Dies ist nicht möglich, wenn Versuchspersonen raten müssen. Aus diesem Grund wurde ein Sicherheitsrating eingeführt, sodass bei der Auswertung nur diejenigen Aussagen berücksichtigt wurden, bei denen die Probanden eine mindestens mittlere Sicherheit angegeben hatten, die wahre Antwort zu kennen. Allerdings ist davon auszugehen, dass die Schwelle, ab der eine mittlere oder sogar hohe Sicherheit angenommen wird, von Individuum zu Individuum variiert. Auf der anderen Seite sorgt gerade dieses subjektive Gefühl von Sicherheit dafür, dass jemand das Gefühl hat, bewusst zu lügen, sodass womöglich trotz unterschiedlich konservativen Antwortverhaltens das subjektive

Sicherheitsempfinden maßgeblich für bewusstes Lügen sein kann. Im Rahmen des Experiments kam es mitunter auch zu einem Auftreten falscher Erinnerungen (Kühnel & Markowitsch, 2008, S. 50 ff., 2009, S. 73 ff.; Loftus, 1995, 2002, 2003). Als falsche Erinnerungen werden hier die Antworten definiert, die der Wahrheit entsprechen, obwohl die jeweilige Versuchsperson angegeben hat, gelogen zu haben, bzw. die unwahr sind, während die Versuchsperson glaubt, die Wahrheit gesagt zu haben. Es werden darüber hinaus nur jene Antworten als falsche Erinnerungen klassifiziert, bei denen die Versuchsperson ein mindestens mittleres Sicherheitsempfinden angegeben hat, bei denen sie also nicht geraten hat. Es ist nicht auszuschließen, dass vereinzelt aufgetretene falsche Erinnerungen möglicherweise die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit beeinflusst haben könnten. Eine Vielzahl von Studien konnte Unterschiede in der Gehirnaktivität zwischen wahren und falschen Erinnerungen zeigen (Kim & Cabeza, 2007; Kühnel, Mertens, Woermann & Markowitsch, 2008; Moritz, Gläscher, Sommer, Büchel & Braus, 2006; Slotnick & Schacter, 2004), einige wenige untersuchten auch die neuronalen Unterschiede zwischen Lügen und falschen Erinnerungen (Abe et al., 2008; Lee et al., 2009). Dies war zunächst auch für die vorliegende Arbeit intendiert gewesen, allerdings ergaben sich zu wenige Datenpunkte für falsche Erinnerungen, sodass auf eine weitere Analyse verzichtet wurde.

Es ist ebenfalls zu diskutieren, ob die auf Gehirnebene gefundenen Aktivierungsunterschiede zwischen Lüge und Wahrheit womöglich allein auf Antwortumkehr zurückzuführen sind (z. B. statt mit „richtig“ mit „falsch“ antworten und umgekehrt) (Ganis et al., 2003). Andererseits stellt möglicherweise gerade die Hemmung richtiger Antworten einen zentralen Aspekt des Lügens dar, sodass insbesondere der Prozess der Antwortumkehr als charakteristisch für das Lügen zu sehen ist, zumindest im Hinblick auf diese einfache Form des Lügens durch Richtig-Falsch-Antworten wie in dem vorliegenden Beispiel. Schließlich impliziert das Lügen das Zurückhalten der Wahrheit (Verschuere, Schuhmann & Sack, 2012), sodass dies durchaus als ein integraler Bestandteil zu verstehen ist.

Abschließend ergeben sich durch die Verwendung von fMRT zur Erforschung des Lügenprozesses Hindernisse, die der Methode selbst innewohnen. Bei der Beurteilung

von fMRT-Studien muss beispielsweise bedacht werden, dass funktionelle Magnetresonanztomographie auf den metabolischen Korrelaten neuronaler Aktivität basiert, nicht auf der Aktivität selbst (Greely & Illes, 2007). Es werden Unterschiede in der Sauerstoffsättigung des Blutes gemessen, aufgrund derer eine Aktivierung der entsprechenden Hirnregionen angenommen wird. Daher können allerdings nur indirekt Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden Vorgänge gezogen werden. Da die hämodynamische Reaktion zudem zeitversetzt erfolgt, müssen diese Verzögerungen ebenfalls mit einkalkuliert werden. Darüber hinaus wird der Prozess der Auswertung durch viele einzelne Entscheidungsschritte moduliert, z. B. über die Definition der Voxelgröße oder die Wahl des Gauß'schen Filters. Letzterer kann die Reliabilität statistischer Vergleiche verbessern, wobei allerdings die räumliche Auflösung verringert wird. Auch die Anwendung von Normalisierung reduziert die räumliche Auflösung. Außerdem können Muskelbewegungen beispielsweise zu Bewegungsartefakten führen. Die Ergebnisse werden zusätzlich durch viele weitere Faktoren beeinflusst, wie Alter, Geschlecht, Erkrankungen und Medikation sowie die Art des experimentellen Paradigmas selbst, die Wahl der Regressoren und der Kontraste. Durch diese Faktoren wird die Objektivität von fMRT-Studien stark beeinflusst.

### 5.3 Ausblick

Beim Prozess des Lügens handelt es sich um einen komplexen Vorgang, der sich aus verschiedenen Teilprozessen zusammensetzt, die seriell und womöglich auch teils parallel verlaufen. Hinzu kommen verschiedene Kontextfaktoren, die den Prozess zusätzlich modulieren. Die vorliegende Studie bringt, anders als die Mehrzahl der bisherigen Lügenstudien, einen besonders realitätsbezogenen Blickwinkel ein. Durch die Entscheidung für ein Studiendesign gehen jedoch immer zwangsläufig andere Perspektiven verloren. Im Folgenden wird versucht aufzuzeigen, welche Blickwinkel auf den Prozess des Lügens zu einer Vervollständigung des Bildes beitragen können und welche Ansätze mit Bezug auf eine größere Realitätsnähe verfolgt werden sollten.

Im Hinblick auf die Frage, worauf zukünftige Lügen-Studien ihren Fokus legen sollten, fasst die Forschungsgruppe um Sip (Sip et al., 2008) mehrere Punkte zusammen. Neben Überlegungen zur Nutzung von Methoden wie dem *Guilty Knowledge Test* und der Einbeziehung von Pragmalinguistik führt sie zwei Punkte an, die hier wesentlich erscheinen. Auf diese wird im Folgenden näher eingegangen.

1. Lügen findet in komplexen sozialen Interaktionen statt und greift auf verschiedene kognitive Prozesse zurück, daher wird es keinen einzelnen simplen biologischen Marker geben. Diese Prozesse isoliert zu studieren, kann jedoch womöglich weiteren Aufschluss über die Grundlagen des Lügens liefern.

In der Tat konnten viele Studien nicht plausibel abbilden, dass Lügen in einem sozialen Kontext erfolgt. Eine Meta-Analyse (Lisofsky et al., 2014) ergab dabei aber durchaus Unterschiede zwischen sozial-interaktiven und nicht sozial-interaktiven Settings. Erstere gingen mit einer erhöhten Aktivität im dorsalen ACC, im rechten temporoparietalen Übergang (inklusive des posterioren Gyrus temporalis superior und des Gyrus angularis) und im bilateralen Temporalpol bis hin zum posterioren Bereich des orbitofrontalen Cortex einher. Spence et al. (2004) kritisieren ebenfalls eine gewisse Künstlichkeit der meisten Studien, z. B. in Bezug darauf, dass Lügen dort nicht stimmlich geäußert, sondern z. B. über Tastendruck vermittelt werden. Diese Forderung erscheint berechtigt, eine Umsetzung in einer bildgebenden Studie wie der vorliegenden würde jedoch

erhebliche technische Hindernisse mit sich bringen. Aufgrund der Vielfältigkeit der Situationen, in denen Lügen stattfindet, mit unterschiedlichen Einflüssen durch z. B. Beziehung, Intentionen und Risiken, sollten verschiedene Arten von Lügen erforscht werden. Zum Beispiel finden sich in Abhängigkeit des emotionalen Gehalts (Ito et al., 2011), der persönlichen Relevanz (Nuñez et al., 2005), der zugrundeliegenden Intention (eigennützige versus altruistische Lügen) (Yin et al., 2017) oder der Spontaneität der Lüge (Ganis et al., 2003) teilweise Unterschiede in der Art der aktivierten Hirnareale während des Lügens. Sporer (2016) schlägt außerdem vor, dass nicht nur Lügen über negative Ereignisse, sondern auch über positive Erlebnisse erforscht werden sollten. Zwar mögen die Ergebnisse aus Laborstudien nur eingeschränkt auf realistische Situationen übertragbar sein, dennoch sind Laborstudien nicht ohne Wert. Es ist davon auszugehen, dass bestimmte Funktionen, die unter experimentellen Bedingungen zum Lügen gebraucht werden (z. B. Inhibition aufrichtiger Antworten), auch in einem realistischeren Setting benötigt werden (Ganis & Keenan, 2009).

Lügen ist ein Prozess, von Intention über Planung und Ausformung der Lüge bis zu ihrer Durchführung. Es ist anzunehmen, dass über den zeitlichen Verlauf verschiedene Gehirnbereiche unterschiedlich stark involviert sind. Es wäre interessant, diese Veränderungen über die Zeit ebenfalls erfassen zu können. Da die genauen Zeitabläufe der einzelnen Prozessschritte jedoch unklar sind und fMRT auf der Abtastung einer bedeutend verzögerten hämodynamischen Antwort basiert, ist dies kein leichtes Unterfangen. Die Forschungsgruppe um Ofen (Ofen, Whitfield-Gabrieli, Chai, Schwarzlose & Gabrieli, 2017) hat versucht, eine erste Unterteilung dieser Schritte vorzunehmen. Sie fand Unterschiede zwischen der Vorbereitung und der Ausführung einer Lüge bezüglich der aktivierten Hirnareale. Allerdings fand kein direkter Vergleich zwischen der Vorbereitungs- und der Ausführungsphase statt, es wurden lediglich Kontraste zwischen den jeweiligen Phasen der Lügen- und der Wahrheitsbedingungen gebildet. Den Autoren zufolge ging die Vorbereitung einer Lüge im Vergleich mit der Vorbereitung einer aufrichtigen Antwort u. a. mit erhöhter Aktivität im Lobulus parietalis superior und in der Insula einher, die vermehrte Aktivität in diesen Bereichen wurde im Kontrast von der Durchführung einer Lüge und der Durchführung einer ehrlichen

Antwort nicht ersichtlich. Die Ausführung einer Lüge ging im Gegensatz zur Ausführung einer aufrichtigen Antwort mit erhöhter Aktivität in beidseitigen lateralen parietalen Regionen, im bilateralen Gyrus frontalis inferior, im bilateralen anterioren präfrontalen Cortex sowie mit bilateralen Aktivierungen im medialen Bereich superior-frontaler Regionen einher. In Abhängigkeit vom Inhalt der Lüge (episodische Inhalte versus persönliche Überzeugungen) zeigte sich zusätzlich Aktivität im rechten Temporalpol, in einem medialen Bereich des anterioren Temporallappens einschließlich der rechten Amygdala bzw. in der Insula und im Bereich des Präcuneus. Eine andere Studie konnte keine lügenspezifische Aktivität während der Vorbereitungsphase identifizieren (Ito et al., 2012). Weitere Arbeiten werden notwendig sein, um den Lügenprozess in seine Bausteine zu unterteilen, wobei sich die Frage stellt, ob es sich hier tatsächlich um einen seriellen und nicht vielmehr einen teils parallel verlaufenden Prozess handelt. Die Entschlüsselung dieser Grundlagen profitiert womöglich von der methodischen Kontrolle, die eine Laborstudie bietet. Es sollte jedoch nicht versäumt werden, die auf diese Weise erlangten Erkenntnisse anschließend in einem realitätsnäheren Versuchsdesign zu überprüfen.

Auch ein weiterer, von Sip et al. (2008) angemerkerter Punkt betrifft die Validität von Lügenstudien:

2. Zukünftige Studien sollten versuchen, realitätsnähere Settings zu schaffen und den Probanden zu überlassen, ob und wann sie lügen, da dies ein wichtiges Merkmal des Lügens ist.

Es stellt sich die Frage nach der Übertragbarkeit von in Laborstudien gewonnenen Ergebnissen auf die Realität (Frank & Svetieva, 2012). Studien, die sich mit dem menschlichen Lügen befassen, werden häufig dafür kritisiert, wenig naturalistisch zu sein, und in der Tat bedienen sich die meisten Studien zum Thema Lügen eher artifizieller Settings. Nur wenige arbeiten mit *mock crimes*, um bei den Versuchsteilnehmern das Gefühl eines Vergehens zu induzieren und dadurch die ökologische Validität zu erhöhen. Häufig müssen die Probanden diese Vergehen selbst ausführen, z. B. einen Gegenstand entwenden oder zerstören (Kozel, Johnson, et al., 2009; Kozel et al., 2005; Kozel, Laken,

et al., 2009). Dass die Probanden die Tat selbst in der Realität erleben können, ist eine der Stärken dieser Studien, während die vorliegende Arbeit lediglich Videomaterial nutzt, das sicherlich mit einer anderen Erlebensqualität einhergeht. Auf der anderen Seite entsprechen viele *mock crimes* kaum typischen Straftaten, z. B. das Abfeuern einer Schusswaffe, ohne auf jemanden zu zielen (Mohamed et al., 2006). Der größte Vorteil der vorliegenden Arbeit liegt darin, dass das gezeigte Videomaterial eine kriminelle Szene zeigt, wie sie sich, zumindest ähnlich, tagtäglich abspielt. Damit ist diese Studie, nach aktuellem Kenntnisstand der Autorin, die erste ihrer Art.

Der von Sip et al. (2008) angeführte und oben aufgegriffene Kritikpunkt, dass Probanden in der Regel instruiert werden zu lügen, erscheint berechtigt. Häufig wird ihnen dabei nicht nur vorgegeben, dass sie lügen sollen, sondern auch wann sie lügen sollen. Die Probanden entscheiden sich bei diesen Experimenten daher nicht selbst dazu, lügen zu wollen, sondern werden stattdessen dahingehend beauftragt. Zur Definition der Lüge gehört aber u. a., dass Lügen freiwillig erfolgt und das Ziel hat, jemanden zu täuschen (vgl. die Definition von Masip et al. [2004] in Abschnitt 2.1.1 dieser Arbeit). Die wenigsten Studien berücksichtigen jedoch diese Vorgaben. Einige wenige haben sich allerdings dessen angenommen und haben versucht, sich diesen Kriterien anzunähern (Abe et al., 2007; Baumgartner et al., 2009; Greene & Paxton, 2009; Sip et al., 2012), z. B. im Rahmen von Spielen, bei denen die Möglichkeit besteht, sich durch unaufrichtige Antworten einen finanziellen Vorteil zu verschaffen, ohne dass die Probanden dazu aufgefordert werden. Es fehlt bisher jedoch an Lügen-Studien, die sowohl ohne die Instruktion zu lügen auskommen als auch eine realitätsnahe soziale Interaktion ermöglichen.

Die eigene Intention zu lügen ist nicht nur für die Definition von Lügen von zentraler Bedeutung, sondern auch unter juristischen Gesichtspunkten. Im Hinblick auf die Schuldbeimessung ist es nicht nur essentiell, falsche Antworten zu erkennen, es bedarf auch verlässlicher Methoden, zwischen absichtlichen und unwissentlich getätigten Falschaussagen zu unterscheiden (Yu, Tao, Zhang, Chan & Lee, 2019). Für die Bewertung einer Falschaussage ist es durchaus bedeutend, ob diese mit Absicht getätigt wurde, also mit der Intention zu täuschen, oder ob es sich lediglich um ein Versehen handelt und der

Sender selbst an seine Aussage glaubt. Eine inkorrekte Antwort, die auf fehlerhaften Erinnerungen beruht, wird deutlich milder bewertet werden als eine falsche Aussage, die in der Absicht zu täuschen geäußert wurde. Neben der Entschlüsselung der neuronalen Korrelate des Lügens sollte daher ebenfalls versucht werden, diese von mit falschen Erinnerungen assoziierten Aktivierungen differenzieren zu können. Einige wenige Forschergruppen haben bereits begonnen, sich dieser Fragestellung zu widmen. In einem Experiment wurden Probanden Wortlisten auf auditorischem Weg präsentiert (Abe et al., 2008). Anschließend wurden ihnen sowohl alte als auch neue Wörter visuell dargeboten, einige der neuen Wörter waren dabei mit bereits gehörten Wörtern semantisch assoziiert, dies sollte die Entstehung falscher Erinnerungen begünstigen. Die Probanden sollten angeben, ob sie das jeweilige Wort zuvor gehört hatten, bei der Hälfte der Wörter waren sie angehalten, diesbezüglich zu lügen. Es fanden sich auf neuronaler Ebene Unterschiede zwischen wahren und falschen Erinnerungen in linken temporoparietalen Regionen. Die Lüge, ein Wort wiederzuerkennen, ging mit höherer Aktivität im linken präfrontalen Cortex einher im Vergleich zu einer korrekten Zurückweisung des Items oder einer falschen Wiedererkennung. Hingegen zeigte der rechte anteriore Hippocampus erhöhte Aktivität während falschen Wiedererkennens im Vergleich zu einer korrekten Zurückweisung oder der Lüge, das Item wiederzuerkennen. Die Autoren einer anderen Studie, ebenfalls unter Verwendung eines Wortlisten-Wiedererkennungs-Paradigmas, fanden zwar vermehrte Aktivität im linken ventrolateralen präfrontalen Cortex, in der rechten posterioren cingulären Region und im linken Präcuneus bei absichtlichen Falschaussagen im Vergleich zu Fehlern, jedoch keine mit falschen Erinnerungen assoziierte erhöhte Aktivität (Lee et al., 2009). Allerdings waren die Settings in beiden Studien wenig realitätsnah. Die vorliegende Arbeit kommt einem realistischen Lügenszenario deutlich näher, es traten jedoch zu wenig falsche Erinnerungen auf, um eine derartige Analyse zu erlauben. Zukünftige Studien könnten versuchen, im Rahmen eines naturalistischen Settings mehr Datenpunkte zu generieren, z. B. durch Erhöhung der Anzahl der Durchgänge, in denen Probanden lügen bzw. die Wahrheit sagen. Allerdings war es in der vorliegenden Studie anhand des gewählten Filmes kaum möglich, weitere Details abzufragen, von denen zu erwarten gewesen wäre, dass die Probanden sich an diese mit subjektiver Sicherheit zu erinnern glauben. In

zukünftigen Arbeiten wäre wahrscheinlich eine längere oder einprägsamere Filmsequenz zu wählen. Soll diese eine realistische kriminelle Szene zeigen, könnten sich evtl. jedoch Schwierigkeiten auftun, geeignetes Filmmaterial zu generieren. Oder es müsste auf andere realitätsnahe Szenarien zurückgegriffen werden, die länger andauern als ein Tankstellenüberfall (z. B. eine Geiselnahme).

Unterschiede zu einem realistischen Setting zeigen sich in der Regel auch im Hinblick auf die mit dem Lügen einhergehenden möglichen Konsequenzen. Ein häufiger und deutlicher Unterschied zwischen Lügen in der Realität und Lügen im Labor besteht darin, dass die Probanden in experimentellen Untersuchungen zumeist nichts zu verlieren haben, wohingegen bei einer Entlarvung in einem realen Kontext oftmals mit gravierenden Folgen für den Lügner zu rechnen ist (Gamer, 2014). Beim Lügen erwischt zu werden, geht in der Regel mit Bestrafung einher, wohingegen erfolgreiches Lügen einen Vorteil verschaffen kann. Ernsthafte negative Konsequenzen wie z. B. Freiheitsstrafen lassen sich aus ethischen Gründen im Labor nicht nachstellen. In einigen Studien wurde hingegen versucht, positive Anreize für erfolgreiches Lügen zu setzen. Beispielsweise wurde den Probanden einer Studie in Aussicht gestellt, sie dürften ein von ihnen im Rahmen der Untersuchung gestohlenen Objekt (Kopfhörer oder USB-Stick) behalten, wenn es ihnen gelänge, den Untersucher zu täuschen (Sip et al., 2013). Die mit dem Lügen einhergehenden Konsequenzen scheinen allerdings einen Einfluss auf die neuronale Aktivierung zu haben. Li et al. (2015) fanden Unterschiede auf neuronaler Ebene in Abhängigkeit davon, ob gelogen wurde, um eine Belohnung zu erhalten (monetärer Gewinn), oder ob gelogen wurde, um einer Bestrafung zu entgehen (monetärer Verlust), sodass der Wegfall negativer Konsequenzen in Laborstudien vermutlich nicht durch das Einsetzen positiver Anreize kompensiert werden kann. Allerdings weist die Studie einige methodische Mängel auf, sodass weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet erforderlich sind.

Es ergeben sich jedoch noch weitere Schwierigkeiten bei der Untersuchung des Lügenprozesses, auf die im Folgenden eingegangen wird. Beispielsweise sind die Ergebnisse unter Verwendung eines DoD-Paradigmas möglicherweise nur sehr eingeschränkt auf forensische Anwendungen übertragbar. Bei DoD-Paradigmen geben

Individuen aufrichtige und unaufrichtige Antworten, die dann miteinander verglichen werden, das Individuum ist dabei aber anders als im forensischen Kontext nie völlig „unschuldig“ (vgl. die Erklärung zum DoD-Paradigma auf S. 47). In der Realität ist jedoch häufig eine Unterscheidung zwischen Schuld und Unschuld erforderlich (Gamer, 2014). Bei der Wahl eines geeigneten Studiendesigns ist allerdings zu beachten, dass eine reine Unschuldsbedingung für die Probanden mit weniger *cognitive load* einhergehen kann. Andererseits lässt sich diskutieren, dass gerade dies ein Unterscheidungsmarker zwischen Lüge und Wahrheit sein kann. Der aktuelle Stand der Forschung deutet insgesamt darauf hin, dass Lügen häufig mit mehr *cognitive load* einhergeht als aufrichtiges Antworten. Aus diesem Grund stellt sich die Frage, ob der Lügenprozess mehr ist als die Inanspruchnahme exekutiver Funktionen. In dem vorliegenden Experiment wurde versucht, die kognitive Beanspruchung beider Gruppen möglichst gleich zu halten. Beide mussten sowohl lügen als auch aufrichtig antworten und jeweils entscheiden, welche Reaktion angemessen ist. Auf diese Weise wurde versucht, das Ausmaß an *cognitive load* zu kontrollieren, sodass von einer Vergleichbarkeit in der Schwierigkeit der Aufgabenbewältigung insgesamt für beide Gruppen ausgegangen werden kann. Allerdings bleibt die Frage, ob die gefundenen Unterschiede wirklich einem lügenspezifischen Prozess zugerechnet werden können oder ob sie z. B. überwiegend den Prozess der Antwortinhibition abbilden. Aufgrund des allgemeinen Aktivierungsmusters liegt die Vermutung nahe, dass die Gehirnaktivität über diesen einzelnen Prozess hinausgeht, allerdings bedarf es hier gezielter Untersuchungen der Unterschiede zwischen Lügen und Antwortinhibition als solche. Dies war nicht das Ziel dieser Arbeit und könnte daher für zukünftige Untersuchungen von Interesse sein.

Die meisten Forschungsarbeiten zu Lügen mittels bildgebender Verfahren basieren auf Gruppenvergleichen. Eine Schwierigkeit bei der Erforschung von Lügen an Gruppen liegt jedoch darin, dass interindividuelle Unterschiede möglicherweise nicht ausreichend erfasst werden. Es ist davon auszugehen, dass sowohl inter- als auch intraindividuelle Faktoren den Lügenprozess modulieren. Beispielsweise beeinflussen die Überzeugungen und Werthaltungen einer Person ihre Einstellung zu Lügen (Sip et al., 2008). Vermutlich werden daher verschiedene Personen dieselbe Lüge unterschiedlich bewerten. Auch die

Art der Lüge und die damit zusammenhängenden Motive beeinflussen ihre Bewertung. Dies wird z. B. beim Vergleich völlig eigennütziger oder antisozialer Lügen mit weißen Lügen deutlich (Erat & Gneezy, 2011), die bereits in Abschnitt 2.1.2 näher behandelt wurden. Das Extrem ist im Hinblick auf Psychopathie zu beobachten: Die Betroffenen empfinden weniger Mitgefühl für die Belogenen, sodass von einer geringeren oder einer veränderten emotionalen Responsivität während des Lügens auszugehen ist (Sip et al., 2008).

Es ist daher anzunehmen, dass auch die Art der untersuchten Personen für die Erforschung der mit Lügen assoziierten neuronalen Vorgänge von Bedeutung ist. Sehr wahrscheinlich bestehen z. B. Unterschiede in der neuronalen Verarbeitung in Abhängigkeit von der Häufigkeit des Lügens, die unehrliche Personen sogar dann von aufrichtigen unterscheidet, wenn sie die Wahrheit sagen. So fanden Greene und Paxton (2009) bei Personen, die in einem Spiel zum Betrügen neigten, erhöhte Aktivität in mit Kontrolle in Verbindung stehenden Gehirnregionen (ACC/SMA, DLPFC, VLPFC, dorsomedialer präfrontaler Cortex und rechter Parietallappen), sowohl wenn sie sich entschieden zu lügen als auch wenn sie nicht logen. Ehrliche Probanden zeigten diese erhöhte Aktivität hingegen nicht. Auch Yin und Weber (2019) beobachteten individuelle Unterschiede auf neuronaler Ebene in einem Experiment, in dem die Versuchsteilnehmer ihren Gewinn durch Lügen maximieren konnten. Sie maßen lügenassoziierte Aktivität im linken Nucleus caudatus, in den ventromedialen präfrontalen Cortices, im rechten Gyrus frontalis inferior sowie im linksseitigen DLPFC, die Aktivität variierte auch hier in Abhängigkeit vom Grad der generellen Aufrichtigkeit. Die lügenassoziierte Aktivität in diesen Bereichen nahm allerdings mit zunehmendem unaufrichtigen Verhalten ab. Im Hinblick auf die Lügendetektion warnen Jiang et al. (2013), dass möglicherweise insbesondere bei geübten Lügern Vorsicht geboten sei. In ihrer Untersuchung mittels fMRT an Probanden mit antisozialer Persönlichkeitsstörung verringerten sich ebenfalls die gemessenen Unterschiede in der neuronalen Aktivität zwischen Lüge und Wahrheit mit zunehmender Lügenfähigkeit. In einer Untersuchung bei Personen, die pathologisch lügen, betrügen und täuschen, zeigte sich ein erhöhtes Aufkommen von weißer Masse im präfrontalen Cortex im Vergleich zu der antisozialen Kontroll-Gruppe und der

gesunden Kontroll-Gruppe (Yang et al., 2005). Die Gruppe pathologischer Lügner wies 22–26 % mehr präfrontale weiße Masse und einen um 36–42 % verringerten Grau-Weiß-Ratio gegenüber den anderen beiden Gruppen auf. Das vermehrte Vorkommen weißer Masse scheint v. a. im orbitofrontalen Cortex sowie im inferioren und mittleren frontalen Gyrus verortet zu sein (Yang et al., 2007). Die Ergebnisse lassen allerdings nicht auf Kausalzusammenhänge schließen, es geht aus ihnen z. B. nicht hervor, ob die erhöhte weiße Masse eine Ursache oder eine Folge des pathologischen Lügens darstellt. In einer anderen Studie zeigten sich verschiedene Aktivierungsmuster während des Lügens in Abhängigkeit davon, ob Probanden überwiegend aus eigennützigen Motiven oder sowohl aus prosozialen wie aus eigennützigen Gründen logen (Pornpattananankul, Zhen & Yu, 2017). Es bedarf weiterer Untersuchungen der individuellen Unterschiede – von ihrer Existenz ist jedoch auszugehen. Dies gilt umso mehr, wenn auch Aussagen über andere Personengruppen abseits der typischen Versuchspersonenstichproben gemacht werden sollen. Bei delinquenten Personen wird beispielsweise eine Häufung von strukturellen Auffälligkeiten auf Hirnebene diskutiert (Markowitsch, 2008, 2009; Piefke & Markowitsch, 2008). In diesem Sinne muss bei der Übertragung von Laborergebnissen auf die Realität beachtet werden, dass sich die im Labor verwendeten Probandenstichproben oftmals insbesondere von denen in einem forensischen Umfeld unterscheiden, wo z. B. eine Häufung von Störungen wie antisoziale Persönlichkeitsstörung oder Psychopathie zu erwarten ist. Sehr wahrscheinlich ist hier nicht nur mit einem erhöhten Auftreten von Lügen zu rechnen, in der Literatur finden sich auch Hinweise darauf, dass auch andere Unterschiede auf Verhaltensebene (z. B. bezüglich des Ansprechens auf Training) sowie auf neuronaler Ebene bestehen (Glenn, Han, Yang, Raine & Schug, 2017; Markowitsch & Staniloiu, 2011b; Shao & Lee, 2017). Es lässt sich daher kritisieren, dass viele akademische Studien, so auch die vorliegende, überwiegend auf studentische Stichproben zurückgreifen (Vicianova, 2015). Im Bewusstsein der Schwierigkeit, an derartige Stichproben zu gelangen, scheint es dennoch unbedingt erforderlich, Lügen auch an echten delinquenten Personen zu untersuchen. Die Erforschung der allgemeinen Grundlagen des Lügens im Labor (auch an nicht delinquenten Personen) wird dafür wahrscheinlich eine gute Basis liefern. Für die Übertragung und die Anwendung dieser Erkenntnisse in einem realen kriminellen Setting

wird es aber unverzichtbar sein, das Lügen unmittelbar an den Personen zu erforschen, bei denen die Aufdeckung dieser Lügen von besonderem juristischen und gesellschaftlichen Interesse ist. Wenn wir verstehen wollen, wie sich der Lügenprozess bei ihnen vollzieht, bedarf es der Wahl einer geeigneten Stichprobe.

Wie bereits oben angemerkt gestaltet es sich als problematisch, dass die meisten Studien an Gruppen forschen, wohingegen in einem kriminellen Kontext eigentlich Aussagen über Individuen gemacht werden sollen. Wie die meisten Studien untersuchte auch die vorliegende Arbeit Unterschiede zwischen Lügen und aufrichtigem Antworten auf Gruppenebene. Bei der Frage nach der Anwendbarkeit muss jedoch in Betracht gezogen werden, dass Ergebnisse, die anhand gemittelter Gruppendaten gewonnen wurden, sich nur eingeschränkt auf Individuen übertragen lassen (Greely & Illes, 2007). Einzelne Forschergruppen haben sich der Lügendetektion auf individueller Ebene gewidmet (Kozel et al., 2005; Langleben et al., 2005). Die Versuchspersonen der Studie von Kozel et al. (2005) sollten z. B. entweder einen Ring oder eine Uhr stehlen und während einer anschließenden fMRT-Untersuchung behaupten, keines der Objekte genommen zu haben. Die Ergebnisse wurden genutzt, um ein Modell für lügensensitive Gehirnregionen zu bilden. Dieses Modell wurde bei einer anderen Gruppe von Probanden angewandt, um zuordnen zu können, in welcher der beiden experimentellen Bedingungen sich die Probanden befinden (Diebstahl des Rings oder der Uhr), dabei wurde nach Aussagen der Autoren eine Genauigkeit von 90 % bzw. 93 % erreicht. Die Ergebnisse konnten repliziert werden (Kozel, Laken, et al., 2009). Gamer (2014) kritisierte, dass nur identifiziert wurde, in welcher von zwei Lügen-Bedingungen sich ein Proband befindet, die Methode aber nicht zwingend geeignet sei zu erkennen, wenn jemand über die gesamte Befragung hinweg die Wahrheit sagt. Außerdem beachtenswert bei der Betrachtung der Ergebnisse ist, dass sowohl Langleben als auch Kozel mit Firmen assoziiert sind, die Lügendetektion mittels fMRT für interessierte Kunden anbieten (*No Lie MRI* und *CEPHOS Corporation*) (Markowitsch & Siefer, 2007, S. 85 f.). Dennoch handelt es sich um einen vielversprechenden Ansatz, die bisher gewonnen Erkenntnisse an der Realität zu testen und zu überprüfen, ob sie einer Anwendung an Einzelindividuen standhalten. Obwohl sich das Bild der am Lügen beteiligten Hirnareale durch die vorliegende und andere Studien zu

verfestigen scheint, ist es vermutlich noch ein weiter Weg zur Entwicklung einer auf individueller Ebene reliablen und validen Methode. Eine Anwendung bildgebender Verfahren zur Aufdeckung von Lügen vor Gericht wird weiterhin kritisch gesehen (Jelovcich, 2017; Meijer & Verschuere, 2017; Nortje & Tredoux, 2019).

Auch der Tatsache, dass Lügner für gewöhnlich nicht entlarvt werden wollen, muss bei der Entwicklung geeigneter Verfahren Rechnung getragen werden. Wichtig für die Übertragung von Ergebnissen und Methoden in die Praxis ist daher auch die Kontrolle von möglichen Gegenmaßnahmen, die die Untersuchten anwenden könnten (Hsu, Begliomini, Dall'Acqua & Ganis, 2019; Masip, 2017). Es kann bisher nicht sicher ausgeschlossen werden, dass es den Untersuchten gelingen könnte, belastende Gehirnaktivität zu kaschieren, beispielsweise indem andere kognitive Aktivitäten durchgeführt werden, wie z. B. Rechenoperationen oder Erinnern anderer Gedächtnisinhalte (Koukolík, 2011, zitiert nach Vicianova, 2015). Diese Techniken werden auch als „*self-defense*“ bezeichnet. Vor der Anwendung möglicher Verfahren zur Lügendetektion in der Realität, z. B. im Rahmen der Rechtsprechung, bedarf es nicht nur einer weiteren Evaluation im Hinblick auf Reliabilität und Validität, sondern auch unter ethischen Gesichtspunkten (Roelfsema, Denys & Klink, 2018).

Ein weiterer interessanter Forschungsansatz beschäftigt sich mit der Idee, nicht nur Lügen entdecken zu können, sondern auch erkennen zu können, wenn jemand belastendes Material verschweigt (Nahari, Breska, Elber, Klein Selle & Ben-Shakar, 2017; Suchotzki, Verschuere et al., 2015). Mit dem CIT wurde bereits eine Methode entwickelt, die dies ermöglichen soll, die Studienergebnisse dazu sind bislang jedoch noch heterogen. Die Anwendung weiterer Verfahren wie z. B. *brain fingerprinting*, das anhand von ereigniskorrelierten Potentialen wie P300 Rückschlüsse auf den Bekanntheitsgrad gezeigter Items erlauben soll, könnte von Interesse sein (Farwell, 2012; Meijer, Klein Selle, Elber & Ben-Shakar, 2014), diese Methode bedarf allerdings ebenfalls weiterer Entwicklung.

Während des Lügens sind mehrere kortikale und subkortikale Gehirnregionen involviert (Sip et al., 2008). Die Aktivierung eines bestimmten Gehirnareals ist selten mit nur einem

einzelnen kognitiven Prozess assoziiert. Also auch wenn die vorliegende Arbeit zeigen konnte, dass bestimmte Gehirnregionen während des Lügens beteiligt sind, bedeutet dies im Umkehrschluss nicht zwingend, dass eine erhöhte Aktivität in diesen Bereichen einen eindeutigen Hinweis auf Lügen darstellt (Haynes, 2008). Einzelne Gehirnregionen sind häufig an einer Vielzahl von Prozessen beteiligt. Eine Betrachtung des gesamten Aktivierungsmusters kann möglicherweise zu aussagekräftigeren Ergebnissen mit höherer Sensitivität und Spezifität führen. Daher erscheinen auch Ansätze, die nicht nur die Aktivität einzelner Hirnregionen entschlüsseln wollen, sondern vielmehr das Zusammenwirken verschiedener Bereiche in neuronalen Netzwerken zu analysieren versuchen, vielversprechend (Daneshi Kohan, Motie Nasrabadi, Sharifi & Bagher Shamsollahi, 2019; Haynes & Rees, 2006). In einer Konnektivitätsstudie von Jiang et al. (2015) eigneten sich v. a. frontoparietale Netzwerke, Cerebellum und cingulo-operculare Netzwerke zur Differenzierung zwischen Lüge und Wahrheit.

Darüber hinaus müssen Gehirnregionen, die in Untersuchungen häufig erhöhte Aktivierung während des Lügens zeigen, nicht zwingend auch eine notwendige Rolle beim Lügen spielen. Verschuere, Schuhmann und Sack (2012) gingen in ihrer Arbeit davon aus, dass z. B. die Antwortinhibition der wahren Gedächtnisinhalte vorwiegend durch den rechten inferioren frontalen Cortex reguliert wird. Sie manipulierten die Aktivität des rechten Sulcus frontalis inferior mittels neuronavigierter kontinuierlicher Theta-Burst-Stimulation (ctBS). Die Störung dieses Gehirnbereichs führte bezüglich des Lügens nicht zu einem Anstieg der Fehlerraten oder Reaktionszeiten im Vergleich zur Sham-Stimulation. Damit wird eine weitere interessante Frage aufgeworfen. Die vorliegende Arbeit konnte bestätigen, dass ein Großteil der in der Literatur häufig rezierten typischerweise beim Lügen beteiligten Gehirnregionen auch trotz weitgehender Kontrolle des *cognitive load* aktiv sind. Es wäre darüber hinaus aber ebenfalls von Interesse zu erfahren, welche davon als notwendige Bedingungen für den Lügenprozess fungieren. Dies spricht dafür – um den Lügenprozess bis in seine Grundelemente erfassen zu können – neben einer Anwendung bildgebender Verfahren auch physiologisch stimulierende bzw. hemmende Methoden einzusetzen.

## 5.4 Fazit

In dieser Studie wurden neuronale Korrelate des Lügens in einem vergleichsweise realistischen Setting mit kriminellem Kontext gemessen. Da es sowohl aus methodischen als auch ethischen Gründen unmöglich ist, Versuchsteilnehmer tatsächlich einer Straftat auszusetzen, musste auf qualitativ hochwertiges Filmmaterial zurückgegriffen werden. Daher wurde eigens für diese Studie ein Film gedreht, um bei den Versuchsteilnehmern die Immersion zu erzeugen, Teil eines Tankstellenüberfalls zu sein. Bei der Herstellung des Films wurde darauf geachtet, dass die Versuchspersonen sich in Abhängigkeit von der Coverstory entweder als Komplize der Täter oder als Zeuge verstehen konnten.

Eine Besonderheit dieser Arbeit lag auch in dem Versuch, ein realistisches Täterverhalten nachzubilden: In der Regel handelt es sich bei Tätern nicht um ausschließliche Lügner. Sie verfolgen häufig komplexere Strategien, die vorsehen, an manchen Stellen die Wahrheit zu sagen, um nicht entlarvt zu werden. Daher kam der Wahl einer geeigneten Kontrollgruppe besondere Bedeutung zu. Es erscheint naheliegend, die Aussagen der Täter bzw. Verdächtigen mit denen Unschuldiger zu vergleichen. Da eine häufige Strategie von Unschuldigen jedoch beinhaltet, einfach durchgehend die Wahrheit zu sagen, ließe sich nicht ausschließen, dass zwischen den Gruppen gefundene Unterschiede lediglich Ausdruck einer unterschiedlich starken Beanspruchung kognitiver Ressourcen (*cognitive load*) sind. In der vorliegenden Arbeit wurde daher der *cognitive load* beider Gruppen so weitgehend wie möglich aneinander angeglichen, um bei gleichzeitiger Nachbildung eines möglichst realistischen Täterverhaltens (mit Lügen und aufrichtigen Antworten) die eigentlichen lügenspezifischen Prozesse möglichst genau isolieren zu können.

Obwohl die vorliegende Arbeit durch die Eingliederung in einen kriminellen Kontext einen deutlich realitätsnäheren Ansatz verfolgt als der Großteil der bisherigen Studien, wurden bezüglich des Lügens typische Aktivierungen gefunden, wie sie bereits in der Literatur beschrieben werden. Dies betrifft v. a. Gehirnbereiche, die sich für die Ausführung exekutiver Funktionen verantwortlich zeichnen. Lügenassoziierte Aktivierungen fanden sich z. B. in Gehirnregionen, die (unter einer Vielzahl weiterer Funktionsbereiche) mit Antwortinhibition in Verbindung gebracht werden, darunter der

bilaterale DLPFC, VLPFC und Nucleus caudatus. Des Weiteren zeigten sich im Vergleich zu aufrichtigen Antworten stärkere Aktivierungen im bilateralen Gyrus frontalis superior (inklusive medialer Anteile), inferioren Parietallappen und anterioren cingulären Cortex. Dabei handelt es sich um Regionen, die teilweise u. a. an Arbeitsgedächtnis- und Entscheidungsprozessen, Schlussfolgern oder Leistungs- und Konfliktüberwachung beteiligt sind. Es fanden sich hingegen keine Gehirnbereiche, die bei wahren Aussagen eine stärkere Aktivierung zeigten als bei Lügen. Letzteres ist ein Phänomen, das in der Literatur bereits vielfach beschrieben wurde und konsistent ist mit der Annahme, dass die Wahrheit eine Art Baseline darstellt. Neben diesen erwarteten Ergebnissen fanden sich jedoch auch überraschende. Es zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Intelligenzausprägung und lügenabhängiger Aktivität im rechten Putamen. Da es bisher in der Literatur an vergleichbaren Untersuchungsansätzen fehlt, kann diese Beobachtung zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abschließend eingeordnet werden, sodass sich hier ein weiteres interessantes Forschungsfeld ergibt.

Die Tatsache, dass sich auch unter Verwendung dieses realitätsnäheren Studiendesigns ähnliche Aktivierungen finden lassen, wie sie bereits für andere Laborstudien mit deutlich weniger Realitätsbezug beobachtet wurden, legt die Vermutung nahe, dass die meisten der oben beschriebenen Gehirnregionen weitgehend kontextunabhängig in den Lügenprozess involviert sind.

**Literaturverzeichnis**

- Abe, N. (2011). How the brain shapes deception: An integrated review of the literature. *The Neuroscientist*, *17*, 560–574. <https://doi.org/10.1177/1073858410393359>
- Abe, N., Fujii, T., Hirayama, K., Takeda, A., Hosokai, Y., Ishioka, T., ... Mori, E. (2009). Do parkinsonian patients have trouble telling lies? The neurobiological basis of deceptive behaviour. *Brain*, *132*, 1386–1395. <https://doi.org/10.1093/brain/awp052>
- Abe, N., Fujii, T., Ito, A., Ueno, A., Koseki, Y., Hashimoto, R., ... Mori, E. (2014). The neural basis of dishonest decisions that serve to harm or help the target. *Brain and Cognition*, *90*, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2014.06.005>
- Abe, N., & Greene, J. D. (2014). Response to anticipated reward in the nucleus accumbens predicts behavior in an independent test of honesty. *Journal of Neuroscience*, *34*, 10564–10572. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0217-14.2014>
- Abe, N., Okuda, J., Suzuki, M., Sasaki, H., Matsuda, T., Mori, E., ... Fujii, T. (2008). Neural correlates of true memory, false memory, and deception. *Cerebral Cortex*, *18*, 2811–2819. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn037>
- Abe, N., Suzuki, M., Mori, E., Itoh, M., & Fujii, T. (2007). Deceiving others: Distinct neural responses of the prefrontal cortex and amygdala in simple fabrication and deception with social interactions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*, 287–295. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.2.287>
- Abe, N., Suzuki, M., Tsukiura, T., Mori, E., Yamaguchi, K., Itoh, M., & Fujii, T. (2006). Dissociable roles of prefrontal and anterior cingulate cortices in deception. *Cerebral Cortex*, *16*, 192–199. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhi097>
- Adenzato, M., & Ardito, R. B. (1999). The role of theory of mind and deontic reasoning in the evolution of deception. In M. Hahn, & S. C. Stoness (Hrsg.), *Proceedings of the*

- twenty-first conference of the Cognitive Science Society* (S. 7–12). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Amado, B. G., Arce, R., Fariña, F., & Vilariño, M. (2016). Criteria-Based Content Analysis (CBCA) reality criteria in adults: A meta-analytic review. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, *16*, 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2016.01.002>
- Amos, A. (2000). A computational model of information processing in the frontal cortex and basal ganglia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*, 505–519. <https://doi.org/10.1162/089892900562174>
- Anderson, M. C., Ochsner, K. N., Kuhl, B., Cooper, J., Robertson, E., Gabrieli, S. W., ... Gabrieli, J. D. E. (2004). Neural systems underlying the suppression of unwanted memories. *Science*, *303*, 232–235. <https://doi.org/10.1126/science.1089504>
- Andersson, J. L. R., Hutton, C., Ashburner, J., Turner, R., & Friston, K. (2001). Modeling geometric deformations in EPI time series. *NeuroImage*, *13*, 903–919. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0746>
- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*, 170–177. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.02.010>
- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2014). Inhibition and the right inferior frontal cortex: One decade on. *Trends in Cognitive Sciences*, *18*, 177–185. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.12.003>
- Ashburner, J. T., & Friston, K. J. (2004). Rigid body registration. In R. S. J. Frackowiak, K. J. Friston, C. D. Frith, R. J. Dolan, C. J. Price, S. Zeki, ... W. D. Penny (Hrsg.), *Human brain function* (2. Aufl., S. 635–653). San Diego, CA: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012264841-0/50034-2>

- Atoum, A. (2006). A world of lies. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 37, 60–74.  
<https://doi.org/10.1177/0022022105282295>
- Aumont, É., Blanchette, C.-A., Bohbot, V. D., & West, G. L. (2019). Caudate nucleus-dependent navigation strategies are associated with increased risk-taking and set-shifting behavior. *Learning & Memory*, 26, 101–108.  
<https://doi.org/10.1101/lm.048306.118>
- Babinsky, R., Spiske, K., Neufert, C., Engel, H., & Markowitsch, H. J. (1996). Attentional dysfunctions following left parietal infarction. *Neurology Psychiatry and Brain Research*, 4, 139–142.
- Bacon, A. M., Lenton-Maughan, L., & May, J. (2018). Trait emotional intelligence and social deviance in males and females. *Personality and Individual Differences*, 122, 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2017.10.015>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417–423.  
[https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of moral thought and action. In W. M. Kurtines, & J. L. Gewirtz (Hrsg.), *Handbook of moral behavior and development* (Bd. 1, S. 45–103). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Baron-Cohen, S. (1992). Out of sight or out of mind? Another look at deception in autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 33, 1141–1155.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1992.tb00934.x>
- Baumgartner, T., Fischbacher, U., Feierabend, A., Lutz, K., & Fehr, E. (2009). The neural circuitry of a broken promise. *Neuron*, 64, 756–770.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2009.11.017>
- Baumgartner, T., Gianotti, L. R. R., & Knoch, D. (2013). Who is honest and why: Baseline activation in anterior insula predicts inter-individual differences

- in deceptive behavior. *Biological Psychology*, *94*, 192–197.  
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.05.018>
- Bäumler, G. (1985). *Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) nach J. R. Stroop*. Göttingen: Hogrefe.
- Bender, J., O'Connor, A. M., & Evans, A. D. (2018). Mirror, mirror on the wall: Increasing young children's honesty through inducing self-awareness. *Journal of Experimental Child Psychology*, *167*, 414–422.  
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.12.001>
- Bereby-Meyer, Y., & Shalvi, S. (2015). Deliberate honesty. *Current Opinion in Psychology*, *6*, 195–198. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.09.004>
- Bhatt, S., Mbwana, J., Adeyemo, A., Sawyer, A., Hailu, A., & VanMeter, J. (2009). Lying about facial recognition: An fMRI study. *Brain and Cognition*, *69*, 382–390.  
<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.08.033>
- Birch, C. D., Kelln, B. R. C., & Aquino, E. P. B. (2006). A review and case report of pseudologia fantastica. *The Journal of Forensic Psychiatry & Psychology*, *17*, 299–320. <https://doi.org/10.1080/14789940500485128>
- Blandón-Gitlin, I., Fenn, E., Masip, J., & Yoo, A. H. (2014). Cognitive-load approaches to detect deception: Searching for cognitive mechanisms. *Trends in Cognitive Sciences*, *18*, 441–444. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.05.004>
- Blasi, G., Goldberg, T. E., Weickert, T., Das, S., Kohn, P., Zolnick, B., ... Mattay, V. S. (2006). Brain regions underlying response inhibition and interference monitoring and suppression. *The European Journal of Neuroscience*, *23*, 1658–1664.  
<https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2006.04680.x>
- Bogaard, G., Colwell, K., & Crans, S. (2019). Using the Reality Interview improves the accuracy of the Criteria-Based Content Analysis and Reality Monitoring. *Applied Cognitive Psychology*, *33*, 1018–1031. <https://doi.org/10.1002/acp.3537>

- Bond, C. F., & DePaulo, B. M. (2006). Accuracy of deception judgments. *Personality and Social Psychology Review*, 10, 214–234. [https://doi.org/10.1207/s15327957pspr1003\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327957pspr1003_2)
- Botvinick, M. M. (2007). Conflict monitoring and decision making: Reconciling two perspectives on anterior cingulate function. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7, 356–366. <https://doi.org/10.3758/CABN.7.4.356>
- Brand, M., Labudda, K., Kalbe, E., Hilker, R., Emmans, D., Fuchs, G. ... Markowitsch, H. J. (2004). Decision-making impairments in patients with Parkinson's disease. *Behavioural Neurology*, 15(3–4), 77–85. <https://doi.org/10.1155/2004/578354>
- Brickenkamp, R. (2002). *Test d2: Aufmerksamkeits-Belastungs-Test* (9., überarbeitete und neu normierte Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Buller, D. B., & Burgoon, J. K. (1994). Deception: Strategic and nonstrategic communication. In J. A. Dely, & J. M. Wiemann (Hrsg.), *Strategic interpersonal communication* (S. 191–223). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Buller, D. B., & Burgoon, J. K. (1996). Interpersonal deception theory. *Communication Theory*, 6, 203–242. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.1996.tb00127.x>
- Burgoon, J. K. (2015). When is deceptive message production more effortful than truth-telling? A baker's dozen of moderators. *Frontiers in Psychology*, 6, 1965. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01965>
- Burgoon, J. K., Buller, D. B., Guerrero, L. K., Afifi, W. A., & Feldman, C. M. (1996). Interpersonal deception: XII. Information management dimensions underlying deceptive and truthful messages. *Communication Monographs*, 63, 50–69. <https://doi.org/10.1080/03637759609376374>
- Cabeza, R., Ciaramelli, E., & Moscovitch, M. (2012). Cognitive contributions of the ventral parietal cortex: An integrative theoretical account. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 338–352. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.04.008>

- Cadinu, M. R., & Kiesner, J. (2000). Children's development of a theory of mind. *European Journal of Psychology of Education, 15*, 93–111. <https://doi.org/10.1007/BF03173169>
- Calabrese, P., Markowitsch, H. J., & Carota, A. (2014). The perception of facial emotions – Cues from the left amygdaloid complex. *European Neurology, 71*, 242–246. <https://doi.org/10.1159/000357204>
- Camden, C., Motley, M. T., & Wilson, A. (1984). White lies in interpersonal communication: A taxonomy and preliminary investigation of social motivations. *Western Journal of Speech Communication, 48*, 309–325. <https://doi.org/10.1080/10570318409374167>
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology, 67*, 319–333. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.2.319>
- Casey, B. J. (2005). Frontostriatal and frontocerebellar circuitry underlying cognitive control. In U. Mayr, E. Awh, & S. W. Keele (Hrsg.), *Decade of behavior. Developing individuality in the human brain: A tribute to Michael I. Posner* (S. 141–166). <https://doi.org/10.1037/111108-008>
- Casey, B. J., Thomas, K. M., Davidson, M. C., Kunz, K., & Franzen, P. L. (2002). Dissociating striatal and hippocampal function developmentally with a stimulus–response compatibility task. *Journal of Neuroscience, 22*, 8647–8652. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.22-19-08647.2002>
- Chikazoe, J., Konishi, S., Asari, T., Jimura, K., & Miyashita, Y. (2007). Activation of right inferior frontal gyrus during response inhibition across response modalities. *Journal of Cognitive Neuroscience, 19*, 69–80. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.1.69>

- Christ, S. E., Van Essen, D. C., Watson, J. M., Brubaker, L. E., & McDermott, K. B. (2009). The contributions of prefrontal cortex and executive control to deception: Evidence from activation likelihood estimate meta-analyses. *Cerebral Cortex, 19*, 1557–1566. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn189>
- Christopoulos, G. I., Tobler, P. N., Bossaerts, P., Dolan, R. J., & Schultz, W. (2009). Neural correlates of value, risk, and risk aversion contributing to decision making under risk. *Journal of Neuroscience, 29*, 12574–12583. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2614-09.2009>
- Coleman, L., & Kay, P. (1981). Prototype semantics: The English word lie. *Language, 57*, 26–44. <https://doi.org/10.2307/414285>
- Colwell, K., Hiscock-Anlsman, C., Memon, A., Woods, D., & Michlik, P. M. (2006). Strategies of impression management among deceivers and truth-tellers: How liars attempt to convince. *American Journal of Forensic Psychology, 24*, 31–38.
- Cools, R., Clark, L., Owen, A. M., & Robbins, T. W. (2002). Defining the neural mechanisms of probabilistic reversal learning using event-related functional magnetic resonance imaging. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience, 22*, 4563–4567. <https://doi.org/20026435>
- Coren, S. (1993). The lateral preference inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness, and earedness: Norms for young adults. *Bulletin of the Psychonomic Society, 31*, 1–3. <https://doi.org/10.3758/BF03334122>
- Croxson, P. L., Walton, M. E., O'Reilly, J. X., Behrens, T. E. J., & Rushworth, M. F. S. (2009). Effort-based cost–benefit valuation and the human brain. *Journal of Neuroscience, 29*, 4531–4541. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4515-08.2009>
- Cutini, S., Scatturin, P., Menon, E., Bisiacchi, P. S., Gamberini, L., Zorzi, M., & Dell'Acqua, R. (2008). Selective activation of the superior frontal gyrus in task-switching: An event-related fNIRS study. *NeuroImage, 42*, 945–955. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.05.013>

- Daneshi Kohan, M., Motie Nasrabadi, A., Sharifi, A., & Bagher Shamsollahi, M. (2019). Interview based connectivity analysis of EEG in order to detect deception. *Medical Hypotheses*, *136*, Artikel 109517. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2019.109517>
- Davis, S. K., & Nichols, R. (2016). Does emotional intelligence have a "dark" side? A review of the literature. *Frontiers in Psychology*, *7*, Artikel 1316. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01316>
- Debey, E., De Houwer, J., & Verschuere, B. (2014). Lying relies on the truth. *Cognition*, *132*, 324–334. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.04.009>
- Debey, E., De Schryver, M., Logan, G. D., Suchotzki, K., & Verschuere, B. (2015). From junior to senior Pinocchio: A cross-sectional lifespan investigation of deception. *Acta Psychologica*, *160*, 58–68. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2015.06.007>
- Debey, E., Ridderinkhof, R. K., De Houwer, J., De Schryver, M., & Verschuere, B. (2015). Suppressing the truth as a mechanism of deception: Delta plots reveal the role of response inhibition in lying. *Consciousness and Cognition*, *37*, 148–159. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2015.09.005>
- Debey, E., Verschuere, B., & Crombez, G. (2012). Lying and executive control: An experimental investigation using ego depletion and goal neglect. *Acta Psychologica*, *140*, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.03.004>
- DePaulo, B. M., Lindsay, J. J., Malone, B. E., Muhlenbruck, L., Charlton, K., & Cooper, H. (2003). Cues to deception. *Psychological Bulletin*, *129*, 74–118. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.129.1.74>
- Dilling, H., & Freyberger, H. J. (2016). *ICD-10: Taschenführer zur ICD-10-Klassifikation psychischer Störungen* (8. Aufl.). Bern: Hogrefe.
- Dove, A., Pollmann, S., Schubert, T., Wiggins, C. J., & von Cramon, D. Y. (2000). Prefrontal cortex activation in task switching: An event-related fMRI study. *Cognitive Brain Research*, *9*, 103–109. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(99\)00029-4](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(99)00029-4)

- du Boisgueheneuc, F., Levy, R., Volle, E., Seassau, M., Duffau, H., Kinkingnehun, S., ... Dubois, B. (2006). Functions of the left superior frontal gyrus in humans: A lesion study. *Brain*, *129*, 3315–3328. <https://doi.org/10.1093/brain/awl244>
- Duran, N. D., Dale, R., & McNamara, D. S. (2010). The action dynamics of overcoming the truth. *Psychonomic Bulletin & Review*, *17*, 486–491. <https://doi.org/10.3758/PBR.17.4.486>
- Ehrenstein, W. H., & Arnold-Schulz-Gahmen, B. E. (1997). *Seitenbevorzugung von Auge, Ohr, Hand und Fuß*. Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund. Abgerufen von [https://www.sport.uni-mainz.de/physio/pdf/Lateral\\_BASG\\_WE\\_IfADo.pdf](https://www.sport.uni-mainz.de/physio/pdf/Lateral_BASG_WE_IfADo.pdf)
- Ekman, P. (1985). *Telling lies: Clues to deceit in the marketplace, politics, and marriage*. New York: W. W. Norton.
- Ekman, P. (1997). Deception, lying and demeanor. In D. F. Halpern, & A. E. Voiskounsky (Hrsg.), *States of mind: American and post-Soviet perspectives on contemporary issues in psychology* (S. 93–105). New York: Oxford University Press. Abgerufen von <https://www.paulekman.com/wp-content/uploads/2013/07/Deception-Lying-And-Demeanor.pdf>
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1969). Nonverbal leakage and clues to deception. *Psychiatry*, *32*, 88–106. <https://doi.org/10.1080/00332747.1969.11023575>
- Erat, S., & Gneezy, U. (2011). White lies. *Management Science*, *58*, 723–733. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1110.1449>
- Evans, J. R., Michael, S. W., Meissner, C. A., & Brandon, S. E. (2013). Validating a new assessment method for deception detection: Introducing a psychologically based credibility assessment tool. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *2*, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2013.02.002>

- Fahrenberg, J., Hampel, R., & Selg, H. (2010). *FPI-R: Freiburger Persönlichkeitsinventar* (8., erweiterte Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Farwell, L. A. (2012). Brain fingerprinting: A comprehensive tutorial review of detection of concealed information with event-related brain potentials. *Cognitive Neurodynamics*, *6*, 115–154. <https://doi.org/10.1007/s11571-012-9192-2>
- Fecteau, S., Boggio, P., Fregni, F., & Pascual-Leone, A. (2013). Modulation of untruthful responses with non-invasive brain stimulation. *Frontiers in Psychiatry*, *3*, Artikel 97. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2012.00097>
- Fenn, E., McGuire, M., Langben, S., & Blandón-Gitlin, I. (2015). A reverse order interview does not aid deception detection regarding intentions. *Frontiers in Psychology*, *6*, Artikel 1298. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01298>
- Ford, E. B. (2006). Lie detection: Historical, neuropsychiatric and legal dimensions. *International Journal of Law and Psychiatry*, *29*, 159–177. <https://doi.org/10.1016/j.ijlp.2005.07.001>
- Fosgaard, T. R. (2020). Students cheat more: Comparing the dishonesty of a student sample and a representative sample in the laboratory. *The Scandinavian Journal of Economics*, *122*, 257–279. <https://doi.org/10.1111/sjoe.12326>
- Frank, M. G., & Svetieva, E. (2012). Lies worth catching involve both emotion and cognition. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *1*, 131–133. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2012.04.006>
- Friesen, L., & Gangadharan, L. (2012). Individual level evidence of dishonesty and the gender effect. *Economic Letters*, *117*, 624–626. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.08.005>
- Fu, G., Evans, A. D., Wang, L., & Lee, K. (2008). Lying in the name of the collective good: A developmental study. *Developmental Science*, *11*, 495–503. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00695.x>

- Fu, G., Xu, F., Cameron, C. A., Heyman, G., & Lee, K. (2007). Cross-cultural differences in children's choices, categorizations, and evaluations of truths and lies. *Developmental Psychology, 43*, 278–293. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.2.278>
- Furedy, J. J., Davis, C., & Gurevich, M. (1988). Differentiation of deception as a psychological process: A psychophysiological approach. *Psychophysiology, 25*, 683–688. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1988.tb01908.x>
- Gächter, S., & Schulz, J. F. (2016). Intrinsic honesty and the prevalence of rule violations across societies. *Nature, 531*, 496–499. <https://doi.org/10.1038/nature17160>
- Gamer, M. (2014). Mind reading using neuroimaging: Is this the future of deception detection? *European Psychologist, 19*, 172–183. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000193>
- Gamer, M., Verschuere, B., Crombez, G., & Vossel, G. (2008). Combining physiological measures in the detection of concealed information. *Physiology & Behavior, 95*, 333–340. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2008.06.011>
- Ganis, G., & Keenan, J. P. (2009). The cognitive neuroscience of deception. *Social Neuroscience, 4*, 465–472. <https://doi.org/10.1080/17470910802507660>
- Ganis, G., Kosslyn, S. M., Stose, S., Thompson, W. L., & Yurgelun-Todd, D. A. (2003). Neural correlates of different types of deception: An fMRI investigation. *Cerebral Cortex, 13*, 830–836. <https://doi.org/10.1093/cercor/13.8.830>
- Ganis, G., Rosenfeld, J. P., Meixner, J., Kievit, R. A., & Schendan, H. E. (2011). Lying in the scanner: Covert countermeasures disrupt deception detection by functional magnetic resonance imaging. *NeuroImage, 55*, 312–319. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.11.025>
- Garrett, N., Lazzaro, S. C., Ariely, D., & Sharot, T. (2016). The brain adapts to dishonesty. *Nature Neuroscience, 19*, 1727–1732. <https://doi.org/10.1038/nn.4426>

- Geis, F. L., & Moon, T. H. (1981). Machiavellianism and deception. *Journal of Personality and Social Psychology*, *41*, 766–775. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.41.4.766>
- Glenn, A. L., Han, H., Yang, Y. L., Raine, A., & Schug, R. A. (2017). Associations between psychopathic traits and brain activity during instructed false responding. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *266*, 123–137. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2017.06.008>
- Goldberg, I. I., Harel, M., & Malach, R. (2006). When the brain loses its self: Prefrontal inactivation during sensorimotor processing. *Neuron*, *50*, 329–339. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.03.015>
- Gombos, V. A. (2006). The cognition of deception: The role of executive processes in producing lies. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, *132*, 197–214. <https://doi.org/10.3200/MONO.132.3.197-214>
- Grahn, J. A., Parkinson, J. A., & Owen, A. M. (2008). The cognitive functions of the caudate nucleus. *Progress in Neurobiology*, *86*, 141–155. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2008.09.004>
- Greely, H. T., & Illes, J. (2007). Neuroscience-based lie detection: The urgent need for regulation. *American Journal of Law & Medicine*, *33*, 377–431. <https://doi.org/10.1177/009885880703300211>
- Greene, J. D., & Paxton, J. M. (2009). Patterns of neural activity associated with honest and dishonest moral decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*, 12506–12511. <https://doi.org/10.1073/pnas.0900152106>
- Grice, H. P. (1975). Logic and conversation. In P. Cole, & J. L. Morgan (Hrsg.), *Syntax and semantics volume 3: Speech acts* (S. 41–58). New York: Elsevier Academic Press. Abgerufen von <https://www.ucl.ac.uk/ls/studypacks/Grice-Logic.pdf>
- Gupta, S., Sakamoto, K., & Ortony, A. (2012). Telling it like it isn't: A comprehensive approach to analyzing verbal deception. In F. Paglieri, L. Tummolini, R. Falcone, &

- M. Miceli (Hrsg.), *The goals of cognition. Festschrift for Christiano Castelfranchi* (S. 567–600). London, UK: College Publications.
- Habel, U., & Fink, G. R. (2007). Planung und Umsetzung experimenteller Paradigmen. In F. Schneider, & G. R. Fink (Hrsg.), *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie* (S. 115–132). Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-68558-6\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-540-68558-6_7)
- Hare, R. D. (2006). Psychopathy: A clinical and forensic overview. *The Psychiatric Clinics of North America*, 29, 709–724. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2006.04.007>
- Hartwig, M., Granhag, P. A., & Luke, T. (2014). Strategic use of evidence during investigative interviews: The state of the science. In D. Raskin, C. Honts, & J. Kircher (Hrsg.), *Credibility assessment: Scientific research and applications* (S. 1–36). San Diego, CA: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394433-7.00001-4>
- Hartwig, M., Granhag, P. A., & Strömwall, L. A. (2007). Guilty and innocent suspects' strategies during police interrogations. *Psychology, Crime & Law*, 13, 213–227. <https://doi.org/10.1080/10683160600750264>
- Hartwig, M., Granhag, P. A., Strömwall, L. A., & Doering, N. (2010). Impression and information management: On the strategic self-regulation of innocent and guilty suspects. *The Open Criminology Journal*, 3, 10–16. <https://doi.org/10.2174/1874917801003010010>
- Hauch, V., Masip, J., Blandón-Gitlin, I., & Sporer, S. L. (2012). Linguistic cues to deception assessed by computer programs: A meta-analysis. In E. Fitzpatrick, J. Bachenko, & T. Fornaciari (Hrsg.), *Proceedings of the workshop on computational approaches to deception detection* (S. 1–4). Stroudsburg, PA: Association for Computational Linguistics. Abgerufen von <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2388616.2388617>
- Hauch, V., Sporer, S. L., Michael, S. W., & Meissner, C. A. (2016). Does training improve the detection of deception? A meta-analysis. *Communication Research*, 43, 283–343. <https://doi.org/10.1177/0093650214534974>

- Haynes, J.-D. (2008). Detecting deception from neuroimaging signals – a data-driven perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 126–127. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.01.003>
- Haynes, J.-D., & Rees, G. (2006). Decoding mental states from brain activity in humans. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 523–534. <https://doi.org/10.1038/nrn1931>
- Helmstaedter, C., Lendt, M., & Lux, S. (2001). *Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT)*. Göttingen: Hogrefe.
- Hines, A., Colwell, K., Anisman, C., Garrett, E., Ansarra, R., & Montalvo, L. (2010). Impression management strategies of deceivers and honest reporters in an investigative interview. *The European Journal of Psychology Applied to Legal Context*, 2, 73–90.
- Honts, C. R. (2014). Countermeasures and credibility assessment. In D. C. Raskin, C. R. Honts, & J. C. Kircher (Hrsg.), *Credibility assessment: Scientific research and applications* (S. 131–158). San Diego, CA: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394433-7.00004-X>
- Hopper, R., & Bell, R. A. (1984). Broadening the deception construct. *Quarterly Journal of Speech*, 70, 288–302. <https://doi.org/10.1080/00335638409383698>
- Hsu, C.-W., Begliomini, C., Dall'Acqua, T., & Ganis, G. (2019). The effect of mental countermeasures on neuroimaging-based concealed information tests. *Human Brain Mapping*, 40, 2899–2916. <https://doi.org/10.1002/hbm.24567>
- Hu, C., Huang, K., Hu, X., Liu, Y., Yuan, F., Wang, Q., & Fu, G. (2015). Measuring the cognitive resources consumed per second for real-time lie-production and recollection: A dual-tasking paradigm. *Frontiers in Psychology*, 6, Artikel 596. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00596>

- Hu, X., Chen, H., & Fu, G. (2012). A repeated lie becomes a truth? The effect of intentional control and training on deception. *Frontiers in Psychology, 3*, Artikel 488. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00488>
- Hu, X., Evans, A., Wu, H., Lee, K., & Fu, G. (2013). An interfering dot-probe task facilitates the detection of mock crime memory in a reaction time (RT)-based concealed information test. *Acta Psychologica, 142*, 278–285. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.12.006>
- Hughes, C. J., Farrow, T. F. D., Hopwood, M.-C., Pratt, A., Hunter, M. D., & Spence, S. A. (2005). Recent developments in deception research. *Current Psychiatry Reviews, 1*, 273–279. <https://doi.org/10.2174/157340005774575118>
- IBM Corp. (2016). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Ito, A., Abe, N., Fujii, T., Hayashi, A., Ueno, A., Mugikura, S., ... Mori, E. (2012). The contribution of the dorsolateral prefrontal cortex to the preparation for deception and truth-telling. *Brain Research, 1464*, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.05.004>
- Ito, A., Abe, N., Fujii, T., Ueno, A., Koseki, Y., Hashimoto, R., ... Mori, E. (2011). The role of the dorsolateral prefrontal cortex in deception when remembering neutral and emotional events. *Neuroscience Research, 69*, 121–128. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2010.11.001>
- Jacobsen, C., Fosgaard, T. R., & Pascual-Ezama, D. (2018). Why do we lie? A practical guide to the dishonesty literature. *Journal of Economic Surveys, 32*, 357–387. <https://doi.org/10.1111/joes.12204>
- Jelovcich, M. (2017). The neural correlates of deception as evidence in courts: An ongoing debate. *Biolaw Journal – Rivista di BioDiritto, 3*, 161–183. <https://dx.doi.org/10.15168/2284-4503-269>

- Jenkins, A. C., Zhu, L., & Hsu, M. (2016). Cognitive neuroscience of honesty and deception: A signaling framework. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *11*, 130–137. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.09.005>
- Jensen, L. A., Arnett, J. J., Feldman, S. S., & Cauffman, E. (2004). The right to do wrong: Lying to parents among adolescents and emerging adults. *Journal of Youth and Adolescence*, *33*, 101–112. <https://doi.org/10.1023/B:JOYO.0000013422.48100.5a>
- Jiang, W., Liu, H., Liao, J., Ma, X., Rong, P., Tang, Y., & Wang, W. (2013). A functional MRI study of deception among offenders with antisocial personality disorders. *Neuroscience*, *244*, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.03.055>
- Jiang, W., Liu, H., Zeng, L., Liao, J., Shen, H., Luo, A., ... Wang, W. (2015). Decoding the processing of lying using functional connectivity MRI. *Behavioral and Brain Functions*, *11*, Artikel 1. <https://doi.org/10.1186/s12993-014-0046-4>
- Johnson, M. K., & Raye, C. L. (1981). Reality monitoring. *Psychological Review*, *88*, 67–85. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.88.1.67>
- Johnson, R., Barnhardt, J., & Zhu, J. (2004). The contribution of executive processes to deceptive responding. *Neuropsychologia*, *42*, 878–901. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.005>
- Kalbe, E., Grabenhorst, F., Brand, M., Kessler, J., Hilker, R., & Markowitsch, H. J. (2007). Elevated emotional reactivity in affective but not cognitive components of theory of mind: A psychophysiological study. *Journal of Neuropsychology*, *1*, 27–38. <https://doi.org/10.1348/174866407X180792>
- Karim, A. A., Schneider, M., Lotze, M., Veit, R., Sauseng, P., Braun, C., & Birbaumer, N. (2010). The truth about lying: Inhibition of the anterior prefrontal cortex improves deceptive behavior. *Cerebral Cortex*, *20*, 205–213. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp090>

- Karton, I., & Bachmann, T. (2011). Effect of prefrontal transcranial magnetic stimulation on spontaneous truth-telling. *Behavioural Brain Research*, *225*, 209–214. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.07.028>
- Karton, I., Palu, A., Jöks, K., & Bachmann, T. (2014). Deception rate in a “lying game”: Different effects of excitatory repetitive transcranial magnetic stimulation of right and left dorsolateral prefrontal cortex not found with inhibitory stimulation. *Neuroscience Letters*, *583*, 21–25. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.09.020>
- Karton, I., Rinne, J.-M., & Bachmann, T. (2014). Facilitating the right but not left DLPFC by TMS decreases truthfulness of object-naming responses. *Behavioural Brain Research*, *271*, 89–93. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.05.059>
- Kashy, D. A., & DePaulo, B. M. (1996). Who lies? *Journal of Personality and Social Psychology*, *70*, 1037–1051. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.70.5.1037>
- Keltikangas-Järvinen, L., & Lindeman, M. (1997). Evaluation of theft, lying, and fighting in adolescence. *Journal of Youth and Adolescence*, *26*, 467–483. <https://doi.org/10.1023/A:1024585406173>
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, *303*, 1023–1026. <https://doi.org/10.1126/science.1089910>
- Kilduff, M., Chiaburu, D. S., & Menges, J. I. (2010). Strategic use of intelligence in organizational settings: Exploring the dark side. *Research in Organizational Behavior*, *30*, 129–152. <https://doi.org/10.1016/j.riob.2010.10.002>
- Kim, H., & Cabeza, R. (2007). Trusting our memories: Dissociating the neural correlates of confidence in veridical versus illusory memories. *Journal of Neuroscience*, *27*, 12190–12197. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3408-07.2007>
- Kireev, M., Korotkov, A., Medvedeva, N., Masharipov, R., & Medvedev, S. (2017). Deceptive but not honest manipulative actions are associated with increased

- interaction between middle and inferior frontal gyri. *Frontiers in Neuroscience*, 11, Artikel 482. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00482>
- Kireev, M., Korotkov, A., Medvedeva, N., & Medvedev, S. (2013). Possible role of an error detection mechanism in brain processing of deception: PET-fMRI study. *International Journal of Psychophysiology*, 90, 291–299. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.09.005>
- Kireev, M. V., Medvedeva, N. S., Korotkov, A. D., & Medvedev, S. V. (2015). Functional interactions between caudate nuclei and inferior frontal gyrus in deliberate deception processing. *Human Physiology*, 41, 22–26. <https://doi.org/10.1134/S0362119715010065>
- Kompus, K., Specht, K., Erslund, L., Juvodden, H. T., van Wagneningen, H., Hugdahl, K., & Westerhausen, R. (2012). A forced-attention dichotic listening fMRI study on 113 subjects. *Brain and Language*, 121, 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2012.03.004>
- Konishi, S., Jimura, K., Asari, T., & Miyashita, Y. (2003). Transient activation of superior prefrontal cortex during inhibition of cognitive set. *Journal of Neuroscience*, 23, 7776–7782. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-21-07776.2003>
- Kozel, F. A., Johnson, K. A., Grenesko, E. L., Laken, S. J., Kose, S., Lu, X., ... George, M. S. (2009). Functional MRI detection of deception after committing a mock sabotage crime. *Journal of Forensic Sciences*, 54, 220–231. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00927.x>
- Kozel, F. A., Johnson, K. A., Mu, Q., Grenesko, E. L., Laken, S. J., & George, M. S. (2005). Detecting deception using functional magnetic resonance imaging. *Biological Psychiatry*, 58, 605–613. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.07.040>
- Kozel, F. A., Laken, S. J., Johnson, K. A., Boren, B., Mapes, K. S., Morgan, P. S., & George, M. S. (2009). Replication of functional MRI detection of deception. *The Open Forensic Science Journal*, 2, 6–11. <https://doi.org/10.2174/1874402800902010006>

- Kozel, F. A., Revell, L. J., Lorberbaum, J. P., Shastri, A., Elhai, J. D., Horner, M. D., ... George, M. S. (2004). A pilot study of functional magnetic resonance imaging brain correlates of deception in healthy young men. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, *16*, 295–305. <https://doi.org/10.1176/jnp.16.3.295>
- Kühnel, S., & Markowitsch, H. J. (2008). Falsche Erinnerungen. In A. Sentker, & F. Wigger (Hrsg.), *Schaltstelle Gehirn: Denken, Erkennen, Handeln* (S. 50–76). Heidelberg: Spektrum.
- Kühnel, S., & Markowitsch, H. J. (2009). *Falsche Erinnerungen. Die Sünden des Gedächtnisses*. Heidelberg: Spektrum.
- Kühnel, S., Mertens, M., Woermann, F. G., & Markowitsch, H. J. (2008). Brain activations during correct and false recognitions of visual stimuli: Implications for eyewitness decisions on an fMRI study using a film paradigm. *Brain Imaging and Behavior*, *2*, Artikel 163. <https://doi.org/10.1007/s11682-008-9026-3>
- Lancaster, J. L., Tordesillas-Gutiérrez, D., Martinez, M., Salinas, F., Evans, A., Zilles, K., ... Fox, P. T. (2007). Bias between MNI and Talairach coordinates analyzed using the ICBM-152 brain template. *Human Brain Mapping*, *28*, 1194–1205. <https://doi.org/10.1002/hbm.20345>
- Langleben, D. D., Loughead, J. W., Bilker, W. B., Ruparel, K., Childress, A. R., Busch, S. I., & Gur, R. C. (2005). Telling truth from lie in individual subjects with fast event-related fMRI. *Human Brain Mapping*, *26*, 262–272. <https://doi.org/10.1002/hbm.20191>
- Langleben, D. D., Schroeder, L., Maldjian, J. A., Gur, R. C., McDonald, S., Ragland, J. D., ... Childress, A. R. (2002). Brain activity during simulated deception: An event-related functional magnetic resonance study. *NeuroImage*, *15*, 727–732. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.1003>

- Lavoie, J., Yachison, S., Crossman, A., & Talwar, V. (2017). Polite, instrumental, and dual liars: Relation to children's developing social skills and cognitive ability. *International Journal of Behavioral Development, 41*, 257–264. <https://doi.org/10.1177/0165025415626518>
- Leal, S., Vrij, A., Fisher, R. P., & van Hooff, H. (2008). The time of the crime: Cognitively induced tonic arousal suppression when lying in a free recall context. *Acta Psychologica, 129*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.03.015>
- Leal, S., Vrij, A., Vernham, Z., Dalton, G., Jupe, L. M., Nahari, G., & Rozmann, N. (2019). Using the model statement to elicit verbal differences between truth tellers and liars amongst Arab interviewees: A partial replication of Leal, Vrij, Deeb, and Jupe (2018). *Applied Cognitive Psychology, 33*, 1008–1017. <https://doi.org/10.1002/acp.3536>
- Lee, K. (2013). Little liars: Development of verbal deception in children. *Child Development Perspectives, 7*, 91–96. <https://doi.org/10.1111/cdep.12023>
- Lee, T. M. C., Au, R. K. C., Liu, H.-L., Ting, K. H., Huang, C.-M., & Chan, C. C. H. (2009). Are errors differentiable from deceptive responses when feigning memory impairment? An fMRI study. *Brain and Cognition, 69*, 406–412. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.09.002>
- Lee, T. M. C., Lee, T. M. Y., Raine, A., & Chan, C. C. H. (2010). Lying about the valence of affective pictures: An fMRI study. *PLoS ONE, 5*(8), Artikel e12291. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012291>
- Lee, T. M. C., Liu, H.-L., Tan, L.-H., Chan, C. C. H., Mahankali, S., Feng, C.-M., ... Gao, J.-H. (2002). Lie detection by functional magnetic resonance imaging. *Human Brain Mapping, 15*, 157–164. <https://doi.org/10.1002/hbm.10020>
- Lehrl, S. (1999). *Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest MWT-B* (4., überarbeitete Auflage). Balingen: Spitta.

- Leins, D., Fisher, R., & Ross, S. (2012). Exploring liars' strategies for creating deceptive reports. *Legal and Criminological Psychology, 18*, 141–151. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8333.2011.02041.x>
- Leue, A., Lange, S., & Beauducel, A. (2012). "Have you ever seen this face?" – Individual differences and event-related potentials during deception. *Frontiers in Psychology, 3*, Artikel 570. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00570>
- Levine, T. R. (2014). Truth-default theory (TDT): A theory of human deception and deception detection. *Journal of Language and Social Psychology, 33*, 378–392. <https://doi.org/10.1177/0261927X14535916>
- Levine, T. R., Park, H. S., & McCornack, S. A. (1999). Accuracy in detecting truths and lies: Documenting the "veracity effect". *Communication Monographs, 66*, 125–144. <https://doi.org/10.1080/03637759909376468>
- Li, A. S., Kelley, E. A., Evans, A. D., & Lee, K. (2011). Exploring the ability to deceive in children with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 41*, 185–195. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-1045-4>
- Li, F., Zhu, H., Gao, Q., Xu, G., Li, X., Hu, Z., & He, S. (2015). Using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) to detect the prefrontal cortical responses to deception under different motivations. *Biomedical Optics Express, 6*, 3503–3514. <https://doi.org/10.1364/BOE.6.003503>
- Lisofsky, N., Kazzner, P., Heekeren, H. R., & Prehn, K. (2014). Investigating socio-cognitive processes in deception: A quantitative meta-analysis of neuroimaging studies. *Neuropsychologia, 61*, 113–122. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.06.001>
- Loftus, E. F. (1995). Memory malleability: Constructivist and fuzzy-trace explanations. *Learning and Individual Differences, 7*, 133–137. [https://doi.org/10.1016/1041-6080\(95\)90026-8](https://doi.org/10.1016/1041-6080(95)90026-8)

- Loftus, E. F. (2002). Memory faults and fixes. *Issues in Science and Technology*, *18*, 41–50.
- Loftus, E. F. (2003). Our changeable memories: Legal and practical implications. *Nature Reviews Neuroscience*, *4*, 231–234. <https://doi.org/10.1038/nrn1054>
- MacDonald, A. W., Cohen, J. D., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, *288*, 1835–1838. <https://doi.org/10.1126/science.288.5472.1835>
- Maldjian, J. A., Laurienti, P. J., & Burdette, J. H. (2004). Precentral gyrus discrepancy in electronic versions of the Talairach atlas. *NeuroImage*, *21*, 450–455. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.09.032>
- Maldjian, J. A., Laurienti, P. J., Kraft, R. A., & Burdette, J. H. (2003). An automated method for neuroanatomic and cytoarchitectonic atlas-based interrogation of fMRI data sets. *NeuroImage*, *19*, 1233–1239. [https://doi.org/10.1016/S1053-8119\(03\)00169-1](https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00169-1)
- Mameli, F., Mrakic-Sposta, S., Vergari, M., Fumagalli, M., Macis, M., Ferrucci, R., ... Priori, A. (2010). Dorsolateral prefrontal cortex specifically processes general – but not personal – knowledge deception: Multiple brain networks for lying. *Behavioural Brain Research*, *211*, 164–168. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.03.024>
- Mameli, F., Scarpazza, C., Tomasini, E., Ferrucci, R., Ruggiero, F., Sartori, G., & Priori, A. (2017). The guilty brain: The utility of neuroimaging and neurostimulation studies in forensic field. *Reviews in the Neurosciences*, *28*, 161–172. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2016-0048>
- Mameli, F., Tomasini, E., Scelzo, E., Fumagalli, M., Ferrucci, R., Bertolasi, L., & Priori, A. (2013). Lies tell the truth about cognitive dysfunction in essential tremor: An experimental deception study with the guilty knowledge task. *Journal of*

- Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 84, 1008–1013.  
<https://doi.org/10.1136/jnnp-2012-304674>
- Mann, S., Vrij, A., & Bull, R. (2002). Suspects, lies, and videotape: An analysis of authentic high-stake liars. *Law and Human Behavior*, 26, 365–376.  
<https://dx.doi.org/10.1023/A:1015332606792>
- Maréchal, M. A., Cohn, A., Ugazio, G., & Ruff, C. C. (2017). Increasing honesty in humans with noninvasive brain stimulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, 4360–4364. <https://doi.org/10.1073/pnas.1614912114>
- Markowitsch, H. J. (1998). Differential contribution of right and left amygdala to affective information processing. *Behavioural Neurology*, 11, 233–244.  
<https://dx.doi.org/10.1155/1999/180434>
- Markowitsch, H. J. (2008). Neuroscience and crime. *Neurocase*, 14, 1–6.  
<https://doi.org/10.1080/13554790801994756>
- Markowitsch, H. J. (2009). Tatort Gehirn. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 20, 169–177.  
<https://doi.org/10.1024/1016-264X.20.3.169>
- Markowitsch, H. J., & Siefer, W. (2007). *Tatort Gehirn: Auf der Suche nach dem Ursprung des Verbrechens*. Frankfurt am Main: Campus.
- Markowitsch, H. J., & Staniloiu, A. (2011a). Amygdala in action: Relaying biological and social significance to autobiographical memory. *Neuropsychologia*, 49, 718–733.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.10.007>
- Markowitsch, H. J., & Staniloiu, A. (2011b). Neuroscience, neuroimaging and the law. *Cortex*, 47, 1248–1251. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.06.013>
- Masip, J. (2005). “Is the liar caught sooner than the cripple?” Popular wisdom versus scientific knowledge on the non-verbal detection of deception. *Papeles del Psicólogo*, 26, 78–91.

- Masip, J. (2017). Deception detection: State of the art and future prospects. *Psicothema*, 29, 149–159. <https://doi.org/10.7334/psicothema2017.34>
- Masip, J., Alonso, H., Herrero, C., & Garrido, E. (2016). Experienced and novice officers' generalized communication suspicion and veracity judgments. *Law and Human Behavior*, 40, 169–181. <https://doi.org/10.1037/lhb0000169>
- Masip, J., Garrido, E., & Herrero, C. (2004). Defining deception. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 20, 147–171. Abgerufen von <https://revistas.um.es/analesps/article/view/27631/26801>
- Masip, J., & Sánchez, N. (2019). How people really suspect lies: A re-examination of Novotny et al.'s (2018) data. *Journal of Nonverbal Behavior*, 43, 481–492. <https://doi.org/10.1007/s10919-019-00309-y>
- Masip, J., Sporer, S. L., Garrido, E., & Herrero, C. (2005). The detection of deception with the reality monitoring approach: A review of the empirical evidence. *Psychology, Crime & Law*, 11, 99–122. <https://doi.org/10.1080/10683160410001726356>
- McCornack, S. A. (1992). Information manipulation theory. *Communication Monographs*, 59, 1–16. <https://doi.org/10.1080/03637759209376245>
- McCornack, S. A., Morrison, K., Paik, J. E., Wisner, A. M., & Zhu, X. (2014). Information Manipulation Theory 2: A propositional theory of deceptive discourse production. *Journal of Language and Social Psychology*, 33, 348–377. <https://doi.org/10.1177/0261927X14534656>
- Meijer, E. H., Klein Selle, N., Elber, L., & Ben-Shakhar, G. (2014). Memory detection with the Concealed Information Test: A meta analysis of skin conductance, respiration, heart rate, and P300 data. *Psychophysiology*, 51, 879–904. <https://doi.org/10.1111/psyp.12239>

- Meijer, E. H., & Verschuere, B. (2017). Deception detection based on neuroimaging: Better than the polygraph? *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, *8*, 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.jofri.2017.03.003>
- Mertens, R., & Allen, J. J. B. (2008). The role of psychophysiology in forensic assessments: Deception detection, ERPs, and virtual reality mock crime scenarios. *Psychophysiology*, *45*, 286–298. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00615.x>
- Mestres-Missé, A., Turner, R., & Friederici, A. D. (2012). An anterior-posterior gradient of cognitive control within the dorsomedial striatum. *NeuroImage*, *62*, 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.05.021>
- Metts, S. (1989). An exploratory investigation of deception in close relationships. *Journal of Social and Personal Relationships*, *6*, 159–179. <https://doi.org/10.1177/026540758900600202>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Mohamed, F. B., Faro, S. H., Gordon, N. J., Platek, S. M., Ahmad, H., & Williams, J. M. (2006). Brain mapping of deception and truth telling about an ecologically valid situation: Functional MR imaging and polygraph investigation—initial experience. *Radiology*, *238*, 679–688. <https://doi.org/10.1148/radiol.2382050237>
- Moritz, S., Gläscher, J., Sommer, T., Büchel, C., & Braus, D. F. (2006). Neural correlates of memory confidence. *NeuroImage*, *33*, 1188–1193. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.08.003>
- Mullin, D. S., King, G. W., Saripalle, S. K., Derakhshani, R. R., Lovelace, C. T., & Burgoon, J. K. (2014). Deception effects on standing center of pressure. *Human Movement Science*, *38*, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.08.009>

- Nahari, G., & Nisin, Z. (2019). Digging further into the speech of liars: Future research prospects in verbal lie detection. *Frontiers in Psychiatry, 10*, Artikel 56. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2019.00056>
- Nahari, G., Vrij, A., & Fisher, R. P. (2014). Exploiting liars' verbal strategies by examining the verifiability of details. *Legal and Criminological Psychology, 19*, 227–239. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8333.2012.02069.x>
- Nahari, T., Breska, A., Elber, L., Klein Selle, N., & Ben-Shakar, G. (2017). The external validity of the Concealed Information Test: The effect of choosing to commit a mock crime. *Applied Cognitive Psychology, 31*, 81–90. <https://doi.org/10.1002/acp.3304>
- National Research Council (2003). *The polygraph and lie detection*. Washington, DC: The National Academic Press. <https://doi.org/10.17226/10420>
- Newton, P., Reddy, V., & Bull, R. (2000). Children's everyday deception and performance on false-belief tasks. *British Journal of Developmental Psychology, 18*, 297–317. <https://doi.org/10.1348/026151000165706>
- Nortje, A., & Tredoux, C. (2019). How good are we at detecting deception? A review of current techniques and theories. *South African Journal of Psychology, 49*, 491–504. <https://doi.org/10.1177/0081246318822953>
- Novotny, E., Carr, Z., Frank, M. G., Dietrich, S. B., Shaddock, T., Cardwell, M., & Decker, A. (2018). How people really suspect and discover lies. *Journal of Nonverbal Behavior, 42*, 41–52. <https://doi.org/10.1007/s10919-017-0263-2>
- Nuñez, J. M., Casey, B. J., Egner, T., Hare, T., & Hirsch, J. (2005). Intentional false responding shares neural substrates with response conflict and cognitive control. *NeuroImage, 25*, 267–277. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.10.041>

- O'Connor, A. M., & Evans, A. D. (2018). The relation between having siblings and children's cheating and lie-telling behaviors. *Journal of Experimental Child Psychology*, *168*, 49–60. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.12.006>
- Oesch, N. (2016). Deception as a derived function of language. *Frontiers in Psychology*, *7*, Artikel 1485. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01485>
- Ofen, N., Whitfield-Gabrieli, S., Chai, X. J., Schwarzlose, R. F., & Gabrieli, J. D. E. (2017). Neural correlates of deception: Lying about past events and personal beliefs. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *12*, 116–127. <https://doi.org/10.1093/scan/nsw151>
- O'Hair, H. D., Cody, M. J., & McLaughlin, M. L. (1981). Prepared lies, spontaneous lies, Machiavellianism, and nonverbal communication. *Human Communication Research*, *7*, 325–339. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.1981.tb00579.x>
- Ortega, A., Labrenz, S., Markowitsch, H. J., & Piefke, M. (2013). Diagnostic accuracy of a Bayesian latent group analysis for the detection of malingering-related poor effort. *The Clinical Neuropsychologist*, *27*, 1019–1042. <https://doi.org/10.1080/13854046.2013.806677>
- Ortega, A., Piefke, M., & Markowitsch, H. J., (2014). A Bayesian latent group analysis for detecting poor effort in a sample of cognitively impaired patients. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *36*, 659–667. <https://doi.org/10.1080/13803395.2014.926863>
- Ortega, A., Wagenmakers, E.-J., Lee, M. D., Markowitsch, H. J., & Piefke, M. (2012). A Bayesian latent group analysis for detecting poor effort in the assessment of malingering. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *27*, 453–465. <https://doi.org/10.1093/arclin/acs038>
- Osterrieth, P. A. (1944). The test of copying a complex figure: A contribution to the study of perception and memory. *Archives de Psychologie*, *30*, 286–356.

- Owen, A. M. (1997). The functional organization of working memory processes within human lateral frontal cortex: The contribution of functional neuroimaging. *European Journal of Neuroscience*, *9*, 1329–1339. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.1997.tb01487.x>
- Pascual-Ezama, D., Fosgaard, T. R., Cardenas, J. C., Kujal, P., Veszteg, R., Gil-Gómez de Liaño, B., ... Brañas-Garza, P. (2015). Context-dependent cheating: Experimental evidence from 16 countries. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *116*, 379–386. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2015.04.020>
- Panasiti, M. S., Cardone, D., Pavone, E. F., Mancini, A., Merla, A., & Aglioti, S. M. (2016). Thermal signatures of voluntary deception in ecological conditions. *Scientific Reports*, *6*, Artikel 35174. <https://doi.org/10.1038/srep35174>
- Panasiti, M. S., Pavone, E. F., Mancini, A., Merla, A., Grisoni, L., & Aglioti, S. M. (2014). The motor cost of telling lies: Electrocortical signatures and personality foundations of spontaneous deception. *Social Neuroscience*, *9*, 573–589. <https://doi.org/10.1080/17470919.2014.934394>
- Panasiti, M. S., Pavone, E. F., Merla, A., & Aglioti, S. M. (2011). Situational and dispositional determinants of intentional deceiving. *PLoS ONE*, *6*(4), Artikel e19465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019465>
- Park, K. K., Suk, H. W., Hwang, H., & Lee, J.-H. (2013). A functional analysis of deception detection of a mock crime using infrared thermal imaging and the Concealed Information Test. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, Artikel 70. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00070>
- Phan, K. L., Magalhaes, A., Ziemlewicz, T. J., Fitzgerald, D. A., Green, C., & Smith, W. (2005). Neural correlates of telling lies: A functional magnetic resonance imaging study at 4 Tesla. *Academic Radiology*, *12*, 164–172. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2004.11.023>

- Phan, K. L., Wager, T., Taylor, S. F., & Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: A meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *NeuroImage*, *16*, 331–348. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1087>
- Piefke, M., & Markowitsch, H. J. (2008). Neuroanatomische und neurofunktionelle Grundlagen gestörter kognitiv-emotionaler Verarbeitungsprozesse bei Straftätern. In K.-J. Grün, G. Roth, & M. Friedman (Hrsg.), *Entmoralisierung des Rechts – Maßstäbe der neuesten Hirnforschung für das Strafrecht* (S. 96–130). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Pieperhoff, P., Mohlberg, H., & Amunts, K. (2007). Grundlagen der Morphometrie und Integration anatomischer und funktioneller Bilddaten. In F. Schneider, & G. R. Fink (Hrsg.), *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie* (S. 79–89). Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-68558-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-540-68558-6_4)
- Pornpattananangkul, N., Zhen, S., & Yu, R. (2017). Common and distinct neural correlates of self-serving and prosocial dishonesty. *Human Brain Mapping*, *39*, 3086–3103. <https://doi.org/10.1002/hbm.24062>
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, *1*, 515–526. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00076512>
- Putcha, D., McGinnis, S. M., Brickhouse, M., Wong, B., Sherman, J. C., & Dickerson, B. C. (2018). Executive dysfunction contributes to verbal encoding and retrieval deficits in posterior cortical atrophy. *Cortex*, *106*, 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.04.010>
- Raine, A., Lencz, T., Bihrlé, S., LaCasse, L., & Colletti, P. (2000). Reduced prefrontal gray matter volume and reduced autonomic activity in antisocial personality disorder. *Archives of General Psychiatry*, *57*, 119–127. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.57.2.119>

- Ramnani, N., & Owen, A. M. (2004). Anterior prefrontal cortex: Insights into function from anatomy and neuroimaging. *Nature Reviews Neuroscience*, *5*, 184–194. <https://doi.org/10.1038/nrn1343>
- Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, *8*, 271–276. <https://doi.org/10.2466/pms.1958.8.3.271>
- Ridderinkhof, K. R., Ullsperger, M., Crone, E. A., & Nieuwenhuis, S. (2004). The role of the medial frontal cortex in cognitive control. *Science*, *306*, 443–447. <https://doi.org/10.1126/science.1100301>
- Ridderinkhof, K. R., van den Wildenberg, W. P. M., Segalowitz, S. J., & Carter, C. S. (2004). Neurocognitive mechanisms of cognitive control: The role of prefrontal cortex in action selection, response inhibition, performance monitoring, and reward-based learning. *Brain and Cognition*, *56*, 129–140. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.09.016>
- Riggio, R., Tucker, J., & Throckmorton, B. (1987). Social skills and deception ability. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *13*, 568–577. <https://doi.org/10.1177/0146167287134013>
- Rockwell, P., Buller, D. B., & Burgoon, J. K. (1997). The voice of deceit: Refining and expanding vocal cues to deception. *Communication Research Reports*, *14*, 451–459. <https://doi.org/10.1080/08824099709388688>
- Roelfsema, P. R., Denys, D., & Klink, C. (2018). Mind reading and writing: The future of neurotechnology. *Trends in Cognitive Sciences*, *22*, 598–610. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.04.001>
- Rosenberger, L. A., Pfabigan, D. M., Lehner, B., Keckeis, K., Seidel, E.-M., Eisenegger, C., & Lamm, C. (2019). Fairness norm violations in anti-social psychopathic offenders in a repeated trust game. *Translational Psychiatry*, *9*, Artikel 266. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0606-3>

- Rosenfeld, J. P., Soskins, M., Bosh, G., & Ryan, A. (2004). Simple, effective countermeasures to P300-based tests of detection of concealed information. *Psychophysiology*, *41*, 205–219. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2004.00158.x>
- Rowe, J. B., Toni, I., Josephs, O., Frackowiak, R. S., & Passingham, R. E. (2000). The prefrontal cortex: Response selection or maintenance within working memory? *Science*, *288*, 1656–1660. <https://doi.org/10.1126/science.288.5471.1656>
- Rubia, K., Smith, A. B., Brammer, M. J., & Taylor, E. (2003). Right inferior prefrontal cortex mediates response inhibition while mesial prefrontal cortex is responsible for error detection. *NeuroImage*, *20*, 351–358. [https://doi.org/10.1016/S1053-8119\(03\)00275-1](https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00275-1)
- Ruprecht, C., Gruppe, H., Bauer, E., Lockhofen, D., Iffland, J., & Sammer, G. (2017). *DataWeasel – Logfile analysis search, filter, calculate, and batch mode with a graphical user interface*. Cognitive Neuroscience – Center for Psychiatry Giessen, CNS@ZPG, Justus-Liebig-Universität Giessen. Abgerufen von <https://www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb11/institute/klinik/psychiatrie/down/dawe>
- Rushworth, M., Walton, M., Kennerley, S., & Bannerman, D. (2004). Action sets and decisions in the medial frontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*, 410–417. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.07.009>
- Sarzynska, J., Falkiewicz, M., Riegel, M., Babula, J., Margulies, D. S., Necka, E., ... Szatkowska, I. (2017). More intelligent extraverts are more likely to deceive. *PLoS ONE*, *12*(4), Artikel e0176591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176591>
- Schmidt, C. C., Timpert, D. C., Arend, I., Vossel, S., Dovern, A., Saliger, J., ... Weiss, P. H. (2018). Preserved but less efficient control of response interference after unilateral lesions of the striatum. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*, Artikel 414. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00414>

- Schulte-Ruether, M., Markowitsch, H. J., Shah, N. J., Fink, G. R., & Piefke, M. (2008). Gender differences in brain networks supporting empathy. *Neuroimage*, *42*, 393–403. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.04.180>
- Seghier, M. L. (2013). The angular gyrus: Multiple functions and multiple subdivisions. *The Neuroscientist*, *19*, 43–61. <https://doi.org/10.1177/1073858412440596>
- Semrad, M., Scott-Parker, B., & Nagel, M. (2019). Personality traits of a good liar: A systematic review of the literature. *Personality and Individual Differences*, *147*, 306–316. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.05.007>
- Semrud-Clikeman, M., Steingard, R. J., Filipek, P., Biederman, J., Bekken, K., & Renshaw, P. F. (2000). Using MRI to examine brain-behavior relationships in males with attention deficit disorder with hyperactivity. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *39*, 477–484. <https://doi.org/10.1097/00004583-200004000-00017>
- Shao, R., & Lee, T. M. C. (2017). Are individuals with higher psychopathic traits better learners at lying? Behavioural and neural evidence. *Translational Psychiatry*, *7*, Artikel e1175. <https://doi.org/10.1038/tp.2017.147>
- Sharma, E., Mazar, N., Alter, A. L., & Ariely, D. (2014). Financial deprivation selectively shifts moral standards and compromises moral decisions. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *123*, 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2013.09.001>
- Sip, K. E., Carmel, D., Marchant, J. L., Li, J., Petrovic, P., Roepstorff, A., ... Frith, C. D. (2013). When Pinocchio's nose does not grow: Belief regarding lie-detectability modulates production of deception. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, Artikel 16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00016>
- Sip, K. E., Lyngø, M., Wallentin, M., McGregor, W. B., Frith, C. D., & Roepstorff, A. (2010). The production and detection of deception in an

- interactive game. *Neuropsychologia*, 48, 3619–3626.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.08.013>
- Sip, K. E., Roepstorff, A., McGregor, W., & Frith, C. D. (2008). Detecting deception: The scope and limits. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 48–53.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.11.008>
- Sip, K. E., Skewes, J. C., Marchant, J. L., McGregor, W. B., Roepstorff, A., & Frith, C. D. (2012). What if I get busted? Deception, choice, and decision-making in social interaction. *Frontiers in Neuroscience*, 6, Artikel 58.  
<https://doi.org/10.3389/fnins.2012.00058>
- Slotnick, S. D., & Schacter, D. L. (2004). A sensory signature that distinguishes true from false memories. *Nature Neuroscience*, 7, 664–672.  
<https://doi.org/10.1038/nn1252>
- Smith, S. M. (2004). Overview of fMRI analysis. *The British Journal of Radiology*, 77, S167–S175. <https://doi.org/10.1259/bjr/33553595>
- Sodian, B., & Frith, U. (1992). Deception and sabotage in autistic, retarded and normal children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 33, 591–605. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1992.tb00893.x>
- Sowden, S., Wright, G. R. T., Banissy, M. J., Catmur, C., & Bird, G. (2015). Transcranial current stimulation of the temporoparietal junction improves lie detection. *Current Biology*, 25, 2447–2451. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.08.014>
- Spence, S. A. (2004). The deceptive brain. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 97, 6–9. <https://doi.org/10.1177/014107680409700133>
- Spence, S. A. (2005). Prefrontal white matter – the tissue of lies? Invited commentary on ... Prefrontal white matter in pathological liars. *The British Journal of Psychiatry*, 187, 326–327. <https://doi.org/10.1192/bjp.187.4.326>

- Spence, S. A., Farrow, T. F. D., Herford, A. E., Wilkinson, I. D., Zheng, Y., & Woodruff, P. W. R. (2001). Behavioural and functional anatomical correlates of deception in humans. *Neuroreport*, *12*, 2849–2853. <https://doi.org/10.1097/00001756-200109170-00019>
- Spence, S. A., Hunter, M. D., Farrow, T. F. D., Green, R. D., Leung, D. H., Hughes, C. J., & Ganesan, V. (2004). A cognitive neurobiological account of deception: Evidence from functional neuroimaging. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, *359*, 1755–1762. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1555>
- Spence, S. A., & Kaylor-Hughes, C. J. (2008). Looking for truth and finding lies: The prospects for a nascent neuroimaging of deception. *Neurocase*, *14*, 68–81. <https://doi.org/10.1080/13554790801992776>
- Spence, S. A., Kaylor-Hughes, C., Farrow, T. F. D., & Wilkinson, I. D. (2008). Speaking of secrets and lies: The contribution of ventrolateral prefrontal cortex to vocal deception. *NeuroImage*, *40*, 1411–1418. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.01.035>
- Sporer, S. L. (2016). Deception and cognitive load: Expanding our horizon with a working memory model. *Frontiers in Psychology*, *7*, Artikel 420. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00420>
- Staniloiu, A., & Markowitsch, H. J. (2012). A rapprochement between emotion and cognition: Amygdala, emotion, and self-relevance in episodic-autobiographical memory. *Behavioral and Brain Sciences*, *35*, 164–166. <https://doi.org/10.1017/S0140525X11001543>
- Staunton, C. T., & Hammond, S. (2011). An investigation of the Guilty Knowledge Test polygraph examination. *Journal of Criminal Psychology*, *1*, 1–14. <https://doi.org/10.1108/20093829201100001>

- Steller, M. (1989). Recent developments in statement analysis. In J. C. Yuille (Hrsg.), *Credibility assessment* (S. 135–154). Dordrecht, Niederlande: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-015-7856-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-94-015-7856-1_8)
- Stöcker, T., & Shah, N. J. (2007). Grundlagen der MR-Bildgebung. In F. Schneider, & G. R. Fink (Hrsg.), *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie* (S. 61–78). Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-68558-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-540-68558-6_3)
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. New York: Oxford University Press.
- Street, C. N. H. (2015). ALIED: Humans as adaptive lie detectors. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 4, 335–343. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.06.002>
- Street, C. N. H., & Masip, J. (2015). The source of the truth bias: Heuristic processing? *Scandinavian Journal of Psychology*, 56, 254–263. <https://doi.org/10.1111/sjop.12204>
- Strömwall, L. A., Granhag, P. A., & Landström, S. (2007). Children's prepared and unprepared lies: Can adults see through their strategies? *Applied Cognitive Psychology*, 21, 457–471. <https://doi.org/10.1002/acp.1288>
- Strömwall, L. A., Hartwig, M., & Granhag, P. A. (2006). To act truthfully: Nonverbal behaviour and strategies during a police interrogation. *Psychology, Crime and Law*, 12, 207–219. <https://doi.org/10.1080/10683160512331331328>
- Strömwall, L. A., & Willén, R. M. (2011). Inside criminal minds: Offenders' strategies when lying. *Journal of Investigative Psychology and Offender Profiling*, 8, 271–281. <https://doi.org/10.1002/jip.148>
- Suchotzki, K., Crombez, G., Smulders, F. T. Y., Meijer, E., & Verschuere, B. (2015). The cognitive mechanisms underlying deception: An event-related potential study.

*International Journal of Psychophysiology*, 95, 395–405.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.01.010>

Suchotzki, K., Verschuere, B., Peth, J., Crombez, G., & Gamer, M. (2015). Manipulating item proportion and deception reveals crucial dissociation between behavioral, autonomic, and neural indices of concealed information: Concealed Information Test. *Human Brain Mapping*, 36, 427–439. <https://doi.org/10.1002/hbm.22637>

Suchotzki, K., Verschuere, B., Van Bockstaele, B., Ben-Shakhar, G., & Crombez, G. (2017). Lying takes time: A meta-analysis on reaction time measures of deception. *Psychological Bulletin*, 143, 428–453. <https://doi.org/10.1037/bul0000087>

Sun, D., Chan, C. C. H., Hu, Y., Wang, Z., & Lee, T. M. C. (2015). Neural correlates of outcome processing post dishonest choice: An fMRI and ERP study. *Neuropsychologia*, 68, 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.01.013>

Sun, D., Lee, T. M. C., & Chan, C. C. H. (2015). Unfolding the spatial and temporal neural processing of lying about face familiarity. *Cerebral Cortex*, 25, 927–936. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht284>

Sun, P., Ling, X., Zheng, L., Chen, J., Li, L., Liu, Z., ... Guo, X. (2017). Modulation of financial deprivation on deception and its neural correlates. *Experimental Brain Research*, 235, 3271–3277. <https://doi.org/10.1007/s00221-017-5052-y>

Talwar, V., & Crossman, A. (2011). From little white lies to filthy liars: The evolution of honesty and deception in young children. *Advances in Child Development and Behavior*, 40, 139–179. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386491-8.00004-9>

Talwar, V., Crossman, A., & Wyman, J. (2017). The role of executive functioning and theory of mind in children's lies for another and for themselves. *Early Childhood Research Quarterly*, 41, 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.07.003>

- Talwar, V., & Lee, K. (2008). Social and cognitive correlates of childrens lying behavior. *Child Development*, 79, 866–881. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2008.01164.x>
- Talwar, V., Williams, S. M., Renaud, S.-J., Arruda, C., & Saykaly, C. (2016). Children's evaluations of tattles, confessions, prosocial and antisocial lies. *International Review of Pragmatics*, 8, 334–352. <https://doi.org/10.1163/18773109-00802007>
- Taylor, P. J., Larner, S., Conchie, S. M., & Menacere, T. (2017). Culture moderates changes in linguistic self-presentation and detail provision when deceiving others. *Royal Society Open Science*, 4(6), Artikel 170128. <https://doi.org/10.1098/rsos.170128>
- Thijssen, S., Wildeboer, A., van IJzendoorn, M. H., Muetzel, R. L., Langeslag, S. J. E., Jaddoe, V. W. V., ... White, T. (2017). The honest truth about deception: Demographic, cognitive, and neural correlates of child repeated deceptive behavior. *Journal of Experimental Child Psychology*, 162, 225–241. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.05.009>
- Thom, R., Teslyar, P., & Friedman, R. (2017). Pseudologia fantastica in the emergency department: A case report and review of the literature. *Case Reports in Psychiatry*, 2017, Artikel 8961256. <https://doi.org/10.1155/2017/8961256>
- Tolomeo, S., Christmas, D., Jentsch, I., Johnston, B., Sprengelmeyer, R., Matthews, K., & Douglas Steele, J. (2016). A causal role for the anterior mid-cingulate cortex in negative affect and cognitive control. *Brain*, 139, 1844–1854. <https://doi.org/10.1093/brain/aww069>
- Tsukiura, T., Fujii, T., Takahashi, T., Xiao, R., Inase, M., Iijima, T., ... Okuda, J. (2001). Neuroanatomical discrimination between manipulating and maintaining processes involved in verbal working memory; a functional MRI study. *Cognitive Brain Research*, 11, 13–21. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(00\)00059-8](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(00)00059-8)

- Turner, R. E., Edgley, C., & Olmstead, G. (1975). Information control in conversations: Honesty is not always the best policy. *The Kansas Journal of Sociology*, *11*, 69–89. <https://doi.org/10.17161/STR.1808.6098>
- Tzourio-Mazoyer, N., Landeau, B., Papathanassiou, D., Crivello, F., Etard, O., Delcroix, N., ... Joliot, M. (2002). Automated anatomical labeling of activations in SPM using a macroscopic anatomical parcellation of the MNI MRI single-subject brain. *NeuroImage*, *15*, 273–289. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0978>
- Van Bockstaele, B., Verschuere, B., Moens, T., Suchotzki, K., Debey, E., & Spruyt, A. (2012). Learning to lie: Effects of practice on the cognitive cost of lying. *Frontiers in Psychology*, *3*, Artikel 526. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00526>
- Vartanian, O., Kwantes, P., & Mandel, D. R. (2012). Lying in the scanner: Localized inhibition predicts lying skill. *Neuroscience Letters*, *529*, 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.09.019>
- Vartanian, O., Kwantes, P. J., Mandel, D. R., Bouak, F., Nakashima, A., Smith, I., & Lam, Q. (2013). Right inferior frontal gyrus activation as a neural marker of successful lying. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, Artikel 616. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00616>
- Vendemia, J. M. C., Buzan, R. F., & Green, E. P. (2005). Practice effects, workload, and reaction time in deception. *The American Journal of Psychology*, *118*, 413–429. Abergerufen von <https://www.jstor.org/stable/30039073>
- Vendemia, J. M. C., Buzan, R. F., & Simon-Dack, S. L. (2005). Reaction time of motor responses in two-stimulus paradigms involving deception and congruity with varying levels of difficulty. *Behavioural Neurology*, *16*, 25–36. <https://dx.doi.org/10.1155/2005/804026>
- Vendemia, J. M. C., Schillaci, M. J., Buzan, R. F., Green, E. P., & Meek, S. W. (2009). Alternate technologies for the detection of deception. In D. T. Wilcox (Hrsg.), *The use of the polygraph in assessing, treating and supervising sex offenders: A*

- practitioner's guide* (S. 267–295). West Sussex, UK: Wiley-Blackwell.  
<https://doi.org/10.1002/9780470743232.ch13>
- Verschuere, B., Kobis, N. C., Bereby-Meyer, Y., Rand, D., & Shalvi, S. (2018). Taxing the brain to uncover lies? Meta-analyzing the effect of imposing cognitive load on the reaction-time costs of lying. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *7*, 462–469. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2018.04.005>
- Verschuere, B., Schuhmann, T., & Sack, A. T. (2012). Does the inferior frontal sulcus play a functional role in deception? A neuronavigated theta-burst transcranial magnetic stimulation study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*, Artikel 284. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00284>
- Vicianova, M. (2015). Historical techniques of lie detection. *Europe's Journal of Psychology*, *11*, 522–534. <https://doi.org/10.5964/ejop.v11i3.919>
- Vincent, J. M., & Castelfranchi, C. (1981). On the art of deception: How to lie while saying the truth. In H. Parret, M. Sbisà, & J. Verschueren (Hrsg.), *Possibilities and limitations of pragmatics. Proceedings of the conference on pragmatics, Urbino, July 8–14, 1979* (S. 749–777). Amsterdam, Niederlande: Benjamins. <https://doi.org/10.1075/slcs.7.39vin>
- Volz, K. G., Vogeley, K., Tittgemeyer, M., von Cramon, D. Y., & Sutter, M. (2015). The neural basis of deception in strategic interactions. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *9*, Artikel 27. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00027>
- Vrij, A. (2004). Guidelines to catch a liar. In P. A. Granhag, & L. A. Strömwall (Hrsg.), *The detection of deception in forensic contexts* (S. 287–314). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511490071.013>
- Vrij, A. (2005). Criteria-based content analysis: A qualitative review of the first 37 studies. *Psychology Public Policy and Law*, *11*, 3–41. <https://doi.org/10.1037/1076-8971.11.1.3>

- Vrij, A. (2008). *Detecting lies and deceit: Pitfalls and opportunities*. Chichester, UK: Wiley.
- Vrij, A. (2018). Verbal lie detection tools from an applied perspective. In J. P. Rosenfeld (Hrsg.), *Detecting concealed information and deception* (S. 297–327). London, UK: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812729-2.00013-6>
- Vrij, A., & Fisher, R. P. (2016). Which lie detection tools are ready for use in the criminal justice system? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *5*, 302–307. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2016.06.014>
- Vrij, A., Fisher, R. P., & Blank, H. (2017). A cognitive approach to lie detection: A meta-analysis. *Legal and Criminological Psychology*, *22*, 1–21. <https://doi.org/10.1111/lcrp.12088>
- Vrij, A., Fisher, R., Mann, S., & Leal, S. (2006). Detecting deception by manipulating cognitive load. *Trends in Cognitive Sciences*, *10*, 141–142. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.02.003>
- Vrij, A., & Ganis, G. (2014). Theories in deception and lie detection. In D. C. Raskin, C. R. Honts, & J. C. Kircher (Hrsg.), *Credibility assessment: Scientific research and applications* (S. 301–374). San Diego, CA: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394433-7.00007-5>
- Vrij, A., & Granhag, P. A. (2012). Eliciting cues to deception and truth: What matters are the questions asked. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *1*, 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2012.02.004>
- Vrij, A., Granhag, P. A., & Mann, S. (2010). Good liars. *The Journal of Psychiatry & Law*, *38*, 77–98. <https://doi.org/10.1177/009318531003800105>
- Vrij, A., Granhag, P. A., & Porter, S. (2010). Pitfalls and opportunities in nonverbal and verbal lie detection. *Psychological Science in the Public Interest*, *11*, 89–121. <https://doi.org/10.1177/1529100610390861>

- Vrij, A., Hartwig, M., & Granhag, P. A. (2019). Reading lies: Nonverbal communication and deception. *Annual Review of Psychology*, *70*, 295–317. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-103135>
- Vrij, A., Leal, S., & Fisher, R. P. (2018). Verbal deception and the model statement as a lie detection tool. *Frontiers in Psychiatry*, *9*, Artikel 492. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00492>
- Vrij, A., Mann, S., Leal, S., & Granhag, P. A. (2010). Getting into the minds of pairs of liars and truth tellers: An examination of their strategies. *The Open Criminology Journal*, *3*, 17–22. <https://doi.org/10.2174/1874917801003020017>
- Walczyk, J. J. (2014). A commentary on Information Manipulation Theory 2: Its place in deception research and suggestions for elaboration. *Journal of Language and Social Psychology*, *33*, 424–430. <https://doi.org/10.1177/0261927X14535395>
- Walczyk, J. J., Harris, L. L., Duck, T. K., & Mulay, D. (2014). A social-cognitive framework for understanding serious lies: Activation-decision-construction-action theory. *New Ideas in Psychology*, *34*, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2014.03.001>
- Walczyk, J. J., Roper, K. S., Seemann, E., & Humphrey, A. M. (2003). Cognitive mechanisms underlying lying to questions: Response time as a cue to deception. *Applied Cognitive Psychology*, *17*, 755–774. <https://doi.org/10.1002/acp.914>
- Walczyk, J. J., Schwartz, J. P., Clifton, R., Adams, B., Wei, M., & Zha, P. (2005). Lying person-to-person about life events: A cognitive framework for lie detection. *Personnel Psychology*, *58*, 141–170. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2005.00484.x>
- Werner, N.-S., Kühnel, S., Ortega G., A., & Markowitsch, H. J. (2012). Drei Wege zur Falschaussage: Lügen, Simulation und falsche Erinnerungen. In J. C. Joerden, E. Hilgendorf, N. Petrillo, & F. Thiele (Hrsg.), *Menschenwürde in der Medizin: Quo vadis?* (S. 373–391). Baden-Baden: Nomos.

- Wilson, A. E., Smith, M. D., & Ross, H. S. (2003). The nature and effects of young children's lies. *Social Development, 12*, 21–45. <https://doi.org/10.1111/1467-9507.00220>
- Wimmer, H., & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition, 13*, 103–128. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(83\)90004-5](https://doi.org/10.1016/0010-0277(83)90004-5)
- Wohlschläger, A., Kellermann, T., & Habel, U. (2007). Datenanalyse: Vorverarbeitung, Statistik und Auswertung. In F. Schneider, & G. R. Fink (Hrsg.), *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie* (S. 133–148). Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-68558-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-540-68558-6_8)
- Yang, Y., Raine, A., Lencz, T., Bihle, S., Lacasse, L., & Colletti, P. (2005). Prefrontal white matter in pathological liars. *British Journal of Psychiatry, 187*, 320–325. <https://doi.org/10.1192/bjp.187.4.320>
- Yang, Y., Raine, A., Narr, K. L., Lencz, T., LaCasse, L., Colletti, P., & Toga, A. W. (2007). Localisation of increased prefrontal white matter in pathological liars. *British Journal of Psychiatry, 190*, 174–175. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.106.025056>
- Yang, Z., Huang, Z., Gonzalez-Castillo, J., Dai, R., Northoff, G., & Bandettini, P. (2014). Using fMRI to decode true thoughts independent of intention to conceal. *NeuroImage, 99*, 80–92. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.034>
- Yi, L., Fan, Y., Li, J., Huang, D., Wang, X., Tan, W., ... Lee, K. (2014). Distrust and retaliatory deception in children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders, 8*, 1741–1755. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.09.006>
- Yin, L., Hu, Y., Dynowski, D., Li, J., & Weber, B. (2017). The good lies: Altruistic goals modulate processing of deception in the anterior insula. *Human Brain Mapping, 38*, 3675–3690. <https://doi.org/10.1002/hbm.23623>

- Yin, L., Reuter, M., & Weber, B. (2016). Let the man choose what to do: Neural correlates of spontaneous lying and truth-telling. *Brain and Cognition*, *102*, 13–25. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2015.11.007>
- Yin, L., & Weber, B. (2016). Can beneficial ends justify lying? Neural responses to the passive reception of lies and truth-telling with beneficial and harmful monetary outcomes. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *11*, 423–432. <https://doi.org/10.1093/scan/nsv127>
- Yin, L., & Weber, B. (2019). I lie, why don't you: Neural mechanisms of individual differences in self-serving lying. *Human Brain Mapping*, *40*, 1101–1113. <https://doi.org/10.1002/hbm.24432>
- Yokota, S., Taki, Y., Hashizume, H., Sassa, Y., Thyreau, B., Tanaka, M., & Kawashima, R. (2013). Neural correlates of deception in social contexts in normally developing children. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, Artikel 206. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00206>
- Yu, J., Tao, Q., Zhang, R., Chan, C. C. H., & Lee, T. M. C. (2013). Can fMRI discriminate between deception and false memory? A meta-analytic comparison between deception and false memory studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *104*, 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.06.027>
- Zandbelt, B. B., & Vink, M. (2010). On the role of the striatum in response inhibition. *PLoS ONE*, *5*(11), Artikel e14848. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013848>
- Zhang, J., Lin, X., Fu, G., Sai, L., Chen, H., Yang, J., ... Yuan, Z. (2016). Mapping the small-world properties of brain networks in deception with functional near-infrared spectroscopy. *Scientific Reports*, *6*, Artikel 25297. <https://doi.org/10.1038/srep25297>
- Zhang, J. X., Feng, C.-M., Fox, P. T., Gao, J.-H., & Tan, L. H. (2004). Is left inferior frontal gyrus a general mechanism for selection? *NeuroImage*, *23*, 596–603. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.06.006>

Zhu, L., Jenkins, A. C., Set, E., Scabini, D., Knight, R. T., Chiu, P. H., ... Hsu, M. (2014).  
Damage to dorsolateral prefrontal cortex affects tradeoffs between honesty and  
self-interest. *Nature Neuroscience*, *17*, 1319–1321.  
<https://doi.org/10.1038/nn.3798>

## **Anhang**

### *Formulare zur Studie*

- A Informationsblatt für Probanden
- B Einwilligungserklärung
- C Demographische Daten und Ein- und Ausschlusskriterien für die Studie
- D MRT-Ausschlusskriterien

### *Übungsaufgabe*

- E Geschichte für die Übungsaufgabe
- F Übungsaufgabe – Instruktion für die Komplizen-Gruppe
- G Übungsaufgabe – Instruktion für die Kontroll-Gruppe
- H Aussagen zur Geschichte für die Übungsaufgabe

### *fMRT-Experiment*

- I Instruktion vor dem Film
- J Instruktion für die Komplizen-Gruppe
- K Instruktion für die Kontroll-Gruppe
- L Aussagen zum Film
- M Strategie- und Evaluationsfragebogen



Universität Bielefeld

Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaften  
Physiologische Psychologie

Universität Bielefeld | Postfach 10 01 31 | 33501 Bielefeld

**Nicole-Simone Werner**

Raum: T3 - 246

Tel.: 0521.106-4484

Fax: 0521.106-6049

nwerner@uni-bielefeld.de

[www.uni-bielefeld.de/psychologie/ae/AE14](http://www.uni-bielefeld.de/psychologie/ae/AE14)

## Informationsblatt für Probanden

Liebe Probandin, lieber Proband,

wir möchten Ihnen anhand dieses Informationsblattes den Zweck des Projektes und den Ablauf der Untersuchung näher erläutern.

### Teilnahme

Die Teilnahme an der Untersuchung ist freiwillig. Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen Ihre Einwilligung widerrufen, ohne dass dies mit Nachteilen für Sie verbunden wäre. Wichtig ist, dass Sie Rechtshänder sind, zwischen 18 und 35 Jahren alt sind, Ihre Muttersprache Deutsch ist, Sie eine normale (oder durch Kontaktlinsen korrigierte) Sehstärke haben und die Kriterien für die fMRT-Untersuchung erfüllen (siehe unten).

### Kurzbeschreibung des Projektes

Das übergreifende Ziel des Projektes ist die Untersuchung der neuronalen Grundlagen des Gedächtnisses sowie des Lügens bei gesunden Versuchspersonen. Hierfür werden als Methoden umfangreiche neuropsychologische Untersuchungen sowie die strukturelle und funktionelle Kernspin- bzw. Magnetresonanztomographie (MRT, fMRT) zur Erfassung der anatomischen und neurofunktionellen Grundlagen eingesetzt.

Wir möchten Sie im Laufe des Experiments bitten, zunächst einen kurzen Film anzuschauen und daran anschließend an einer kernspintomographischen Untersuchung teilzunehmen, die im Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH in Gießen stattfindet. Bei dieser Untersuchung wird Ihre Gehirnaktivität gemessen, während Sie bestimmte Denkaufgaben lösen.

Außerdem bitten wir Sie, an einer neuropsychologischen Untersuchung teilzunehmen. In dieser Untersuchung werden verschiedene Gehirnfunktionen (z. B. Aufmerksamkeit, Gedächtnis, exekutive Funktionen) untersucht. Des Weiteren werden Ihnen verschiedene Fragebögen vorgelegt. Das Experiment dauert insgesamt ca. 4 Stunden.

Für Ihre Teilnahme erhalten Sie einen Geldbetrag von 20 € als Aufwandsentschädigung oder 4 Versuchspersonenstunden.

### **Kernspintomographische Untersuchung**

Bei der magnetresonanztomographischen Technologie werden keine körperlichen Eingriffe vorgenommen, und die Untersuchung ist bei Einhaltung der Ausschlusskriterien (siehe unten) für den Körper nach heutigem Erkenntnisstand mit keinerlei gesundheitlichen Risiken verbunden. Sie wird in der klinischen Routinediagnostik weltweit eingesetzt. Im Gegensatz zu einigen anderen diagnostischen Verfahren (z. B. Röntgendiagnostik) wird bei der Magnetresonanztomographie **keine** Radioaktivität eingesetzt. Die Magnetresonanztomographie basiert ausschließlich auf den magnetisierbaren Eigenschaften von Geweben.

Während der Untersuchung werden Sie auf einem Tisch liegen, welcher Sie in die zylinderförmige Öffnung des MR-Tomographen hineinführt, wo sich starke Magnetfelder befinden. Zusätzlich wird ein Rahmen (die Magnetspule) um Ihren Kopf gelegt. Während der Messung werden Sie ein Klopfen hören. Um Schäden am Gehör zu vermeiden, werden Sie vor der Messung einen Gehörschutz erhalten. Da die Untersuchung einige Zeit in Anspruch nimmt, ist vor der Untersuchung ein Gang zur Toilette ratsam. Während der Messung sollten Sie sich möglichst weder bewegen noch sprechen. Sie haben jedoch jederzeit die Möglichkeit, mit den Versuchsleitern über eine Wechselsprechanlage in Kontakt zu treten, sollten Sie die Untersuchung aus irgendwelchen Gründen abbrechen wollen. Zusätzlich bekommen Sie einen Alarmknopf (Druckball) mit in den MR-Tomographen. Auf Ihren Wunsch hin können Sie jederzeit aus dem MR-Tomographen hinausgefahren werden. Abgesehen von möglichen Unbequemlichkeiten, die vom langen, stillen Liegen resultieren, sollten Sie keine Beschwerden während der Untersuchung haben.

### **MRT-Ausschlusskriterien:**

Da Sie sich während der fMRT-Messungen in einem starken Magnetfeld befinden, ist es wichtig, dass Sie vor der Untersuchung **alle metallischen Gegenstände** (z. B. Schmuck, Piercings) vom Körper **entfernen**. Falls Sie nicht entfernbare Metalle oder metallhaltige Substanzen bzw. Geräte im Körper haben (z. B. Herzschrittmacher, Medikamentenpumpe, Aneurismenclips, Prothesen, Metallimplantate) können Sie nicht an der Untersuchung teilnehmen. Wenn Sie nicht sicher sind, ob möglicherweise Implantate bei Ihnen metallisch sind, sollten Sie uns dies mitteilen, damit wir zusammen z. B. von Ihrem Arzt entsprechende Erkundigungen einholen können. Tätowierungen sind in Einzelfällen auch ein Ausschlusskriterium – hier wird nach Größe der Tätowierung, der Farbe und der Lokalisation entschieden.

Des Weiteren ist es wichtig, dass Sie nicht unter Klaustrophobie (Angst vor Enge) leiden.

### **Auffällige Befunde**

Die Untersuchung dient ausschließlich Forschungszwecken. Eine medizinische oder psychologische Beurteilung Ihrer Daten erfolgt **nicht**. Es könnte uns jedoch ein ungewöhnliches Untersuchungsergebnis auffallen. In diesem Fall werden wir Sie darüber informieren und Ihnen empfehlen, dieses Ergebnis bei Ihrem Hausarzt diagnostisch weiter abklären zu lassen. Nur wenn Sie damit einverstanden sind, dass wir Sie ggf. über einen auffälligen Befund informieren, können Sie an dieser Studie teilnehmen. Sofern bei dieser diagnostischen Abklärung eine Erkrankung festgestellt werden sollte, könnten Ihnen daraus unter Umständen Nachteile entstehen, z. B. der Abschluss einer privaten

Krankenversicherung oder einer Lebensversicherung erschwert werden.

### **Datenschutz**

Die Bestimmungen des Datenschutzes werden eingehalten. Alle Untersuchungsergebnisse werden streng vertraulich behandelt. Die ärztliche und psychologische Schweigepflicht bleibt gewahrt.

Die Erhebung der Daten erfolgt pseudonymisiert, d. h. in namentlich nicht gekennzeichnete Form. Ihre Antworten und Ergebnisse werden unter einer Nummer gespeichert. Es existiert eine Codierliste auf Papier, die Ihren Namen mit der Nummer verbindet, was für die Auswertung der Daten erforderlich sein könnte. Die Codierliste ist nur den Projektmitarbeitern zugänglich; sie wird in einem abschließbaren Schrank aufbewahrt und nach Abschluss der Datenerhebung vernichtet. Nach Vernichtung der Codierliste liegen die Daten nur noch als Nummer in vollständig anonymisierter Form vor; ein Rückschluss auf den einzelnen Probanden ist dann nicht mehr möglich. Die anonymisierten Daten werden mindestens 10 Jahre gespeichert. Nur solange die Codierliste existiert, können Sie, wann immer Sie möchten, die Löschung aller von Ihnen erhobenen Daten verlangen.

Wissenschaftliche Ergebnisse der Untersuchung werden möglicherweise in medizinisch-psychologischen Fachzeitschriften veröffentlicht. Durch die Anonymisierung der Daten ist aber keine Identifikation Ihrer Person möglich.

Für weitere Fragen zu der Studie stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Prof. Dr. Hans J. Markowitsch

Dipl.-Psych. Nicole-Simone Werner

Universität BielefeldFakultät für Psychologie und Sportwissenschaften  
Physiologische Psychologie

Universität Bielefeld | Postfach 10 01 31 | 33501 Bielefeld

Nicole-Simone Werner

Raum: T3 - 246

Tel.: 0521.106-4484

Fax: 0521.106-6049

nwerner@uni-bielefeld.de

www.uni-bielefeld.de/psychologie/ae/AE14

## Einwilligungserklärung

### fMRT-Studie zu Gedächtnis und Lügen

Ich \_\_\_\_\_ bin schriftlich und mündlich über die Studie und den Versuchsablauf aufgeklärt worden. Ich habe alle Informationen vollständig gelesen und verstanden. Sofern ich Fragen zu dieser vorgesehenen Studie hatte, wurden sie von Frau Nicole-Simone Werner vollständig und zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Mit der beschriebenen Handhabung der erhobenen Daten bin ich einverstanden. Die Aufzeichnung und Auswertung der Daten erfolgt pseudonymisiert, d. h. unter Verwendung einer Nummer und ohne Angabe meines Namens. Es existiert eine Codierliste auf Papier, die meinen Namen mit dieser Nummer verbindet. Diese Codierliste ist nur den Projektmitarbeitern zugänglich und wird nach Abschluss der Datenerhebung oder der Datenauswertung gelöscht. Mir ist bekannt, dass ich mein Einverständnis zur Aufbewahrung bzw. Speicherung dieser Daten widerrufen kann, ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Ich bin darüber informiert worden, dass ich jederzeit eine Löschung all meiner Daten verlangen kann, solange die Codierliste existiert. Wenn die Codierliste gelöscht ist, sind meine Daten anonymisiert, und ich kann eine Löschung nicht mehr verlangen. Ich bin einverstanden, dass meine anonymisierten Daten zu Forschungszwecken weiter verwendet werden können und mindestens 10 Jahre gespeichert bleiben.

Sollten behandlungsbedürftige Auffälligkeiten in den Hirnbildern aus der MRT-Untersuchung oder in der Testdiagnostik erkannt werden, bin ich damit einverstanden, dass mir diese mitgeteilt werden, so dass ich diese ggf. weiter abklären lassen kann. Ich wurde darüber informiert, dass die Information über auffällige Befunde u. U. mit versicherungsrechtlichen Konsequenzen verbunden sein kann.

Ich bin über Wesen, Bedeutung und Tragweite der geplanten MRT-Untersuchung aufgeklärt worden. Ich habe die Information zum Zweck der Untersuchung und die Teilnehmerinformation für MRT-Studien gelesen und verstanden. Zusätzlich bin ich ausführlich mündlich aufgeklärt und informiert worden. Ich habe weder Metallteile noch elektrische Geräte im Körper. Meine derzeitige körperliche Verfassung schließt eine Teilnahme an der MRT-Untersuchung nicht aus. Ich habe den Fragebogen für die Teilnahme an MRT-Studien wahrheitsgemäß ausgefüllt. Ich bin darauf aufmerksam gemacht worden, dass keine medizinische Diagnostik durchgeführt wird und die Hirnbilder auch nicht zur medizinischen Diagnostik verwendet werden. Für Frauen: Ich bin nicht schwanger.

Ich hatte genügend Zeit für eine Entscheidung und bin bereit, an der o. g. Studie teilzunehmen. Ich weiß, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist und ich die Teilnahme jederzeit ohne Angaben von Gründen beenden kann. Ich weiß, dass ich in diesem Fall

Anspruch auf eine Vergütung/Versuchspersonenstunden für die bis dahin erbrachten Stunden habe.

Eine Ausfertigung der Teilnehmerinformation über die MRT-Studien und eine Ausfertigung der Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Die Teilnehmerinformationen sind Teil dieser Einwilligungserklärung.

Ort, Datum & Unterschrift des Teilnehmers:

Name des Teilnehmers in Druckschrift:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ort, Datum & Unterschrift des Versuchsleiters:

Name des Versuchsleiters in Druckschrift:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ich gebe mein Einverständnis, dass im Falle einer Fortführung dieser Studie oder von Anschlussstudien meine personenbezogenen Daten für eine erneute Kontaktaufnahme weiter verwendet werden dürfen. Ich bin darüber informiert, dass meine Daten bis zum endgültigen Abschluss der Datenerhebung und/oder Auswertung weiterhin in pseudonymisierter Form (Codierliste) vorliegen und nur die Studienleitung darauf Zugriff hat. Nach spätestens 10 Jahren werden meine personenbezogenen Daten gelöscht. Bis dahin kann ich jederzeit Auskunft über meine personenbezogenen Daten erhalten und die Löschung meiner Daten verlangen.

JA       NEIN

Ich bin daran interessiert, etwas über die Ergebnisse der Studie zu erfahren, und bitte hierzu um Übersendung entsprechender Informationen.

JA       NEIN

Bei Fragen oder anderen Anliegen kann ich mich an folgende Personen wenden:

<u>Versuchsleiter:</u> Nicole-Simone Werner Tel.: 0521.106-4484 NWerner@uni-bielefeld.de	<u>Projektleiter:</u> Prof. Dr. Hans J. Markowitsch Tel.: 0521.106-4487 HJMarkowitsch@uni-bielefeld.de
---	---



**Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaften  
 Physiologische Psychologie**

Universität Bielefeld | Postfach 10 01 31 | 33501 Bielefeld

**Nicole-Simone Werner**

Raum: T3 - 246  
 Tel.: 0521.106-4484  
 Fax: 0521.106-6049  
 nwerner@uni-bielefeld.de  
 www.uni-bielefeld.de/psychologie/ae/AE14

Liebe Probandin, lieber Proband,

da es sich in diesem Fall um eine sehr aufwändige und wichtige Studie handelt, möchten wir Sie bitten, im Vorfeld folgende Fragen ehrlich zu beantworten.

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_ Geschlecht: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_ Geburtsort: \_\_\_\_\_ Familienstand: \_\_\_\_\_

Größe: \_\_\_\_\_ Gewicht: \_\_\_\_\_ (wichtig für die fMRT-Untersuchung)

*Schulbildung:*

Hauptschule  Realschule  Gymnasium  Andere: \_\_\_\_\_

Schulabschluss: \_\_\_\_\_

*Berufsausbildung:*

Berufsschule: \_\_\_\_\_ Lehre: \_\_\_\_\_ Studium: \_\_\_\_\_

Derzeitige Berufstätigkeit: \_\_\_\_\_ frühere Berufstätigkeit: \_\_\_\_\_

**Ein- und Ausschlusskriterien**

Sie...	Ja	Nein
...sind zwischen 18 und 35 Jahre alt		
...haben Deutsch als Muttersprache		
...sind Rechtshänder		
...haben eine normale Sehstärke (oder Kurzsichtigkeit)		
→ falls nicht: Sie haben Kontaktlinsen		

Sie...	Ja	Nein
...haben Klaustrophobie (Angst vor Enge)		
...haben in der vergangenen Woche Schleifarbeiten oder Ähnliches an metallenen Werkstoffen durchgeführt		
...haben Piercings, die nicht entfernt werden können		
...haben Tätowierungen		
...haben eine (metallhaltige) Spirale		
...sind schwanger		
...haben neurologische oder psychiatrische Erkrankungen		
...haben medizinische Erkrankungen (z. B. Herz- und Kreislauferkrankungen, onkologische Erkrankungen)		
...leiden an Rücken- oder Nackenschmerzen		
...haben Kreislauf- oder Atembeschwerden		
...nehmen zentral wirksame Substanzen ein (z. B. Schmerzmittel, Neuroleptika, Antidepressiva)		
...sind fMRT-tauglich (das heißt, <b>kein</b> : Herzschrittmacher, Medikamentenpumpen, Aneurisma, Clips, Metallimplantate, feste Zahnklammern, metallhaltige Schminke, Metallsplitter, Epilepsie)		
Bei Frauen: Tag der letzten Regelblutung: _____		

Hatten Sie Operationen? Wenn ja, wann und welche?

---



---



---



---



---



---

Metallteile, die in das Magnetfeld gelangen, können zu Verletzungen und Bildartefakten führen! Legen Sie deshalb alle metallenen oder magnetischen Gegenstände vor dem Betreten des Untersuchungsraumes ab: **z. B. Uhr, Brille, Schlüssel, (Piercing-)Schmuck, Haarnadeln/-spangen, Geldmünzen, Kreditkarten (Magnetstreifen wird gelöscht), Ohrschmuck, herausnehmbarer Zahnersatz, Zahnspange, Gürtelschnallen, BH mit Metallbügel, Nikotinpflaster.**

Ich habe alles verstanden und wahrheitsgemäß beantwortet.

---

Unterschrift ProbandIn

**MRT - Ausschlusskriterien**

Studiencode



**Bevor Sie das Formular ausfüllen:**  
Lesen Sie bitte zuerst alle Fragen des Formulars sorgfältig durch. Falls Sie zu einzelnen Punkten Fragen haben sollten, klären Sie diese mit dem Untersuchungsleiter ab. Füllen Sie erst danach den Bogen vollständig aus.

**Bitte vollständig ankreuzen!**

	Ja	Nein		Ja	Nein																																																																																																
Sind Sie an Herz, Lunge oder Gehirn operiert worden?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
Leiden Sie unter Epilepsie?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
Besteht eine Schwangerschaft? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 45%; text-align: left;"><b>Haben Sie ein/eine(n)...</b></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Ja</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Nein</th> <th style="width: 45%; text-align: left;"><b>Haben Sie ein/eine(n)...</b></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Ja</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Nein</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gefäßklipp/Stent.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Osteosyntheseplatte.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Herzschrittmacher.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Intrauterinpeessar.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Nervenstimulator.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Insulin- oder Infusionspumpe.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Rückenmarkstimulator.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Implantierte Infusionspumpe.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>implantierten Defibrillator.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Metallsplitter oder metallische</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>elektronisches Implantat.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Fremdkörper.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>künstliches Gelenk.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>inneren oder äußeren metallischen</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>von außen einstellbares Implantat.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Gegenstand.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>hydraulisches Schwellkörperimplantat.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>kosmetische Augenlidmanipulation.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Prothese oder Implantat (Glasauge).....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Permanent Make-up.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cochlear Implantat oder</td> <td></td> <td></td> <td>Tätowierung am Kopf- oder Halsbereich.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>implantiertes Hörgerät.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Nikotin- oder Medikamentenpflaster.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>anderes Implantat (z.B. künstlichen</td> <td></td> <td></td> <td>Zahnspange(-draht).....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Darmausgang, künstliche Herzklappen).....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>magnetisch befestigtes Zahnimplantat.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Spirale.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						<b>Haben Sie ein/eine(n)...</b>	Ja	Nein	<b>Haben Sie ein/eine(n)...</b>	Ja	Nein	Gefäßklipp/Stent.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Osteosyntheseplatte.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Herzschrittmacher.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Intrauterinpeessar.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nervenstimulator.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Insulin- oder Infusionspumpe.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rückenmarkstimulator.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Implantierte Infusionspumpe.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	implantierten Defibrillator.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Metallsplitter oder metallische			elektronisches Implantat.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fremdkörper.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	künstliches Gelenk.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	inneren oder äußeren metallischen			von außen einstellbares Implantat.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gegenstand.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	hydraulisches Schwellkörperimplantat.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kosmetische Augenlidmanipulation.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prothese oder Implantat (Glasauge).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Permanent Make-up.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cochlear Implantat oder			Tätowierung am Kopf- oder Halsbereich.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	implantiertes Hörgerät.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nikotin- oder Medikamentenpflaster.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	anderes Implantat (z.B. künstlichen			Zahnspange(-draht).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Darmausgang, künstliche Herzklappen).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	magnetisch befestigtes Zahnimplantat.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Spirale.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<b>Haben Sie ein/eine(n)...</b>	Ja	Nein	<b>Haben Sie ein/eine(n)...</b>	Ja	Nein																																																																																																
Gefäßklipp/Stent.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Osteosyntheseplatte.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
Herzschrittmacher.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Intrauterinpeessar.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
Nervenstimulator.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Insulin- oder Infusionspumpe.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
Rückenmarkstimulator.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Implantierte Infusionspumpe.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
implantierten Defibrillator.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Metallsplitter oder metallische																																																																																																		
elektronisches Implantat.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fremdkörper.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
künstliches Gelenk.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	inneren oder äußeren metallischen																																																																																																		
von außen einstellbares Implantat.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gegenstand.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
hydraulisches Schwellkörperimplantat.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kosmetische Augenlidmanipulation.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
Prothese oder Implantat (Glasauge).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Permanent Make-up.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
Cochlear Implantat oder			Tätowierung am Kopf- oder Halsbereich.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
implantiertes Hörgerät.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nikotin- oder Medikamentenpflaster.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
anderes Implantat (z.B. künstlichen			Zahnspange(-draht).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
Darmausgang, künstliche Herzklappen).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	magnetisch befestigtes Zahnimplantat.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																
Spirale.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																			

Entfernen Sie vor Betreten des Untersuchungsraumes alle metallischen und nicht MRT-geeigneten Gegenstände (z.B. herausnehmbare Zahnprothesen, Kontaktlinsen, Hörgeräte, Prothesen, Handys, Brillen, Haarnadeln, Schmuck, Piercings, Uhren, Sicherheitsnadeln, Geldbeutel, Bank- und Kreditkarten, magnetisch kodierte Karten, Münzen, Kugelschreiber, Taschenmesser, metallische Formbügel in Büstenhaltern, Schuhe mit Stahlkappen, Büroklammern und Werkzeuge).

**Für Schäden, die durch Nichtbeachtung dieser Sicherheitshinweise auftreten, wird keine Haftung übernommen!**

**Ich bin darauf aufmerksam gemacht worden, dass keine medizinische Diagnostik durchgeführt wird und die Hirnbilder auch nicht für medizinische Diagnostik benutzt werden können. Sollten trotzdem Auffälligkeiten in den Bildern erkannt werden, bin ich damit einverstanden, dass diese mir mitgeteilt werden.**

Ich bestätige, dass die obigen Angaben richtig sind. Ich habe den Inhalt dieses Informationsblattes gelesen und verstanden und hatte die Möglichkeit Fragen dazu zu stellen. **Ich habe das Recht die Teilnahme an der Untersuchung zu jeder Zeit und ohne Angabe von Gründen abzubrechen. Es entstehen mir dadurch keine Nachteile.**

Name, Vorname	Geburtsdatum	Gewicht in kg

--	--	--

Ort und Datum Unterschrift Proband(in)

Unterschrift Untersuchungsleiter(in)

*Bitte lesen Sie die folgende Geschichte aufmerksam. Sollten Sie noch Fragen haben, sprechen Sie bitte Ihren Versuchsleiter an.*

Thomas holt Daniel mit dem Pkw von zu Hause ab. Sie wollen gemeinsam eine Freundin besuchen. Als Daniel vor die Haustür tritt, hupt Thomas kurz, und Daniel steigt in das Auto mit dem Bonner Kennzeichen. Es ist ein sonniger Wintermorgen, in den Fenstern hängen viele Weihnachtsdekorationen. Am Abend zuvor hatten sie zusammen eine Party besucht und bis in die frühen Morgenstunden gezecht. Daniel ist sich ziemlich sicher, dass Thomas noch nicht wieder nüchtern ist, dennoch lässt er sich überreden, mit ihm mitzufahren.

Thomas fährt reichlich zu schnell, er braust mit 80km/h durch die Stadt. Dann klingelt auch noch sein Handy. Thomas kramt in seiner Tasche nach dem Telefon, drückt auf „abnehmen“ und hält sich den Apparat ans Ohr. Es ist die besagte Freundin, die wissen will, wo sie bleiben. Die Ampel schaltet gerade auf „Rot“ um. Thomas gibt noch einmal ordentlich Gas, setzt weder den Blinker, noch macht er einen Schulterblick und fährt um die Ecke. Dabei übersieht er völlig die junge Radfahlerin, die nach der Abbiegung die Straße auf dem Fahrradweg überquert. Sie ist auf dem Weg zu ihrer Tante, im Fahrradkorb hat sie einen Blumenstrauß für sie. Ihren Hund, einen Labrador, führt sie an der Leine. Sie hat gerade mit ihm die Hundeschule besucht. Thomas versucht zu bremsen, doch es ist bereits zu spät, schon hat er den Vorderreifen des Fahrrads erfasst, die Radfahlerin stürzt, und der Hund springt gerade rechtzeitig noch beiseite.

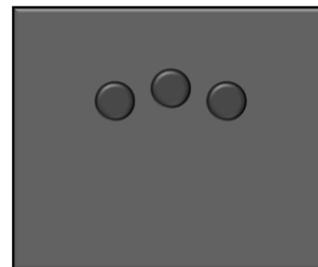
Daniel springt aus dem Wagen und eilt dem Mädchen zu Hilfe. Als er sich umdreht, sieht er Thomas schreckensstarr hinter dem Lenkrad sitzen, doch dann setzt Thomas den Wagen schnell in Bewegung und fährt davon. Ein weiterer männlicher Passant kommt herbei und kümmert sich mit Daniel um den Hund und das Mädchen. Bald trifft der Rettungsdienst ein und bringt das Mädchen und seinen Hund ins Krankenhaus.

Kurze Zeit später ist auch die Polizei vor Ort und nimmt Daniel als Zeugen mit auf das Revier.

Übungsaufgabe

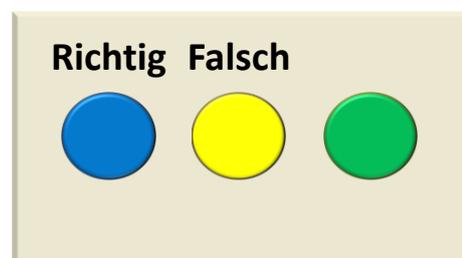
Die Polizisten legen Daniel eine Reihe von Aussagen vor, die er mit "richtig" oder "falsch" bewerten soll. Daniel will seinen Freund Thomas decken. Er beschließt, bei allen Aussagen, die für den Fall relevant sind, zu lügen. Relevante Aussagen beziehen sich z. B. auf die **Identität des Täters**, sollen also helfen, ihn ausfindig zu machen. Oder sie beziehen sich auf die **Schuld des Täters**, sollen also die Ermessung der Tatschwere ermöglichen. Bei allen relevanten Aussagen lügt Daniel, bei allen nicht relevanten Aussagen sagt er jedoch die Wahrheit, um nicht aufzufallen.

Bitte versetzen Sie sich in Daniels Lage, und lügen Sie bei allen relevanten Aussagen. Bei allen nicht relevanten Aussagen, sagen Sie bitte die Wahrheit. Diese Übung soll Sie auf die fMRT-Untersuchung vorbereiten, daher ist es wichtig, dass Sie so schnell wie möglich antworten, ohne sich dabei zu vertun. Während der fMRT-Untersuchung werden Sie einen Schalter bekommen, der dem hier gezeigten ähnelt. Für die Übungsaufgabe werden Sie jedoch die farblich markierten Tasten der PC-Tastatur benutzen.

*Beispiel: Tastatur Übungsaufgabe**Beispiel: Tastatur bei fMRT*

Im Folgenden werden der Versuchsablauf und die experimentelle Aufgabe erklärt. Der Versuch besteht aus mehreren Durchgängen, die jeweils gleich aufgebaut sind:

1. Es wird eine Aussage eingeblendet. Bitte lesen Sie jeweils die Aussage, entscheiden Sie sich, ob die Aussage relevant ist oder nicht, und lügen Sie dann bei den relevanten Aussagen, und geben Sie die Wahrheit bei den nicht relevanten Aussagen an.

*Beispiel:*

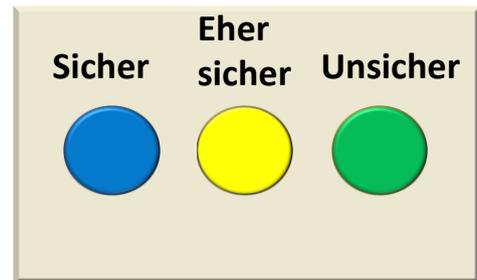
Beantworten Sie die Aussage mit "richtig" oder "falsch". Drücken Sie dazu die blaue Taste, wenn Sie mit "richtig" antworten wollen, und drücken Sie die gelbe Taste, wenn sie mit "falsch" antworten

wollen. Beachten Sie dabei, dass Sie an dieser Stelle lügen sollen, wenn Sie die Aussage für relevant halten, bzw. die Wahrheit sagen sollen, wenn Sie die Aussage für nicht relevant halten.

Sollten Sie sich bezüglich einer Aussage unsicher sein, raten Sie bitte. Sie können im nächsten Schritt angeben, wie sicher Sie sich sind, dass Sie die richtige Antwort kennen.

2. Geben Sie nun bitte an, wie sicher Sie sich bezüglich Ihrer Entscheidung sind.

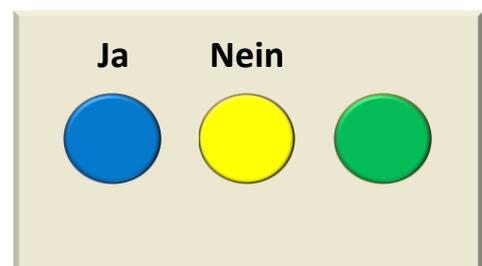
Beispiel:



Wenn Sie sich sehr sicher sind, die richtige Antwort zu kennen, drücken Sie bitte die blaue Taste. Wenn Sie sich eher sicher sind, drücken Sie bitte die gelbe Taste. Wenn Sie unsicher sind, Sie also raten müssen, drücken Sie bitte die grüne Taste. Bitte beantworten Sie die Sicherheitsabfrage immer ehrlich. Es geht darum einschätzen zu können, wie sicher Sie sich sind, die richtige Antwort zu kennen. Unabhängig davon, ob Sie gelogen oder die Wahrheit gesagt haben. Bitte drücken Sie erst, wenn die Frage „Sicher?“ eingeblendet wird.

3. Danach geben Sie bitte an, ob Sie die Aussage zuvor als relevant eingestuft haben.

Beispiel:

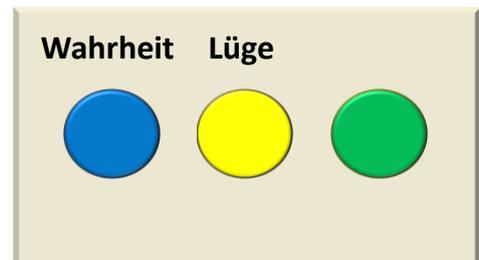
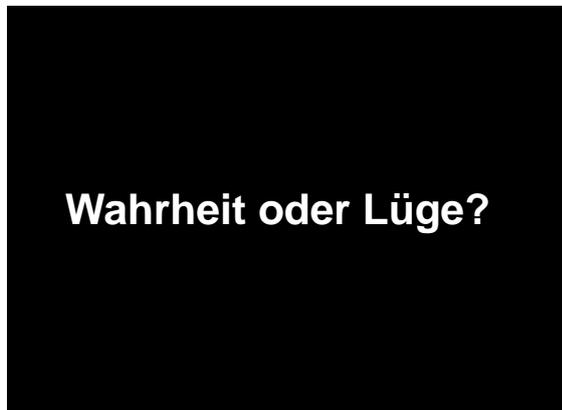


Die Frage „Relevant?“ wird eingeblendet sowie zur Erinnerung die Aussage, die Sie zuvor bewertet haben. Bitte geben Sie an, ob Sie zuvor, bei der Bewertung der Aussage, diese als relevant oder irrelevant eingestuft haben. Sollten Sie feststellen, dass die Aussage von Ihnen zuvor falsch eingestuft wurde, geben Sie bitte trotzdem an, wie Sie sie zuvor bewertet haben. Dies dient der Auswertung.

Bitte beantworten Sie die Relevanzabfrage immer ehrlich. Drücken Sie die blaue Taste für „Ja, relevant“ und die gelbe Taste, wenn Sie mit „Nein, nicht relevant“ antworten wollen.

4. Geben Sie nun an, ob Sie bei dieser Aussage gelogen haben.

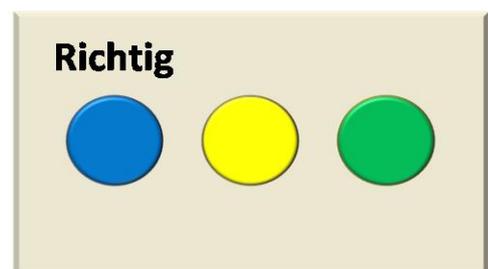
*Beispiel:*



Bitte geben Sie an, ob Sie zuvor bei der Bewertung der Aussage gelogen oder die Wahrheit gesagt haben. Sollten Sie feststellen, dass Sie die Wahrheit gesagt haben, aber eigentlich hätten lügen sollen, oder umgekehrt, geben Sie bitte trotzdem an, wie Sie sich zuvor verhalten haben. Drücken Sie die blaue Taste für „Ich habe die Wahrheit gesagt“ und die gelbe Taste, wenn Sie gelogen haben. Bitte beantworten Sie die Wahrheitsabfrage immer ehrlich.

5. An dieser Stelle werden Sie aufgefordert, eine bestimmte Taste zu drücken.

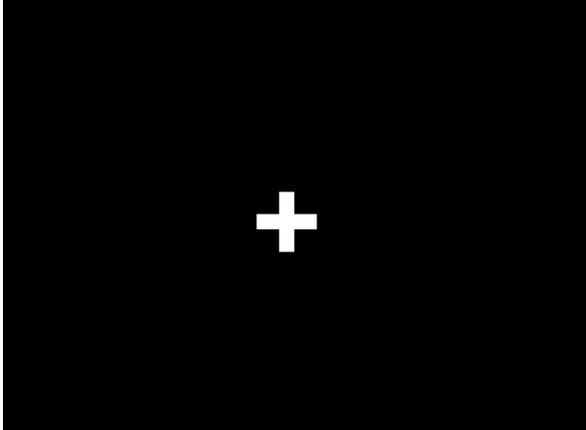
*Beispiel:*



Um sicher zu gehen, dass Sie die Tastenbelegung richtig einstudieren, bitten wir Sie hier, jeweils eine ganz bestimmte Taste zu drücken, z. B. die Taste für die Antwort „richtig“. Dies ist nur für die Einübung wichtig, im eigentlichen Experiment entfällt dieser Zwischenschritt.

6. Fixationskreuz: Zwischen den einzelnen Durchgängen sehen Sie jeweils ein Kreuz.

*Beispiel:*



Bitte betrachten Sie das Kreuz einfach nur aufmerksam ohne eine Taste zu drücken.

Allgemeines:

Die Zeit, die Sie für die Beantwortung der einzelnen Punkte haben, ist über die Durchgänge hinweg immer gleich. Bitte versuchen Sie, so schnell wie möglich zu antworten, ohne sich bei der Antwort zu vertun. Auch wenn Sie einmal nicht antworten, läuft die Präsentation weiter. Bitte geben Sie Ihre Antwort in diesem Fall nicht im Nachhinein, sondern machen Sie einfach mit dem nächsten Punkt weiter. Wenn Sie eine Antwort per Knopfdruck übermittelt haben, verschwindet die eingblendete Schrift. Bitte geben Sie Ihre Antworten auch nicht zu früh, z. B. wenn Sie wissen, dass gleich nach der Sicherheit gefragt wird, geben Sie Ihre Antwort erst, sobald die Frage „Sicher?“ auf dem Bildschirm erscheint.

Bitte lassen Sie möglichst keine Aussagen / Fragen aus. Wenn Sie die richtige Antwort zu einer Aussage („richtig“ / „falsch“) nicht kennen, raten Sie und geben die Sicherheit mit „unsicher“ an.

*Sollten Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte jetzt an Ihren Versuchsleiter.*

Übungsaufgabe

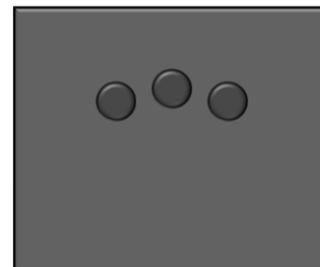
Die Polizisten legen Daniel eine Reihe von Aussagen vor, die er mit "richtig" oder "falsch" bewerten soll. Daniel will die Polizei bei der Aufklärung des Falles unterstützen. Er beschließt, bei allen Aussagen, die für den Fall relevant sind, die Wahrheit zu sagen. Relevante Aussagen beziehen sich z. B. auf die **Identität des Täters**, sollen also helfen, ihn ausfindig zu machen. Oder sie beziehen sich auf die **Schuld des Täters**, sollen also die Ermessung der Tatschwere ermöglichen. Bei allen nicht relevanten Aussagen erlaubt sich Daniel den Spaß zu lügen, bei allen relevanten Aussagen sagt er jedoch die Wahrheit.

Bitte versetzen Sie sich in Daniels Lage, und lügen Sie bei allen nicht relevanten Aussagen. Bei allen relevanten Aussagen, sagen Sie bitte die Wahrheit. Diese Übung soll Sie auf die fMRT-Untersuchung vorbereiten, daher ist es wichtig, dass Sie so schnell wie möglich antworten, ohne sich dabei zu vertun. Während der fMRT-Untersuchung werden Sie einen Schalter bekommen, der dem hier gezeigten ähnelt. Für die Übungsaufgabe werden Sie jedoch die farblich markierten Tasten der PC-Tastatur benutzen.

*Beispiel: Tastatur Übungsaufgabe*



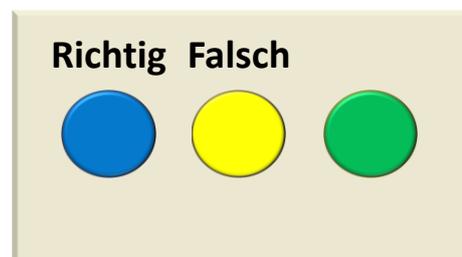
*Beispiel: Tastatur bei fMRT*



Im Folgenden werden der Versuchsablauf und die experimentelle Aufgabe erklärt. Der Versuch besteht aus mehreren Durchgängen, die jeweils gleich aufgebaut sind:

1. Es wird eine Aussage eingeblendet. Bitte lesen Sie jeweils die Aussage, entscheiden Sie sich, ob die Aussage relevant ist oder nicht, und lügen Sie dann bei den nicht relevanten Aussagen, und geben Sie die Wahrheit bei den relevanten Aussagen an.

*Beispiel:*



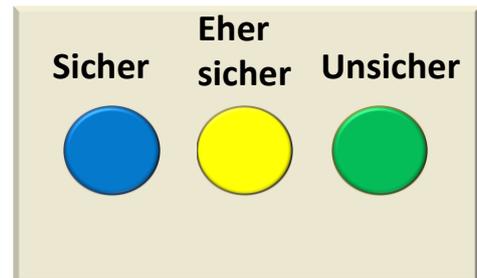
Beantworten Sie die Aussage mit "richtig" oder "falsch". Drücken Sie dazu die blaue Taste, wenn Sie mit "richtig" antworten wollen, und drücken Sie die gelbe Taste, wenn sie mit "falsch" antworten

wollen. Beachten Sie dabei, dass Sie an dieser Stelle lügen sollen, wenn Sie die Aussage für nicht relevant halten, bzw. die Wahrheit sagen sollen, wenn Sie die Aussage für relevant halten.

Sollten Sie sich bezüglich einer Aussage unsicher sein, raten Sie bitte. Sie können im nächsten Schritt angeben, wie sicher Sie sich sind, dass Sie die richtige Antwort kennen.

2. Geben Sie nun bitte an, wie sicher Sie sich bezüglich Ihrer Entscheidung sind.

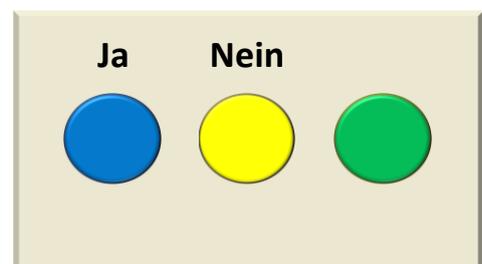
*Beispiel:*



Wenn Sie sich sehr sicher sind, die richtige Antwort zu kennen, drücken Sie bitte die blaue Taste. Wenn Sie sich eher sicher sind, drücken Sie bitte die gelbe Taste. Wenn Sie unsicher sind, Sie also raten müssen, drücken Sie bitte die grüne Taste. Bitte beantworten Sie die Sicherheitsabfrage immer ehrlich. Es geht darum einschätzen zu können, wie sicher Sie sich sind, die richtige Antwort zu kennen. Unabhängig davon, ob Sie gelogen oder die Wahrheit gesagt haben. Bitte drücken Sie erst, wenn die Frage „Sicher?“ eingeblendet wird.

3. Danach geben Sie bitte an, ob Sie die Aussage zuvor als relevant eingestuft haben.

*Beispiel:*

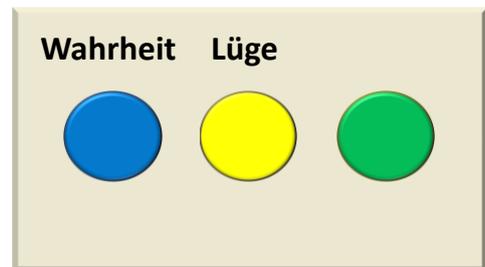
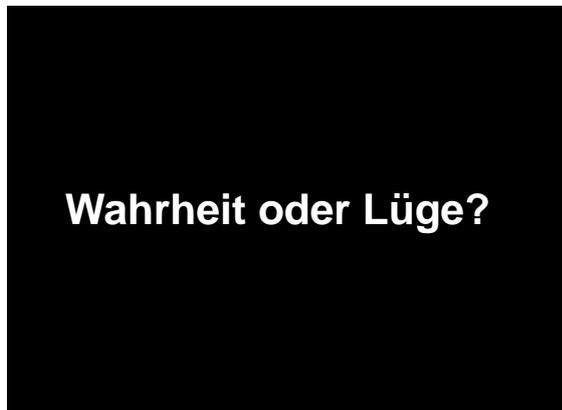


Die Frage „Relevant?“ wird eingeblendet sowie zur Erinnerung die Aussage, die Sie zuvor bewertet haben. Bitte geben Sie an, ob Sie zuvor, bei der Bewertung der Aussage, diese als relevant oder irrelevant eingestuft haben. Sollten Sie feststellen, dass die Aussage von Ihnen zuvor falsch eingestuft wurde, geben Sie bitte trotzdem an, wie Sie sie zuvor bewertet haben. Dies dient der Auswertung.

Bitte beantworten Sie die Relevanzabfrage immer ehrlich. Drücken Sie die blaue Taste für „Ja, relevant“ und die gelbe Taste, wenn Sie mit „Nein, nicht relevant“ antworten wollen.

4. Geben Sie nun an, ob Sie bei dieser Aussage gelogen haben.

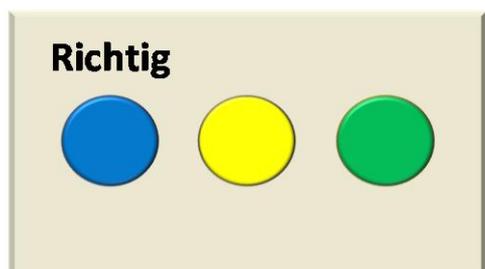
*Beispiel:*



Bitte geben Sie an, ob Sie zuvor bei der Bewertung der Aussage gelogen oder die Wahrheit gesagt haben. Sollten Sie feststellen, dass Sie die Wahrheit gesagt haben, aber eigentlich hätten lügen sollen, oder umgekehrt, geben Sie bitte trotzdem an, wie Sie sich zuvor verhalten haben. Drücken Sie die blaue Taste für „Ich habe die Wahrheit gesagt“ und die gelbe Taste, wenn Sie gelogen haben. Bitte beantworten Sie die Wahrheitsabfrage immer ehrlich.

5. An dieser Stelle werden Sie aufgefordert, eine bestimmte Taste zu drücken.

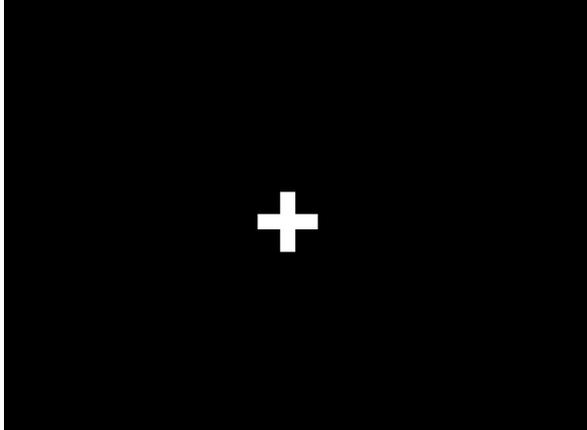
*Beispiel:*



Um sicher zu gehen, dass Sie die Tastenbelegung richtig einstudieren, bitten wir Sie hier, jeweils eine ganz bestimmte Taste zu drücken, z. B. die Taste für die Antwort „richtig“. Dies ist nur für die Einübung wichtig, im eigentlichen Experiment entfällt dieser Zwischenschritt.

6. Fixationskreuz: Zwischen den einzelnen Durchgängen sehen Sie jeweils ein Kreuz.

*Beispiel:*



Bitte betrachten Sie das Kreuz einfach nur aufmerksam ohne eine Taste zu drücken.

Allgemeines:

Die Zeit, die Sie für die Beantwortung der einzelnen Punkte haben, ist über die Durchgänge hinweg immer gleich. Bitte versuchen Sie, so schnell wie möglich zu antworten, ohne sich bei der Antwort zu vertun. Auch wenn Sie einmal nicht antworten, läuft die Präsentation weiter. Bitte geben Sie Ihre Antwort in diesem Fall nicht im Nachhinein, sondern machen Sie einfach mit dem nächsten Punkt weiter. Wenn Sie eine Antwort per Knopfdruck übermittelt haben, verschwindet die eingblendete Schrift. Bitte geben Sie Ihre Antworten auch nicht zu früh, z. B. wenn Sie wissen, dass gleich nach der Sicherheit gefragt wird, geben Sie Ihre Antwort erst, sobald die Frage „Sicher?“ auf dem Bildschirm erscheint.

Bitte lassen Sie möglichst keine Aussagen / Fragen aus. Wenn Sie die richtige Antwort zu einer Aussage („richtig“ / „falsch“) nicht kennen, raten Sie und geben die Sicherheit mit „unsicher“ an.

*Sollten Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte jetzt an Ihren Versuchsleiter.*

**Relevante Aussagen der Übungsaufgabe**

Bevor der Täter um die Ecke bog, hat er den Blinker betätigt.  
Der Täter hat vergessen, vor dem Abbiegen den Blinker zu betätigen.  
Der Täter war betrunken.  
Der Täter war nüchtern.  
Der Täter fuhr bei Rot über die Ampel.  
Der Täter fuhr bei Grün über die Ampel.  
Der Täter hat sich an die Geschwindigkeitsbegrenzung gehalten.  
Der Täter fuhr zu schnell.  
Der Täter hat während der Fahrt telefoniert.  
Der Täter hat sich ganz auf den Verkehr konzentriert.  
Der Unfallwagen trug ein Bonner Kennzeichen.  
Der Unfallwagen trug ein Frankfurter Kennzeichen.  
Der Täter beging Fahrerflucht.  
Der Täter blieb bei dem Mädchen, bis der Rettungsdienst kam.  
Der Täter hatte Vorfahrt vor dem Mädchen.  
Das Mädchen hatte Vorfahrt.  
Der Täter heißt mit Vornamen „Thomas“.  
Der Täter heißt mit Vornamen „Markus“.

**Irrelevante Aussagen der Übungsaufgabe**

Es war Weihnachtszeit.  
Es war kurz vor Ostern.  
Es war ein sonniger Tag.  
Der Himmel war bewölkt.  
Die beiden Männer wollten eine Freundin besuchen.  
Die beiden Männer wollten zur Arbeit.  
Das Unfallopfer hatte ihren Hund dabei.  
Das Unfallopfer war ganz allein unterwegs.  
Eine Frau kümmerte sich um das Unfallopfer.  
Ein weiterer Mann kümmerte sich um das Unfallopfer.  
Das Unfallopfer war zuvor bei der Hundeschule.  
Das Unfallopfer kam gerade von zu Hause.  
Das Unfallopfer war auf dem Weg zu seiner Tante.  
Das Unfallopfer war auf dem Weg zum Musikunterricht.  
Der Hund war ein Labrador.  
Der Hund war ein Golden Retriever.  
Das Unfallopfer führte einen Blumenstrauß mit sich.  
Das Unfallopfer führte einen Obstkorb mit sich.

Liebe/r Teilnehmer/in,

im Folgenden sehen Sie einen kurzen Film, der den Verkaufsraum einer Tankstelle zeigt. Der Film ist aus der Ego-Perspektive gedreht, es scheint also, als bewegten Sie sich selbst durch den Raum. Bitte betrachten Sie den Film aufmerksam.

*Sollten Sie irgendwelche Fragen haben, wenden Sie sich bitte jetzt an den Versuchsleiter.*

## Instruktion

### Hintergrund:

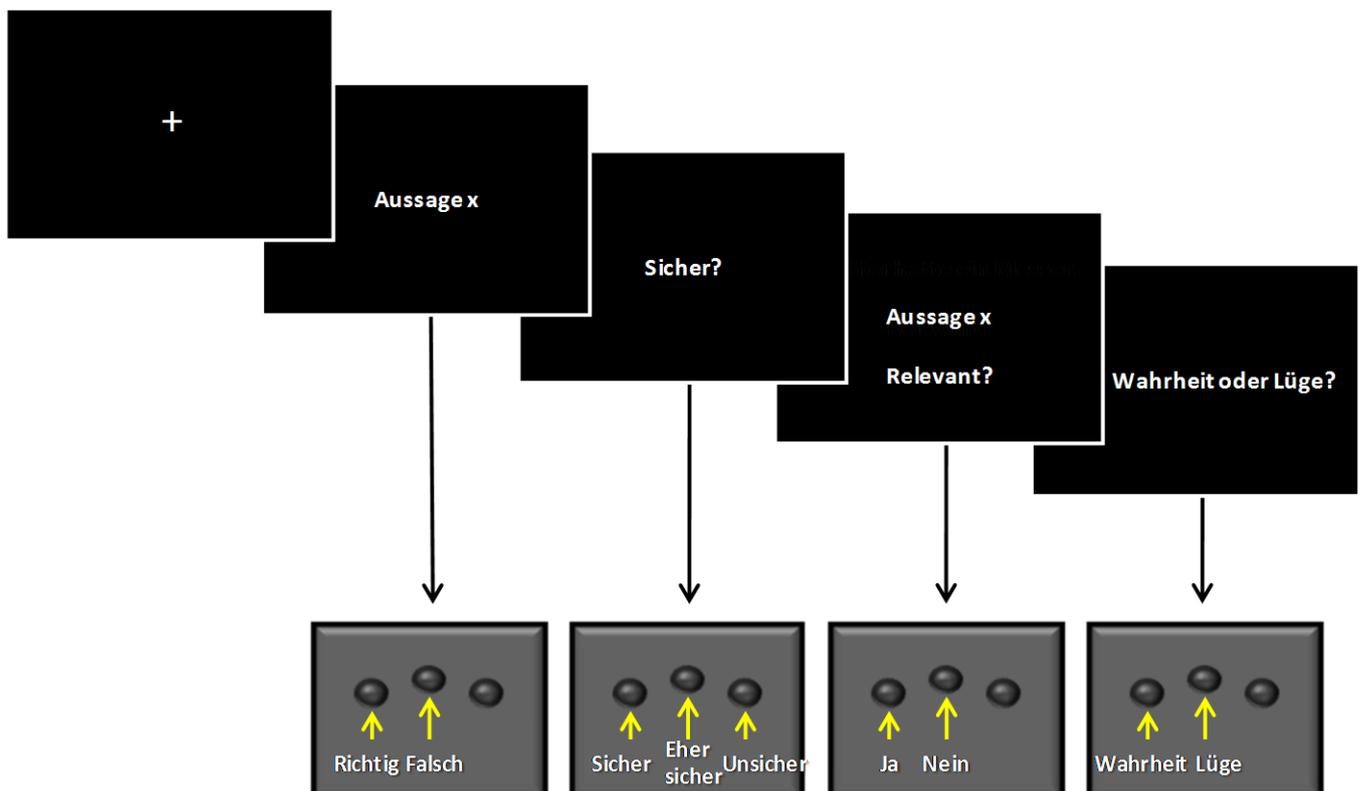
Sie haben einen Tankstellenüberfall beobachtet und werden unmittelbar danach von der Polizei zum Tathergang befragt. Die Polizei hofft, die Täter noch erwischen zu können und stellt Ihnen viele Fragen, die für die **Ergreifung der Täter** relevant sind oder um die **Tatschwere** ermessen zu können. Daher sind z. B. alle Fragen bezüglich der Kleidung oder des allgemeinen Aussehens der Täter für die Polizei von Bedeutung, ebenso wie Fragen zu Raub, Beschimpfungen und Körperverletzung. Die Polizei stellt Ihnen jedoch zur Kontrolle ebenfalls Fragen, die weder für die Ergreifung der Täter noch für die Bemessung der Tatschwere relevant sind. Diese können sich zum Beispiel auf Kunden oder Personal der Tankstelle beziehen, die ebenfalls verhört werden.

### Ihre Aufgabe:

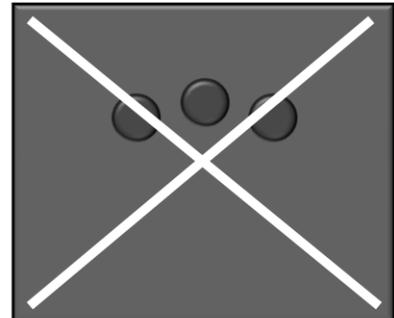
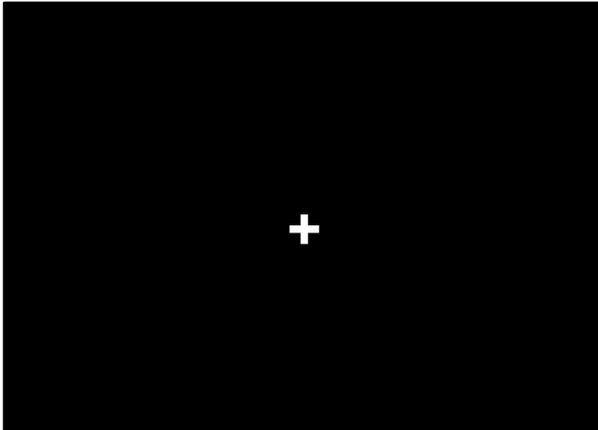
Bitte stellen Sie sich vor, sie seien in Wahrheit kein einfacher Zeuge, sondern ein Komplize der Täter, der versucht, die Polizei auf eine falsche Fährte zu führen. Daher lügen Sie bei **allen** Aussagen, die für den Fall relevant sind. Damit aber nicht auffällt, dass sich Ihre Aussagen grundsätzlich von den Aussagen der anderen Zeugen unterscheiden, sagen Sie bei **allen** nicht relevanten Aussagen die Wahrheit.

### Ablauf:

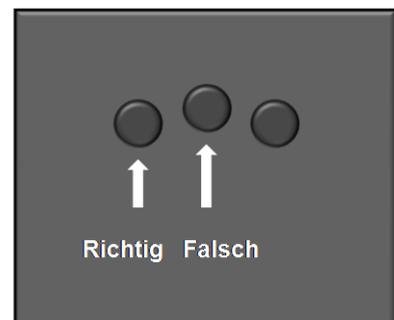
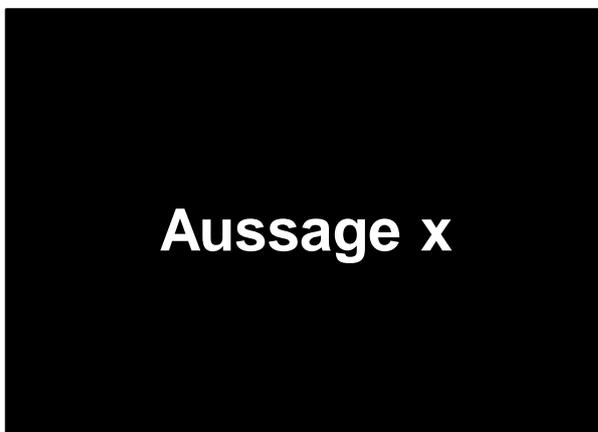
Die Befragung besteht aus mehreren Durchgängen, jeder Durchgang ist gleich aufgebaut.



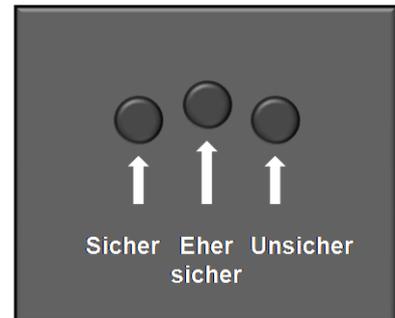
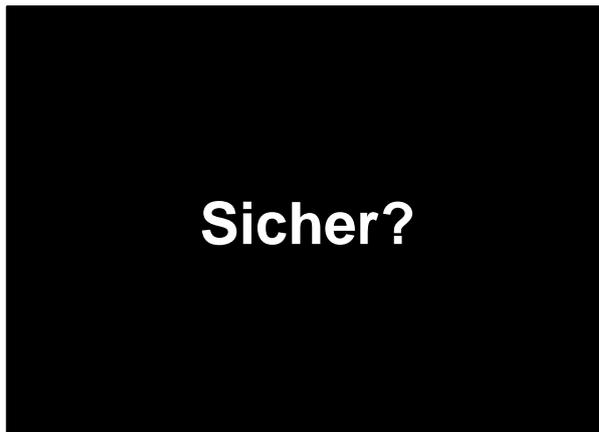
1. Sie sehen zuerst ein Fixationskreuz, bitte betrachten Sie es aufmerksam, ohne Tasten zu drücken.



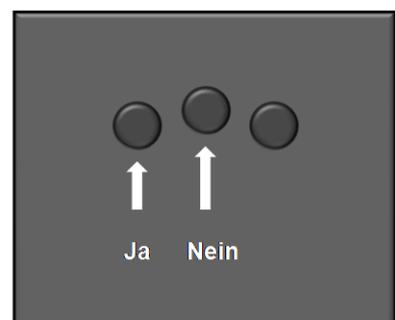
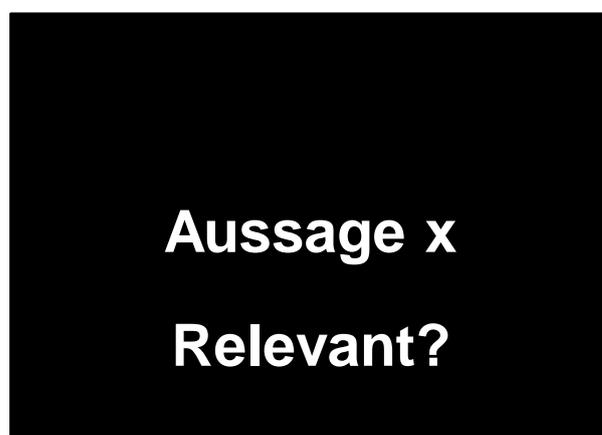
2. Es wird eine Aussage eingeblendet. Drücken Sie die linke Taste für „richtig“ und die mittlere Taste, wenn Sie mit „falsch“ antworten wollen. Bitte beachten Sie dabei die obige Instruktion und **lügen Sie bei relevanten Aussagen** und **sagen Sie die Wahrheit bei nicht relevanten Aussagen**.



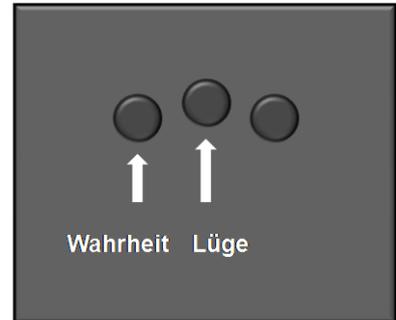
3. Nach jeder Aussage wird die Frage „Sicher?“ eingeblendet. Hier sollen Sie angeben, wie sicher Sie sich sind, dass Sie die richtige Antwort kennen. Drücken Sie die linke Taste für „Ich bin mir sicher“, die mittlere Taste für „Ich bin mir eher sicher“ und die rechte Taste für „Ich bin unsicher“ (wenn Sie also raten müssen). Bitte beantworten Sie die Sicherheitsabfrage **immer ehrlich**, unabhängig davon, ob Sie bei der zugehörigen Aussage gelogen oder die Wahrheit gesagt haben. Es geht darum, ob Sie meinen, die Wahrheit mit Gewissheit zu kennen. Bitte beantworten Sie die Sicherheitsfrage erst, wenn „Sicher?“ eingeblendet wird.



4. Die Frage „Relevant?“ wird eingeblendet sowie zur Erinnerung die Aussage, die Sie zuvor bewertet haben. Bitte geben Sie an, ob Sie zuvor bei der Bewertung der Aussage, diese als relevant oder irrelevant eingestuft haben. Sollten Sie feststellen, dass die Aussage von Ihnen zuvor falsch eingestuft wurde, geben Sie bitte trotzdem an, wie Sie sie zuvor bewertet haben. Dies dient der Auswertung. Drücken Sie die linke Taste für „Ja, relevant“ und die mittlere Taste, wenn Sie mit „Nein, nicht relevant“ antworten wollen. Bitte beantworten Sie diese Frage immer ehrlich.



5. Die Frage „Wahrheit oder Lüge?“ erscheint auf dem Bildschirm. Bitte geben Sie an, ob Sie zuvor bei der Bewertung der Aussage gelogen oder die Wahrheit gesagt haben. Sollten Sie feststellen, dass Sie die Wahrheit gesagt haben, aber eigentlich hätten lügen sollen, oder umgekehrt, geben Sie bitte trotzdem an, wie Sie sich zuvor verhalten haben. Drücken Sie die linke Taste für „Ich habe die Wahrheit gesagt“ und die rechte Taste für „Ich habe gelogen“. Bitte beantworten Sie diese Frage immer ehrlich.



Die letzten beiden Punkte dienen hauptsächlich der Auswertung der Ergebnisse.

Allgemeines:

Die Zeit, die Sie für die Beantwortung der einzelnen Punkte haben, ist über die Durchgänge hinweg immer gleich. Bitte versuchen Sie, so schnell wie möglich zu antworten, ohne sich bei der Antwort zu vertun. Wenn Sie eine Antwort per Knopfdruck übermittelt haben, verschwindet die eingeblendete Schrift.

Bitte lassen Sie möglichst keine Aussagen / Fragen aus. Wenn Sie die richtige Antwort zu einer Aussage („richtig“ / „falsch“) nicht kennen, raten Sie und geben die Sicherheit mit „unsicher“ an.

*Sollten Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte jetzt an Ihren Versuchsleiter.*

## Instruktion

### Hintergrund:

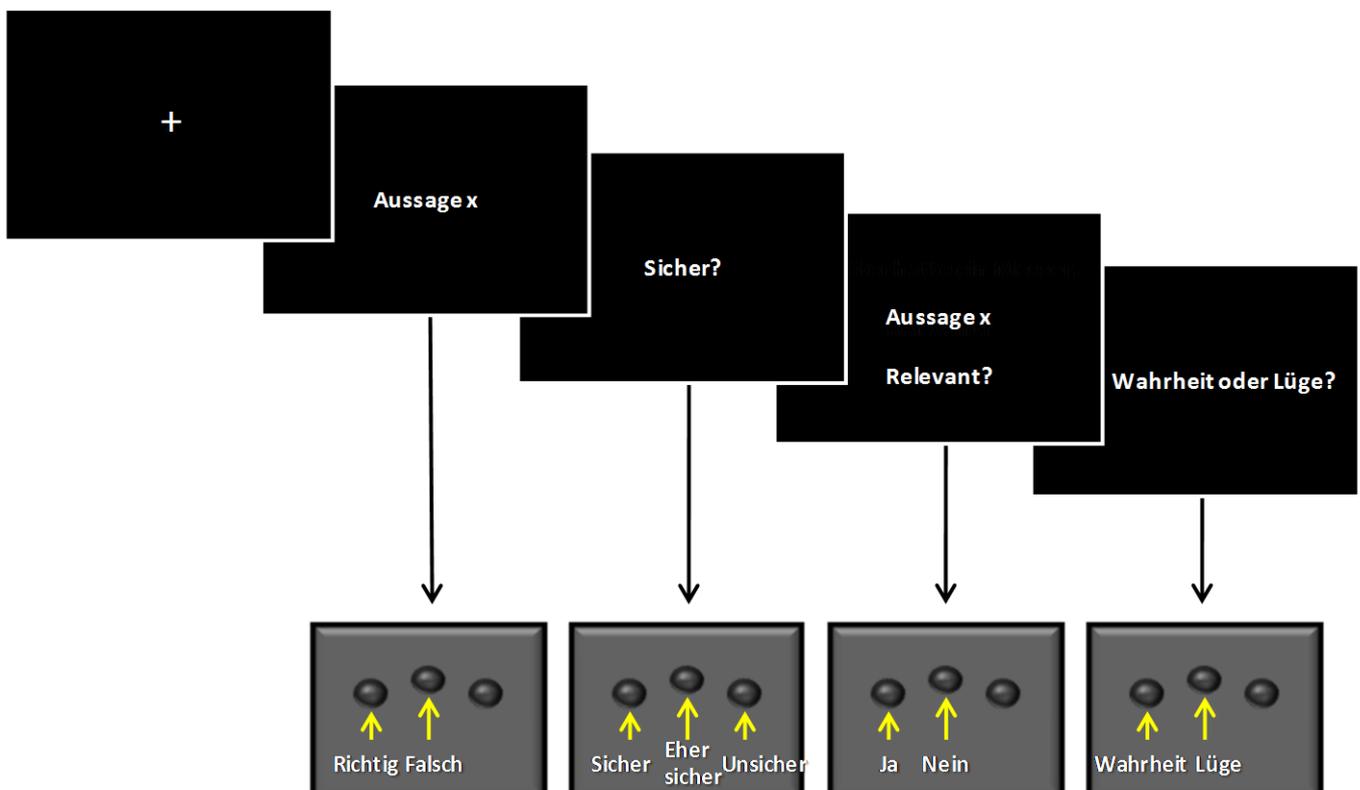
Sie haben einen Tankstellenüberfall beobachtet und werden unmittelbar danach von der Polizei zum Tathergang befragt. Die Polizei hofft, die Täter noch erwischen zu können und stellt Ihnen viele Fragen, die für die **Ergreifung der Täter** relevant sind oder um die **Tatschwere** ermessen zu können. Daher sind z. B. alle Fragen bezüglich der Kleidung oder des allgemeinen Aussehens der Täter für die Polizei von Bedeutung, ebenso wie Fragen zu Raub, Beschimpfungen und Körperverletzung. Die Polizei stellt Ihnen jedoch zur Kontrolle ebenfalls Fragen, die weder für die Ergreifung der Täter noch für die Bemessung der Tatschwere relevant sind. Diese können sich zum Beispiel auf Kunden oder Personal der Tankstelle beziehen, die ebenfalls verhört werden.

### Ihre Aufgabe:

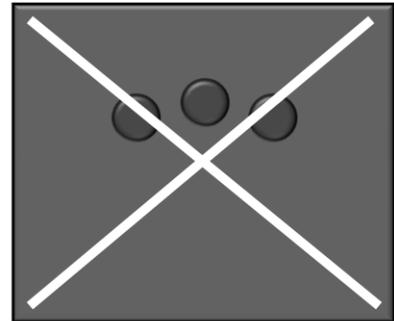
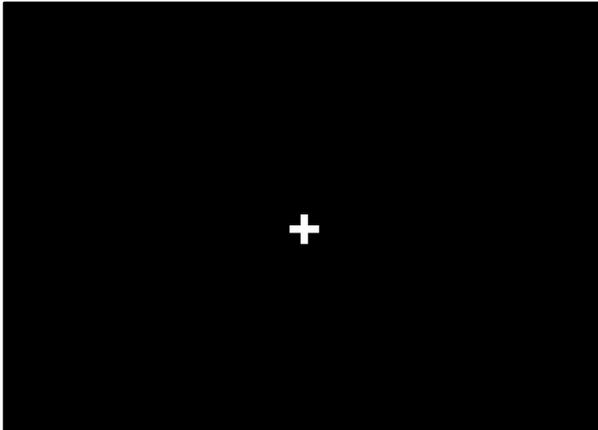
Bitte stellen Sie sich vor, Sie wollten die Polizei bei dem Fall unterstützen. Daher antworten Sie bei **allen** Aussagen, die relevant sind, wahrheitsgemäß. Sie erlauben sich jedoch den Spaß, die Polizei bei **allen** Aussagen zu belügen, die für den Fall nicht relevant sind.

### Ablauf:

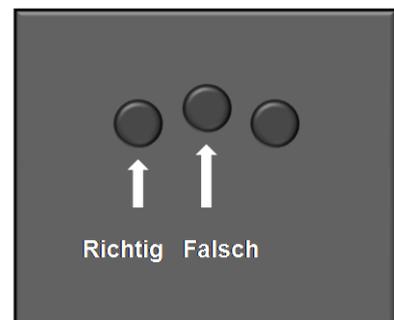
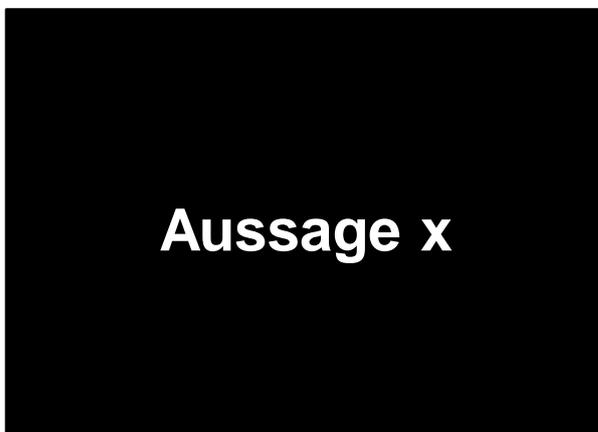
Die Befragung besteht aus mehreren Durchgängen, jeder Durchgang ist gleich aufgebaut.



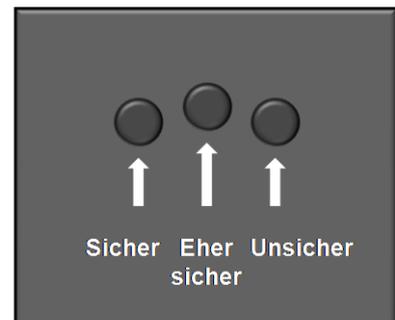
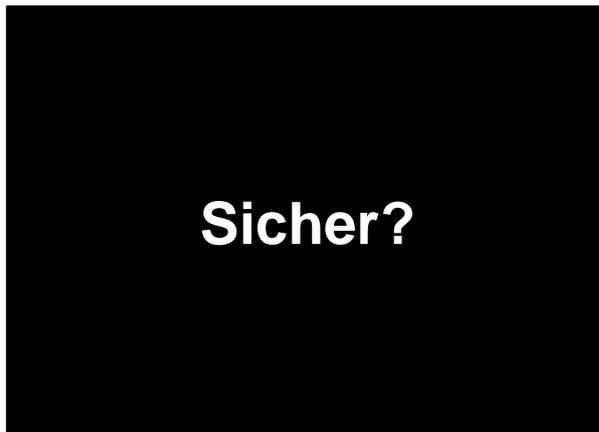
1. Sie sehen zuerst ein Fixationskreuz, bitte betrachten Sie es aufmerksam, ohne Tasten zu drücken.



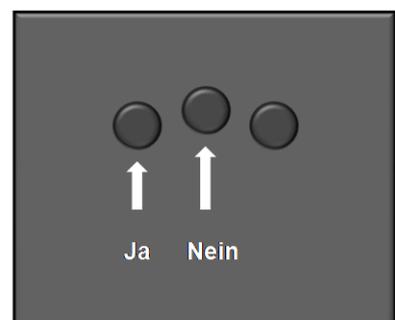
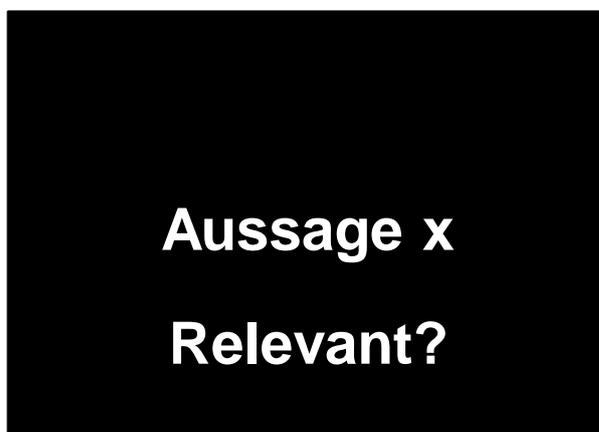
2. Es wird eine Aussage eingeblendet. Drücken Sie die linke Taste für „richtig“ und die mittlere Taste, wenn Sie mit „falsch“ antworten wollen. Bitte beachten Sie dabei die obige Instruktion und **lügen Sie bei nicht relevanten Aussagen** und **sagen Sie die Wahrheit bei relevanten Aussagen**.



3. Nach jeder Aussage wird die Frage „Sicher?“ eingeblendet. Hier sollen Sie angeben, wie sicher Sie sich sind, dass Sie die richtige Antwort kennen. Drücken Sie die linke Taste für „Ich bin mir sicher“, die mittlere Taste für „Ich bin mir eher sicher“ und die rechte Taste für „Ich bin unsicher“ (wenn Sie also raten müssen). Bitte beantworten Sie die Sicherheitsabfrage **immer ehrlich**, unabhängig davon, ob Sie bei der zugehörigen Aussage gelogen oder die Wahrheit gesagt haben. Es geht darum, ob Sie meinen, die Wahrheit mit Gewissheit zu kennen. Bitte beantworten Sie die Sicherheitsfrage erst, wenn „Sicher?“ eingeblendet wird.



4. Die Frage „Relevant?“ wird eingeblendet sowie zur Erinnerung die Aussage, die Sie zuvor bewertet haben. Bitte geben Sie an, ob Sie zuvor bei der Bewertung der Aussage, diese als relevant oder irrelevant eingestuft haben. Sollten Sie feststellen, dass die Aussage von Ihnen zuvor falsch eingestuft wurde, geben Sie bitte trotzdem an, wie Sie sie zuvor bewertet haben. Dies dient der Auswertung. Drücken Sie die linke Taste für „Ja, relevant“ und die mittlere Taste, wenn Sie mit „Nein, nicht relevant“ antworten wollen. Bitte beantworten Sie diese Frage immer ehrlich.



5. Die Frage „Wahrheit oder Lüge?“ erscheint auf dem Bildschirm. Bitte geben Sie an, ob Sie zuvor bei der Bewertung der Aussage gelogen oder die Wahrheit gesagt haben. Sollten Sie feststellen, dass Sie die Wahrheit gesagt haben, aber eigentlich hätten lügen sollen, oder umgekehrt, geben Sie bitte trotzdem an, wie Sie sich zuvor verhalten haben. Drücken Sie die linke Taste für „Ich habe die Wahrheit gesagt“ und die rechte Taste für „Ich habe gelogen“. Bitte beantworten Sie diese Frage immer ehrlich.



Die letzten beiden Punkte dienen hauptsächlich der Auswertung der Ergebnisse.

Allgemeines:

Die Zeit, die Sie für die Beantwortung der einzelnen Punkte haben, ist über die Durchgänge hinweg immer gleich. Bitte versuchen Sie, so schnell wie möglich zu antworten, ohne sich bei der Antwort zu vertun. Wenn Sie eine Antwort per Knopfdruck übermittelt haben, verschwindet die eingeblendete Schrift.

Bitte lassen Sie möglichst keine Aussagen / Fragen aus. Wenn Sie die richtige Antwort zu einer Aussage („richtig“ / „falsch“) nicht kennen, raten Sie und geben die Sicherheit mit „unsicher“ an.

*Sollten Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte jetzt an Ihren Versuchsleiter.*

**Relevante Aussagen zum Film**

Es waren mehrere Täter.  
 Ein Täter blieb beim Wagen.  
 Nur ein Täter betrat die Tankstelle.  
 Zwei Täter betraten die Tankstelle.  
 Drei Täter betraten die Tankstelle.  
 Vier Täter betraten die Tankstelle.  
 Alle Täter trugen Kopfbedeckungen.  
 Einer der Täter trug keine Kopfbedeckung.  
 Kein Täter hatte eine Kapuze auf.  
 Nur ein Täter hatte eine Kapuze auf.  
 Ein Täter trug eine blaue Mütze.  
 Ein Täter trug eine weiße Mütze.  
 Ein Täter trug eine rote Mütze.  
 Alle Täter hatten schwarze Haare.  
 Ein Täter hatte ein Augenbrauen-Piercing.  
 Alle Täter trugen Sonnenbrillen.  
 Ein Täter trug keine Sonnenbrille.  
 Die Täter trugen keinen Mundschutz.  
 Ein Täter trug eine Lederjacke.  
 Ein Täter trug eine graue Jacke.  
 Ein Täter trug eine weiße Jacke.  
 Ein Täter trug eine Jeansjacke.  
 Ein Täter trug eine Bomberjacke.  
 Ein Täter trug eine braune Jacke.  
 Ein Täter trug eine Daunenweste.  
 Ein Täter trug einen grünen Kapuzenpullover.  
 Ein Täter trug einen grauen Kapuzenpullover.  
 Ein Täter trug einen weißen Kapuzenpullover.  
 Ein Täter trug eine Jeans.  
 Kein Täter trug eine Jeans.  
 Alle Täter trugen Jeans.  
 Ein Täter trug eine Hose mit Flecktarnmuster.  
 Ein Täter trug eine schwarze Hose.  
 Ein Täter trug ein blaues Schlüsselband.  
 Ein Täter trug eine Schlüsselkette.  
 Ein Täter hatte eine verbundene Hand.  
 Ein Täter hatte eine auffällige Narbe im Gesicht.  
 Ein Täter hatte eine sichtbare Tätowierung.  
 Keiner der Täter sprach während des Überfalls.  
 Alle Täter waren männlich.

Ein Täter war weiblich.  
 Die Täter waren bewaffnet.  
 Ein Täter hatte eine Schusswaffe.  
 Ein Täter hatte ein Messer.  
 Ein Täter war größer als 1,90m.  
 Kein Täter war kleiner als 1,70m.  
 Alle Täter waren kleiner als 1,80m.  
 Alle Täter waren kleiner als 1,70m.  
 Alle Täter waren älter als 50 Jahre.  
 Mindestens ein Täter war älter als 50 Jahre.  
 Alle Täter waren älter als 40 Jahre.  
 Mindestens ein Täter war älter als 30 Jahre.  
 Alle Täter waren älter als 20 Jahre.  
 Alle Täter waren jünger als 20 Jahre.  
 Mindestens ein Täter war jünger als 20 Jahre.  
 Alle Täter waren europäischer Abstammung.  
 Alle Täter waren asiatischer Abstammung.  
 Täter waren hellhäutig.  
 Mindestens ein Täter war hellhäutig.  
 Alle Täter waren dunkelhäutig.  
 Mindestens ein Täter war dunkelhäutig.  
 Keiner der Täter hatte einen ausländischen Akzent.  
 Alle Täter hatten einen ausländischen Akzent.  
 Die Täter erbeuteten Geld.  
 Die Täter erbeuteten ein Portemonnaie.  
 Keiner der Anwesenden wurde ausgeraubt.  
 Niemand wurde festgehalten.  
 Niemand wurde mit einer Waffe bedroht.  
 Ein Kunde wurde ausgeraubt.  
 Einem Kunden wurde das Portemonnaie abgenommen.  
 Ein Kunde wurde festgehalten.  
 Ein Kunde wurde beschimpft.  
 Sie selbst wurden mit einer Waffe bedroht.  
 Sie selbst konnten die Stimme der Täter hören.  
 Die Verkäuferin wurde als "Schlampe" beschimpft.  
 Das Täterfahrzeug war ein Kleinwagen.  
 Das Täterfahrzeug war eine Limousine.  
 Das Täterfahrzeug war ein Kleinbus.  
 Das Täterfahrzeug war rot.  
 Das Täterfahrzeug war silberfarben

**Irrelevante Aussagen zum Film**

Ein Kunde trug eine Brille.  
 Kein Kunde trug eine Brille.  
 Ein Kunde trug eine gestreifte Mütze.  
 Ein Kunde trug keine Mütze.  
 Ein Kunde trug eine Jeans.  
 Ein Kunde trug eine helle Hose.  
 Ein Kunde trug eine helle Jacke.  
 Ein Kunde trug eine karierte Jacke.  
 Ein Kunde trug eine Lederjacke.  
 Mindestens ein Kunde war europäischer Abstammung.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war europäischer Abstammung.  
 Mindestens ein Kunde war hellhäutig.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war hellhäutig.  
 Ein Kunde war afrikanischer Abstammung.  
 Ein Kunde war dunkelhäutig.  
 Kein Kunde hatte einen ausländischen Akzent.  
 Mindestens ein Kunde war älter als 50 Jahre.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war älter als 50 Jahre.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war älter als 40 Jahre.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war älter als 30 Jahre.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war älter als 20 Jahre.  
 Mindestens ein Kunde war älter als 20 Jahre.  
 Mindestens ein Kunde war jünger als 50 Jahre.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war jünger als 50 Jahre.  
 Mindestens ein Kunde war jünger als 40 Jahre.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war jünger als 40 Jahre.  
 Mindestens ein Kunde war jünger als 30 Jahre.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war jünger als 30 Jahre.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war kleiner als 1,90m.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war kleiner als 1,80m.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war kleiner als 1,70m.  
 Mindestens ein Kunde war größer als 1,70m.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war größer als 1,70m.  
 Der Kunde, der die Polizei rief, war größer als 1,90m.  
 Ein Kunde hat sich Chips angesehen.  
 Ein Kunde hat sich Schokoladenriegel angesehen.  
 Ein Kunde hat Bier gekauft.  
 Ein Kunde hat Motoröl gekauft.  
 Sie selbst haben sich im Laden Zeitschriften angesehen.  
 Sie selbst haben einige Zeitschriften berührt.

Sie selbst haben sich im Laden Getränke angesehen.  
 Sie selbst haben sich im Laden Autozubehör angesehen.  
 Sie selbst haben sich im Laden Chips angesehen.  
 Sie selbst haben eine Salzstangen-Tüte in die Hand genommen  
 Die Verkäuferin hatte dunkle Haare.  
 Die Verkäuferin hatte blonde Haare.  
 Die Verkäuferin hatte rote Haare.  
 Die Verkäuferin hatte glatte Haare.  
 Die Verkäuferin hatte gelockte Haare.  
 Die Verkäuferin trug einen Haarreifen.  
 Die Verkäuferin trug einen weißen Haarreifen.  
 Die Verkäuferin trug einen roten Haarreifen.  
 Die Verkäuferin trug einen Pferdeschwanz.  
 Die Verkäuferin trug keine Schirmmütze.  
 Die Verkäuferin trug eine Schirmmütze.  
 Die Verkäuferin trug eine rote Schirmmütze.  
 Die Verkäuferin trug eine weiße Schirmmütze.  
 Die Verkäuferin trug kein Halstuch.  
 Die Verkäuferin trug ein Halstuch.  
 Die Verkäuferin trug ein dunkles Halstuch.  
 Die Verkäuferin trug ein weißes Halstuch.  
 Die Verkäuferin trug einen roten Pullover.  
 Die Verkäuferin trug einen gemusterten Pullover.  
 Die Verkäuferin trug einen gestreiften Pullover.  
 Die Verkäuferin trug einen blauen Pullover.  
 Die Verkäuferin trug eine schwarze Bluse.  
 Die Verkäuferin trug eine rote Bluse.  
 Die Verkäuferin trug ein Namensschild.  
 Die Verkäuferin trug kein Namensschild.  
 Die Verkäuferin war europäischer Abstammung.  
 Die Verkäuferin war asiatischer Abstammung.  
 Die Verkäuferin war afrikanischer Abstammung.  
 Die Verkäuferin war hellhäutig.  
 Die Verkäuferin war dunkelhäutig.  
 Die Verkäuferin war jünger als 50 Jahre.  
 Die Verkäuferin war jünger als 40 Jahre.  
 Die Verkäuferin war jünger als 30 Jahre.  
 Die Verkäuferin war jünger als 20 Jahre.  
 Die Verkäuferin war älter als 20 Jahre.  
 Die Verkäuferin hatte keinen ausländischen Akzent.



**Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaften  
Physiologische Psychologie**

Universität Bielefeld | Postfach 10 01 31 | 33501 Bielefeld

**Nicole-Simone Werner**

Raum: T3 - 246

Tel.: 0521.106-4484

Fax: 0521.106-6049

nwerner@uni-bielefeld.de

[www.uni-bielefeld.de/psychologie/ae/AE14](http://www.uni-bielefeld.de/psychologie/ae/AE14)

### **Fragebogen zur Aufgabenstellung während der fMRT-Messung**

Liebe Probandin, lieber Proband,

mit diesem Fragebogen untersuchen wir, wie gut Sie die Aufgaben während der fMRT-Messung bewältigen konnten und ob es während der Untersuchung irgendwelche Schwierigkeiten bei der Aufgabendurchführung gab.

Die Fragen müssen unmittelbar im Anschluss an die Untersuchung beantwortet werden. Bitte geben Sie Ihre Antworten mit Hilfe der 4-stufigen Bewertungsskala, die Sie unter jeder Frage finden, und antworten Sie bitte im Rückblick auf die Situation der Aufgabendurchführung während der fMRT-Messung.

Die einzelnen Aussagen, das Sicherheits-Rating, die Einschätzung der Relevanz und die Frage, ob Sie gelogen oder die Wahrheit gesagt haben, werden in diesem Fragebogen getrennt behandelt.

Kreuzen Sie bitte von den 4 vorgegebenen Antwortkategorien jeder Bewertungsskala jeweils diejenige an, die für Sie am besten zutrifft. Bitte überlegen Sie nicht lange bei jeder einzelnen Frage, sondern geben Sie Ihre Antworten spontan, und kreuzen Sie bitte bei jeder Frage eine Antwortkategorie an. Bei einigen Fragen werden Sie gebeten, Beschreibungen in eigenen Worten vorzunehmen. Bitte machen Sie von dieser Möglichkeit Gebrauch. Sollte etwas in der Formulierung der Fragen unklar sein, wenden Sie sich bitte an den Versuchsleiter.

Vielen Dank!

	<b>Aussagen</b>	sehr leicht	leicht	schwierig	sehr schwierig
1.	Wie leicht war es für Sie, die auf dem Bildschirm gezeigten Aussagen zu erkennen? (Z. B. die Schrift zu klein, unscharf o. Ä.?)				
2.	Wie leicht war es für Sie, in der vorgegebenen Geschwindigkeit die einzelnen Aussagen zu lesen?				
3.	Wie leicht war es für Sie, die einzelnen Aussagen für sich als richtig oder falsch einzustufen?				
4.	Wie leicht war es für Sie, an den richtigen Stellen zu lügen bzw. die Wahrheit zu sagen?				
5.	Wie leicht war es für Sie, in der vorgegebenen Zeit Ihre Antwort abzugeben?				
6.	Wie leicht war es für Sie, die entsprechenden Knöpfe für „Richtig“ oder „Falsch“ auszuwählen?				
7.	Haben Sie bei der Einschätzung der Aussagen auf bestimmte Strategien zurückgegriffen?  Ja: ___ Nein: ___				
8.	Wenn ja, wie intensiv haben Sie auf diese Strategien zurückgegriffen?				
9.	Beschreiben Sie bitte, welche Strategien Sie verwendet haben:				
10.	Hat sich der Anteil Ihrer Strategien im Verlauf des Experiments verändert (z. B. mehr Strategien am Anfang als gegen Ende des Experiments oder umgekehrt)?  Ja: ___ Nein: ___				
11.	Wenn ja, beschreiben Sie diese Veränderung, bitte:				

12.	<p>Haben Sie sich oftmals vertan und bemerkt, dass Sie an einer Stelle eigentlich hätten lügen bzw. die Wahrheit sagen sollen, sich aber anders verhalten haben?</p> <p style="text-align: center;">Ja: ____ Nein: ____</p>
13.	<p>Wann ist das passiert und wie oft? Und was ist Ihrer Meinung nach die Ursache dafür? Worin bestanden die Schwierigkeiten?</p>
14.	<p>Fiel es Ihnen gleich schwer/leicht, an den richtigen Stellen die Wahrheit zu sagen bzw. zu lügen, oder haben Sie bei einem der beiden Fälle mehr Fehler gemacht? Wenn ja, bei welchem?</p>

	<b>Sicherheits-Rating</b>	sehr leicht	leicht	schwierig	sehr schwierig
15.	Wie leicht war es für Sie zu beurteilen, wie sicher Sie sich bei jeder einzelnen Aussage sind?				
16.	Wie leicht war es für Sie in der vorgegebenen Zeit Ihr Sicherheits-Rating abzugeben?				
17.	Wie leicht war es für Sie, die 3 entsprechenden Knöpfe für das Sicherheits-Rating auszuwählen?				
18.	<p>Haben Sie beim Sicherheits-Rating auf bestimmte Strategien zurückgegriffen?</p> <p style="text-align: center;">Ja: ____ Nein: ____</p>				

19.	Wenn ja, wie intensiv haben auf Sie diese Strategien zurückgegriffen?
20.	Beschreiben Sie bitte, welche Strategien Sie verwendet haben:
21.	Hat sich der Anteil Ihrer Strategien im Verlauf des Experiments verändert (z. B. mehr Strategien am Anfang als gegen Ende des Experiments oder umgekehrt)?  Ja: ____ Nein: ____
22.	Wenn ja, beschreiben Sie diese Veränderung, bitte:

	<b>Relevanz</b>	sehr leicht	leicht	schwierig	sehr schwierig
23.	Wie leicht war es für Sie, die Relevanz einer Aussage einzuschätzen?				
24.	Wie leicht war es für Sie, daraus zu schlussfolgern, ob Sie lügen oder die Wahrheit sagen sollen?				
25.	Wie leicht fiel es Ihnen, sich zu erinnern, ob Sie eine Aussage zuvor bei der Bewertung mit „richtig“/„falsch“ als relevant oder irrelevant eingeschätzt hatten?				
26.	Wie leicht war es für Sie, die 2 entsprechenden Knöpfe „Ja“ / „Nein“ auszuwählen?				
27.	Wie leicht war es für Sie, in der vorgegebenen Zeit anzugeben, ob Sie die Aussage als relevant oder irrelevant eingeschätzt hatten?				

28.	<p>Haben Sie oft bemerkt, dass Sie zuvor die Relevanz der Aussage falsch eingeschätzt hatten?</p> <p style="text-align: center;">Ja: ___ Nein: ___</p>
29.	<p>Wann ist das passiert und wie oft? Und was ist Ihrer Meinung nach die Ursache dafür? Worin bestanden die Schwierigkeiten?</p>
30.	<p>Haben Sie bei der Beurteilung der Relevanz auf bestimmte Strategien zurückgegriffen?</p> <p style="text-align: center;">Ja: ___ Nein: ___</p>
31.	<p>Wenn ja, wie intensiv haben Sie auf diese Strategien zurückgegriffen?</p>
32.	<p>Beschreiben Sie bitte, welche Strategien Sie verwendet haben:</p>
33.	<p>Hat sich der Anteil Ihrer Strategien im Verlauf des Experiments verändert (z. B. mehr Strategien am Anfang als gegen Ende des Experiments oder umgekehrt)?</p> <p style="text-align: center;">Ja: ___ Nein: ___</p>
34.	<p>Wenn ja, beschreiben Sie diese Veränderung bitte:</p>

	<b>Wahrheit vs. Lüge</b>	sehr leicht	leicht	schwierig	sehr schwierig
35.	Wie leicht war es für Sie, sich zu erinnern, ob Sie zuvor gelogen oder die Wahrheit gesagt hatten?				
36.	Wie leicht war es für Sie, in der vorgegebenen Zeit anzugeben, ob Sie gelogen oder die Wahrheit gesagt hatten?				
37.	Wie leicht war es für Sie, die 2 entsprechenden Knöpfe „Ja“ / „Nein“ auszuwählen?				
38.	Ist Ihnen im Nachhinein aufgefallen, dass Sie manchmal gelogen haben, obwohl Sie die Wahrheit hätten sagen sollen oder umgekehrt? Ja: ___ Nein: ___				
39.	Wann ist das passiert und wie oft? Und was ist Ihrer Meinung nach die Ursache dafür? Worin bestanden die Schwierigkeiten?				
40.	Haben Sie beim Lügen/Sagen der Wahrheit auf bestimmte Strategien zurückgegriffen? Ja: ___ Nein: ___				
41.	Wenn ja, wie intensiv haben Sie auf diese Strategien zurückgegriffen?				
42.	Beschreiben Sie bitte, welche Strategien Sie verwendet haben:				
43.	Hat sich der Anteil Ihrer Strategien im Verlauf des Experiments verändert (z. B. mehr Strategien am Anfang als gegen Ende des Experiments oder umgekehrt)? Ja: ___ Nein: ___				

44.	Wenn ja, beschreiben Sie diese Veränderung bitte:
-----	---

Allgemeine Fragen	
45.	Wie bewerten Sie denn Film bezüglich seiner Qualität?
46.	Wie überzeugend war die im Film dargestellte Situation? Fühlten Sie sich in sie hineinversetzt?
47.	Wie schuldig fühlen Sie sich, weil Sie gelogen haben?  <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"><span>sehr stark</span><span>gar nicht</span></div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"></div>

Vielen Dank!

## **Eidesstattliche Versicherung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Inhalte, die wörtlich oder sinngemäß aus anderen Quellen übernommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Die Arbeit wurde weder in dieser noch in anderer Form einer anderen Fakultät vorgelegt.

Essen, 27.01.2020



---

Nicole-Simone Werner