

**Aphantasie: Fakt oder Fiktion?**  
**Experimentell-neurowissenschaftliche**  
**Untersuchungen zur Charakterisierung von Personen ohne**  
**sensorisches Vorstellungsvermögen**

**Kumulative Arbeit**

**Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde**

**der**

**Philosophischen Fakultät**

**der**

**Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität**

**zu Bonn**

**vorgelegt von**

**Merlin Monzel**

**aus**

**Trier**

**Bonn 2025**

Gedruckt mit der Genehmigung der Philosophischen Fakultät  
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

**Zusammensetzung der Prüfungskommission:**

Prof. Dr. Henning Gibbons

*(Vorsitzender)*

Prof Dr. Martin Reuter

*(Betreuer und Gutachter)*

Prof Dr. Ulrich Ettinger

*(Gutachter)*

PD Dr. Ina Grau

*(weiteres prüfungsberechtigtes Mitglied)*

Tag der mündlichen Disputation: 13.12.2024

## Danksagung

Ich danke meinem Doktorvater Martin Reuter, der mich ab der ersten Sekunde in meinem Forschungsvorhaben bestärkt hat, obwohl Aphantasie in seiner Abteilung zuvor nicht untersucht worden war. Er förderte mich nicht nur fachlich, sondern gab mir auch die notwendige Unterstützung, mich in seiner Abteilung frei zu entfalten. Offen gesagt hätte ich mir keinen besseren Doktorvater *vorstellen* können.

Neben meinem Doktorvater danke ich meinen (Ex-)Kollegen Andrea Felten, Jessica Glaubig, Thomas Grünhage, Svea Hogeterp, Jana Karneboge, Susanne Koch, Thomas Plieger und Annabel Vetterlein, in deren Gegenwart ich mich stets wohlfühlt habe und mit denen ich einige Forschungsprojekte gemeinsam bestreiten durfte. Außerdem danke ich unseren (ehemaligen) wissenschaftlichen Hilfskräften Steffen Marth, Julia Laske, Janik Rademacher und Lilli Wagner für ihre tatkräftige Unterstützung.

Außerhalb der Abteilung danke ich Rainer Banse sowie dem Rest der Abteilung Sozial- und Rechtspsychologie, die mein Potenzial als Wissenschaftler bereits früh im Studium erkannten und mich dementsprechend gefördert haben. Ohne diese frühe Förderung wäre ich niemals auf die Möglichkeit einer Forschungskarriere aufmerksam geworden.

Außerhalb der Universität Bonn danke ich meinen Kooperationspartnern, die mich in die Gemeinschaft der Wissenschaftler herzlich willkommen geheißen haben. Besonders hervorzuheben sind die Forschungsgruppen von Cornelia McCormick, Joel Pearson, Julia Simner und Adam Zeman, mit denen ich im stetigen Austausch stehe und von denen ich die Erlaubnis bekommen habe, im Rahmen dieser Arbeit einige zentrale Grafiken zu reproduzieren.

Des Weiteren danke ich Leni Waschull, ohne die mir Aphantasie als Forschungsthema nicht bekannt gewesen wäre. Andrew Diamos von der University of Michigan danke ich dafür, dass er unsere Pilotstudie über seine Social-Media-Kanäle teilte und damit maßgeblich am Aufbau der Probandendatenbank des *Aphantasia Research Projects Bonn* beteiligt war. Zudem danke ich meinen Korrekturlesern Stephanie Bey, Svea Hogeterp, Berenike Michalke und Annabel Vetterlein.

Zuletzt bedanke ich mich bei der Studienstiftung des deutschen Volkes, die mich über weite Teile meiner Promotion ideell gefördert hat. Ich danke außerdem allen Versuchsleitenden und Versuchsteilnehmenden, die mich bei meinen Projekten unterstützt und

begleitet haben. Ein großes Dankeschön geht zudem an die Betreiber und die Community des Aphantasia Networks, mit denen ich nach wie vor im regen Austausch stehe.

## Zusammenfassung

Aphantasie beschreibt die Abwesenheit oder merkliche Reduktion des sensorischen Vorstellungsvermögens und ist somit in ihrer Extremform ein einzigartiges natürliches Knock-Out-Modell zur Untersuchung der Einflüsse des sensorischen Vorstellungsvermögens auf unterschiedliche neurokognitive, -affektive und -sensorische Funktionen. Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurden 11 Studien durchgeführt, um durch experimentelle und zum Teil neurowissenschaftliche Untersuchungen das Phänomen der Aphantasie zu charakterisieren, Aphantasisten von Nicht-Aphantasisten abzugrenzen und ein neurobehaviorales Profil von Personen mit Aphantasie zu erstellen. In den Studien 1 und 2 wurden Auswirkungen auf die Performanz in visuellen Suchaufgaben, in Studie 3 Auswirkungen auf das verbale und visuelle Kurz- und Langzeitgedächtnis und in den Studien 4 und 5 Auswirkungen auf die Gesichtserkennung in Abhängigkeit der Aufgabenschwierigkeit sowie bei verbaler Interferenz untersucht. Studie 6 beschäftigte sich mit den neuronalen Grundlagen autobiographischer Gedächtnisdefizite bei Aphantasie und Studie 7 untersuchte, inwiefern auch empathische Prozesse durch das Vorstellungsvermögen beeinflusst werden. Die Studien 8 bis 11 tragen zur Einordnung von Aphantasie hinsichtlich Krankheitswertigkeit, Beeinträchtigungen im Alltag und Beeinträchtigung nicht-visueller Vorstellungsmodalitäten bei.

Die Ergebnisse der Studien zeigen, dass das visuelle Vorstellungsvermögen sowohl als Top-Down-Strategie bei der visuellen Suche als auch als Gedächtnisstrategie genutzt werden kann. Defizite durch die Abwesenheit des sensorischen Vorstellungsvermögens werden vor allem bei erhöhter Aufgabenschwierigkeit deutlich, nicht aber wenn feature-basierte Prozesse gefordert werden, das heißt Prozesse, die sich nur auf einzelne Merkmale eines komplexen visuellen Reizes beziehen (z. B. die Nase in einem Gesicht). Die Ergebnisse zu den neuronalen Grundlagen von autobiographischen Gedächtnisdefiziten bei Aphantasie deuten auf eine Beteiligung des Hippocampus und des visuellen Kortex beim Abruf episodischer Gedächtnisinhalte hin. Unsere Befunde konnten zeigen, dass bei Personen mit Aphantasie diese Netzwerke im Vergleich zu Nicht-Betroffenen dahingehend verändert sind, dass der Hippocampus hypo- und der visuelle Kortex hyperaktiviert ist. Eine Erklärung für autobiographische Gedächtnisdefizite bei Aphantasie könnte somit sein, dass potenzielle Vorstellungssignale im visuellen Kortex aufgrund der Hyperaktivierung untergehen. Dennoch zeigen sich im Alltag von Personen mit Aphantasie kaum Beeinträchtigungen (z. B. in der Schule), obwohl eine Teilstichprobe von 34.7 % von

Leidensdruck berichtet. Dieser resultiert jedoch nicht zwangsläufig aus der Aphantasie, sondern kann auch durch Drittvariablen verursacht werden. Weitere Ergebnisse deuten darauf hin, dass auch nicht-visuelle Vorstellungsmodalitäten bei Aphantasie betroffen sind und in Zukunft stärker untersucht werden sollten.

Insgesamt trägt die vorliegende Arbeit zur Erweiterung des neurobehavioralen Profils von Aphantasie bei, aus dem zukünftige Fragestellungen abgeleitet werden können. So bleibt zum gegenwärtigen Zeitpunkt beispielsweise noch offen, inwiefern sich Aphantasie auf die Wirksamkeit imaginativer Therapieverfahren auswirkt und welche neurochemischen Prozesse dem Vorstellungsvermögen zugrunde liegen. Es werden zwei Stage 1 Registered Reports vorgestellt, die diese Fragestellungen beantworten sollen. Ziel ist unter anderem die experimentelle Manipulation des sensorischen Vorstellungsvermögens, welche schlussendlich auch Personen mit Aphantasie Einblicke in das sensorische Vorstellungsvermögen ermöglichen könnte.

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	9
2. Das sensorische Vorstellungsvermögen .....	10
2.1 Die Messbarkeit des sensorischen Vorstellungsvermögens.....	11
2.2 Aphantasie.....	14
2.2.1 Die neurobiologischen Grundlagen von Aphantasie.....	16
2.2.2 Neurokognitive Auswirkungen von Aphantasie .....	18
2.2.3 Neuroaffektive und -sensorische Auswirkungen von Aphantasie .....	20
3. Relevanz der Forschung.....	20
4. Untersuchungen und Ergebnisse .....	22
4.1 Studie 1 – Performanz in visuellen Suchaufgaben I: Artificielle Materialien.....	22
4.2 Studie 2 – Performanz in visuellen Suchaufgaben II: Naturalistische Materialien .....	27
4.3 Studie 3 – Performanz in verbalen und visuellen Kurz- und Langzeitgedächtnisaufgaben ..	30
4.4 Studie 4 – Performanz in der Gesichtserkennung I: Cambridge Face Memory Test .....	34
4.5 Studie 5 – Performanz in der Gesichtserkennung II: Verbal Overshadowing Effect .....	38
4.6 Studie 6 – Neurologische Grundlagen der Performanz im autobiografischen Gedächtnis ..	43
4.7 Studie 7 – Auswirkungen auf die emotionale Reaktivität .....	50
4.8 Studie 8 – Einordnung von Aphantasie I: Pathologische Signifikanz .....	57
4.9 Studie 9 – Einordnung von Aphantasie II: Aphantasie als Neurodivergenz.....	63
4.10 Studie 10-11 – Einordnung von Aphantasie III: Definition von Aphantasie.....	68
5. Diskussion .....	69
5.1 Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnisse.....	70
5.2 Kritische Würdigung und Ausblick.....	71
5.2.1 Studie 12 – Auswirkungen auf In-Sensu-Exposition .....	74
5.2.2 Studie 13 – Pharmakologische Manipulation des sensorischen Vorstellungsvermögens .....	77
6. Fazit.....	79
7. Literaturverzeichnis .....	80
8. Anhang.....	102

A. Übersicht der Originalpublikationen .....	102
B. Items des verbalisierten Pictorial Empathy Test .....	104
C. Aphantasia Distress Questionnaire .....	106

## 1. Einleitung

*Denken Sie an Ihren Frühstückstisch. Betrachten Sie sorgfältig das Bild, das vor Ihrem geistigen Auge entsteht. Ist das Bild lebendig und klar? Sind die Farben und Konturen der Lebensmittel vergleichbar mit den Lebensmitteln, die Sie heute Morgen gegessen haben?*

Mit diesen und ähnlichen Fragen untersuchte der englische Naturwissenschaftler Francis Galton bereits 1880 das visuelle Vorstellungsvermögen und stellte dabei fest, dass einige Personen keine willentlichen Vorstellungsbilder generieren konnten. Ein Versuchsteilnehmer berichtete:

*My powers are zero. To my consciousness there is almost no association of memory with objective visual impressions. I recollect the breakfast table, but do not see it. (S. 306)*

*dt. Meine [Vorstellungs-]kraft ist null. Soweit ich es beurteilen kann, gibt es fast keine Assoziationen meiner Erinnerungen mit objektiven visuellen Eindrücken. Ich erinnere mich an den Frühstückstisch, aber sehe ihn nicht.*

Weitere Einzelfälle wurden in den darauffolgenden Jahren unter Verwendung der Begriffe *visual irremembrance* (Nielsen, 1946), *image generation deficit* (Farah, 1984) und *defective revisualisation* (Botez et al., 1985) untersucht. 2010 beschrieben Zeman et al. einen Fall, bei dem ein Patient nach einer Herzoperation einen vermeintlichen Schlaganfall erlitt und daraufhin sein visuelles Vorstellungsvermögen verlor. Der Fallbericht wurde medial aufgegriffen (Gallagher, 2015), woraufhin sich unzählige weitere Personen meldeten, die angaben, bereits seit ihrer Geburt keine Vorstellungsbilder generieren zu können (Zeman, 2016). Viele von ihnen waren überrascht, da sie bisher davon ausgegangen waren, dass Sätze wie „ein Bild vor Augen haben“ oder „Schäfchen zählen“ metaphorisch gemeint seien und nicht wirklich von Bildern begleitet werden (z. B. Ross, 2016). 2015 erhielt das Phänomen den Namen „Aphantasie“ (eng. *aphantasia*; Zeman et al., 2015).

Aktuelle Schätzungen gehen von einer Prävalenz von 3.9 % für Aphantasie aus (Dance et al., 2022), von denen 0.8 % überhaupt keine Vorstellungen generieren können. Das Interesse an dem Phänomen ist stetig gestiegen, sodass sich der namensgebende Artikel von Zeman et al. (2015) inzwischen unter den Top 1 % aller wissenschaftlichen Publikationen auf Altmetric befindet (Altmetric, 2023). Trotzdem ist über die neurologische

Verursachung und die neurokognitiven, -affektiven und -sensorischen Auswirkungen von Aphantasie bislang wenig bekannt. Durch den größtenteils verwehrten Zugriff auf das innere Erleben unserer Mitmenschen wird das Phänomen von einigen Personen sogar in Frage gestellt (z. B. ArtsyGirl, 2023). Die vorliegende Arbeit widmet sich daher der Frage, inwiefern objektive Unterschiede zwischen Personen mit und ohne Aphantasie gefunden werden können („Fakt“) oder ob es sich bei den subjektiven Unterschieden lediglich um unterschiedliche Beschreibungen derselben Bewusstseinsinhalte handelt („Fiktion“). Ziel der Arbeit ist es somit, das Phänomen der Aphantasie durch experimentelle Studien zu untersuchen und darauf basierend ein neurobehaviorales Profil aus beobachtbaren Unterschieden zu Nicht-Aphantasisten zu erstellen. Letztendlich tragen die Studien des vorliegenden Promotionsprojekts dazu bei, auch das sensorische Vorstellungsvermögen von Personen ohne Aphantasie besser verstehen zu können und mehr über die neuronalen Grundlagen von Vorstellungsprozessen zu erfahren.

## **2. Das sensorische Vorstellungsvermögen**

Das sensorische Vorstellungsvermögen beschreibt mentale Repräsentationen (und damit einhergehende Erfahrungen) von sensorischen Informationen ohne die Anwesenheit einer korrespondierenden externalen Stimulation, das heißt, in Abwesenheit eines äußeren Reizes (Pearson et al., 2015). Entsteht vor dem inneren Auge zum Beispiel das Bild eines Apfels, obwohl keine dazugehörigen Lichtwellen auf die Netzhaut fallen, spricht man von einem Vorstellungseindruck (eng. *mental imagery*). Dieser steht in direkter Abgrenzung zu propositionalen Gedanken (eng. *propositional thought*), welche abstrakt sind und ohne sensorische Repräsentationen auskommen (vgl. Pylyshyn, 1973). Die denkende Person weiß in diesem Moment zwar, dass sie an einen Apfel denkt, sieht ihn aber nicht vor dem inneren Auge. Vergleichbar ist dies mit der Repräsentation eines Apfels auf einem Computerbildschirm. Schaltet man den Monitor aus, wird der Inhalt zwar nicht mehr sensorisch repräsentiert, der dahinterliegende Prozess bleibt jedoch erhalten und die Informationen können weiterhin verarbeitet werden. Im Normalfall können Personen sowohl sensorische als auch propositionale Repräsentationen nutzen, indem sie sich zum Beispiel auf die Frage „Wie heißt ein bekanntes Wahrzeichen von Paris?“ den Eiffelturm vorstellen und/oder an seinen Namen denken. Sensorische Vorstellungen können darüber hinaus in vielen weiteren Modalitäten auftreten. Häufig wird dabei zwischen visuellen, auditiven,

olfaktorischen, gustatorischen und taktilen Vorstellungen unterschieden (z. B. Andrade et al., 2014; Betts, 1909).

## 2.1 Die Messbarkeit des sensorischen Vorstellungsvermögens

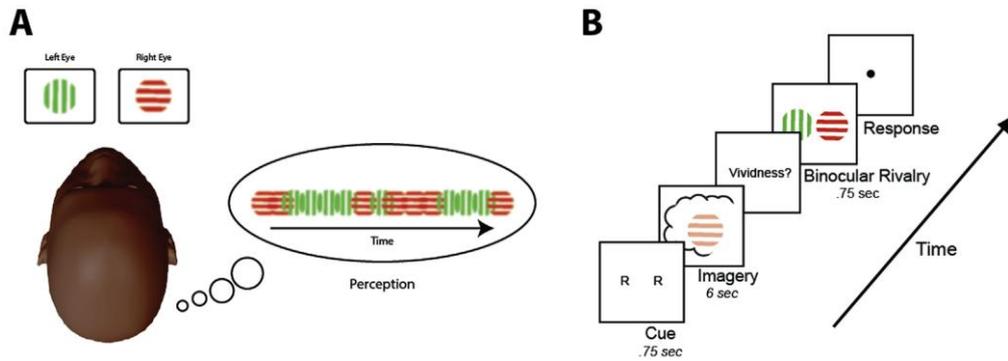
Die Messung des sensorischen Vorstellungsvermögens kann entweder über den Selbstbericht oder objektive Messverfahren erfolgen. Der Selbstbericht ist insofern ökonomisch, als Probanden aufgefordert werden, sich gewisse Sinneseindrücke vorzustellen (z. B. das Aussehen eines Sonnenuntergangs oder den Geruch einer Rose) und anschließend zu bewerten, wie nah diese Vorstellung bezüglich Klarheit und Lebhaftigkeit (eng. *vividness*) an eine Wahrnehmung herankommt. Besonders häufig eingesetzte Fragebögen sind der *Vividness of Visual Imagery Questionnaire* (VVIQ; Marks, 1973, 1989) zur Messung des visuellen Vorstellungsvermögens sowie der *Plymouth Sensory Imagery Questionnaire* (PSIQ; Andrade et al., 2014) zur Messung des multisensorischen Vorstellungsvermögens. Für beide Fragebögen liegen validierte deutsche Fassungen vor (Jungmann et al., 2022).

Problematisch ist der Selbstbericht jedoch dahingehend, dass sich die introspektive Einschätzung des Vorstellungsvermögens als schwierig erweist (Schwitzgebel, 2002). Dies lässt sich auf mehrere Faktoren zurückführen: (1) Es fällt den meisten Personen schwer, die Qualia ihrer Vorstellungen in Worte zu fassen. Dies könnte dazu führen, dass Personen mit vermeintlich gleichem Vorstellungsvermögen ihre Vorstellungen unterschiedlich beschreiben. (2) Laien definieren dieselben Begrifflichkeiten teilweise unterschiedlich (z. B. Lebhaftigkeit), sodass dieselben Beschreibungen für unterschiedliche Vorstellungseindrücke verwendet werden. Dies wird vor allem dadurch deutlich, dass viele Personen ohne sensorisches Vorstellungsvermögen bis in ihre frühen Zwanziger davon ausgehen, dass das Wort „Vorstellungsbild“ metaphorisch gemeint ist und nicht tatsächlich mit einem visuellen Eindruck einhergeht (Zeman et al., 2015, 2020; siehe Abschnitt 1). (3) Menschen können nicht in die Köpfe anderer Personen hineinschauen, womit ihnen ein Vergleichsniveau für die Lebhaftigkeit ihres Vorstellungsvermögens fehlt. Während eine Person ihrem Vorstellungsvermögen die höchste Punktzahl zuordnen würde, würde eine andere Person, welche objektiv dasselbe Vorstellungsvermögen besitzt, womöglich eine niedrigere Auswahl treffen, da sie davon ausgeht, dass andere Personen ein noch besseres Vorstellungsvermögen besitzen können. Darüber hinaus ist es möglich, dass nur der bewusste Zugang zu einem Vorstellungseindruck limitiert ist, die sensorische Information aber

dennoch neuronal repräsentiert wird (Keogh & Pearson, 2018). In diesem Fall besäßen Personen ein sensorisches Vorstellungsvermögen, könnten es in Selbstberichtsfragebögen aber nicht korrekt wiedergeben, da ihnen die neuronale Repräsentation nicht bewusst wird.

Die oben genannten Einschränkungen im Selbstbericht machen es notwendig, Verfahren zu entwickeln, die das sensorische Vorstellungsvermögen objektiv erfassen. Die Problematik besteht dabei jedoch darin, dass eine Vielzahl der entwickelten Vorstellungsaufgaben auch durch nicht-sensorische Strategien gelöst werden können (z. B. propositionales Denken) und das sensorische Vorstellungsvermögen somit nicht ausreichend abgebildet oder quantifiziert wird (vgl. Burton & Fogarty, 2003). Heutzutage haben sich vor allem zwei Aufgaben zur Messung der Stärke des visuellen Vorstellungsvermögens (eng. *imagery strength*) durchgesetzt: die binokulare Rivalitätsaufgabe (eng. *binocular rivalry task*) von Pearson und Rademaker (2011), welche auf vorstellungsinduziertem Priming beruht, und ein Eyetracking-Paradigma nach Kay et al. (2022), welches den natürlichen Pupillenlichtreflex nutzt, der dafür sorgt, dass sich die Pupillen bei einstrahlendem Licht zusammenziehen.

Im Rahmen der binokularen Rivalitätsaufgabe bekommen Versuchsteilnehmende auf beiden Augen unterschiedliche Bilder präsentiert. Dies führt dazu, dass das Gehirn zwischen beiden Bildern hin und her schaltet, da es nicht gewohnt ist, zwei verschiedene Inputsignale zu bekommen (die Augendominanz wird vorab herauskalibriert). Dies führt zu einem Mischbild der beiden Bilder, in dem sich keines der beiden Signale überzufällig häufig durchsetzen kann (siehe Abbildung 1a). Bittet man die Teilnehmenden jedoch, sich vor Darbietung der beiden Bilder eines der beiden Bilder vorzustellen (siehe Abbildung 1b), kommt es zu einer Bahnung des entsprechenden Bildes und die Wahrscheinlichkeit steigt, dass jenes Bild dominanter wahrgenommen wird. Anhand eines Priming-Scores, das heißt des Anteils der Wiederholungen, in denen das vorgestellte Bild dominanter wahrgenommen wird als das nicht vorgestellte Bild, kann anschließend ermittelt werden, wie gut die neuronale Bahnung funktioniert hat und wie stark somit das visuelle Vorstellungsvermögen ist.



**Abbildung 1.** Ablauf eines Trials in der binokularen Rivalitätsaufgabe. **A.** Wahrnehmung des binokularen Stimulus. Bei längerer Präsentation treten Fluktuationen in der Dominanz der monokularen Stimuli auf. **B.** Die Teilnehmenden werden mithilfe eines Cues (750 ms) aufgefordert, sich eines von zwei Bildern (R = rot-horizontales Gabor-Muster, G = grün-vertikales Gabor-Muster) vorzustellen (6000 ms) und anschließend auf einer Skala von 1-4 zu bewerten, wie lebendig das von ihnen erzeugte Bild war (optional). Danach wird ihnen für 750 ms der binokulare Stimulus präsentiert und sie müssen angeben, welche Farbe sie hauptsächlich gesehen haben. Reproduktion der Abbildung mit Erlaubnis von Keogh und Pearson (2018).

Das Eyetracking-Paradigma von Kay et al. (2022) beruht im Gegensatz zur binokularen Rivalitätsaufgabe auf den Befunden von Laeng und Sulutvedt (2014), die zeigen konnten, dass nicht nur die Wahrnehmung einer Lichtquelle, sondern auch das Vorstellen einer Lichtquelle, einen Pupillenlichtreflex auslöst. Dies steht im Einklang damit, dass Wahrnehmungs- und Vorstellungsprozesse ähnliche neuronale Ressourcen nutzen (siehe Abschnitt 2.2.1). Versuchsteilnehmende werden daher gebeten, sich verschiedenen starken Lichtquellen anzuschauen und nach einer kurzen Adaptionsphase vorzustellen. Die Stärke des Pupillenlichtreflexes bei vorgestellten Lichtreizen in Relation zur Stärke des Pupillenlichtreflexes bei wahrgenommenen Reizen gibt schlussendlich die Nähe der Vorstellungen zur tatsächlichen Wahrnehmung wieder (z. B. die Stärke der Vorstellung entspricht 80 % der Wahrnehmungsstärke).

Sowohl mit der binokularen Rivalitätsaufgabe als auch mit dem Eyetracking-Paradigma konnten konvergente Korrelationen zum selbstberichteten visuellen Vorstellungsvermögen gefunden werden (Kay et al., 2022; Pearson et al., 2011). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass das selbstberichtete Vorstellungsvermögen das objektive Vorstellungsvermögen zumindest annähernd wiedergibt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher aus ökonomischen Gründen oftmals auf das selbstberichtete Vorstellungsvermögen

zurückgegriffen, insbesondere in Onlinestudien. Bei Laborstudien wurde die Gruppenzuordnung mithilfe der binokularen Rivalitätsaufgabe validiert. Mithilfe des Eyetracking-Paradigmas konnten im Rahmen der Qualifikationsphase leider keine validen Ergebnisse erzielt werden, weswegen es im Folgenden nicht zur Messung des visuellen Vorstellungsvermögens herangezogen wird.

## 2.2 Aphantasie

Aphantasie setzt sich aus dem griechischen Wort „phantasia“ [dt. *Fähigkeit, geistige Eindrücke zu repräsentieren*] und der Vorsilbe „a-“ für „nicht“ oder „kein“ zusammen. Ursprünglich beschrieb der Begriff den Zustand des reduzierten oder abwesenden willentlichen visuellen Vorstellungsvermögens (eng. *„condition of reduced or absent voluntary imagery“*; Zeman et al., 2015, S. 4), wird inzwischen aber auch als Abwesenheit oder merkliche Reduktion des willentlichen sensorischen Vorstellungsvermögens diskutiert (eng. *„the absence or marked reduction of voluntary sensory imagery“*; Monzel, Mitchell, et al., 2022a, S. 75), da verschiedene Befunde darauf hindeuten, dass bei Aphantasie sämtliche sensorischen Vorstellungsmodalitäten betroffen sein können (z. B. Dawes et al., 2020). Monzel, Mitchell, et al. (2022b) schlagen aus diesem Grund eine Kategorisierung in visuelle Aphantasie, auditive Aphantasie etc. vor, bis hin zur multisensorischen Aphantasie, bei der mehrere oder alle sensorischen Vorstellungsmodalitäten betroffen sind. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich jedoch auf visuelle Aphantasie. Da in den meisten der präsentierten Studien nur das visuelle Vorstellungsvermögen explizit getestet wurde, sind Einschränkungen in weiteren Vorstellungsmodalitäten allerdings nicht auszuschließen. Deswegen werden im Folgenden größtenteils die modalitätsunspezifischen Begriffe „Aphantasie“ und „Vorstellungsvermögen“ verwendet, um zu verdeutlichen, dass globale Einschränkungen im sensorischen Vorstellungsvermögen wahrscheinlich sind.

Die Definition von Aphantasie beinhaltet bei näherer Betrachtung drei Bestandteile: (1) die Abwesenheit oder merkliche Reduktion des (2) willentlichen und (3) visuellen bzw. sensorischen Vorstellungsvermögens. Bestandteil (1) weist darauf hin, dass kein einheitlicher Cut-off-Wert für Aphantasie existiert, da Aphantasie sowohl durch die Abwesenheit als auch die merkliche Reduktion des Vorstellungsvermögens charakterisiert werden kann. Es scheint jedoch sinnvoll, zwischen vollständig fehlendem und stark reduziertem Vorstellungsvermögen zu unterscheiden, da einige Studien nur in der extremsten Variante

der Aphantasie Funktionsunterschiede zwischen Personen mit und ohne Aphantasie finden konnten (z. B. Pounder et al., 2022). Aus diesem Grund wird im Rahmen dieser Arbeit ein eher konservativer Cut-off ( $VVIQ \leq 23$ ; Kriterium nach Zeman et al., 2020) gewählt. Bestandteil (2) verdeutlicht zudem, dass es sich bei Aphantasie nur um die Abwesenheit des *willentlichen* Vorstellungsvermögens handelt. Intrusive Bilder (Zeman et al., 2015) und Träume (Dawes et al., 2020) sind weitestgehend möglich, wenngleich auch die Frequenz und Lebhaftigkeit unwillentlicher Vorstellungen reduziert sind (z. B. Pseudohalluzinationen; Königsmark et al., 2021) und daher über die Streichung des Kriteriums „willentlich“ diskutiert wird (Krempel & Monzel, 2024). Bestandteil (3) macht zuletzt auf den Unterschied zwischen visuellen bzw. sensorischen und propositionellen Vorstellungen aufmerksam. Diese Unterscheidung ist insbesondere dahingehend wichtig, da der Begriff „Aphantasie“ den Eindruck erwecken könnte, dass Personen mit Aphantasie keine Phantasie besitzen. Es sind jedoch lediglich sensorische Repräsentationen betroffen, wohingegen nicht-sensorische fiktionale Inhalte weiterhin generiert werden können. Phantasievolle Erzählungen und Geschichten sind demnach weiterhin möglich (vgl. Arcangeli, 2023).

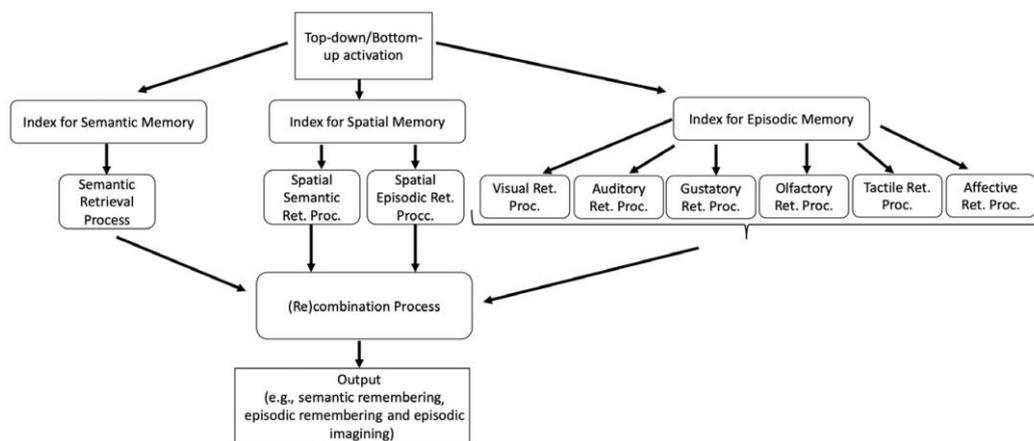
Zuletzt sei auf die unterschiedlichen Arten von Aphantasie hingewiesen: Die Forschung unterscheidet zwischen angeborener Aphantasie (eng. *congenital aphantasia*) und erworbener Aphantasie (eng. *acquired aphantasia*). Die Ursachen für erworbene Aphantasie reichen von einer neurologischen Verursachung, wie zum Beispiel eine Gewebsschädigung des Gehirns durch einen Schlaganfall (z. B. Thorudottir et al., 2020), bis hin zu psychogenen Verursachungen, wie zum Beispiel psychischen Belastungen durch traumatische Ereignisse (z. B. dos Santos et al., 2018). Im Rahmen dieser Arbeit wurden lediglich Personen mit angeborener Aphantasie untersucht, da bei erworbener Aphantasie nicht ausgeschlossen werden kann, dass dieselbe Ursache sowohl zum Verlust des Vorstellungsvermögens als auch zu anderen Einschränkungen geführt haben könnte, die nicht inhärent miteinander verbunden sind. Die Erhebung der Probanden fand über die Datenbank des *Aphantasia Research Projects Bonn* statt, welche derzeit 2239 Personen mit Aphantasie, 402 Personen mit Hyperphantasie und 1212 Kontrollpersonen umfasst und vom Autor der Dissertation selbst etabliert wurde (Stand: 27.06.2024).

### 2.2.1 Die neurobiologischen Grundlagen von Aphantasie

Die prominenteste neurobiologische Theorie zur Erklärung von Aphantasie beruht auf dem *Reverse Hierarchy Model* von Pearson (2019), welches davon ausgeht, dass visuelle Vorstellungs- und Wahrnehmungsprozesse dieselben neuronalen Ressourcen nutzen. Während Wahrnehmungen größtenteils bottom-up ablaufen (ausgehend von sensorischen Arealen), laufen Vorstellungen umgekehrt ab, das heißt top-down (ausgehend von frontalen Arealen). Neuronale Befunde legen nahe, dass sich visuelle Vorstellungs- und Wahrnehmungsprozesse tatsächlich überlappen (Ganis et al., 2004) und dass die Lebendigkeit des visuellen Vorstellungsvermögens mit dem Ausmaß der Überlappung steigt (Dijkstra, Bosch, et al., 2017). Darüber hinaus lassen sich Vorstellungsinhalte aus der Aktivierung des visuellen Kortex dekodieren, weswegen dieselben Voxel beim Wahrnehmen und Vorstellen von Objekten aktiviert sein müssen (Huang et al., 2023; Naselaris et al., 2015). Mittels Dynamic Causal Modelling kann zudem die Annahme eines top-down gesteuerten Vorstellungsprozesses gestützt werden (Dentico et al., 2014; Dijkstra, Zeidman, et al., 2017; Mechelli et al., 2004), weswegen die Vermutung naheliegt, dass eben jene top-down-Weiterleitung von Informationen zwischen frontalen und visuellen Regionen bei Personen mit Aphantasie gestört sein könnte. Milton et al. (2021) untersuchten diese Hypothese und fanden, dass Personen mit Hyperphantasie (= überdurchschnittlich gutes Vorstellungsvermögen) eine stärkere Resting State-Konnektivität zwischen präfrontalen und visuellen Regionen aufweisen als Personen mit Aphantasie, was tatsächlich für eine schwächere Signalweiterleitung bei Personen mit Aphantasie sprechen könnte.

Blomkvist (2023) erweiterte Pearsons (2019) Modell um weitere Vorstellungsmodalitäten und integrierte es in die *Constructive Episodic Simulation Hypothesis* von Schacter und Addis (2007), indem sie mehrere Gedächtnisindizes sowie untergeordnete Abrufprozesse und einen Rekombinationsprozess hinzufügte (siehe Abbildung 2). Die Gedächtnisindizes speichern dabei die Lokalisation der Gedächtnisinhalte ähnlich wie ein Adressbuch. Durch die Auftrennung in drei verschiedene Gedächtnisindizes ermöglicht Blomkvist (2023) zudem eine getrennte Beeinträchtigung semantischer, episodischer und räumlicher Abrufprozesse, da bei Personen mit Aphantasie vornehmlich episodische Inhalte betroffen sind (siehe Abschnitt 2.2.2). Vorstellungsbilder und Gedächtnisbilder werden in diesem Modell gleichgesetzt, da Erinnerungen als Vorstellungen der Vergangenheit und Vorstellungen als rekombinierte Erinnerungen verstanden werden (vgl. Albers et al., 2013). Bezogen auf Aphantasie benennt Blomkvist (2023) drei Prozesse, die bei Personen mit Aphantasie

gestört sein könnten: (1) den Gedächtnisindex für episodische Erinnerungen, der laut *Hippocampal Memory Indexing Theory* (Teyler & DiScenna, 1986) im Hippocampus verankert ist, (2) die einzelnen Abrufprozesse, die die jeweiligen sensorischen Informationen aus den dazugehörigen sensorischen Kortizes rekrutieren und (3) der Rekombinationsprozess, der semantische, räumliche und episodische Informationen zusammenbringt. Eine Störung im Rekombinationsprozess weist Blomkvist (2023) jedoch zurück, da Personen mit Aphantasie räumliche und semantische Informationen weiterhin rekombinieren können (z. B. Bainbridge et al., 2021; Milton et al., 2021).



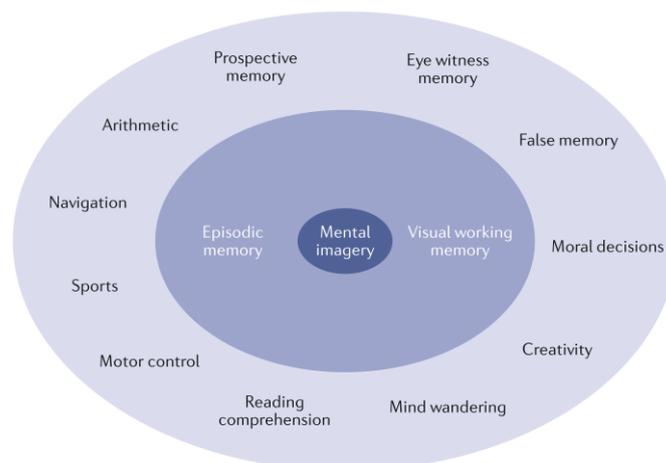
**Abbildung 2.** Extended Constructive Episodic Simulation Hypothesis. Informationen können sowohl über einen semantischen, räumlichen als auch episodischen Pfad abgerufen werden. Sensorische Informationen werden über den episodischen Pfad abgerufen. Anschließend werden alle Informationen zu Erinnerungen und Vorstellungen (re)kombiniert. Reproduktion der Abbildung mit Erlaubnis von Blomkvist (2023).

Eine weitere neurobiologische Theorie zur Entstehung von Aphantasie beschäftigt sich mit einer potenziellen tonischen Übererregbarkeit des visuellen Kortex bei Personen mit Aphantasie. So fanden Keogh et al. (2020), dass eine tonische Übererregung des visuellen Kortex mit einer geringeren Lebendigkeit mentaler Bilder einhergeht. Obwohl Vorstellungssignale im visuellen Kortex ankommen (eng. *signal*), können sie sich gegenüber dem vorliegenden Grundrauschen (eng. *noise*) nicht durchsetzen. Vergleichbar ist dies mit einer Unterhaltung in einem Club: Egal wie laut die Gesprächspartner schreien, ihre Stimmen werden sich gegenüber der Musik nur schwer durchsetzen können. Diese Theorie stimmt mit früheren Befunden überein, dass ein schlechteres visuelles

Vorstellungsvermögen mit einer stärkeren Aktivierung im visuellen Kortex einhergeht und Personen mit Aphantasie in diesen Regionen somit eine geringere neuronale Effizienz aufweisen (Fulford et al., 2018).

### 2.2.2 Neurokognitive Auswirkungen von Aphantasie

Pearson (2019) fasst neben den neurobiologischen Grundlagen des Vorstellungsvermögens auch die kognitiven Prozesse zusammen, die potenziell vom visuellen Vorstellungsvermögen beeinflusst werden (siehe Abbildung 3). Im Inneren der Abbildung steht das sensorische Vorstellungsvermögen, um das sich das episodische Gedächtnis und das visuelle Arbeitsgedächtnis gruppieren, deren Beeinflussung durch das sensorische Vorstellungsvermögen weitgehend gesichert ist (z. B. Aydin, 2018; Keogh & Pearson, 2011, 2014; Vannucci et al., 2016). Im äußeren Ring befinden sich sekundäre kognitive Prozesse, die ebenfalls vom Vorstellungsvermögen beeinflusst sein könnten. Für diese Prozesse liegen jedoch noch nicht ausreichend Belege vor. Dazu gehören unter anderem die moralische Urteilsfindung (Amit & Greene, 2012), Augenzeugenberichte (Dobson & Markham, 1993), falsche Erinnerungen (Gonsalves et al., 2004), der Orientierungssinn (Bird et al., 2012), sportliche Fähigkeiten (Jones & Stuth, 1997), das Leseverständnis (Dils & Boroditsky, 2010) und Kreativität (Palmiero et al., 2011).



**Abbildung 3.** Kognitive Prozesse mit Bezug zum sensorischen Vorstellungsvermögen (Kreisinnes). Der dunkelblaue Ring gibt Zusammenhänge zu Konstrukten mit ausreichender Evidenz wieder (z. B. episodisches Gedächtnis), wohingegen die Zusammenhänge im hellblauen Ring weniger stark belegt sind (z. B. mit Kreativität). Reproduktion der Abbildung mit Erlaubnis von Pearson (2019).

Betrachtet man die bisherigen Befunde zu Aphantasie (und nicht nur die allgemeinen Befunde zum Vorstellungsvermögen), wird deutlich, dass sich der innere Ring auch für Personen mit Aphantasie bestätigen lässt. So haben Personen mit Aphantasie ein schlechteres episodisches (autobiografisches) Gedächtnis als Personen ohne Aphantasie (Dawes et al., 2020, 2022; Milton et al., 2021; Zeman et al., 2015, 2020) und zeigen zudem kleinere Einbußen im visuellen Arbeitsgedächtnis (Bainbridge et al., 2021; Zeman et al., 2010), insbesondere bei schwierigen Aufgaben (Jacobs et al., 2018) oder bei erhöhtem kognitivem Load (Pounder et al., 2021).

Mit Bezug auf den äußeren Ring gibt es erste Befunde zu Gesichtserkennungsdefiziten bei Personen mit Aphantasie (Dance et al., 2023), welche unter den Aspekt der Augenzeugenberichte gefasst werden könnten. Milton et al. (2021) konnten entsprechende Defizite allerdings nicht feststellen. Palermo et al. (2022) berichten von selbstberichteten Einschränkungen im Orientierungssinn und Keogh und Pearson (2021) kommen zu dem Schluss, dass Personen mit Aphantasie keine *attentional templates* generieren können, das heißt keine sensorischen Repräsentationen von Zielreizen, denen bereits vor der Präsentation der Zielreize Aufmerksamkeit geschenkt werden kann. Dies ist unter anderem bei der Navigation sinnvoll, da ein Zielobjekt (z. B. ein Briefkasten) auf diese Weise besser antizipiert werden kann. Das räumliche Vorstellungsvermögen scheint bei Personen mit Aphantasie jedoch nicht beeinträchtigt zu sein (Dawes et al., 2020; Keogh & Pearson, 2018), was sich unter anderem auch in einer erhaltenen Leistungsfähigkeit in mentalen Rotationsaufgaben zeigt (Crowder, 2018; Pounder et al., 2018, 2022; Zeman et al., 2010; Zhao et al., 2022). Dies wird auf Kompensationsstrategien zurückgeführt, welche sensorische Vorstellungsstrategien ersetzen könnten. Diese Strategien scheinen jedoch weniger effizient, da Personen mit Aphantasie längere Antwortlatenzen zeigen. Zu den Kompensationsstrategien werden unter anderem verbale (Bainbridge et al., 2021; Keogh, Wicken, et al., 2021; Zeman et al., 2010) und propositionalen Strategien (Park, 2019) gezählt. Besonders häufig wird das sogenannte „Labeling“ berichtet, bei dem komplexe visuelle Reize auf hervorstechende Merkmale reduziert werden (z. B. der Mann mit der Narbe), was sich als feature-basierte Verarbeitung umschreiben lässt (Bainbridge et al., 2021). Neuronal zeigt sich bei versuchten, aber misslungenen Vorstellungen eine erhöhte Aktivierung in frontalen Regionen (Fulford et al., 2018), was ebenfalls für die Beteiligung nicht-visueller Prozesse spricht. Insgesamt ist das neurokognitive Profil von Personen mit Aphantasie jedoch ausbaufähig.

### 2.2.3 Neuroaffektive und -sensorische Auswirkungen von Aphantasie

Neben neurokognitiven Prozessen sollen auch Unterschiede in neuroaffektiven Prozessen betrachtet werden. Gemäß *Emotional Amplification Theory* (O'Donnell et al., 2018) werden emotionale Reaktionen durch visuelle Vorstellungen verstärkt, da das Gehirn aufgrund der geteilten neuronalen Ressourcen (siehe Abschnitt 2.2.1) nur bedingt zwischen Vorstellungen und Wahrnehmungen unterscheiden kann. Wicken et al. (2021) demonstrierten diesen Effekt, indem sie die Hautleitreaktion von Personen mit und ohne Aphantasie maßen, während diese entweder furchteinflößende Bilder oder furchteinflößende Geschichten verarbeiteten. Bei Personen ohne Aphantasie stieg die Hautleitfähigkeit in Reaktion auf die furchteinflößenden Geschichten, wohingegen ein solcher Anstieg bei Personen mit Aphantasie ausblieb. Es wurde interpretiert, dass es den Personen mit Vorstellungsvermögen gelungen war, die verbalen Informationen in visuelle Informationen zu übersetzen, wodurch ihre emotionale Reaktion verstärkt wurde. In der Bildbedingung zeigten hingegen beide Gruppen einen Anstieg in der Hautleitfähigkeit, weswegen eine allgemein geringere Hautleitreaktion auf emotionale Reize bei Personen mit Aphantasie ausgeschlossen werden konnte. Es bleibt jedoch offen, ob sich die geringere emotionale Reaktion bei Geschichten nur physiologisch oder auch im Erleben äußert.

Neben der Verstärkung emotionaler Reaktionen gibt es erste Befunde, dass auch sensorische Empfindungen durch das Vorstellungsvermögen verstärkt werden können. So zeigten Dance et al. (2021b), dass Personen mit Aphantasie eine geringere sensorische Sensitivität besitzen (z. B. empfinden sie scharfes Essen als weniger scharf) und sich daher weniger schnell überreizt fühlen. Zudem konnte ein positiver Zusammenhang mit Autismus festgestellt werden (Dance, Ward, et al., 2021a), in dessen Rahmen es ebenfalls zu Veränderungen der sensorischen Sensitivität kommen kann (sowohl hinsichtlich Hypo- als auch Hypersensitivität; Robertson & Simmons, 2013). So erreichten Personen mit Aphantasie geringere Werte in den Subskalen „imagination“ und „social skills“ des *Autism Questionnaires* (Baron-Cohen et al., 2001), weswegen auch soziale und emotionale Folgen einer Aphantasie genauer untersucht werden sollten.

## 3. Relevanz der Forschung

Aphantasie stellt für die Erforschung des sensorischen Vorstellungsvermögens eine Bereicherung dar, da es sich bei der Extremform von Aphantasie um eine natürliche Knock-Out-

Bedingung handelt, mit der die Auswirkungen des vorhandenen bzw. abwesenden sensorischen Vorstellungsvermögens untersucht werden können. Das Vorgehen ähnelt Läsionsstudien, in denen die Auswirkungen von Gehirnläsionen auf verschiedene Funktionsbereiche untersucht werden. Im Gegensatz zu Läsionsstudien sind die neuronalen Ursachen von Aphantasie jedoch noch nicht bekannt, auch wenn es diesbezüglich schon Hypothesen gibt (siehe Abschnitt 2.1.1).

Ein Vorteil der gezielten Akquise von Personen mit Aphantasie ist die Vorbeugung einer Varianzeinschränkung, die sich bei der Erhebung einer Gelegenheitsstichprobe aufgrund der geringen Prävalenz von Aphantasie zwangsläufig ergeben würde. Das Vorstellungsvermögen ist zudem linksschief verteilt, sodass auch außerhalb dieser Extremwerte kaum Personen mit niedrigem Vorstellungsvermögen in Gelegenheitsstichproben zu finden sind. So befinden sich etwa 80 % aller Personen über der Skalenmitte des VVIQ (Dance et al., 2022; Zeman et al., 2020). Es gibt zwar statistische Prozeduren, die eine solche Varianzeinschränkung bereinigen können (z. B. Gulliksen, 1987, Kapitel 11), diese basieren aber häufig auf statistischen Annahmen, die in der Realität nicht anzutreffen sind. So setzen diese Verfahren beispielsweise Homoskedastizität voraus, was bei Extremgruppen aufgrund von Boden- oder Deckeneffekten nicht vorausgesetzt werden kann. Hinzu kommt, dass solche Korrekturverfahren lineare Trends annehmen, die bei Aphantasie spätestens dann nicht mehr angenommen werden können, wenn zwischen wenig und gar keinem Vorstellungsvermögen ein qualitativer Unterschied bestehen sollte, der sich in einem Sprung in den Daten äußert. Aus diesem Grund sind empirische Daten den statistischen Korrekturen in den meisten Fällen vorzuziehen.

Neben dieser methodischen Bedeutsamkeit von Aphantasie sind auch praktische Implikationen absehbar. Die in Abschnitt 2.3.2 beschriebenen Zusammenhänge mit dem Gedächtnis und der Gesichtserkennung legen beispielsweise einen Einfluss bei Zeugenaussagen und Vernehmungen nahe. Neben den negativen Einflüssen auf das Gedächtnis konnten Fan et al. (2020) jedoch auch zeigen, dass aphantasistische (d. h. nicht episodische) Gedächtnisstrategien im Alter protektiv gegen kognitive Einbußen wirken, sodass die Erforschung von Aphantasie auch kompensatorische Strategien hervorbringen könnte, welche erlernt werden könnten, wenn das sensorische Vorstellungsvermögen im Alter natürlicherweise nachlässt (Gulyás et al., 2022). Zuletzt sind auch Implikationen für vorstellungsbasierte Trainings und Therapiemethoden denkbar, die teilweise auf sensorischen Vorstellungen beruhen (z. B. *imagery rescripting*, Holmes et al., 2007). Mithilfe von

Personen mit Aphantasie könnte die Notwendigkeit von Vorstellungen im Rahmen dieser Methoden untersucht werden, da diese häufig mit erhöhtem Stress verbunden sind (Hoppe et al., 2022) und somit zu einer erhöhten Therapieabbruchrate führen (Eftekhari et al., 2019). Letztendlich könnte es somit gelingen, die Effekte vorstellungsbasierter und nicht-vorstellungsbasierter Prozesse zu entwirren und in der Praxis gezielt anwendbar zu machen.

#### **4. Untersuchungen und Ergebnisse**

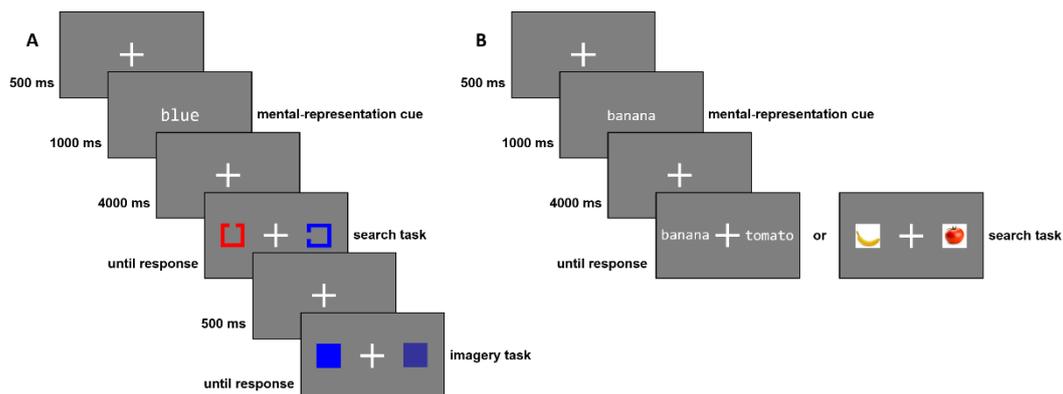
Im Folgenden werden die im Rahmen dieser Dissertation durchgeführten Studien vorgestellt, die das neurobehaviorale Profil von Personen mit Aphantasie erweitern sollen. Die ersten beiden Studien untersuchen die Performanz von Personen mit Aphantasie im Kontext der visuellen Suche, Studie 3 untersucht das verbale und visuelle Kurz- und Langzeitgedächtnis, Studie 4 und 5 die Gesichtserkennung unter verschiedenen Bedingungen (z. B. in Abhängigkeit der Aufgabenschwierigkeit oder bei verbaler Interferenz), Studie 6 beschäftigt sich mit den neuronalen Grundlagen von autobiographischen Gedächtnisdefiziten bei Personen mit Aphantasie, Studie 7 mit der empathischen Reaktion und die Studien 8 bis 11 mit der Einordnung von Aphantasie hinsichtlich Krankheitswertigkeit, Neurodivergenz und Beeinträchtigungen in nicht-visuellen Vorstellungsmodalitäten. Im Rahmen dieser kumulativen Dissertationsschrift werden lediglich die Kernergebnisse der jeweiligen Studien berichtet. Für eine ausführlichere Darstellung der Methodik und Ergebnisse werden die Originalpublikationen in Anhang A aufgeführt.

##### **4.1 Studie 1 – Performanz in visuellen Suchaufgaben I: Artifizielle Materialien**

*Monzel, M., Keidel, K. & Reuter, M. (2021). Imagine, and you will find – Lack of attentional guidance through visual imagery in aphantasics. Attention, Perception, & Psychophysics, 83, 2486–2497. <https://doi.org/10.3758/s13414-021-02307-z>*

Wie in Abschnitt 2.1 dargelegt, kann das visuelle Vorstellungsvermögen genutzt werden, um die Wahrnehmung eines Reizes in einer binokularen Rivalitätsaufgabe zu primen (Pearson et al., 2011). Dementsprechend sollte auch die Aufmerksamkeitslenkung in einer visuellen Suchaufgabe durch das visuelle Vorstellungsvermögen beeinflusst werden.

Moriya (2018) untersuchte diese Hypothese, indem er Personen mit visuellem Vorstellungsvermögen bat, sich eine von drei Farben vorzustellen, welche durch einen Hinweisreiz (blau, rot, grün) angezeigt wurden (*mental-representation cue*). Anschließend sollten die Versuchsteilnehmenden während der Präsentation eines 2x1 großen Suchdisplays per Tastendruck angeben, ob der Zielreiz (ein Landolt-C ähnliches Quadrat) oben oder unten geöffnet war (*search task*). Der mental-representation cue konnte dabei entweder die Farbe des Zielreizes repräsentieren (kongruente Trials), die Farbe des Distraktors (inkongruente Trials) oder eine gänzlich andere Farbe (neutrale Trials). Im Anschluss an das Suchdisplay wurden die Teilnehmenden gebeten, aus zwei Farbtönen denjenigen auszuwählen, der ihrer vorgestellten Farbe ähnlicher war (*imagery task*). Beide Farbtöne korrespondierten dabei mit der Grundfarbe des mental-representation cues (z. B. blau). Der Ablauf eines inkongruenten Trials ist in Abbildung 4a dargestellt.



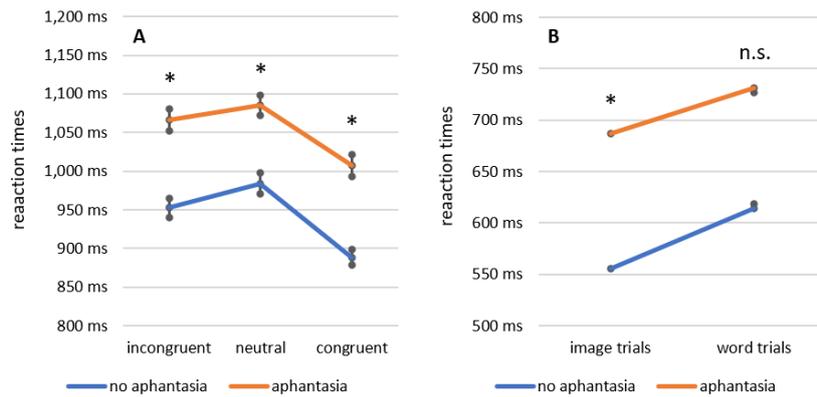
**Abbildung 4.** Beispiele für **A.** einen inkongruenten Trial in Moriyas (2018) visueller Suchaufgabe und **B.** einen verbalen und einen visuellen Trial in der *Spontaneous Use of Visual Imagery Task* (Monzel et al., 2021). Nach einem Fixationskruz (500 ms) werden die Probanden mithilfe eines Cues (1000 ms) aufgefordert, sich eine Farbe bzw. ein Objekt vorzustellen (4000 ms). Mittels Tastendrucks soll in Moriyas (2018) Aufgabe anschließend die Position der Öffnung des gleichfarbigen Stimulus und in der *Spontaneous Use of Visual Imagery Task* die Position des Suchobjekt angegeben werden. In Moriyas Task sollen die Probanden nach einem weitere Fixationskruz (500 ms) zudem angeben, welche von zwei Farbtönen näher an der von ihnen vorgestellten Farbe liegt.

Die Ergebnisse von Moriya (2018) zeigten, dass Versuchsteilnehmende in kongruenten Trials schneller reagierten als in neutralen Trials und in neutralen Trials schneller als in inkongruenten Trials. Dies legt nahe, dass die Performanz in visuellen Suchaufgaben

tatsächlich durch das visuelle Vorstellungsvermögen beeinflusst wird. Wurden die Versuchsteilnehmenden jedoch nicht explizit gebeten, eine Vorstellung zum mental-representation cue zu generieren, blieb der Effekt aus. Dies lässt darauf schließen, dass das visuelle Vorstellungsvermögen als Suchstrategie bewusst gewählt werden muss (vgl. Wallace, 1988). Da Personen mit Aphantasie jedoch auch nach Aufforderung nicht in der Lage sein sollten, ein Vorstellungsbild zu generieren, sollten sie auch in Anwesenheit einer Vorstellungsinstruktion nicht geprimt werden können.

Zur Überprüfung dieser Hypothese nahmen  $n = 531$  Personen mit Aphantasie und  $n = 531$  Personen ohne Aphantasie an einem Online-Experiment über Psytoolkit (Stoet, 2017) teil. Die Versuchsteilnehmenden wurden demographisch gematcht ( $M_{age} = 27.64$ ,  $SD_{age} = 9.05$ , 78.1 % männlich, 19.8 % weiblich, 2.2 % nicht-binär), um Einflüsse des Alters auf die Reaktionszeiten zu vermeiden. Die Zuordnung zu den Gruppen geschah über eine Selbstausskunft, wurde mithilfe des VVIQs jedoch validiert. Personen mit Aphantasie ( $M = 20.10$ ,  $SD = 6.92$ ) erreichten im Schnitt 45 Vorstellungspunkte weniger als Personen ohne Aphantasie ( $M = 65.84$ ,  $SD = 11.48$ ),  $t(872.67) = 78.90$ ,  $p < .001$ ,  $d = 4.84$ . Es wurden 72 Trials von Moriyas (2018) visueller Suchaufgabe durchgeführt. Für Personen ohne Aphantasie wurden schnellere Reaktionszeiten in kongruenten Trials als in neutralen Trials erwartet und schnellere Reaktionszeiten in neutralen Trials als in inkongruenten Trials, wohingegen dieser Effekt bei Personen mit Aphantasie nicht auftreten sollte, d.h., es wurde ein Interaktionseffekt zwischen Gruppe und Bedingung erwartet.

Für die Analyse der Reaktionszeiten wurden inkorrekte Trials ausgeschlossen (5.6 % der Trials) sowie Reaktionszeiten außerhalb von drei Standardabweichungen um den Gesamtmittelwert (0.3 % der Trials). Da die Reaktionszeitdaten nicht normalverteilt waren, wurden sie mithilfe eines generalisierten linearen gemischten Modells (GLMM) mit inverser Gauß-Verteilung analysiert. Die Ergebnisse zeigten entgegen der Erwartung keinen signifikanten Interaktionseffekt,  $F(2, 283.99) = 0.37$ ,  $p = .693$ , dafür jedoch einen Haupteffekt der Gruppe,  $F(1, 222.88) = 4.67$ ,  $p = .032$ ,  $\omega_p^2 = .02$ , und einen Haupteffekt der Bedingung,  $F(2, 259.49) = 3.61$ ,  $p = .028$ ,  $\omega_p^2 = .02$ . Personen mit Aphantasie ( $M = 1,066.90$  ms,  $SE = 7.82$  ms) waren langsamer als Personen ohne Aphantasie ( $M = 950.21$  ms,  $SE = 6.88$  ms) und die Reaktionszeiten in kongruenten Trials ( $M = 950.62$  ms,  $SE = 8.45$  ms) waren schneller als die Reaktionszeiten in neutralen ( $M = 1,039.95$  ms,  $SE = 9.09$  ms) und inkongruenten Trials ( $M = 1,034.92$  ms,  $SE = 9.50$  ms). Die Mittelwerte und Standardfehler der einzelnen Zellen sind Abbildung 5a zu entnehmen.



**Abbildung 5.** Reaktionszeiten für Personen mit und ohne Aphantasia in den unterschiedlichen Bedingungen von **A.** Moriya's (2018) visueller Suchaufgabe und **B.** der *Spontaneous Use of Visual Imagery Task* (Monzel et al., 2021). Dargestellt sind Mittelwerte  $\pm$  1 SEM. \*  $p < .05$ , n.s. = nicht signifikant.

Der Haupteffekt der Gruppe war womöglich auf höhere Wechselkosten bei Personen mit Aphantasia zurückzuführen, da sich diese unabhängig von der Bedingung stärker auf die imagery task konzentrieren und sich für die darauffolgende search task neu fokussieren mussten (vgl. Schneider & Anderson, 2010). Der Haupteffekt der Bedingung konnte hingegen auf zwei maßgebliche Limitationen zurückgeführt werden: (1) In der Aphantasia-Stichprobe befanden sich aufgrund der Einteilung durch Selbstauskunft möglicherweise Personen, die zumindest einfache Vorstellungen (z. B. geometrische Formen oder Farben) generieren konnten. Da Moriya's (2018) visuelle Suchaufgabe jedoch auf dem Vorstellen von Farben beruht, könnte dadurch der erwartete Interaktionseffekt unterdrückt worden sein. (2) Eine korrekte Antwort in Moriya's (2018) visueller Suchaufgabe setzt keine Verarbeitung des mental-representation cues voraus, da lediglich auf die Ausrichtung der Lücke im Zielreiz, nicht aber auf die Farbe des Zielreizes reagiert werden muss. Dementsprechend ist es möglich, dass auch Personen ohne Aphantasia den mental-representation cue ignorierten und keine Vorstellungen generierten, um die Aufgabe zu vereinfachen. Unterstützt wird diese Annahme dadurch, dass 34.7 % der Personen ohne Aphantasia in der imagery task eine zufällige Antwortverteilung zeigten, obwohl Personen beim Vorstellen von Farben dazu neigen, sich stets denselben Farbton vorzustellen (Mannaert et al., 2017). Damit unterschieden sich Personen ohne Aphantasia in der Häufigkeit zufälliger Antwortmuster nicht von der Häufigkeit zufälliger Antwortmuster von Personen mit Aphantasia (36.9 %),  $\chi^2(1) = 0.60$ ,  $p = .274$ , und zeigten darüber hinaus überzufällig

häufiger zufällige Antwortmuster als in Moriyas (2018) Originalstudie (12.3 %),  $\chi^2(1) = 13.96$ ,  $p = < .001$ . Dies lässt den Schluss zu, dass beide Gruppen durch semantisches Priming beeinflusst wurden, Personen ohne Aphantasie aber nicht darüber hinaus durch ihr visuelles Vorstellungsvermögen, da keine visuellen Vorstellungen generiert worden sind.

Eine Substichprobe von  $n = 325$  Personen mit Aphantasie und  $n = 325$  demographisch gematchte Personen ohne Aphantasie ( $M_{age} = 28.74$ ,  $SD_{age} = 9.64$ , 75.8 % männlich, 20.6 % weiblich, 3.5 % nicht-binär) nahmen daher an einer weiteren visuellen Suchaufgabe teil, die eigens dafür entwickelt wurde, die oben beschriebenen Limitationen zu beseitigen. In der *Spontaneous Use of Visual Imagery Task* (SUVI-Task) wird den Versuchsteilnehmenden ein Wort präsentiert, zu dem sie ein Vorstellungsbild generieren sollen (mental-representation cue). Anschließend wird ihnen eins von zwei 2x1 Suchdisplays präsentiert: entweder zwei Bilder (visuelle Trials) oder zwei Wörter (verbale Trials). Mittels Tastendrucks sollen sie angeben, welches der beiden Targets mit dem mental-representation cue korrespondiert, das heißt, entweder eine visuelle Repräsentation des Hinweisreizes ist oder das Wort selbst darstellt (search task). Jeweils ein visueller und ein verbaler Trial der SUVI-Task ist Abbildung 4b zu entnehmen.

Es wurden 24 visuelle und 24 verbale Trials präsentiert. Als Reize wurden Obst- und Gemüsesorten verwendet, da die meisten Versuchsteilnehmenden mit dem Aussehen dieser Objekte vertraut sein sollten, sie aber trotzdem komplexer als Farben sind. Zudem war die Verarbeitung des Cues in der SUVI-Task notwendig, da nur unter Verarbeitung des Cues eine korrekte Antwort gegeben werden konnte. Zwar ist es auch hier möglich, dass der Cue lediglich verbal und nicht visuell verarbeitet wird, vorherige Forschung zeigt jedoch behavioral (Petilli et al., 2021) und neuronal (Amit et al., 2017), dass selbst beim Verarbeiten von Wörtern visuelle Attribute der entsprechenden Objekte mitverarbeitet werden. Personen ohne Aphantasie sollten im Vergleich zu Personen mit Aphantasie somit einen Verarbeitungsvorteil bei visuellen Suchdisplays haben, der über semantische Primingeffekte hinausgeht. Daraus ergibt sich die Hypothese, dass Personen mit Aphantasie in visuellen Trials langsamer reagieren als Personen ohne Aphantasie, dieser Unterschied in verbalen Trials aber nicht auftritt, das heißt, es wurde wieder ein Interaktionseffekt zwischen Gruppe und Bedingung erwartet.

Wie auch schon in Moriyas (2018) visueller Suchaufgabe wurden die Reaktionszeiten mithilfe eines GLMM mit inverser Gauß-Verteilung analysiert. Inkorrekte Trials (4.9 %) und Reaktionszeiten außerhalb von drei Standardabweichungen um den Gesamtmittelwert

(1.1 %) wurden ausgeschlossen. Die geringe Fehlerquote belegt, dass der mental-representation cue tatsächlich verarbeitet wurde, da sich ansonsten eine zufällige Antwortverteilung ergeben hätte. Neben einem Haupteffekt der Bedingung,  $F(1, 138.67) = 496.18$ ,  $p < .001$ ,  $\omega_p^2 = .78$ , und einem Haupteffekt der Gruppe,  $F(1, 514.41) = 7.45$ ,  $p = .007$ ,  $\omega_p^2 = .01$ , zeigte sich dieses Mal der erwartete Interaktionseffekt,  $F(1, 150.37) = 5.54$ ,  $p = .020$ ,  $\omega_p^2 = .03$ . Personen ohne Aphantasie ( $M = 621.62$  ms,  $SE = 2.32$  ms) waren in visuellen Trials schneller als Personen mit Aphantasie ( $M = 672.78$  ms,  $SE = 2.85$  ms),  $t(570.28) = 4.02$ ,  $p < .001$ ,  $d = 0.25$ , wohingegen dieser Effekt in verbalen Trials nicht auftrat,  $t(185.88) = 1.19$ ,  $p = .236$ . Die Mittelwerte und Standardfehler der einzelnen Zellen sind Abbildung 5b zu entnehmen.

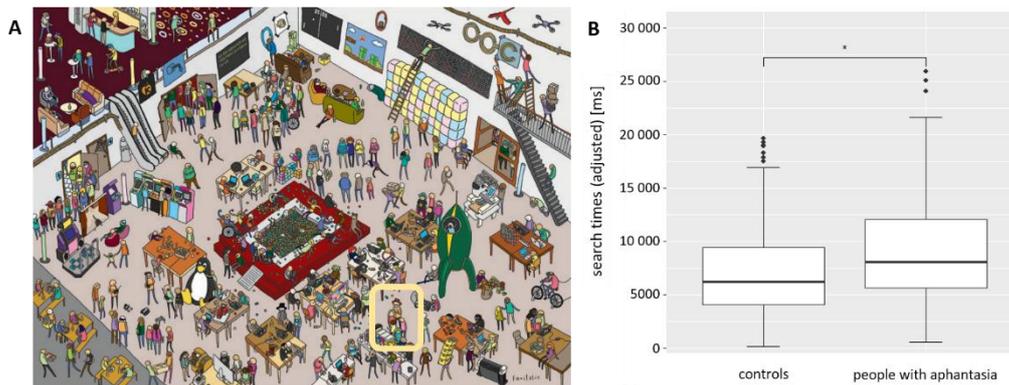
Der Interaktionseffekt in der SUVI-Task lässt darauf schließen, dass Personen ohne Aphantasie im Gegensatz zu Personen mit Aphantasie durch ihr visuelles Vorstellungsvermögen geprimt worden sind und visuelle Vorstellungen die Performanz in einer visuellen Suchaufgabe somit beeinflussen können. Der Haupteffekt der Bedingung lässt sich durch die generell schnellere perzeptuelle Verarbeitung visueller Reize gegenüber verbaler Reizen erklären (Pellegrino et al., 1977) und der Haupteffekt der Gruppe wie schon in Moriyas (2018) Aufgabe durch erhöhten Wechselkosten für Personen mit Aphantasie. Insgesamt konnte Studie 1 zeigen, dass die Performanz in visuellen Suchaufgaben von Personen mit Aphantasie selbst nach ausdrücklicher Vorstellungsinstruktion nicht durch visuelle Repräsentationen beeinflusst wird. Einschränkend lässt sich jedoch festhalten, dass anhand des Studiendesigns nicht der dahinterliegende Prozess identifiziert werden kann, das heißt, ob die verringerte Performanz auf einer schlechteren Aufmerksamkeitslenkung, Objekterkennung oder vielleicht sogar auf konservativerem Antwortverhalten in Reaktion auf visuelle Reize beruht. Es wird jedoch deutlich, dass sich das Fehlen des sensorischen Vorstellungsvermögens auf die visuelle Suche auswirkt, weswegen der Effekt nachfolgend auch in naturalistischeren Szenarien untersucht werden soll.

#### **4.2 Studie 2 – Performanz in visuellen Suchaufgaben II: Naturalistische Materialien**

Monzel, M. & Reuter, M. (2024). *Where's Wanda? The influence of visual imagery vividness on visual search speed measured by means of hidden object pictures. Attention, Perception, & Psychophysics*, 86, 22–27. <https://doi.org/10.3758/s13414-022-02645-6>

Studie 2 versucht die Ergebnisse aus Studie 1 mit naturalistischeren Materialien zu replizieren. Um trotzdem die Vorteile einer standardisierten Reaktionszeitmessung zu genießen, wurde abermals ein Computerparadigma gewählt. Die Suchszenarien sollten jedoch zusätzlich folgende Kriterien erfüllen: (1) Im Gegensatz zur SUVI-Task sollte das Aussehen des Suchobjekts bereits vorab bekannt sein, um *attentional templates* zu ermöglichen, die visuelle Eigenschaften des Suchobjekts beinhalten (vgl. Keogh & Pearson, 2021; siehe Abschnitt 2.2.2). Dies entspricht in vielen Fällen der Realität, da zum Beispiel bei der Suche nach dem eigenen Autoschlüssel das Aussehen des Schlüssels vorab bekannt ist. (2) Bei dem Suchdisplay sollte es sich um ein Suchdisplay mit zahlreichen komplexen Distraktoren handeln, um ein natürliches Szenario zu simulieren (z. B. das Suchen des Autoschlüssels im Wohnzimmer). Im Gegensatz dazu bestand das Suchdisplay der SUVI-Task aus nur einem Zielreiz und einem von drei möglichen Distraktoren. (3) Der Zielreiz und die Distraktoren sollten sich im Gegensatz zur SUVI-Task überlappen können, um einem realistischen Szenario zu entsprechen, in dem ein Autoschlüssel beispielsweise unter einem Geldbeutel liegt (Alexander & Zelinsky, 2018; Plomp et al., 2004). (4) Zuletzt sollte es keine Instruktionen hinsichtlich der Suchstrategie geben, um zu verdeutlichen, dass das visuelle Vorstellungsvermögen die Performanz in visuellen Suchaufgaben auch dann beeinflussen kann, wenn das Suchobjekt vorab nicht bewusst visualisiert wird.

Als Untersuchungsmaterialien wurden Wimmelbilder gewählt, da alle vier der oben geschilderten Kriterien durch sie abgedeckt werden (für ein Beispiel, siehe Abbildung 6a).  $N = 104$  Personen mit Aphantasie ( $VVIQ \leq 23$ ; Cut-off gemäß Zeman et al., 2020) und  $n = 104$  demographisch gematchte Personen ohne Aphantasie ( $VVIQ > 23$ ;  $M_{age} = 31.66$ ,  $SD_{age} = 11.95$ , 63.0 % männlich, 33.2 % weiblich, 3.8 % nicht-binär) bearbeiteten sechs 600 x 800 Pixel große Wimmelbilder über die Erhebungsplattform SoSci Survey (Leiner, 2021). Ihnen wurde das Suchobjekt präsentiert, um *attentional templates* zu ermöglichen, und anschließend das dazugehörige Wimmelbild. Die Zeitmessung begann ab der Präsentation des Wimmelbildes bis zum Anklicken des Zielobjekts. Anschließend wurde ein dreiminütiger IQ-Speedtest (Baddeley, 1968) durchgeführt, um die allgemeine Verarbeitungsgeschwindigkeit zu kontrollieren.



**Abbildung 6.** Visuelle Suchaufgabe. **A.** Beispiel eines Wimmelbilds. Das Suchobjekt ist hellgelb umrandet. Quelle: Wikimedia Commons: “31c3-Wimmelbild.jpg”. Lizenz: Creative Commons Attribution 3.0 Unported. Autor: Caro Wedekind. **B.** Boxplots der korrigierten Suchzeiten getrennt nach Gruppen.

Die gemessenen Reaktionszeitdaten wurden in Einklang mit Studie 1 mit GLMMs mit inverser Gauß-Verteilung analysiert. Um für die generelle Verarbeitungsgeschwindigkeit zu kontrollieren, wurden dem Modell das Alter und der IQ-Score als Kovariaten hinzugegeben (siehe Tabelle 1). In Model 3 verschwindet der zuvor gefundene Alterseffekt, vermutlich aufgrund geteilter Varianz mit dem IQ, der mit einem Speed-Test erhoben wurde,  $r(644) = .33, p < .001$ . Der Zusammenhang zwischen visuellem Vorstellungsvermögen und Suchgeschwindigkeit bleibt jedoch stabil. Im Schnitt waren Personen mit Aphantasie 1488 ms langsamer als Personen ohne Aphantasie,  $F(1, 104.32) = 6.64, p = .011, d = 0.20$  (siehe Abbildung 6b). Eine Reanalyse der Reaktionszeitdaten nach dem Ausschluss von Ausreißern außerhalb von zwei bzw. drei Standardabweichungen vom Gesamtmittelwert führte zu vergleichbaren Ergebnissen.

**Tabelle 1.** Einflüsse des Vorstellungsvermögens, des Alter und des Speed-IQ auf die Suchgeschwindigkeit innerhalb der visuellen Suchaufgabe.

Variable	$\beta$	95% KI für $\beta$		$R^2$	$\Delta R^2$	AIC	BIC
		LL	UL				
<b>Step 1</b>				.018	.018***	-364.28	-341.93
VVIQ	-.14***	-.21	-.06				
<b>Step 2</b>				.026	.008*	-367.41	-340.59
VVIQ	-.13**	-.21	-.05				
Alter	.09*	.01	.17				
<b>Step 3</b>				.042	.016***	-376.40	-345.11
VVIQ	-.13**	-.21	-.05				
Alter	.05	-.03	.13				
IQ	.14**	.06	.21				

*Anmerkung.* KI = Konfidenzintervall; LL = lower limit; UL = upper limit; AIC = Akaike Information Criterion; BIC = Bayesian Information Criterion; VVIQ = Vividness of Visual Imagery Questionnaire. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Studie 2 konnte die Ergebnisse aus Studie 1 somit unter Verwendung naturalistischerer Materialien replizieren. Die Effektstärken beider Studien fallen mit  $d = 0.25$  bzw.  $d = 0.20$  ähnlich aus und dies, obwohl ökologisch validere Designs häufig weniger Fehlervarianz kontrollieren. Insgesamt weisen die Ergebnisse auf einen Top-Down-Einfluss visueller Vorstellungen bei der visuellen Suche hin, selbst dann, wenn nicht explizit auf die Verwendung von Vorstellungsbildern hingewiesen wird. Zukünftige Forschung sollte untersuchen, inwiefern sich auch die Reaktion auf Bottom-Up-Informationen zwischen Personen mit und ohne Aphantasie unterscheidet, zum Beispiel wenn zwar eine grobe Kategorie des Zielreizes vorgegeben ist (z. B. Obst), aber nicht, welches Objekt genau gesucht werden soll. Des Weiteren sollte auch der Szenenkontext in den Materialien berücksichtigt werden (Boettcher et al., 2018; Vö et al., 2019). So ist es zum Beispiel wahrscheinlicher, dass ein Autoschlüssel auf der Kommode als in einem Waschbecken liegt, ein Fakt, der in Wimmelbildern häufig vernachlässigt wird, um die Suche schwieriger zu gestalten.

#### 4.3 Studie 3 – Performanz in verbalen und visuellen Kurz- und Langzeitgedächtnisaufgaben

Monzel, M., Vetterlein, A. & Reuter, M. (2022). Memory deficits in aphantasics are not restricted to autobiographical memory – Perspectives from the Dual Coding Approach. *Journal of Neuropsychology*, 16(2), 444–461. <https://doi.org/10.1111/jnp.12265>

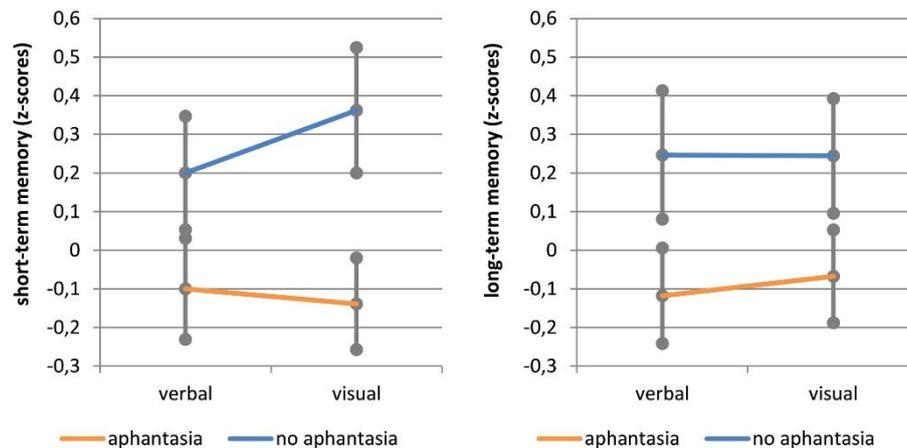
Wie in Abschnitt 2.2.2 dargelegt, fokussiert sich die Gedächtnisforschung bei Personen mit Aphantasie hauptsächlich auf das visuelle Gedächtnis, da Aphantasie unter anderem durch das Ausbleiben visueller Vorstellungen gekennzeichnet ist. Die *Dual Coding Theory* (Paivio, 1990) geht jedoch davon aus, dass Informationen über zwei verschiedene Pfade verarbeitet werden: (1) Über einen analogen Pfad, das heißt unter Beibehaltung perzeptueller Attribute (z. B. über mentale Bilder), und (2) über einen symbolischen Pfad, das heißt in Form von Symbolen (z. B. durch Wörter). Beide Strategien sind komplementär und unterstützen sich gegenseitig, was unter anderem dadurch ersichtlich wird, dass abstrakte Wörter (z. B. Wahrheit) schwerer zu erinnern sind als konkrete Wörter (z. B. Baum), denen ein mentales Bild zugeordnet werden kann (Hargis & Gickling, 1978; Paivio, 1963; Yui et al., 2017). Die multimodale Präsentation von Wörtern (z. B. visuell und auditiv) kann die Gedächtnisleistung zudem verbessern (Brunyé et al., 2008). Dementsprechend macht es Sinn, auch von Beeinträchtigungen im verbalen Gedächtnis von Personen mit Aphantasie auszugehen, da symbolische Gedächtnisstrategien nicht von analogen Gedächtnisstrategien unterstützt werden können. Auf Ebene des Kurzzeitgedächtnisses ähnelt dies der *intersensory facilitation*, das heißt dem Phänomen, dass die Verarbeitung von Stimuli durch die gleichzeitige Präsentation in verschiedenen sensorischen Modalitäten verstärkt wird (Colonius & Diederich, 2012, p. 1). Die Befunde zur multimodalen Präsentation beziehen sich zwar auf die Darbietung multimodaler Wahrnehmungen; im Hinblick darauf, dass Vorstellungen und Wahrnehmungen neuronale Ressourcen teilen (siehe Abschnitt 2.2.1), kann jedoch angenommen werden, dass sich die Befunde auch auf multimodale Vorstellungen übertragen lassen. Ziel von Studie 3 war es daher, das verbale Kurz- und Langzeitgedächtnis von Personen mit Aphantasie zu evaluieren. In Übereinstimmung mit der Dual Coding Theory wurde davon ausgegangen, dass Personen mit Aphantasie aufgrund fehlender komplementärer visueller Strategien auch im verbalen Gedächtnis Beeinträchtigungen aufweisen.

An der Untersuchung nahmen  $n = 67$  Personen mit Aphantasie ( $M_{age} = 30.94$ ,  $SD_{age} = 11.41$ , 65.7 % männlich, 25.4 % weiblich, 9.0 % nicht-binär) und  $n = 32$  Kontrollpersonen ( $M_{age} = 27.56$ ,  $SD_{age} = 6.85$ , 87.5 % männlich, 6.3 % weiblich, 6.3 % nicht-binär) teil. Neben dem VVIQ (siehe Abschnitt 2.1) bearbeiteten die Teilnehmenden vier Gedächtnisaufgaben, die dem Inventar für Gedächtnisdiagnostik (IGD; Kalbe et al., 2006) entnommen und ins Englische übertragen worden waren. Das IGD wurde gewählt, da die entnommenen Aufgaben neben den eigentlichen Gedächtnisprozessen noch weitere kognitive

Transformationsprozesse beinhalten, die die Aufgaben erschweren, um auch zwischen gesunden Probandengruppen differenzieren zu können. Die verbale Kurzzeitgedächtnisaufgabe bestand aus der auditiven Präsentation von 14 Wörtern (*apple, rabbit, coast, clock, storm, carpet, gate, paper, brain, house, table, tree, book* und *barge*). Direkt im Anschluss an die auditive Präsentation wurden die Versuchsteilnehmenden gebeten, alle sieben Wörter zu nennen, die ein „r“ beinhalten. Für jedes korrekt genannte Wort gab es einen Punkt. Die Aufgabe wurde gemäß Manual dreimal wiederholt, wodurch maximal 21 Punkte erreicht werden konnten. Die visuelle Kurzzeitgedächtnisaufgabe bestand aus der Präsentation von sieben Quadraten, in denen sich Linien unterschiedlicher Orientierung befanden. Anschließend wurden an denselben Stellen sieben leere Quadrate präsentiert, in die die vorherigen Linien in korrekter Orientierung eingezeichnet werden sollten. Auch diese Aufgabe wurde gemäß Manual dreimal wiederholt, wodurch sich eine Maximalpunktzahl von 21 Punkten ergab. In der verbalen Langzeitgedächtnisaufgabe wurde den Teilnehmenden eine Liste aus 56 Wörtern präsentiert, welche die 14 Wörter aus der verbalen Kurzzeitgedächtnisaufgabe beinhaltete, sowie 14 phonologisch ähnliche Distraktoren, 14 semantisch ähnliche Distraktoren und 14 unabhängige Distraktoren. Die Probanden sollten die 14 Wörter markieren, die sie bereits aus der verbalen Kurzzeitgedächtnisaufgabe kannten. Richtige Antworten führten zu einem Punkt, falsche Antworten zu einem Minuspunkt, wodurch sich eine Maximalpunktzahl von 14 Punkten ergab. Für die visuelle Langzeitgedächtnisaufgabe wurden fünf komplexe geometrische Figuren präsentiert (siehe Kalbe et al., 2006). Nach einer Latenzzeit von ca. 10 Minuten wurde jeweils eine dieser Figuren in unvollständiger Form zusammen mit vier Distraktoren präsentiert. Die Teilnehmenden wurden aufgefordert, die unvollständige Figur auszuwählen und das fehlende Feature zu ergänzen. Für jede korrekte Auswahl und jede korrekte Ergänzung gab es einen Punkt, woraus sich eine Maximalpunktzahl von 10 Punkten ergab.

Für die Datenanalyse wurden die Punkte in den jeweiligen Gedächtnisaufgaben z-standardisiert, um sie untereinander vergleichbar zu machen. Anschließend wurde eine 2x2x2 Mixed ANOVA mit Gruppenzuordnung (Personen mit Aphantasie vs. Personen ohne Aphantasie) als Zwischensubjektfaktor sowie Gedächtnismodalität (verbal vs. visuell) und Gedächtnissystem (Kurzzeit- vs. Langzeitgedächtnis) als Innersubjektfaktoren gerechnet. Die Ergebnisse zeigten einen Haupteffekt der Gruppe,  $F(1, 97) = 5.92, p = .017, \eta^2 = .06$ , aber keinen Interaktionseffekt mit der Gedächtnismodalität,  $F(1, 97) = 0.68, p = .795$ , dem

Gedächtnissystem,  $F(1, 97) = 0.14$ ,  $p = .706$ , oder der Gedächtnismodalität und dem Gedächtnissystem,  $F(1, 97) = 0.78$ ,  $p = .381$ . Dementsprechend schnitten Personen mit Aphantasie in allen Gedächtnisaufgaben schlechter ab als Personen ohne Aphantasie (siehe Abbildung 7). Eine Wiederholung der Analysen nach Ausschluss von Ausreißern außerhalb von zwei bzw. drei Standardabweichungen führte zu vergleichbaren Ergebnissen.



**Abbildung 7.** Performanz in den verbalen und visuellen Kurz- und Langzeitgedächtnisaufgaben getrennt für Personen mit und ohne Aphantasie. Dargestellt sind Mittelwerte  $\pm 1$  SEM.

Die Ergebnisse von Studie 3 weisen somit darauf hin, dass sowohl das visuelle als auch das verbale Kurz- und Langzeitgedächtnis bei Aphantasie beeinträchtigt ist. Dies steht im Einklang mit der Dual Coding Theory (Paivio, 1990). Damit entsprechen die Befunde dem Selbstbericht von Aphantasisten, widersprechen jedoch einigen Studien mit objektiven Gedächtnisaufgaben, welche keine Unterschiede im nicht-autobiografischen Gedächtnis fanden (z. B. Milton et al., 2021). Ein Erklärungsansatz für diesen Widerspruch ist die Annahme, dass Eigenschaften der verwendeten Aufgaben eine Rolle spielen. So ist es möglich, dass sich Beeinträchtigungen aufgrund der Abwesenheit des visuellen Vorstellungsvermögens nur dann zeigen, wenn die Aufgabe besonders schwierig ist und deswegen durch visuelle Zusatzstrategien gestützt werden muss (vgl. Jacobs et al., 2018). So zeigten der *Famous Face Test* und die *Recognition Memory Task* in Milton et al. (2021) beispielsweise Deckeneffekte, die die Detektion eines Einflusses des visuellen Vorstellungsvermögens unmöglich machten. Zukünftige Forschung sollte daher auch die Reizkomplexität (z. B. geometrische Formen vs. komplexe Objekte), die Schwierigkeit der Abrufbedingungen

(z. B. Ähnlichkeit der Distraktoren) und die Art des Abrufs (z. B. Wiedererkennung vs. freier Abruf) in die Untersuchung von Gedächtnisdefiziten bei Personen mit Aphantasie einbeziehen.

#### 4.4 Studie 4 – Performanz in der Gesichtserkennung I: Cambridge Face Memory Test

Monzel, M., Vetterlein, A., Hogeterp, S. A., & Reuter, M. (2023). No increased prevalence of prosopagnosia in aphantasia: Visual recognition deficits are small and not restricted to faces. *Perception*, 52(9), 629–644. <https://doi.org/10.1177/03010066231180712>

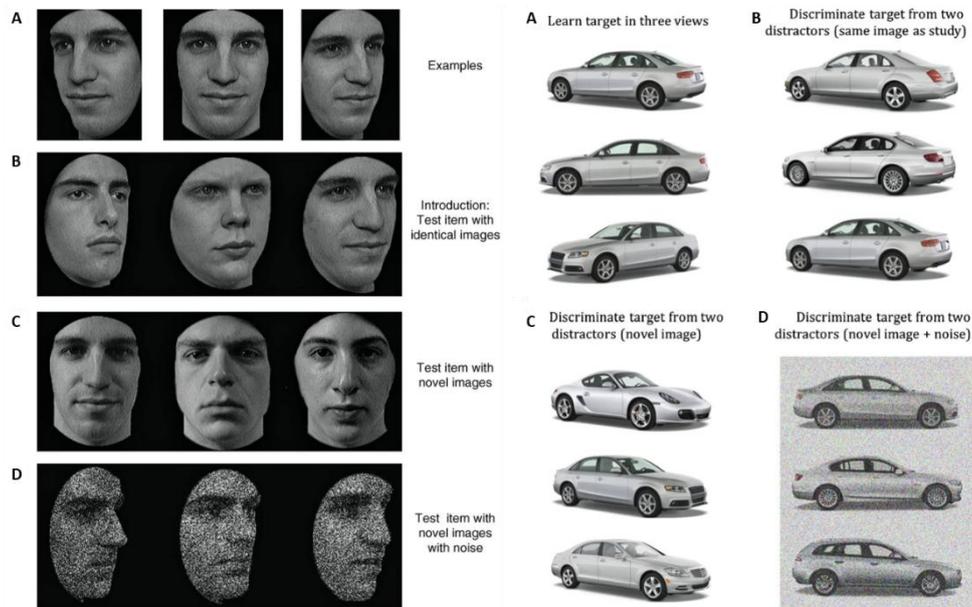
In Einklang mit den in Studie 3 gefundenen Gedächtnisdefiziten berichten Personen mit Aphantasie von Problemen mit der Gesichtserkennung (Zeman et al., 2020), weswegen Aphantasie in der Vergangenheit immer wieder mit Prosopagnosie (= Gesichtsblindheit) in Verbindung gebracht worden ist (z. B. Keogh, Pearson, et al., 2021; Tween, 2019). Dance et al. (2023) konnten mithilfe des *Cambridge Face Memory Tests* (CFMT; Duchaine & Nakayama, 2006) erste objektive Hinweise auf ein Gesichtserkennungsdefizit finden. Andere Befunde zu Gedächtnisdefiziten bei Aphantasie waren jedoch nicht selektiv für Gesichter (siehe Abschnitt 2.2.2), weswegen davon auszugehen ist, dass es sich stattdessen um ein allgemeines Problem der Objekterkennung handeln könnte.

Theorien zur Objekterkennung lassen sich in *bottom-up hierarchical recognition models* (DiCarlo & Cox, 2007) und *top-down facilitation models* (Bar, 2003) unterteilen. Während visuelle Informationen bei Bottom-Up-Modellen vom visuellen Kortex in strikt hierarchischer Reihenfolge in den inferioren Temporallappen wandern, um dort mit Gedächtnisinhalten abgeglichen zu werden, gehen Top-Down-Modelle davon aus, dass ein Teil der visuellen Informationen direkt in den Präfrontalkortex gelangt, um dort zu einer Hypothese zu führen, die anschließend im inferioren Temporallappen mit der Bottom-Up-Information abgeglichen werden kann, um die Objekterkennung zu beschleunigen. Da visuelles Vorstellungsvermögen ebenfalls als Top-Down-Prozess verstanden wird (siehe Abschnitt 2.2.1), ist eine Überlappung der entsprechenden Prozesse durchaus denkbar. Doch auch in Bottom-Up-Modellen ist ein Einfluss des Vorstellungsvermögens anzunehmen, da Phänomene wie *viewpoint-invariance*, das heißt, die Fähigkeit dasselbe Objekt aus verschiedenen Winkeln zu erkennen (Wright & Barton, 2008), ebenfalls visuelle Repräsentationen voraussetzen (z. B. in Form von 3D-Modellen), die mental rotiert werden können.

Es wird jedoch deutlich, dass sich das visuelle Vorstellungsvermögen im Rahmen beider Modelle nicht nur auf die Wiedererkennung von Gesichtern, sondern auch auf die Wiedererkennung anderer visueller Reize auswirken sollte. In Anlehnung an Studie 3 kann davon ausgegangen werden, dass in diesem Fall die Aufgabenschwierigkeit eine Rolle spielt. Im Vergleich zu vielen artifiziellen Objekten fällt die Wiedererkennung von Gesichtsreizen deutlich schwieriger aus, da sie eine ähnliche *first-order structure* besitzen, das heißt, dass sie ähnliche räumliche Relationen ihrer Einzelfeatures zeigen (z. B. dieselben Beziehungen zwischen Augen, Nase und Mund; vgl. Diamond & Carey, 1986), was verbale Kompensationsstrategien von Personen mit Aphantasie erschwert (siehe Abschnitt 2.2.2). In diesem Sinne könnte bei Dance et al. (2023) nicht der Gesichtsreiz selbst, sondern die erhöhte Aufgabenschwierigkeit für Einschränkungen bei der Wiedererkennung von Gesichtern gesorgt haben. Aus diesem Grund wurde in Studie 4 nicht nur die Wiedererkennungsleistung für Gesichter, sondern auch die Wiedererkennungsleistung für andere komplexe Objekte erhoben, nämlich Autos, da diese eine ähnlich einheitliche *first-order structure* wie Gesichter aufweisen (z. B. dieselben Beziehungen zwischen Rädern, Türen und Frontleuchten; vgl. Dennett et al., 2012). Mit diesem Vorgehen sollte zwischen einer allgemeinen visuellen Agnosie im Rahmen der Aphantasie und einer selektiven Wiedererkennungsschwäche für Gesichter (= Prosopagnosie) unterschieden werden. Es wurde vermutet, dass Personen mit Aphantasie in beiden Aufgaben schlechter abschneiden als Kontrollpersonen und dass die Itemschwierigkeit eine moderierende Rolle einnimmt.

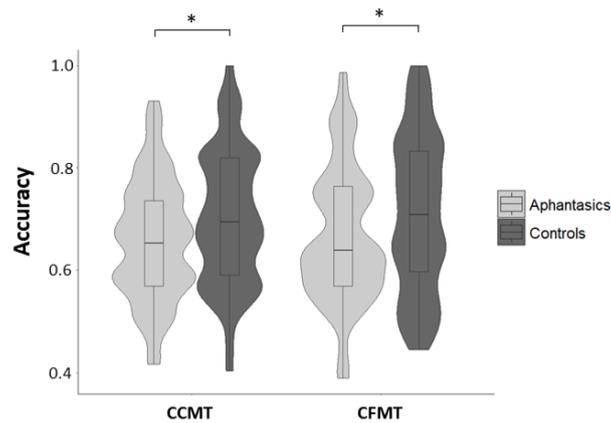
Zur Untersuchung der Hypothesen bearbeiteten  $n = 65$  Personen mit Aphantasie ( $VVIQ \leq 23$ ; Kriterium nach Zeman et al., 2020;  $M_{age} = 31.89$ ,  $SD_{age} = 12.56$ , 64.6 % männlich, 30.8 % weiblich, 4.6 % nicht-binär) und  $n = 55$  Personen ohne Aphantasie ( $VVIQ > 32$ ;  $M_{age} = 29.05$ ,  $SD_{age} = 10.78$ , 80.0 % männlich, 18.2 % weiblich, 1.8 % nicht-binär) den CFMT (Duchaine & Nakayama, 2006) sowie den *Cambridge Car Memory Test* (CCMT; Dennett et al., 2012), welcher als Kontrollbedingung die allgemeine Objektwiedererkennungsleistung unter ähnlichen Bedingungen misst. Beide Aufgaben starten mit einer Enkodierphase, in der die Zielreize aus drei verschiedenen Perspektiven gezeigt werden. Anschließend beginnen drei Testphasen mit aufsteigender Schwierigkeit, in denen jeweils einer der erlernten Zielreize aus einem Line-up von drei Reizen wiedererkannt werden soll. Die erste Testphase besteht aus 18 Trials und beinhaltet das Wiedererkennen der Zielreize auf identischen Bildern, die zweite Testphase besteht aus 30 Trials und beinhaltet die Wiedererkennung der Zielreize auf neuen Bildern und die letzte Testphase besteht aus 24

Trials und beinhaltet die Wiedererkennung der Zielreize in neuen Bildern mit Rauschen (siehe Abbildung 8).



**Abbildung 8.** Cambridge Face Memory Test (links) und Cambridge Car Memory Test (rechts). **A.** Enkodierphase. **B.** Beispielitems mit identischen Bildern. **C.** Beispielitems mit neuen Bildern. **D.** Beispielitems mit neuen Bildern und zusätzlichem Rauschen. Reproduktion der Abbildungen mit Erlaubnis von Duchaine und Nakayama (2006) sowie Dennett et al. (2012).

Es wurde eine 2x2 Mixed ANOVA mit Gruppenzugehörigkeit (Personen mit Aphantasie vs. Personen ohne Aphantasie) als Zwischensubjektfaktor, Bedingung (CFMT vs. CCMT) als Innersubjektfaktor und prozentualer Wiedererkennungsleistung als abhängige Variable gerechnet. Die Analyse ergab einen Haupteffekt der Gruppe,  $F(1, 118) = 4.47, p = .037, \eta^2 = 0.04$ , aber keinen Haupteffekt der Bedingung,  $F(1, 118) = 0.33, p = .568$ , oder einen Interaktionseffekt zwischen Gruppe und Bedingung,  $F(1, 118) < 0.01, p = .975$  (siehe Abbildung 9). Eine zusätzliche Analyse mittels Bayes-Statistik ergab eine 5.28-mal höhere Wahrscheinlichkeit, dass die Testbedingung keine Rolle für die Unterschiede zwischen Personen mit und ohne Aphantasie spielt. Wurde die CCMT-Performanz als Kovariate in die Analyse des CFMT aufgenommen, ergab sich kein Unterschied mehr zwischen den Gruppen,  $F(1, 117) = 1.07, p = .302$ , was darauf schließen lässt, dass die Gesichtswiedererkennungsdefizite bei Personen mit Aphantasie nicht über allgemeine Objektwiedererkennungsdefizite hinausgehen.

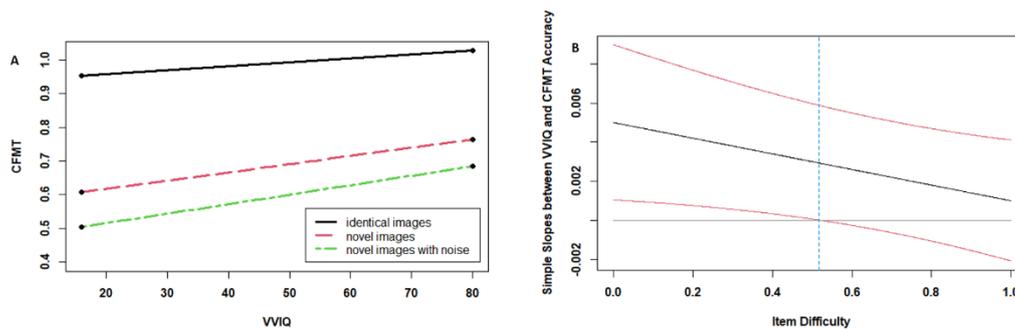


**Abbildung 9.** Verteilungen der prozentualen Wiedererkennungsleistungen im Cambridge Face Memory Test (CFMT; Duchaine & Nakayama, 2006) und im Cambridge Car Memory Test (CCMT; Dennett et al., 2012) getrennt nach Personen mit und ohne Aphantasie. \*  $p < .05$ .

Zur Überprüfung des Einflusses der Itemschwierigkeit wurden die unterschiedlich schwierigen Testphasen in die Analyse hinzugefügt. Während für die Gruppenzugehörigkeit keine Dreifachinteraktion mit der Aufgabenschwierigkeit und der Bedingung gefunden wurde,  $F(1.91, 225.11) = 2.33$ ,  $p = .102$ , zeigten Hierarchisch Lineare Modelle mit dem VVIQ-Score als first-level Prädiktor und der Itemschwierigkeit der CFMT- bzw. CCMT-Items als second-level Prädiktor eine cross-level Interaktion zwischen VVIQ-Score und Itemschwierigkeit im CFMT,  $\beta = -0.06$ ,  $t(134.01) = 2.36$ ,  $p = .020$ , nicht aber im CCMT,  $\beta = 0.012$ ,  $t(134.00) = 0.43$ ,  $p = .670$ . Die Simple Slopes für die einzelnen Testphasen des CFMT sind Abbildung 10a zu entnehmen. Die Steigungen wurden nicht signifikant, vermutlich aufgrund der nach wie vor geringen Itemschwierigkeiten (alle Itemschwierigkeiten  $> .54$ ). Mittels Johnson-Neyman-Intervallen (P. O. Johnson & Neyman, 1936) wurde geschätzt, dass der Zusammenhang zwischen VVIQ-Score und CFMT-Performanz für Itemschwierigkeiten unter  $.52$  signifikant werden würde (siehe Abbildung 10b), das heißt, dass das auf einem Kontinuum gemessene Vorstellungsvermögen nur für sehr schwierige Items (z. B. schlechte Sichtbedingungen oder kurze Präsentationszeiten wie beim Vorbeifahren eines Zuges) eine Rolle für die Wiedererkennung von Gesichtern spielen sollte.

In einem letzten Schritt wurde die Prävalenz von Prosopagnosie untersucht. Zu diesem Zweck wurde ein CFMT-Cut-off zwei Standardabweichungen unter der mittleren Performanz der Kontrollgruppe gewählt (vgl. Duchaine & Nakayama, 2006). Zwei von 65 Personen mit Aphantasie (3.0 %) und null von 55 Personen ohne Aphantasie (0.0 %) wurden mit

Prosopagnosie diagnostiziert. Dieser Unterschied war nicht signifikant,  $\chi^2(1) = 1.72$ ,  $p = .499$ .



**Abbildung 10.** Einfluss der Itemschwierigkeit auf den Zusammenhang des Vorstellungsvermögens (VVIQ) und der Gesichtswiedererkennungsleistung im Cambridge Face Memory Test (CFMT; Duchaine & Nakayama, 2006). **A.** Simple Slopes für die drei Testphasen des Cambridge Face Memory Tests. **B.** Johnson-Neyman-Diagramm mit Darstellung der Johnson-Neyman-Intervalle. Der Zusammenhang von VVIQ und CFMT wird ab einer Itemschwierigkeit  $< .52$  signifikant.

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass das visuelle Vorstellungsvermögen zumindest in Extrembereichen einen Einfluss auf die Wiedererkennung komplexer visueller Reize hat. Dieser ist jedoch weder selektiv für Gesichter, noch stark genug, um Aphantasie überproportional häufig mit Prosopagnosie in Verbindung zu bringen. Stattdessen weist eine metrische Auswertung der Daten darauf hin, dass die Schwierigkeit der Aufgabe einen moderierenden Einfluss auf den Zusammenhang zwischen visuellem Vorstellungsvermögen und Wiedererkennungsleistung hat. In Zukunft sollten noch schwierigere Items verwendet werden, um diesen Einfluss genauer zu charakterisieren. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass Itemschwierigkeiten in diesem Bereich im Alltag nur selten auftreten und somit für Betroffene nicht von Bedeutung sind.

#### 4.5 Studie 5 – Performanz in der Gesichtserkennung II: Verbal Overshadowing Effect

Monzel, M., Handlogten, J., & Reuter, M. (2024). No verbal overshadowing in aphantasia: The role of visual imagery for the verbal overshadowing effect. *Cognition*, 245, 105732.

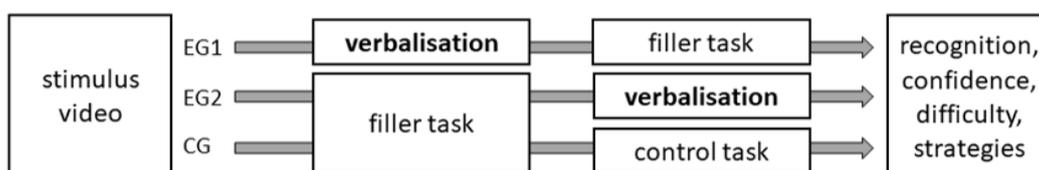
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2024.105732>

Die Ergebnisse aus Studie 4 machen deutlich, dass die Wiedererkennung komplexer visueller Reize bei Personen mit Aphantasie beeinträchtigt ist, womöglich da sie visuelle Reize lediglich symbolisch, nicht aber analog verarbeiten können (siehe Studie 3). Eine Form der symbolischen Verarbeitung ist die Verbalisierung, die in der Form des „Labelings“ verstärkt von Personen mit Aphantasie eingesetzt wird (Bainbridge et al., 2021; siehe Abschnitt 2.2.2). Beim Labeling werden Einzelfeatures von komplexen Reizen mit einem Label versehen (z. B. „der Mann mit der Narbe“), um sich anschließend das Label merken zu können. Verbale Verarbeitungsprozesse können die Wiedererkennung komplexer Reize jedoch massiv beeinträchtigen, was durch den Verbal Overshadowing Effect verdeutlicht wird. Der *Verbal Overshadowing Effect* beschreibt das Phänomen, dass komplexe sensorische Reize (z. B. Gesichter; Schooler & Engstler-Schooler, 1990; oder der Geschmack von Wein; Melcher & Schooler, 1996) nach einer Verbalisierung der entsprechenden Reize schlechter wiedererkannt werden als ohne Verbalisierung. Der Effekt ist äußerst stabil und zeigt sich sowohl metaanalytisch (Meissner & Brigham, 2001) als auch in einer groß angelegten multizentrischen Replikationsstudie (Alogna et al., 2014). Erklärt wird der Effekt über drei verschiedene Mechanismen: (1) *Recoding interference*, bei der verbale Gedächtnisinhalte mit visuellen Gedächtnisinhalten interferieren (Schooler & Engstler-Schooler, 1990); (2) *Transfer inappropriate retrieval*, bei dem globale Verarbeitungsprozesse während der Verbalisierung durch feature-basierte Verarbeitungsprozesse ersetzt werden, obwohl bei der Enkodierung der Reize globale Verarbeitungsprozesse verwendet werden und diese somit bei der Wiedererkennung derselben Reize effektiver wären (Baker & Reysen, 2021); und (3) *Criterion-based accounts*, bei der den Versuchsteilnehmenden während der Verbalisierung die Limitationen ihres eigenen Gedächtnisses bewusst werden (z. B. „Welche Augenfarbe hatte die Person nochmal?“), weswegen sie in der nachfolgenden Wiedererkennungsaufgabe unsicherer werden und häufiger angeben, dass der vorab enkodierte Reiz nicht anwesend ist (Clare & Lewandowsky, 2004).

Da Personen mit Aphantasie per Definition keine visuellen Inhalte repräsentieren können, mit denen eine Interferenz stattfinden könnte, und zudem zu feature-basierten Alternativstrategien neigen, ist es fraglich, ob der Verbal Overshadowing Effect unter Gültigkeit der ersten beiden Mechanismen bei Personen mit Aphantasie überhaupt auftreten würde. Lediglich der dritte Mechanismus würde auch bei Personen mit Aphantasie eintreten, da diese tendenziell ein schlechteres Gedächtnis besitzen und sich dessen auch bewusst sind (siehe Abschnitt 2.2.2). Studie 5 untersucht dementsprechend, inwiefern

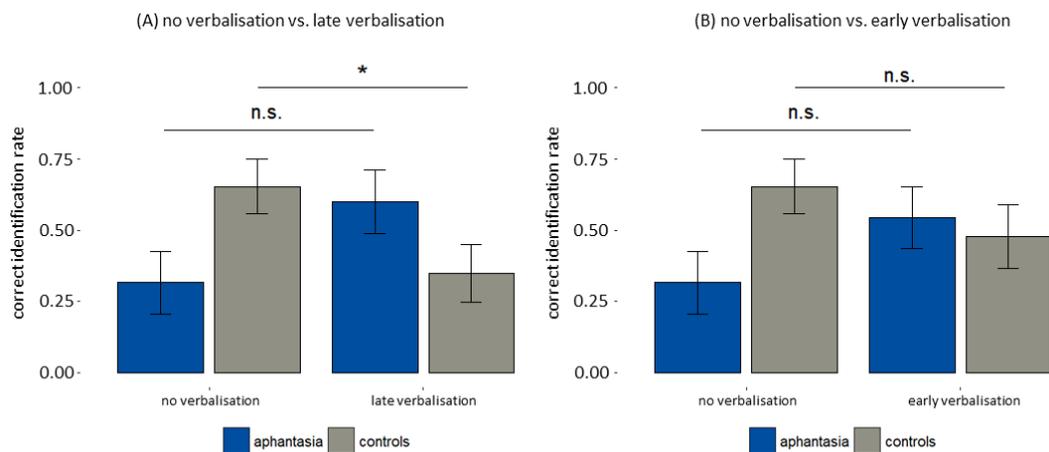
der Verbal Overshadowing Effect auch bei Personen mit Aphantasie auftritt und ob erwartete Unterschiede mithilfe abweichender kognitiver Verarbeitungsprozesse erklärt werden können.

$N = 118$  Personen mit Aphantasie ( $VVIQ \leq 23$ ; Kriterium nach Zeman et al., 2020;  $M_{age} = 36.19$ ,  $SD_{age} = 14.18$ , 55.9 % männlich, 39.8 % weiblich, 4.2 % nicht-binär) und  $n = 119$  Personen ohne Aphantasie ( $M_{age} = 30.09$ ,  $SD_{age} = 11.95$ , 67.2 % männlich, 43.3 % weiblich, 2.5 % nicht-binär) nahmen an einem Verbal Overshadowing Paradigma unter Verwendung der Originalmaterialien von Schooler und Engstler-Schooler (1990) teil. Nach Beantwortung des VVIQ betrachteten die Teilnehmenden ein Video über einen Banküberfall, welches das Gesicht des Bankräubers prominent in Szene setzte. Jeweils ein Drittel beider Gruppen wurde anschließend gebeten, das Aussehen des Bankräubers entweder sofort oder nach einer Filler-Aufgabe so detailliert wie möglich zu beschreiben. Dies hatte den Grund, zusätzlich Einflüsse des Zeitpunkts der Verbalisierung zu untersuchen, da Alogna et al. (2014) zu dem Schluss kamen, dass der Verbal Overshadowing Effect nur bei einer Verbalisierung unmittelbar vor dem Abruf stattfindet, womöglich, da entsprechende Interferenz- oder Unsicherheitseffekte auch wieder abklingen können. Das letzte Drittel bearbeitete nach der Filler-Aufgabe eine unabhängige Kontrollaufgabe. Anschließend wurde allen Teilnehmenden ein Line-Up von acht Verdächtigen gezeigt, aus dem sie den Bankräuber auswählen sollten. Zudem gab es die Option auszuwählen, dass der Bankräuber nicht anwesend war. Abschließend wurde die metakognitive Sicherheit der Auswahl (und die Verbalisierungsschwierigkeit) abgefragt, welche jedoch erst in Abschnitt 4.9 näher betrachtet wird, sowie die Auswahl der Verarbeitungsstrategien nach Dunning und Stern (1994) (siehe Abbildung 11).



**Abbildung 11.** Ablaufschema des Verbal Overshadowing Paradigmas. Zunächst wurde das Bankraub-Video geschaut. Je nach Versuchsgruppe wurde anschließend die Reihenfolge der Filler-Aufgabe und der Verbalisierungs-/Kontrollaufgabe durchpermutiert. Anschließend wurde die Wiedererkennungsaufgabe durchgeführt, einschließlich der Abfrage der metakognitiven Sicherheit, der Verbalisierungsschwierigkeit und der Auswahl der genutzten Verarbeitungsstrategien.

Die prozentuale Wiedererkennungsrates des Bankräubers wurde mittels 2x3 ANOVA mit Gruppenzugehörigkeit (Personen mit Aphantasie vs. Personen ohne Aphantasie) und Versuchsbedingung (frühe Verbalisierung vs. späte Verbalisierung vs. keine Verbalisierung) als Zwischensubjektfaktoren analysiert. Das Modell ergab einen signifikanten Interaktionseffekt,  $F(2, 125) = 4.04$ ,  $p = .020$ ,  $\eta_p^2 = .06$ , der vor allem auf dem Unterschied der Wiedererkennungsleistung ohne Verbalisierung und mit später Verbalisierung beruhte,  $F(1, 84) = 7.92$ ,  $p = .006$ ,  $\eta_p^2 = .09$ . Dies steht im Einklang mit Alogna et al. (2014), die bei einer frühen Verbalisierung ebenfalls keine Effekte feststellen konnten. Personen ohne Aphantasie identifizierten den Bankräuber in der späten Verbalisierungsbedingung in 34.8 % ( $SD = 48.7$  %) der Fälle, wohingegen es ihnen ohne Verbalisierung in 65.4 % ( $SD = 48.5$  %) der Fälle gelang,  $t(47) = 2.20$ ,  $p = .033$ ,  $d = 0.62$ . Damit wurde der Verbal Overshadowing Effect innerhalb der Kontrollgruppe repliziert. Personen mit Aphantasie zeigten hingegen keine signifikanten Unterschiede in der Wiedererkennungsleistung mit später Verbalisierung ( $M = 60.0$  %,  $SD = 50.3$  %) und ohne Verbalisierung ( $M = 31.6$  %,  $SD = 47.8$  %),  $t(37) = 1.81$ ,  $p = .078$ ,  $d = 0.57$ . In der Tendenz hatten sich die Effekte sogar umgekehrt (siehe Abbildung 12). Eine Reanalyse der Daten mittels Chi-Quadrat-Tests und logistischen Regressionen kam zu vergleichbaren Ergebnissen.



**Abbildung 12.** Wiedererkennungsrates des Bankräubers im Verbal Overshadowing Paradigma in Abhängigkeit von Gruppenzugehörigkeit und Versuchsbedingung. Der Verbal Overshadowing Effect konnte zwischen den Bedingungen ohne Verbalisierung und mit später Verbalisierung in der Kontrollgruppe repliziert werden, wohingegen er bei Personen mit Aphantasie nicht auftrat. Zwischen den Bedingungen ohne Verbalisierung und mit früher Verbalisierung konnte der Effekt zumindest in seiner Tendenz festgestellt werden. Dargestellt sind Mittelwerte  $\pm$  1 SEM. \*  $p < .05$ .

Die Betrachtung der verwendeten Strategien bei der Wiedererkennung des Bankräubers ergab, dass Personen ohne Aphantasie ( $M = 3.63$ ,  $SD = 1.39$ ) signifikant häufiger vorstellungsbasierte Strategien verwendeten als Personen mit Aphantasie ( $M = 1.44$ ,  $SD = 0.97$ ),  $F(1, 84) = 67.66$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .45$ . Da Personen mit vorstellungsbasierten Verarbeitungsstrategien dazu tendieren, Reize global zu verarbeiten (Kozhevnikov et al., 2005), könnte dies ein Beleg dafür sein, dass die anschließende Beschreibung des Bankräubers tatsächlich zu einem Wechsel in den Bearbeitungsprozessen bei Personen ohne Aphantasie führte, welcher sich als Verbal Overshadowing Effect äußert (*transfer inappropriate retrieval*). Alternativ kann aber auch eine Interferenz zwischen verbalen und visuellen Repräsentationen zum Verbal Overshadowing Effect bei Kontrollpersonen geführt haben (*recording interference*), wohingegen Personen mit Aphantasie keine visuellen Informationen repräsentieren konnten. Die Ergebnisse legen jedoch nahe, dass auch ein Wechsel zu einem konservativeren Entscheidungskriterium (d. h. die Auswahl der Option „Bankräuber nicht anwesend“) zum Teil für den Verbal Overshadowing Effect verantwortlich ist, da Personen ohne Aphantasie mit Verbalisierung stärker zu *misses* neigten (40.9 %) als ohne Verbalisierung (15.4 %),  $\chi^2(1) = 4.94$ ,  $p = .026$ , wohingegen dies bei Personen mit Aphantasie (Verbalisierung: 5.3 %; ohne Verbalisierung: 21.4 %) nicht der Fall war,  $\chi^2(1) = 2.49$ ,  $p = .114$ . Für ein abschließendes Fazit müssen jedoch weitere Studien mit „target-absent line-ups“ durchgeführt werden, um zusätzlich auch die *correct rejections* miteinbeziehen zu können, die bei einem konservativeren Entscheidungskriterium ebenfalls erhöht sein sollten (Mickes, 2016).

Aus Studie 5 ergeben sich Implikationen für die Erforschung von nicht-vorstellungsbasierten Gedächtnisstrategien von Personen mit Aphantasie sowie für die forensische Psychologie. So liegt es zum Beispiel nahe, dass die von Personen mit Aphantasie verwendeten Verarbeitungsstrategien nicht *per se* schlechter sein müssen, sondern dass vielmehr eine konsistente Nutzung derselben Strategie verfolgt werden sollte, um akkurate Ergebnisse zu erzielen. Dies ist auch daran zu erkennen, dass Personen mit Aphantasie nach der Verbalisierung tendenziell höhere Wiedererkennungsraten aufweisen, vermutlich, da ihre natürliche Verarbeitungsstrategie (z. B. Labeling) durch die Verbalisierung reaktiviert wird. Die zuvor gefundenen Gedächtnisdefizite von Personen mit Aphantasie (siehe Abschnitt 2.2.2) wären somit nicht allein auf das Individuum, sondern auch auf die *demand characteristics* der Aufgaben zurückzuführen. Im Kontext der forensischen Psychologie könnten zudem Möglichkeiten entwickelt werden, Gesichter je nach bevorzugter

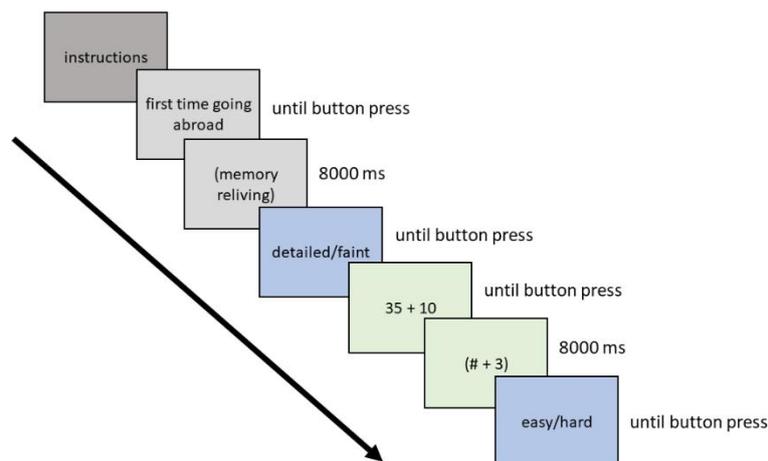
Strategie feature-basiert (z. B. Phantombildbeschreibung) oder global (z. B. Phantombildabgleich) zu identifizieren. Bei einem Phantombildabgleich würden Personen mit Vorstellungsvermögen profitieren, da sie nicht in Gefahr laufen, dem Verbal Overshadowing Effekt zu erliegen, wohingegen Personen mit Aphantasie tendenziell nach einer Phantombildbeschreibung eine bessere Wiedererkennungslleistung hätten.

#### **4.6 Studie 6 – Neurologische Grundlagen der Performanz im autobiografischen Gedächtnis**

*Monzel, M., Leelaarpon, P., Lutz, T., Schultz, J., Brunheim, S., Reuter, M., & McCormick, C. (2024). Hippocampal-occipital connectivity reflects autobiographical memory deficits in aphantasia. eLife13:RP94916. <https://doi.org/10.7554/eLife.94916.2>*

Neben den Einschränkungen im visuellen Gedächtnis, die in den Studien 3 bis 5 deutlich werden, beschreibt Abschnitt 2.2.2 vor allem Defizite im autobiografischen Gedächtnis von Personen mit Aphantasie (z. B. Dawes et al., 2022). Die neuronale Grundlage dieser Defizite ist jedoch weitgehend ungeklärt. Es ist bekannt, dass der episodische Abruf autobiografischer Erinnerungen mit sensorischen Vorstellungen assoziiert ist (D'Argembeau & Van der Linden, 2006; Greenberg & Knowlton, 2014) und dass einige Modelle die Prozesse hinter episodischen Erinnerungen und sensorischen Vorstellungen gleichsetzen (z. B. Blomkvist, 2023; siehe Abschnitt 2.2.1). Aphantasie bietet nun die Möglichkeit, das autobiografische Gedächtnis in Abwesenheit des sensorischen Vorstellungsvermögens zu untersuchen. Im Fokus stehen dabei der Hippocampus und der visuelle Kortex, da sowohl der Hippocampus (Bauer et al., 2017; Brown et al., 2018; Burianova et al., 2010; McCormick et al., 2020; Moscovitch et al., 2005) als auch der visuelle Kortex (Svoboda et al., 2006) sowie die funktionelle Konnektivität zwischen beiden Strukturen (McCormick et al., 2015) beim Abruf episodischer Informationen eine wichtige Rolle spielen. Dies steht im Einklang mit Blomkvist (2023), welche bei Aphantasie Beeinträchtigungen im hippocampalen Gedächtnisindex oder in den nachgeschalteten sensorischen Abrufprozessen vermutet (siehe Abschnitt 2.2.1). Ziel von Studie 6 war es daher, Unterschiede in der Gehirnaktivierung von Personen mit und ohne Aphantasie während autobiografischer Abrufprozesse aufzuklären.

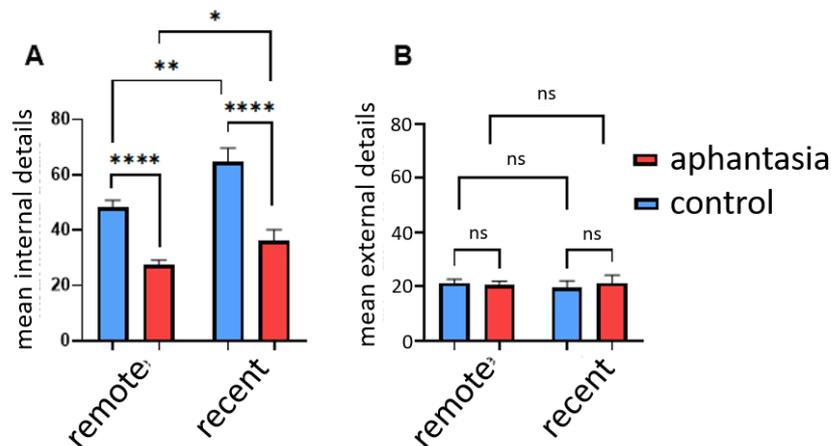
Zur Beantwortung der Fragestellung wurden  $n = 14$  Personen mit Aphantasie ( $VVIQ \leq 23$ ; Kriterium nach Zeman et al., 2020;  $M_{age} = 31.47$ ,  $SD_{age} = 10.45$ , 53.3 % männlich, 46.7 % weiblich) und  $n = 16$  Personen ohne Aphantasie ( $M_{age} = 28.19$ ,  $SD_{age} = 12.27$ , 81.3 % männlich, 18.8 % weiblich) in einem 3 Tesla MAGNETOM Skyra MRI Scanner (Siemens Healthineers, Erlangen, Germany) untersucht. Die Gruppenzuordnung wurde mithilfe der in Abschnitt 2.1 erläuterten binokularen Rivalitätsaufgabe validiert und ergab signifikant höhere Priming-Scores für Personen ohne Aphantasie ( $M = 61.3\%$ ,  $SD = 13.1\%$ ) als für Personen mit Aphantasie ( $M = 52.6\%$ ,  $SD = 4.9\%$ ),  $t(18.04) = 2.41$ ,  $p = .027$ ,  $d = 0.87$ . Der durchschnittliche Priming-Score von Personen mit Aphantasie unterschied sich im Gegensatz zum durchschnittlichen Priming-Score von Personen ohne Aphantasie,  $t(14) = 3.34$ ,  $p = .005$ ,  $d = 0.86$ , nicht signifikant vom Zufallsniveau,  $t(13) = 1.96$ ,  $p = .072$ . Neben der binokularen Rivalitätsaufgabe wurde das *Autobiografische Interview* von Levine et al. (2002) sowie eine autobiografische Abrufaufgabe im MRT durchgeführt. Die fMRT-Aufgabe orientierte sich an McCormick et al. (2015) und bestand aus jeweils 20 randomisierten Trials, in denen entweder ein autobiografischer Abruf zu einem vorgegebenen Cue (z. B. der erste Urlaub) oder das Lösen einer Matheaufgabe (z. B.  $47 + 19$ ) gefordert wurde. In beiden Bedingungen wurden die Probanden gebeten, die Erinnerung bzw. das Lösen der Matheaufgabe zu elaborieren, indem sie sich entweder so viele Details wie möglich ins Gedächtnis riefen oder immer weiter Dreien auf das Ergebnis der Matheaufgabe aufaddierten. Die Elaborationsphase wurde von den Versuchsteilnehmenden mittels Tastendruckes angekündigt und dauerte 8 Sekunden. Im Anschluss an die Elaborationsphase wurden die Versuchsteilnehmenden gebeten, anzugeben, wie detailliert ihre Erinnerung gewesen war bzw. wie schwer es ihnen gefallen war, die Matheaufgabe zu lösen. In Abbildung 13 sind jeweils ein Trial der Kontroll- und ein Trial Experimentalbedingung dargestellt.



**Abbildung 13.** Ablauf von zwei fMRT-Trials. Schritt 1: Instruktionen. Schritt 2-4: Autobiographischer Gedächtnis-Trial inklusive Cue, Elaboration (8000 ms) und Bewertung. Schritt 5-7: Kontrolltrial mit Mathematik-Aufgabe inklusive Cue, Elaboration (8000 ms) und Bewertung.

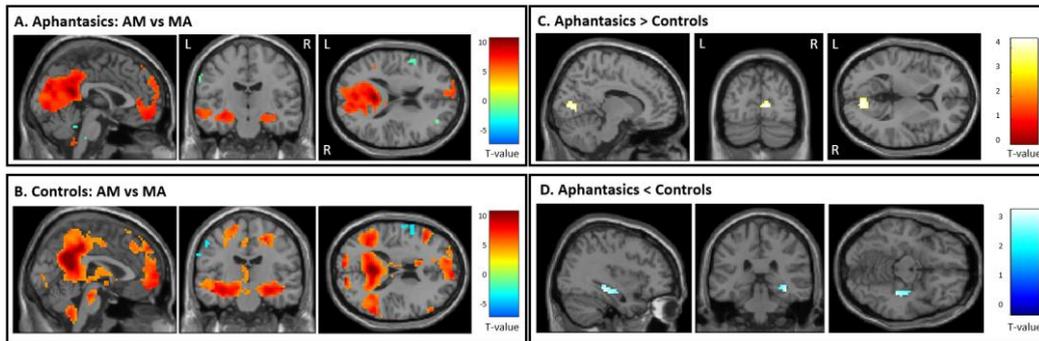
Die Scans wurden im Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) in Bonn durchgeführt. Das Protokoll bestand neben dem task-based fMRT (460 Volumen, TA = 15 min) aus einem Resting State (190 Volumen, TA = 7 min) und einem Strukturscan (160 Volumen, TA = 6.8 min). Die Kennwerte der genutzten Sequenzen sowie der Ablauf der Präprozessierung können der Originalpublikation entnommen werden. Die Analyse der fMRT-Daten erfolgte mittels SPM12 (Ashburner et al., 2013) und CONN (Whitfield-Gabrieli & Nieto-Castanon, 2012). Analysiert wurde die BOLD-Response während der Elaborationsphasen der jeweiligen Bedingungen.

Die selbstberichteten Defizite im autobiografischen Gedächtnis von Personen mit Aphantasie konnten mithilfe des Autobiographischen Gedächtnisinterviews repliziert werden. Wie erwartet waren sie ausschließlich auf episodische Details (z. B. Wahrnehmungen und Emotionen),  $t(27) = 5.07$ ,  $p < .001$ ,  $d = 1.83$ , nicht aber auf semantischen Details (z. B. Namen und Fakten) zurückzuführen,  $t(27) = 0.13$ ,  $p < .898$ . Zudem waren die Defizite unabhängig davon, wie weit die Erinnerungen in der Vergangenheit lagen (remote vs. recent),  $F(1, 27) = 0.62$ ,  $p = .439$  (siehe Abbildung 14). In der fMRT-Aufgabe gaben Personen mit Aphantasie zudem an, nur in 20 % ( $SD = 20$  %) der Trials eine lebhaftere Erinnerung generieren zu haben, wohingegen dies bei Personen ohne Aphantasie in 86 % ( $SD = 26$  %) der Fälle gelungen war,  $t(28) = 5.29$ ,  $p < .001$ ,  $d = 2.87$ .



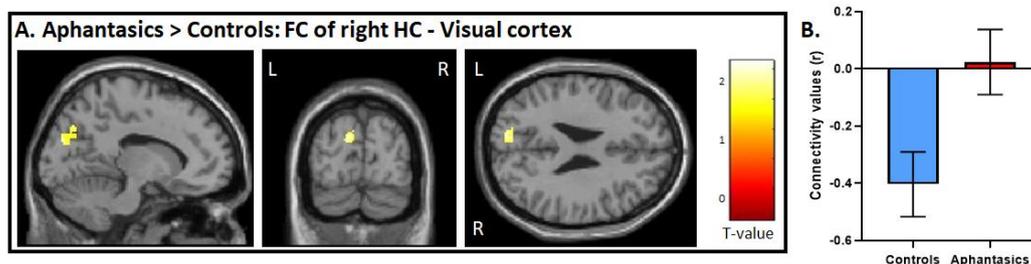
**Abbildung 14.** Unterschiede im autobiographischen Gedächtnis zwischen Personen mit und ohne Aphantasie für aktuelle und entfernte Erinnerungen. **A.** Episodische Gedächtnisdetails (internal). **B.** Semantische Gedächtnisdetails (external). \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ , \*\*\*\*  $p < .0001$ , ns = nicht signifikant.

Sowohl bei Personen mit Aphantasie als auch Personen ohne Aphantasie ergab eine Whole-Brain-Analyse der autobiographischen Gedächtnisdetails im Kontrast zu Mathematikdetails eine stärkere Aktivierung in typischerweise mit autobiographischen Gedächtnisprozessen assoziierten Gehirnregionen inklusive des bilateralen Hippocampus (siehe Abbildung 15a und 15b). Auf Gruppenebene zeigten Personen mit Aphantasie in autobiographischen Gedächtnisdetails im Kontrast zu Mathematikdetails eine stärkere Aktivierung im bilateralen visuellen Kortex als Personen ohne Aphantasie,  $t(28) = 4.41$ ,  $p < .001$ , MNI:  $x = 12$ ,  $y = -79$ ,  $z = 5$ ;  $x = -9$ ,  $y = -76$ ,  $z = 29$  (siehe Abbildung 15c). Personen ohne Aphantasie zeigten hingegen eine stärkere Aktivierung im rechten posterioren Hippocampus als Personen mit Aphantasie,  $t(28) = 3.77$ ,  $p < .001$ , MNI:  $x = 39$ ,  $y = -31$ ,  $z = -13$  (siehe Abbildung 15d). Zusätzliche korrelative Analysen zeigten, dass eine höhere Aktivierung im visuellen Kortex mit einer geringeren Aktivierung im Hippocampus einherging,  $r(28) = -.39$ ,  $p = .041$ .



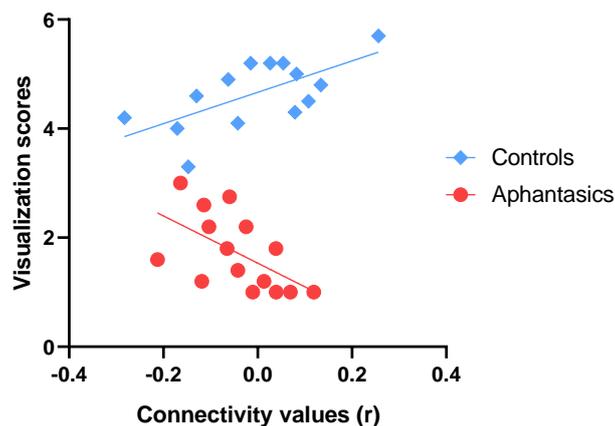
**Abbildung 15.** First-Level-Kontraste zwischen autobiographischen Gedächtnis- (AM) und Mathematik- (MA) (links) und Second-Level-Kontraste zwischen Personen mit und ohne Aphantasie (rechts). **A.** Regionen, die bei Personen mit Aphantasie in AM Trials stärker aktiviert waren als in MA Trials. **B.** Regionen, die bei Personen ohne Aphantasie in AM Trials stärker aktiviert waren als in MA Trials. **C.** Regionen, die bei Personen mit Aphantasie einen stärkeren AM-MA-Kontrast aufwiesen als bei Personen ohne Aphantasie (= visueller Kortex). **D.** Regionen, die bei Personen ohne Aphantasie einen stärkeren AM-MA-Kontrast aufwiesen als bei Personen mit Aphantasie (= Hippocampus).

Für eine funktionale Konnektivitätsanalyse zwischen Hippocampus und visuellem Kortex wurden Regions of Interest mit einem Durchmesser von 10 mm (= 536 Voxel) um die Peak-Voxel im Hippocampus und visuellen Kortex definiert. Während der fMRT-Aufgabe zeigten Personen mit Aphantasie nahezu keine funktionelle Konnektivität zwischen dem rechten Hippocampus und dem linken visuellen Kortex, wohingegen Personen ohne Aphantasie eine stark negative Konnektivität zwischen den beiden Regionen zeigten,  $t(28) = 2.65$ ,  $p = .006$  (siehe Abbildung 16).



**Abbildung 16.** Konnektivität zwischen Hippocampus und visuellem Kortex. **A.** Größere funktionelle Konnektivität für autobiografische Gedächtnis- (AM) im Kontrast zu Mathematik- (MA) Trials für Personen mit Aphantasie im Vergleich zu Personen ohne Aphantasie. **B.** Der Unterschied in der Konnektivität wird signifikant,  $t(28) = 2.65$ ,  $p = .006$ .

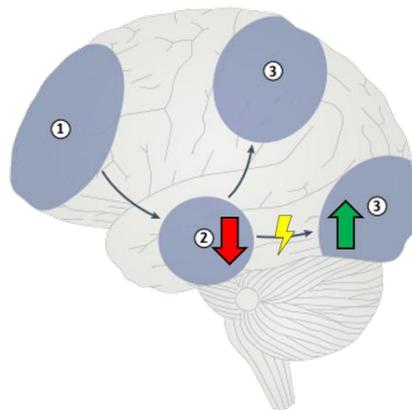
Im Resting State zeigte sich ebenfalls eine stärkere funktionelle Konnektivität zwischen dem rechten Hippocampus und dem linken visuellen Kortex bei Personen mit Aphantasie im Vergleich zu Personen ohne Aphantasie,  $t(29) = 2.83, p = .004$ . Die individuelle Stärke der Konnektivität hing nicht signifikant mit der Lebhaftigkeit der Erinnerungen im AMI zusammen,  $F(14, 40) = 1.65, \beta = -.06, p = .391$ , dafür zeigte sich aber ein Haupteffekt der Gruppe,  $F(3, 40) = 353.20, \beta = .92, p < .001$ , sowie ein Interaktionseffekt zwischen Gruppe und Konnektivität,  $F(3, 54) = 305.10, \beta = .26, p < .001$ . Je stärker die Konnektivität zwischen Hippocampus und visuellem Kortex ausfiel, desto stärker war das sensorische Vorstellungsvermögen bei Personen ohne Aphantasie,  $r(13) = .65, p = .011$ , und desto schwächer war das sensorische Vorstellungsvermögen von Personen mit Aphantasie,  $r(14) = -.57, p = .027$  (siehe Abbildung 17).



**Abbildung 17.** Das Vorstellungsvermögen von Personen mit Aphantasie nimmt mit Zunahme der Konnektivität im Resting State ab. Bei Personen ohne Aphantasie nimmt das Vorstellungsvermögen mit Zunahme der Konnektivität im Resting State zu.

Insgesamt zeigten die Ergebnisse eine Hypoaktivität des Hippocampus und eine Hyperaktivität des visuellen Kortex sowie eine fehlende negative Konnektivität zwischen Hippocampus und visuellem Kortex während autobiographischer Gedächtnisaufgaben bei Personen mit Aphantasie (siehe Abbildung 18). Dies steht im Einklang mit Pearsons (2019) Reverse Hierarchy Model (siehe Abschnitt 2.2.1), welches eine Kommunikation dieser Gehirnregionen für visuelle Vorstellungsprozesse vorhersagt. Eine mögliche Interpretation dieser Befunde könnte sein, dass der Hippocampus seine Funktion als Index für

episodische Gedächtnisinhalte bei Personen mit Aphantasie nicht wahrnimmt, weswegen vorstellungsirrelevante Aktivierung im visuellen Kortex nicht inhibiert werden kann. Dies ist im Einklang mit Pace et al. (2023), die ebenfalls Hinweise auf eine Inhibition vorstellungsirrelevanter Inhalte während Vorstellungsprozessen fanden (z. B. sensorisches Rauschen). Unterstützt wird diese These zudem durch eine geringere neuronale Effizienz bei Personen mit Aphantasie während Vorstellungsaufgaben (Fulford et al., 2018) sowie eine schlechtere Signal-to-Noise Ratio im visuellen Kortex unter Ruhebedingungen (Keogh et al., 2020). Auch in den vorliegenden Daten konnte ein schlechteres Vorstellungsvermögen durch eine höhere Aktivierung visueller Regionen im Resting State in Personen mit Aphantasie vorhergesagt werden. Bei Personen ohne Aphantasie scheint eine höhere Aktivierung im Resting State jedoch vorteilhaft zu sein, womöglich da diese Personen auch während des Resting States Vorstellungen generierten und die Aktivierung somit auf tatsächlichen Vorstellungssignale zurückzuführen ist.



**Abbildung 18.** Erklärungsmodell der autobiographischen Gedächtnisdefizite von Personen mit Aphantasie in Anlehnung an das Reverse Hierarchy Model von Pearson (2019). Visuelle Vorstellungen entstehen durch Top-Down-Prozesse ausgehend vom Präfrontalkortex (1) über den Hippocampus (2) bis hin zum Parietallappen (3) (Wo-Pfad) und visuellen Kortex (4) (Was-Pfad). Personen mit Aphantasie zeigen eine Hypoaktivität des Hippocampus und eine Hyperaktivität des visuellen Kortex. Eine Störung im höhergelegenen hippocampalen Gedächtnisindex könnte zu fehlenden Inhibitionsprozessen im visuellen Kortex führen, sodass es zu einer schlechteren Signal-to-Noise Ratio zwischen Vorstellungssignal und sensorischem Rauschen kommt und kein kohärentes Vorstellungsbild generiert werden kann. Reproduktion der Hintergrundgrafik mit Erlaubnis von Pearson (2019).

Zuletzt müssen Hypothesen über die Abhängigkeiten der Aktivierungsunterschiede zwischen Personen mit und ohne Aphantasie aufgestellt werden. Im Rahmen von Blomkvists Modell ist die Annahme eines initialen Defekts auf Höhe des Hippocampus bei multisensorischer Aphantasie sparsamer als die Annahme mehrerer voneinander unabhängiger Defekte in verschiedenen sensorischen Abrufprozessen (z. B. im visuellen *und* auditiven Kortex). Dennoch kann derselbe Endophänotyp durch Störungen an verschiedenen Stellen des gleichen Systems entstehen, sodass bei einer multisensorischen Aphantasie zwar ein Defekt auf Höhe des Hippocampus wahrscheinlicher ist, bei monosensorischen Aphantasien jedoch auch Störungen einzelner nachgeschalteter Abrufprozesse infrage kommen. Vergleichbar ist dies mit einem elektronischen Schaltkreis: Egal ob ein Kabel kaputt ist oder der Schalter, in beiden Fällen leuchtet die Glühbirne nicht. Selbst eine visuelle Aphantasie ist daher höchstwahrscheinlich ein höchst heterogenes Phänomen, das sich durch verschiedene Störungen des Hippocampalen-Okzipitalen-Schaltkreises (McCormick et al., 2015) erklären lässt. Es sei zudem angemerkt, dass aus den erhobenen fMRT-Daten streng genommen keine Kausalität abgeleitet werden kann. Es ist demnach ebenso möglich, dass die veränderten Aktivierungsmuster nicht ursächlich für die Aphantasie sind, sondern aufgrund dieser entstehen, oder beide Phänotypen durch eine Drittvariable verursacht werden. Zukünftige Forschung sollte daher klären, inwiefern sich die Aktivierungsmuster vor und nach dem Erwerb einer Aphantasie verändern (für eine mögliche experimentelle Manipulation, siehe Studie 12 und 13).

#### **4.7 Studie 7 – Auswirkungen auf die emotionale Reaktivität**

Monzel, M., Keidel, K., & Reuter, M. (2023). *Is it really empathy? The potential confounding role of visual imagery in self-reports of empathy*. *Journal of Research in Personality*, 103, 104354. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2023.104354>

Wie in Abschnitt 2.2.3 dargelegt, sind nicht nur neurokognitive Unterschiede zwischen Personen mit und ohne Aphantasie zu erwarten, sondern auch neuroaffektive Unterschiede. Dies war zum Beispiel in Studie 6 daran zu erkennen, dass Personen mit Aphantasie neben weniger sensorischen Details auch weniger emotionale Details autobiographischer Erinnerungen berichteten, vermutlich da neurokognitive und neuroaffektive Funktionen nicht vollständig voneinander getrennt werden können. Die in Abschnitt 2.3.3

erläuterten Ergebnisse von Wicken et al. (2021) werfen zudem die Frage auf, inwiefern sich der fehlende Anstieg der Hautleitfähigkeit bei Konfrontation mit furchteinflößenden verbalen Inhalten bei Personen mit Aphantasie auch auf das phänomenale Erleben der jeweiligen Personen übertragen lässt. In der Praxis muss dabei zwischen empathischen Reaktionen auf beobachtete Situationen (z. B. ein Freund, der vor meinen Augen eine Leiter herunterfällt) und erzählte Situationen (z. B. ein Freund, der mir erzählt, dass er gestern eine Leiter heruntergefallen ist) unterschieden werden. Personen mit Aphantasie würden möglicherweise auf beobachtete Situationen stärker reagieren, wohingegen eine „angemessene“ Reaktion auf erzählte Situationen deutlich schwächer ausfallen würde, da die Situation nicht in mentale Bilder überführt werden kann, durch die die empathische Reaktion verstärkt werden würde (O’Donnell et al., 2018). Dies könnte auch die niedrigeren sozialen Fertigkeiten bei Personen mit Aphantasie erklären (siehe Dance, Jaquiere, et al., 2021), da die niedrigere empathische Reaktion womöglich mit weniger Trost- und Hilfeverhalten einhergeht. Doch auch für die Forschung wäre eine solche Unterscheidung zwischen beobachteten und erzählten Situationen nicht irrelevant, da Empathie häufig mittels Selbstberichtsfragebögen (z. B. *Interpersonal Reactivity Index*, IRI, Davis, 1980) oder Empathie-Vignetten (z. B. Young et al., 2008) erhoben wird und diese Messinstrumente überwiegend auf verbalen Materialien beruhen. Sollten sich Personen mit Aphantasie jedoch tatsächlich in ihrer empathischen Reaktion auf beobachtete Situationen (d. h. visuellen Input) und erzählte Situationen (d. h. verbalen Input) unterscheiden, wäre diese Messung durch die entsprechenden Materialien konfundiert. In einer groß angelegten Pilotstudie wurde daher zunächst untersucht, inwiefern ein Zusammenhang zwischen visuellem Vorstellungsvermögen und verschiedenen Facetten der Empathie existiert, um anschließend in einer weiteren Studie mithilfe von Personen mit Aphantasie inhaltliche Einflüsse und methodische Einflüsse voneinander zu trennen.

In der Pilotstudie beantworteten 2232 Personen ( $M_{age} = 25.97$ ,  $SD_{age} = 8.30$ , 86.9 % männlich, 13.1 % weiblich) den VVIQ sowie den IRI von Davis (1980), welcher vier Facetten der Empathie misst: (1) *perspective taking* (d. h. die Neigung, die Perspektive anderer Menschen einzunehmen), (2) *empathic concern* (d. h. die Neigung, Wärme, Mitgefühl und Sorge für andere zu empfinden, die etwas Negatives erleben), (3) *personal distress* (d. h. die Neigung, selbst über die negativen Erfahrungen anderer beunruhigt zu sein) und (4) *fantasy* (d. h. die Neigung, sich in fiktive Situationen wie Bücher, Filme oder Träume hineinzuversetzen). Aufgrund der *Emotional Amplification Theory* (siehe Abschnitt 2.2.3)

wurde erwartet, dass sich ein Zusammenhang zwischen visuellem Vorstellungsvermögen und affektiver Empathie (*empathic concern*, *personal distress*) finden würde, der gegebenenfalls durch kognitive Empathie (*perspective taking*) mediiert wird, da das Hineinversetzen in andere Personen Vorstellungsvermögen voraussetzen könnte (vgl. Johnson et al., 2013). Die Facette *fantasy* wurde als Sonderfall betrachtet, da durch ihre Konzeptualisierung von vornherein eine imaginative Komponente vorausgesetzt wird, weswegen hier besonders hohe Zusammenhänge erwartet wurden.

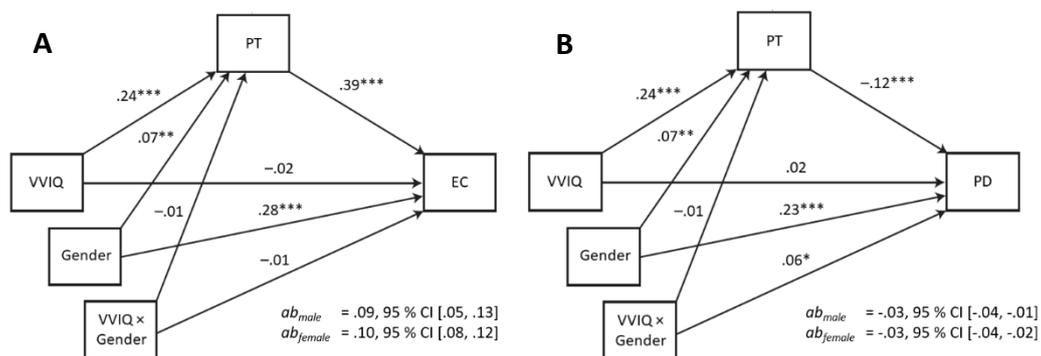
Hierarchische Regressionsanalysen zeigten positive Zusammenhänge zwischen VVIQ-Score und *empathic concern*, *perspective taking* und *fantasy*, auch nach Kontrolle des Geschlechts, da Frauen tendenziell höhere Werte in Empathie aufweisen (Christov-Moore et al., 2014). Für *personal distress* wurde ein Interaktionseffekt zwischen VVIQ-Score und Geschlecht gefunden (siehe Tabelle 2). Post-hoc-Analysen zeigten, dass *personal distress* bei Männern mit steigendem Vorstellungsvermögen leicht abnahm,  $r(1938) = -0.07$ ,  $p = .001$ , wohingegen bei Frauen kein Zusammenhang bestand,  $r(290) = 0.06$ ,  $p = .330$ . Zusätzliche Mediationsanalysen zeigten, dass der Zusammenhang zwischen VVIQ und *empathic concern* sowie zwischen VVIQ und *personal distress* vollständig durch *perspective taking* mediiert wird (siehe Abbildung 19).

Insgesamt weisen die Ergebnisse darauf hin, dass der erwartete Zusammenhang zwischen visuellem Vorstellungsvermögen und *empathic concern* existiert und womöglich über eine imaginative Komponente des *perspective taking* zustande kommt. Die Korrelation zwischen *fantasy* und Vorstellungsvermögen fiel erwartungsgemäß am größten aus. Der leicht negative Zusammenhang zwischen *personal distress* und Vorstellungsvermögen lässt sich dadurch erklären, dass die eigenen Gefühle (z. B. Unbehagen) durch die „imaginative“ Perspektivübernahme der Gefühle anderer an Bedeutung verlieren, wohingegen die Gefühle anderer wichtiger werden (vgl. Batson et al., 1997; Lamm et al., 2007).

**Tabelle 2.** Hierarchische Regressionen der Subskalen des Interpersonal Reactivity Index mit Geschlecht und Vorstellungsvermögen als Prädiktor.

Variable	Fantasy	Perspective Taking	Empathic Concern	Personal Distress
<b>Step 1</b>				
Gender <sup>a</sup>	.08*** [.03, .13]	.03 [-.02, .09]	.21*** [.16, .25]	.14*** [.09, .19]
$R_{corr}^2$	.01	< .01	.04	.02
$F$	14.53***	2.19	97.70***	47.25***
<b>Step 2</b>				
Gender	.12*** [.07, .17]	.05** [.01, .10]	.21*** [.16, .25]	.14*** [.09, .19]
VVIQ	.45*** [.39, .49]	.25*** [.21, .28]	.09*** [.05, .12]	-.05* [-.09, -.02]
$R_{corr}^2$	.21	.06	.05	.02
$\Delta R_{corr}^2$	.20	.06	.01	< .01
$\Delta F$	562.49***	142.06***	16.95***	6.53*
<b>Step 3</b>				
Gender	.12*** [.07, .17]	.05* [.00, .10]	.21*** [.16, .26]	.15*** [.10, .20]
VVIQ	.44*** [.39, .49]	.24*** [.19, .28]	.07** [.03, .12]	-.01 [-.06, .04]
Gender × VVIQ	-.01 [-.06, .03]	-.01 [-.06, .03]	-.02 [-.06, .03]	.06* [.01, .11]
$R_{corr}^2$	.21	.06	.05	.02
$\Delta R_{corr}^2$	< .01	< .01	< .01	< .01
$\Delta F$	0.29	0.23	0.34	4.70*

Anmerkung. VVIQ = Vividness of Visual Imagery Questionnaire. <sup>a</sup> Kodierung: -1 = männlich, 1 = weiblich. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ . 95% KI in Klammern.



**Abbildung 19.** Moderierte Mediationsmodelle zwischen Vorstellungsvermögen (VVIQ) und **A.** empathic concern (EC) bzw. **B.** personal distress (PD) über perspective taking (PT) mit Geschlecht als Moderator (Kodierung: -1 = männlich, 1 = weiblich). \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

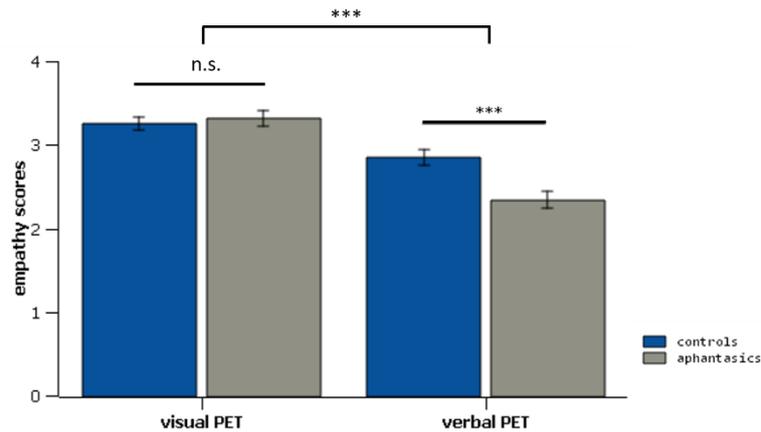
Trotz der gefundenen Zusammenhänge konnte die Pilotstudie noch keinen Aufschluss darüber geben, welcher Varianzanteil durch die Verwendung verbaler Materialien aufgeklärt wird und somit auf der Methode beruht. Aus diesem Grund wurde eine zweite Studie in Anlehnung an Wicken et al. (2021) durchgeführt, in der Personen mit und ohne Aphantasie auf verbale und visuelle Szenarien reagieren sollten, um Unterschiede in der empathischen Reaktion festzustellen. Zu diesem Zweck bearbeiteten  $n = 112$  Personen mit Aphantasie ( $VVIQ \leq 23$ ; Kriterium nach Zeman et al., 2020;  $M_{age} = 35.75$ ,  $SD_{age} = 14.59$ , 57.1 % männlich, 38.4 % weiblich, 4.5 % nicht-binär) und  $n = 120$  Personen ohne Aphantasie ( $M_{age} = 30.08$ ,  $SD_{age} = 11.04$ , 69.2 % männlich, 28.3 % weiblich, 2.5 % nicht-binär) den *Pictorial Empathy Test* (PET; Lindeman et al., 2018), in dem Versuchsteilnehmende sieben Fotos von Menschen in Not präsentiert bekommen, um anschließend die Stärke der Gefühle, die diese Bilder in ihnen auslösen, auf einer Skala von 1 („keine starken Gefühle“) bis 5 („sehr starke Gefühle“) zu bewerten. Des Weiteren bearbeiteten die Versuchsteilnehmenden eine eigens für Studie 7 konzipierte verbalisierte Version des PET, in der die sieben Fotos so detailgetreu und mit so wenig Interpretation wie möglich beschrieben wurden (siehe Tabelle B1, Anhang B). Auch hier sollte eine Bewertung abgegeben werden, wie emotional bewegend die beschriebenen Situationen waren. Die Reihenfolge des originalen und verbalisierten PET wurde randomisiert. Zudem lag zwischen der Bearbeitung beider Tests etwa eine Stunde, um Gedächtniseffekte zu vermeiden.

Eine faktorielle Validierung des verbalisierten PET mittels explorativer Faktorenanalyse ergab, dass dieser gemeinsam mit den Items des originalen PET einen Empathie-Faktor bildete, der 50.8 % der Varianz aufklärte ( $\alpha = .93$ ). Ein zweiter Faktor erklärte 9.6 % der Varianz und konnte eindeutig als Methodenfaktor identifiziert werden, da alle verbalen Items negativ und alle visuellen Items positiv auf diesen Faktor luden (siehe Tabelle 3). Passenderweise erklärte der Methodenfaktor in der Teilstichprobe der Personen mit Aphantasie mehr Varianz (11.3 %) als in der Teilstichprobe der Personen ohne Aphantasie (6.7 %), da Personen ohne Aphantasie möglicherweise die verbalen Items mental in visuelle Items übersetzen können, sodass sich die Items ähnlicher werden.

**Tabelle 3.** Gemeinsame explorative Faktorenanalyse der Items des originalen und des verbalisierten Pictorial Empathy Tests.

Item	Faktor 1	Faktor 2	$h^2$	Item	Faktor 1	Faktor 2	$h^2$
Text 1	.77	-.23	.64	Foto 1	.70	.21	.53
Text 2	.72	-.25	.58	Foto 2	.53	.38	.42
Text 3	.82	-.26	.75	Foto 3	.75	.35	.69
Text 4	.80	-.31	.74	Foto 4	.69	.39	.63
Text 5	.75	-.33	.68	Foto 5	.57	.35	.39
Text 6	.80	-.30	.73	Foto 6	.71	.41	.68
Text 7	.65	-.29	.51	Foto 7	.66	.29	.52

Mittels 2x2 Mixed ANOVA wurde anschließend ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen der Gruppe (Personen mit Aphantasie vs. Personen ohne Aphantasie) als Zwischen-subjektfaktor und der Testbedingung (originaler PET vs. verbalisierter PET) als Innersubjektfaktor gefunden,  $F(1, 230) = 28.81, p < .001, \eta_p^2 = .11$ , der darauf hindeutete, dass sich Personen mit und ohne Aphantasie in ihrer empathischen Reaktion beim Lesen der Empathie-Vignetten signifikant unterschieden,  $t(230) = 3.77, p < .001, d = 0.49$ , nicht aber beim Betrachten der Fotos des originalen PET,  $t(230) = 0.54, p = .593, d = .07$ . Zudem fand sich ein Haupteffekt der Modalität,  $F(1, 230) = 170.96, p < .001, \eta_p^2 = .43$ , was eine Unterscheidung in empathische Reaktionen auf beobachtete und erzählte Situationen rechtfertigt, da die empathische Reaktion auf beobachtete Szenarien ( $M = 3.28, SD = 0.89$ ) höher ausfällt als auf verbale Szenarien ( $M = 2.60, SD = 1.05$ ). Mittelwerte und Standardfehler der einzelnen Zellen sind Abbildung 20 zu entnehmen.



**Abbildung 20.** Empathie-Scores im visuellen und verbalisierten Pictorial Empathy Test (PET; Lindeman et al., 2018), getrennt für Personen mit und ohne Aphantasie. Dargestellt sind Mittelwerte  $\pm$  1 SEM. \*\*\*  $p < .001$ , n.s. = nicht signifikant.

Das Ausbleiben von Unterschieden im originalen (visuellen) PET deutet darauf hin, dass der in der Pilotstudie gefundene Zusammenhang zwischen VVIQ-Score und Empathie vollständig durch die Methode erklärt werden kann. Einschränkend sei jedoch darauf hingewiesen, dass in Experiment 2 von Studie 7, anders als in der Pilotstudie, Empathie-Vignetten verwendet wurden, die sich nur bedingt auf Empathie-Fragebögen übertragen lassen, da die Items in Selbstberichtsfragebögen zumeist kürzer sind und damit weniger stark zum Visualisieren anregen als komplette Szenarien. Insgesamt stützen die Ergebnisse des zweiten Experiments jedoch die *Emotional Amplification Theory* (siehe Abschnitt 2.2.3), da nur Personen mit Vorstellungsvermögen eine verstärkte empathische Reaktion auf verbale Reize zeigten. In zukünftiger Forschung sollte das visuelle Vorstellungsvermögen bei der Erhebung von Empathie daher kontrolliert werden, zumindest wenn Empathie auf beobachtbare Situationen untersucht werden soll. Dies kann sowohl statistisch als auch unter Verwendung von visuellen Materialien geschehen, da Letzteres eine Visualisierung im Kopf der Versuchsteilnehmenden vorwegnimmt. Darüber hinaus sollte die zukünftige Forschung prüfen, inwiefern sich die Ergebnisse von Studie 7 auch auf andere Konstrukte übertragen lassen, die ebenfalls mithilfe von Vignetten erhoben werden (z. B. Moral-Vignetten; Greene et al., 2001). So konnten Caruso und Gino (2011) beispielsweise zeigen, dass bereits das Schließen der Augen ausreicht, um die Reaktion auf Moral-Vignetten zu verändern, da dadurch voraussichtlich die mentale Simulation verbessert wird. Demnach könnte das dispositionale Vorstellungsvermögen auch hier eine Rolle spielen.

#### 4.8 Studie 8 – Einordnung von Aphantasie I: Pathologische Signifikanz

Monzel, M., Vetterlein, A. & Reuter, M. (2022). No general pathological significance of aphantasia: An evaluation based on criteria for mental disorders. *Scandinavian Journal of Psychology*, 64(3), 314–324. <https://doi.org/10.1111/sjop.12887>

Die bisher präsentierten Befunde weisen unter anderem auf Unterschiede in der visuellen Suche, in verschiedenen Gedächtniskomponenten und in der emotionalen Reaktivität zwischen Personen mit und ohne Aphantasie hin. Personen mit Aphantasie haben dabei meist Defizite in den entsprechenden Funktionen, was einige Wissenschaftler dazu veranlasste, Aphantasie als psychische Krankheit (eng. *mental illness*) zu bezeichnen (z. B. Yang, 2022, S. 1037). Dies scheint mit der Wahrnehmung einiger Betroffener übereinzustimmen, da das *Aphantasia Research Project Bonn* seit seiner Etablierung unzählige Emails von Betroffenen und Therapeuten erhalten hat, in denen Aphantasie mit Werkzeugstörungen wie Dyslexie und Dyskalkulie verglichen wurde und in denen dementsprechend um einen Rat oder sogar eine Bescheinigung für einen Nachteilsausgleich gebeten wurde. Es bleibt jedoch offen, inwiefern Aphantasie tatsächlich als psychische Krankheit bezeichnet werden kann.

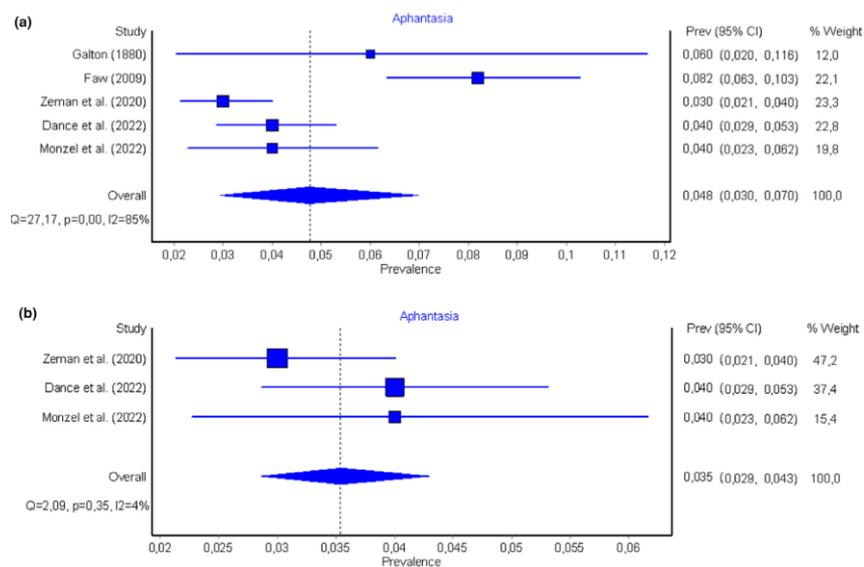
Laut Davison et al. (2016) ist eine psychische Krankheit durch vier Kernmerkmale charakterisiert: (1) statistische Seltenheit, (2) das Verletzen von sozialen Normen und unangemessenes Verhalten, (3) eine Beeinträchtigung der Lebensführung (d. h. Defizite außerhalb eines artifiziellen Versuchsdesigns) und (4) persönliches Leid. Im Rahmen von Studie 8 sollte daher untersucht werden, inwiefern Aphantasie diese Kriterien erfüllt, da sie derzeit in keinem gängigen Diagnosesystem wie dem ICD-10 (World Health Organization, 2019) oder dem DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013) gelistet wird, um auch offiziell als psychische Krankheit zu gelten. Für die Einstufung als psychische Krankheit wurde statistische Seltenheit als notwendiges Kriterium festgelegt, jedoch nicht als hinreichendes, da auch nicht-krankheitswertige Phänomene statistisch selten sein können (z. B. Hochbegabung). Die anderen drei Kriterien wurden hingegen als hinreichende Kriterien eingestuft, sofern die daraus resultierenden Beeinträchtigungen stark überdurchschnittlich waren (d. h. die Funktionen zwei Standardabweichungen unter dem erwarteten Funktionsniveau lagen). Einschränkend sei jedoch erwähnt, dass im Rahmen einer einzelnen Studie nicht sämtliche Funktions- und Lebensbereiche von Personen mit Aphantasie

untersucht werden können, sodass nur diejenigen Aspekte betrachtet wurden, für die bereits ausreichende Hinweise für ein Defizit vorlagen, das heißt das Gedächtnis (siehe Abschnitt 2.2.2.) sowie die emotionale Reaktivität bzw. daraus resultierende soziale Fertigkeiten (siehe Abschnitt 2.2.3).

Die Stichprobe der Studie bestand aus  $n = 156$  Personen mit Aphantasie ( $VVIQ \leq 23$ , Kriterium nach Zeman et al., 2022;  $M_{age} = 35.23$ ,  $SD_{age} = 14.30$ , 58.3 % männlich, 38.5 % weiblich, 3.2 % nicht-binär) und  $n = 131$  Personen ohne Aphantasie ( $VVIQ \geq 32$ ;  $M_{age} = 28.88$ ,  $SD_{age} = 10.07$ , 65.6 % männlich, 31.3 % weiblich, 3.1 % nicht-binär) sowie 38 Personen im Übergangsbereich ( $M_{age} = 29.87$ ,  $SD_{age} = 9.90$ , 71.1 % männlich, 26.3 % weiblich, 2.6 % nicht-binär), die keiner der Extremgruppen zugeordnet wurden, um die Validität der Gruppeneinteilung zu maximieren. Zur Einschätzung der Prävalenz von Aphantasie wurde zudem eine weitere Stichprobe von 401 unabhängigen Personen erhoben, die nicht explizit aufgrund ihres Vorstellungsvermögens angesprochen wurden, um eine möglichst repräsentative Stichprobe zu erhalten. Zur Erfassung von Gedächtnisdefiziten im Alltag von Personen mit Aphantasie wurde der *Fragebogen zur Erfassung alltäglicher Gedächtnisleistungen* (41 Items; Holzapfel, 1990) eingesetzt, der sowohl autobiographisches Erinnern (z. B. „Können Sie sich an eine Zeit erinnern, in der Sie als Kind krank waren?“) als auch alltägliches Vergessen (z. B. „Wie oft passiert es Ihnen, dass Sie einen Gegenstand aus der Hand legen und ihn ein paar Minuten später nicht mehr finden können?“) erfasst. Emotionale Sensitivität in sozialen Situationen wurde mithilfe des *Reading the Mind in the Eyes Test* (RMET; Chander et al., 2020) erfasst, da dieser im Kontext der Autismus-Forschung entwickelt wurde (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, et al., 2001) und bei Personen mit Aphantasie ebenfalls autistische Traits festgestellt worden sind (siehe Abschnitt 2.2.3; Dance, Jaquiere, et al., 2021). Der RMET umfasst 21 Bilder von Augenpaaren mit unterschiedlichen emotionalen Gesichtsausdrücken, die von den Versuchsteilnehmenden erfolgreich erkannt werden sollen. Der Leidensdruck wurde mittels eines eigens dafür angefertigten Fragebogens, dem *Aphantasia Distress Questionnaire* (ADQ), erfasst, der strukturell auf dem *Marburger Fragebogen zum Habituellen Wohlbefinden* (FW-7, Herda, Scharfenstein & Basler, 1998) und inhaltlich auf 15 Interviews zu Leidenserfahrungen von Personen mit Aphantasie beruht. Die Items des ADQ sind Tabelle C1 und Beispielantworten aus den Interviews Tabelle C2 im Anhang C zu entnehmen. Die psychometrische Qualität des ADQ war mit einer internen Konsistenz von  $\alpha = .92$  und einer eindimensionalen Faktorenstruktur mit einer Varianzaufklärung von 59.2 % gegeben. Abgesichert wurde der

Leidensdruck mithilfe des originalen FW-7, mithilfe des *State-Trait Anxiety Inventory* (STAI, Spielberger et al., 1983) und mithilfe der *Patient Health Questionnaire Depression Scale* (PHQ-9; Kroenke et al., 2001).

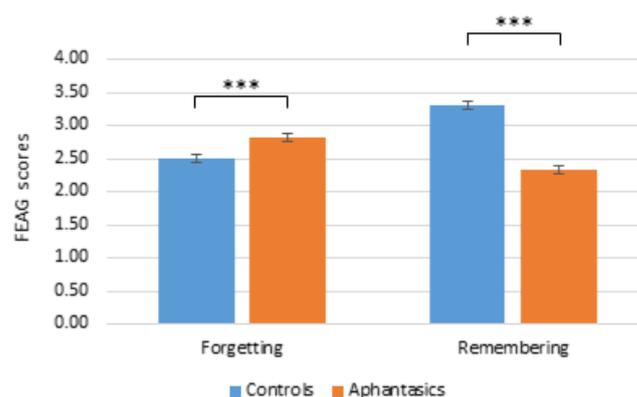
Die Prävalenz von Aphantasia wurde mithilfe der unabhängigen Stichprobe auf 4 % geschätzt. Eine Metaanalyse von insgesamt fünf Studien ( $N = 3543$ ), welche eine Prävalenzschätzung von Aphantasia beinhalteten (Dance et al., 2023; Faw, 2009; Galton, 1880; Monzel, Vetterlein, et al., 2023; Zeman et al., 2020), kam auf eine Prävalenz von 4.8 % (siehe Abbildung 21a). Aufgrund unterschiedlicher Diagnosekriterien wurde jedoch eine erhebliche Heterogenität der eingeschlossenen Studien festgestellt,  $Q = 27.17$ ,  $p < .001$ ,  $I^2 = 85$  %. Nach Ausschluss der Studien, welche nicht den VVIQ als Diagnoseinstrument heranzogen hatten, ergab sich eine Prävalenz von 3.5 % (siehe Abbildung 21b). Dieses Mal waren die eingeschlossenen Studien homogen,  $Q = 2.09$ ,  $p = .351$ ,  $I^2 = 4.0$  %, und frei von einem Publikationsbias, LFK-index =  $-0.62$ . Insgesamt liegt die Prävalenz von Aphantasia somit zwischen 3.5 % und 4 %. Dies ist seltener als manch andere psychische Krankheit, wie zum Beispiel Angststörungen (14.7 %) oder Depressionen (10.8 %; Johansson et al., 2013), sodass das notwendige Kriterium der statistischen Seltenheit als erfüllt gelten kann.



**Abbildung 21.** Forest-Plots der metaanalytisch bestimmten Prävalenz von Aphantasia (Prev). Gewichtung (% weight) anhand der Stichprobengrößen der Einzelstudien. **A.** Einschluss aller Studien, die eine Prävalenz von Aphantasia auswiesen. **B.** Einschluss aller Studien, die Aphantasia mithilfe des *Vividness of Visual Imagery Questionnaires* (Marks, 1973, 1995) klassifizierten.

Hinsichtlich des RMET ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Personen mit und ohne Aphantasie,  $t(219) = 0.84$ ,  $p = 0.404$ ,  $d = 0.11$ . Eine Verletzung sozialer Normen aufgrund einer fehlenden Emotionserkennung im face-to-face-Kontakt bei Personen mit Aphantasie kann im Rahmen dieser Studie somit verworfen werden. Dies steht im Einklang mit Studie 7, da auch im RMET visuelle Hinweisreize zur Verfügung stehen, die von Personen mit Aphantasie gedeutet werden können. Da diese Hinweisreize auch im Alltag existieren (d. h. Augenkontakt), ist dieses Ergebnis höchstwahrscheinlich ökologisch valide. Es sollten in Zukunft jedoch auch Situationen untersucht werden, in denen diese Hinweisreize fehlen (z. B. beim Telefonieren).

Defizite im autobiografischen Gedächtnis konnten mithilfe des FEAG repliziert werden,  $t(222) = 9.70$ ,  $p < .001$ ,  $d = 1.30$ , obwohl die zu erinnernden Ereignisse für Personen mit ( $M = 8.00$  Jahre,  $SD = 7.43$  Jahre) und ohne Aphantasie ( $M = 7.06$  Jahre,  $SD = 5.43$  Jahre) etwa gleich lang in der Vergangenheit lagen,  $t(216.02) = 1.08$ ,  $p = .280$ ,  $BF_{01} = 4.03$ . Außerdem ergaben sich verhältnismäßig kleine Defizite im Alltagsgedächtnis von Personen mit Aphantasie,  $t(223) = 3.72$ ,  $p < .001$ ,  $d = 0.50$ . Mittelwerte und Standardfehler der einzelnen Zellen sind Abbildung 22 zu entnehmen. Da beide Unterschiede jedoch innerhalb von zwei Standardabweichungen um den Mittelwert der Kontrollstichprobe lagen, gelten die Kriterien 2 und 3 nicht als erfüllt. Die Stärke der Einschränkung ist jedoch vergleichbar mit den Effektstärken in vorherigen Studien.



**Abbildung 22.** Unterschiede im Alltagsgedächtnis („forgetting“) und autobiographischen Gedächtnis („remembering“) im Fragebogen zur Erfassung alltäglicher Gedächtnisleistungen (FEAG; Holzapfel, 1990) zwischen Personen mit und ohne Aphantasie. Dargestellt sind Mittelwerte  $\pm$  1 SEM. \*\*\*  $p < .001$ .

Im ADQ berichteten Personen mit Aphantasie ( $M = 1.99$ ,  $SD = 1.13$ ) einen höheren Leidensdruck als Personen ohne Aphantasie ( $M = 1.59$ ,  $SD = 0.78$ ),  $t(213.52) = 3.11$ ,  $p = .002$ ,  $d = 0.40$ . Auch dieser Unterschied befand sich innerhalb der vorab festgelegten zwei Standardabweichungen, womit auf Gruppenebene keine Krankheitswertigkeit von Aphantasie festgestellt werden konnte (keines der drei hinreichenden Kriterien war erfüllt). Da im Therapiesektor jedoch stets eine individuelle Perspektive eingenommen werden muss und individuelles Leid nicht vernachlässigt werden sollte, wurde die Gruppe der Personen mit Aphantasie mithilfe einer Two-Step-Clusteranalyse weiter aufgegliedert. Es ergab sich eine Risikogruppe (34.7 %) und eine Resilienzgruppe (65.3 %), die sich signifikant in ihren Werten im ADQ unterschieden,  $t(46.76) = 13.48$ ,  $p < .001$ ,  $d = 3.26$ . Höhere Werte im ADQ waren dabei mit einem generell geringeren Wohlbefinden im FW-7,  $r(119) = -.38$ ,  $p < .001$ , höheren dispositionalen Angstwerten im STAI,  $r(118) = .31$ ,  $p < .001$ , und höheren Depressionswerten im PHQ-9,  $r(119) = .36$ ,  $p < .001$ , assoziiert. Für die Aphantasie-Risikogruppe konnte demnach anders als für die Resilienzgruppe ein Leidensdruck außerhalb von zwei Standardabweichungen festgestellt werden.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, wieso Aphantasie für die Risikogruppe mit Leid verbunden sein könnte: (1) Die Abwesenheit des Vorstellungsvermögens selbst und die damit verbundenen (oder zumindest als verbunden wahrgenommenen) Einschränkungen könnten als belastend erlebt werden. Dafür spricht, dass Personen mit Aphantasie, die stärkere Einschränkungen im Alltagsgedächtnis,  $r(118) = .21$ ,  $p = .023$ , oder eine schlechtere Emotionserkennung,  $r(118) = -.21$ ,  $p = .026$ , besaßen, höhere Belastungswerte im ADQ angaben. Wichtig ist dabei jedoch nicht, ob die erlebten Einschränkungen tatsächlich durch die Aphantasie ausgelöst oder ihr lediglich zugeschrieben werden. Die Auswertung der 15 Aphantasie-Interviews ergab beispielsweise, dass sich viele Personen mit Aphantasie in ihrer Kreativität eingeschränkt sahen, obwohl Aphantasie nicht zwangsläufig mit einer geringeren Kreativität einhergehen muss (vgl. MacKisack et al., 2022). Die Risikogruppe könnte sich zudem dahingehend von der Resilienzgruppe unterscheiden, dass (noch) keine Kompensationsstrategien ausgebildet werden konnten, um tatsächliche Einschränkungen auszugleichen. Trainings zur Ausbildung solcher Kompensationsstrategien könnten in zukünftiger Forschung entwickelt werden. (2) Nicht die Symptome, sondern die Entdeckung der Aphantasie könnte als belastend erlebt worden sein, da es sich dabei um eine Erkenntnis der fundamentalen Andersartigkeit zu anderen handelt. Dafür spricht, dass viele Personen mit Aphantasie erst in ihren frühen Zwanzigern erfahren, dass sich ihr

inneres Erleben von anderen Personen unterscheidet (z. B. Watkins, 2018) und sie erst ab diesem Zeitpunkt zu leiden beginnen, obwohl sie bereits vorher kein Vorstellungsvermögen besessen haben. Womöglich sehen diese Personen im Phänomen der Aphantasie aber auch eine nachträgliche Erklärung für bisherige Schwierigkeiten in ihrem Leben, wobei es auch in diesem Fall unwichtig sein dürfte, ob der Zusammenhang tatsächlich existiert oder nicht. (3) Aphantasie und das damit verbundene Leid könnten durch eine gemeinsame Drittvariable ausgelöst werden, zum Beispiel durch eine neurologische oder psychogene Ursache (siehe Abschnitt 2.2). In diesem Fall wäre nicht die Aphantasie, sondern die gemeinsame Drittvariable die Leid verursachende Komponente.

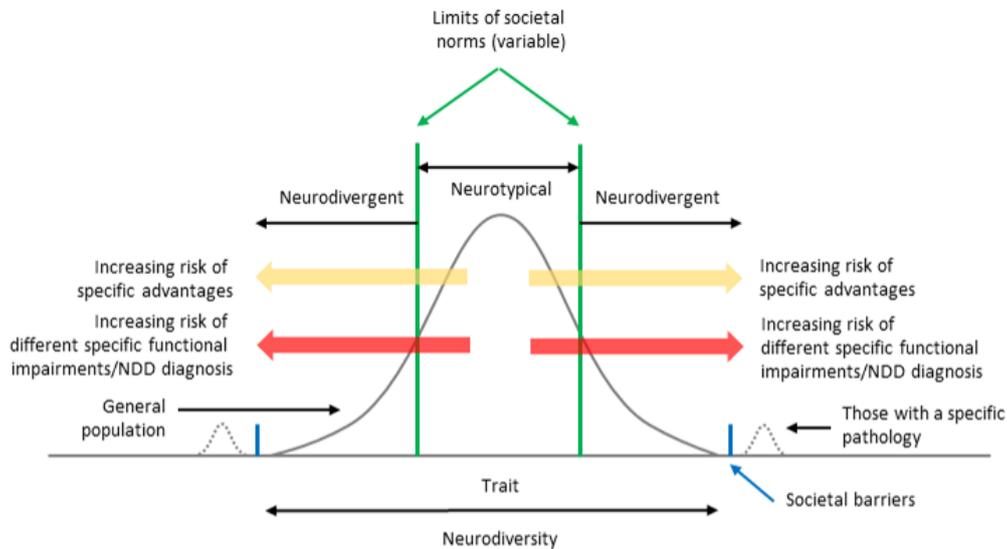
Unabhängig von diesen Erklärungsansätzen wurden in den Aphantasie-Interviews drei wiederkehrende Themen deutlich: (1) Minderwertigkeitsgefühle aufgrund subjektiv wahrgenommener Defizite (z. B. in der Kreativität oder im Orientierungssinn), (2) subjektiv wahrgenommene soziale Hindernisse aufgrund unterschiedlicher Denk- und Kommunikationsstile (z. B. aufgrund einer „aus den Augen, aus dem Sinn“-Mentalität) und (3) Identitätsverlust aufgrund des Verblässens autobiographischer Erinnerungen (z. B. der Verlust der Erinnerung an die eigene Hochzeit). In der Mehrheit der Personen mit Aphantasie führten diese Aspekte jedoch nicht zu substantiellem psychischem Leid, sondern wurden allenfalls situativ wahrgenommen.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass Studie 8 ein sehr defizitorientierter Ansatz zugrunde liegt, da sie sich absichtlich auf diejenigen Konstrukte beschränkt, in denen bei Personen mit Aphantasie Einschränkungen vermutet wurden. Dadurch werden eventuelle Vorteile einer Aphantasie jedoch außer Acht gelassen. 50 % der Personen mit Aphantasie geben zum Beispiel an, durch ihren alternativen Denkstil zu profitieren (Zeman et al., 2020), zum Beispiel weil sie negative Erlebnisse schneller überwinden können (z. B. einen tragischen Todesfall). In Zukunft sollte sich die Forschung daher auch auf mögliche Vorteile einer Aphantasie konzentrieren, um die Vor- und Nachteile der verschiedenen Denkstile besser miteinander vergleichen zu können. Ein mögliches Konstrukt wäre hierbei das logische Schlussfolgern, da vorherige Studien zeigen konnten, dass aufgabenirrelevante Vorstellungen zu Fehlern im logischen Denken führen können (siehe *visual impedance effect*; Knauff & Johnson-Laird, 2002).

#### 4.9 Studie 9 – Einordnung von Aphantasie II: Aphantasie als Neurodivergenz

Monzel, M., Dance, C., Azañon, E., & Simner, J. (2023). *Aphantasia within the framework of neurodivergence: some preliminary data and the curse of the confidence gap*. *Consciousness and Cognition*, 115, 103567. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2023.103567>

Ein weniger defizitorientierter Ansatz liegt dem *Neurodiversity Paradigm* zugrunde, das die Diversität des menschlichen Gehirns und seiner neurokognitiven Funktionen als biologischen Fakt anerkennt und die Idee eines psychisch gesunden „Normgehirns“ ablehnt (Walker, 2014). Funktionsabweichungen können demnach niemals eine Bezeichnung als Störung oder Krankheit rechtfertigen. Im Rahmen von Studie 9 sollte daher unter Hinzunahme weiterer Daten diskutiert werden, inwiefern Aphantasie als „neutrale Neurodivergenz“ betrachtet werden kann, welche nicht zu überdurchschnittlich starken Einschränkungen führt. So geht das *social model of disability* im Gegensatz zum *medical model of disability* davon aus, dass Behinderungen niemals aus der Biologie eines Menschen heraus entstehen, sondern stets in Interaktion mit den sozialen Barrieren seiner Umwelt (Shakespeare, 2021). Daraus abgeleitet entwickelte Schottlands *National Autism Implementation Team* ein Modell, welches die verschiedenen Aspekte und Begrifflichkeiten der Neurodiversität beleuchtet (Shah et al., 2022). *Neurotypizität* spiegelt dabei die typische statistische Bandbreite einer bestimmten *neurokognitiven Funktion* wieder. Im Rahmen von Aphantasie wäre dies die Fähigkeit, sensorische Vorstellungen zu generieren (siehe Abbildung 23). Eine *neurotypische* Person wäre in diesem Fall eine Person, die innerhalb der statistischen Normen dieser neurokognitiven Funktion liegt, wohingegen eine *neurodivergente* Person (z. B. eine Person mit Aphantasie) außerhalb dieser Normen liegt. Eine *neurologische Störung* würde sich hingegen erst dann ergeben, wenn eine Abweichung von den sozialen Normen so extrem ist, dass signifikante *Funktionseinbußen* entstehen, die es erschweren, am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen. So wäre Dyslexie beispielsweise keine Behinderung, wenn moderne Gesellschaften nicht verstärkt auf dem geschriebenen Wort aufbauen würden. Das Risiko der Funktionseinbußen steigt dabei mit der Stärke der Abweichung von den sozialen Normen, da die Interaktion mit der Umwelt immer schwieriger wird. Gleichzeitig steigt aber auch das Risiko für bestimmte Vorteile, die mit diesen Extremausprägungen assoziiert sind.



**Abbildung 23.** Anwendung des Modells von Shah et al. (2022) auf das willentliche sensorische Vorstellungsvermögen. Aphantasie bezeichnet die Neurodivergenz nach unten, Hyperphantasie die Neurodivergenz nach oben. Die sozialen Barrieren sind relativ niedrig, sodass Einschränkungen lediglich in den extremsten Ausprägungen zu erwarten sind. Reproduktion der Abbildung gemäß Creative Commons Attribution licence (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Aufgrund der Befunde aus Studie 8 lässt sich vermuten, dass die sozialen Barrieren für Personen mit Aphantasie nicht groß genug sind, um zu systematischen Funktionseinbußen im Alltag von Personen mit Aphantasie zu führen. Um diese These zu stützen, wurden in Studie 9 vorläufige Daten von 115 Personen aus dem gesamten Vorstellungsspektrum präsentiert ( $M_{age} = 22.93$ ,  $SD_{age} = 11.61$ ; 43.5 % weiblich, 53.9 % männlich, 2.6 % nicht binär), für die anhand von Jahresabschlusszeugnissen schulische Leistungen in unterschiedlichen Klassenstufen und Schulfächern bestimmt werden konnten. Bayes-Analysen erbrachten moderate bis starke Evidenz dafür, dass die schulische Leistung nicht mit dem visuellen Vorstellungsvermögen, gemessen mit dem VVIQ, zusammenhängt (siehe Tabelle 4), obwohl für einige dieser Zusammenhänge (z. B. mit der Kunstnote) (alltags-)psychologische Hypothesen generiert werden können (siehe Studie 8). So wurden in der Vergangenheit auch Gravitationseffekte vermutet, die dafür sorgen, dass Personen mit und ohne Aphantasie unterschiedliche Berufe ergreifen (z. B. Galton, 1880; Zeman et al., 2020). Die Evidenz für solche Effekte ist jedoch relativ schwach (z. B. Brewer & Schommer-Aikins, 2006).

**Tabelle 4.** Korrelationen zwischen dem Score des *Vividness of Visual Imagery Questionnaire* (Marks, 1973, 1995) und den Jahresabschlussnoten in verschiedenen Klassenstufen und Schulfächern in einer allgemeinen Bevölkerungsstichprobe ( $N = 115$ ).

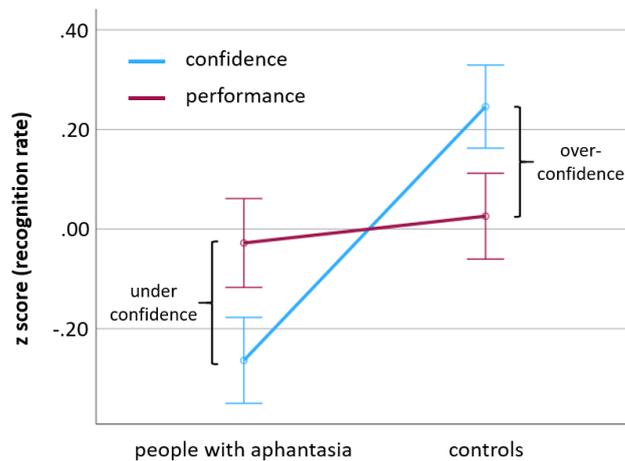
	3. Klasse			5. Klasse			7. Klasse			9. Klasse			11. Klasse		
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>BF</i> <sub>01</sub>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>BF</i> <sub>01</sub>									
Religion	-.20	.106	2.88	.08	.450	8.69	.09	.428	8.10	.13	.412	6.08	-.04	.832	7.03
Deutsch	.07	.500	9.84	-.15	.168	4.73	-.25	.018	0.72	-.06	.651	8.54	-.12	.462	6.05
Fremdsprachen	-.18	.249	4.40	-.05	.623	10.72	-.09	.387	8.14	.06	.719	7.33	-.09	.387	8.14
Mathematik	.14	.181	5.04	.22	.032	1.22	.19	.078	2.53	.23	.094	2.35	.32	.053	1.22
Naturwissenschaften	.07	.607	8.22	-.05	.665	10.71	.07	.506	9.43	.07	.617	8.35	.21	.217	3.62
Geisteswissenschaften	-.09	.658	6.32	-.02	.835	11.76	-.10	.368	7.90	-.26	.062	1.66	.14	.407	5.56
Musik	.05	.716	9.68	-.18	.089	2.81	-.00	.996	10.10	-.01	.960	8.01	-.04	.889	5.39
Kunst	.08	.478	8.51	.21	.047	1.66	-.04	.760	10.90	.05	.750	8.25	-.12	.569	5.43
Sport	-.08	.472	8.93	-.17	.110	3.41	-.31	.004	0.19	-.08	.583	8.07	-.11	.543	6.34

Anmerkung. *BF*<sub>01</sub> = Bayes-Faktor zugunsten der Nullhypothese. Gibt an, wie viel wahrscheinlicher die Nullhypothese im Verhältnis zur Alternativhypothese ist. Die dargestellten *p*-Werte sind nicht Bonferroni-korrigiert. Nach einer Korrektur ergeben sich keine signifikanten Korrelationen.

Eine mögliche Erklärung für fehlende Einflüsse des Vorstellungsvermögens auf die schulische Leistungsfähigkeit ist, dass es viele weitere Einflussfaktoren auf Personen- (z. B. Fleiß), Klassen- (z. B. Lehrer) und Schulebene (z. B. schulisches Umfeld) gibt (vgl. Hattie, 2008), die einen vergleichsweise geringen Einfluss des Vorstellungsvermögens auf Schulleistungen überdecken. So würden zumindest auf dem Level der sozialen Evaluation (d. h. auf Ebene der Schulnoten) keine Defizite bemerkbar werden, obwohl Einflüsse auf Einzel Fähigkeiten (z. B. das Zeichnen aus dem Gedächtnis, Bainbridge et al., 2021) weiterhin denkbar sind. Eine weitere Erklärung könnten verbale und propositionale Kompensationsstrategien sein, die von Personen mit Aphantasie genutzt werden können (siehe Abschnitt 2.2.2). Hillary (2020) spricht in diesem Kontext von „interkultureller Kommunikation“ (vgl. Fox-Muraton, 2021), die zu Missverständnissen führen kann, zum Beispiel, wenn das visuelle Vorstellungsvermögen mit visuellem Wissen gleichgesetzt wird (Personen mit Aphantasie *wissen*, wie ein Apfel aussieht, ohne sich ihn vorstellen zu können). Solche Missverständnisse führen zu dem Fehlschluss, dass Personen mit Aphantasie gewisse Aufgaben nicht ausführen können (z. B. mentale Rotation, siehe Abschnitt 2.2.2). Zum Abbau sozialer Barrieren wäre es daher wichtig, den Unterschied zwischen visuellem Vorstellungsvermögen und visuellem Wissen zu etablieren, um voreilige Schlüsse über die Fähigkeiten von Personen mit Aphantasie zu vermeiden und um Aufgabeninstruktionen für Personen mit Aphantasie verständlicher zu machen.

Neben einer Fremdstigmatisierung („Personen mit Aphantasie können X nicht“) kann jedoch auch eine Selbststigmatisierung (z. B. die Eigenwahrnehmung von Aphantasie als Krankheit) die Selbstwirksamkeit von Personen mit Aphantasie gefährden. So zeigt eine Analyse des Selbstvertrauens in die Wiedererkennung des Bankräubers aus Studie 5, dass Personen mit Aphantasie ihr tatsächliches visuelles Gedächtnis unterschätzen,  $t(125) = 2.22$ ,  $p = .029$ ,  $d = 0.20$ , wohingegen Personen ohne Aphantasie ihre Leistung überschätzen,  $t(134) = 2.13$ ,  $p = .017$ ,  $d = 0.18$  (siehe Abbildung 24). Dies steht im Einklang damit, dass viele Personen mit Aphantasie Defizite berichten und diese auf Aphantasie attribuieren, obwohl dieser Zusammenhang empirisch nicht haltbar ist (siehe Studie 8). Eine Betrachtung von Aphantasie als neutrale Neurodivergenz im Gegensatz zur Betrachtung als Krankheit könnte die beobachtete *confidence gap*, das heißt die Unterschätzung der eigenen Fähigkeiten, jedoch schließen, da in diesem Rahmen ein realistischeres Bild der individuellen Stärken und Schwächen von Personen mit Aphantasie gezeichnet wird. So berichten Personen mit Aphantasie beispielsweise eine höhere Toleranz gegenüber einer

Überreizung und weniger Stress im Hinblick auf belastende verbale Materialien (siehe Abschnitt 2.2.3). Einzelfallberichte lassen zudem darauf schließen, dass sich diese Resilienz auf vergangene Ereignisse übertragen lässt (z. B. Mulvaney, 2021) und somit ein Schutzfaktor gegen Intrusionen sein könnte, zum Beispiel im Rahmen einer Posttraumatischen Belastungsstörung (vgl. Dawes et al., 2020; Keogh et al., 2023).



**Abbildung 24.** Illustration der *confidence gap* bei Personen mit Aphantasie in Bezug auf die wahrgenommene und tatsächliche Performanz im Verbal Overshadowing Paradigma von Schooler und Engstler-Schooler (1990). Für die Analyse wurden alle Versuchsbedingungen zusammengefasst. Der Interaktionseffekt zwischen Gruppe und wahrgenommener/tatsächlicher Performanz wurde signifikant,  $F(1, 259) = 9.45, p = .002, \eta^2 = .035$ . Personen mit Aphantasie ( $n = 126$ ) und Personen ohne Aphantasie ( $n = 135$ ) unterschieden sich im Selbstvertrauen ( $p < .001$ ), nicht aber in der tatsächlichen Performanz ( $p = .655$ ).

Abschließend lässt sich festhalten, dass Aphantasie aufgrund des fehlenden kognitiven Werkzeugs „Vorstellungsvermögen“ zwar an Werkzeugstörungen wie Dyslexie, Dyskalkulie und Dyspraxie erinnert, ihr aufgrund der geringen sozialen Barrieren, die eine Abwesenheit dieses Werkzeugs mit sich bringt, aber kein allgemeiner Krankheitswert zugeschrieben werden kann. Vielmehr sollte Aphantasie als neutrale Neurodivergenz verstanden werden, um eine weitere Stigmatisierung zu verhindern und durch Stigmatisierung bereits entstandene soziale Barrieren abzubauen.

#### 4.10 Studie 10-11 – Einordnung von Aphantasie III: Definition von Aphantasie

Monzel, M., Mitchell, D., Macpherson, F., Pearson, J., & Zeman, A. (2022). *Aphantasia, dysikonesia, anauralia: call for a single term for the lack of mental imagery – Commentary on Dance et al. (2021) and Hinwar and Lambert (2021)*. *Cortex*, 150, 149–152. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.02.002>

Monzel, M., Mitchell, D., Macpherson, F., Pearson, J., & Zeman, A. (2022). *Proposal for a consistent definition of aphantasia and hyperphantasia: A response to Lambert and Sibley (2022) and Simner and Dance (2022)*. *Cortex*, 152, 74–76. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.04.003>

Zuletzt sei auf zwei Positionspapiere hingewiesen, die im Rahmen dieser Dissertation entstanden sind. Beide Kommentare reagieren auf vereinzelte Bestrebungen, den Begriff Aphantasie entweder umzubenennen (z. B. *Dysikonesia*; Dance et al., 2021) oder Teilphänomene zu definieren (z. B. *Anauralia*; Hinwar & Lambert, 2021). *Dysikonesia* wurde von Dance et al. (2021) vorgeschlagen, um auf die fehlende sensorische Repräsentation (gr. *eikōn*) in Abgrenzung zur fehlenden Phantasie hinzuweisen, da Personen mit Aphantasie durchaus in der Lage sein können, kreativ und phantasievoll zu sein. Zudem argumentieren sie, dass sich der Begriff *Dysikonesia* im Gegensatz zu Aphantasie auch auf nicht-visuelle Repräsentationen bezieht. *Anauralia* wurde vorgeschlagen, um die selektive Abwesenheit des auditiven Vorstellungsvermögens in Abgrenzung zum visuellen Vorstellungsvermögen zu bezeichnen.

In beiden Positionspapieren stimmen wir Dance et al. (2021) und Hinwar und Lambert (2021) in dem Punkt zu, dass Möglichkeiten geschaffen werden müssen, sich auch auf die Abwesenheit des nicht-visuellen Vorstellungsvermögens zu beziehen, da verschiedene Studien zeigen, dass auch nicht-visuelle Vorstellungen in ihrer Lebhaftigkeit reduziert sein können (z. B. Dawes et al., 2020; Zeman et al., 2020). Wir gehen jedoch nicht davon aus, dass dafür neue Begrifflichkeiten geschaffen werden müssen, da diese den wissenschaftlichen Austausch lediglich verkomplizieren würden, wie es schon vorher mit uneinheitlichen Begriffen wie *visual irremembrance* (Nielsen, 1946), *image generation deficit* (Farah, 1984) und *defective revisualisation* (Botez et al., 1985) der Fall war. Wir gehen stattdessen davon aus, dass sich das Wort *phantasia* (als Ursprung des Begriffs Aphantasie) auch auf nicht-visuelle Vorstellungen bezieht, wodurch Aphantasie als Schirmbegriff für die

Abwesenheit sämtlicher sensorischer Vorstellungen genutzt werden kann. *Phantasia* bezieht sich zudem eindeutig auf Vorstellungen, wohingegen sich *eikōn* vor allem auf physikalische Objekte und Bilder bezieht (Pantelia, 2011). Wir schlagen in den Positionspapieren daher vor, den Begriff Aphantasie als Oberbegriff für sämtliche Formen von Einschränkungen des willentlichen sensorischen Vorstellungsvermögens zu verwenden und ihn je nach Anwendungsfall mit einem Präfix zu modifizieren, zum Beispiel visuelle, auditive oder multisensorische Aphantasie. Dies hat den Vorteil, dass bei Verwendung des Überbegriffs andere sensorische Modalitäten nicht explizit ausgeschlossen werden, selbst dann, wenn nur eine Modalität (z. B. visuelle Vorstellungen) explizit untersucht worden ist (wie z. B. in dieser Arbeit). Damit wird der Begriff Aphantasie nicht nur der Anwesenheit modalitätsübergreifender Prozesse gerecht, sondern kann – sofern notwendig – an modalitätsspezifische Prozesse angepasst werden. Weiterhin gehen wir davon aus, dass eine Vereinheitlichung der Begriffe nicht nur der Wissenschaft, sondern auch den Betroffenen und weiteren Stakeholdern zugutekommt, da diese so leichter an neue Informationen gelangen, ohne zusätzliche Begrifflichkeiten und Taxonomien lernen zu müssen. Unser Vorschlag wurde von der Aphantasia-Community gut aufgenommen (Aphantasia Network, 2023) und auch schon von einigen anderen Forschungsgruppen umgesetzt (z. B. Krempel, 2023; Takahashi et al., 2023).

## 5. Diskussion

In ihrer Extremform bietet Aphantasie als natürliches Knock-Out-Modell die einzigartige Chance, die Funktionen und Mechanismen des sensorischen Vorstellungsvermögens zu untersuchen. Ziel dieser Arbeit war es, ein neurobehaviorales Profil von Personen mit Aphantasie zu erstellen, um mögliche Konsequenzen einer Aphantasie auf neurokognitive, -affektive und -sensorische Funktionen zu explorieren und Einblicke in die neurobiologischen Grundlagen des sensorischen Vorstellungsvermögens zu erlangen. Das Verständnis dieser Zusammenhänge ermöglicht nicht nur Einblicke in das phänomenale Erleben von Personen mit und ohne Aphantasie, sondern kann in Zukunft auch genutzt werden, um entsprechende Denkstile zu fördern und je nach Kontext anwendbar zu machen. So ergeben sich beispielsweise Anwendungsgebiete in der forensischen (z. B. Zeugenaussagen) und klinischen Psychologie (z. B. Gedächtnisstörungen), aber auch Anreize für die Exploration weiterer interindividueller Unterschiede im Denken und Erleben, die wahrscheinlich wie Aphantasie über weite Teile der Menschheitsgeschichte im

Verborgenen geblieben sind, da sie ohne entsprechende Messinstrumente nicht zu beobachten sind.

### 5.1 Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnisse

Studie 1 und 2 konnten zeigen, dass Personen mit Aphantasie sowohl in artifiziellen als auch naturalistischen visuellen Suchaufgaben schlechter abschneiden als Personen ohne Aphantasie, was vermutlich auf das visuelle Vorstellungsvermögen als Top-Down-Suchstrategie zurückgeführt werden kann. Dies steht im Einklang mit Keogh und Pearson (2021), die zeigen konnten, dass Personen mit Aphantasie im Gegensatz zu Personen ohne Aphantasie keine *attentional templates* des Suchobjekts generieren können. Studie 3 weist auf Einschränkungen im visuellen und verbalen Kurz- und Langzeitgedächtnis von Personen mit Aphantasie hin und Studie 4 auf Einschränkungen in der Wiedererkennung komplexer visueller Reize (u. a. Gesichter). Diese Befunde reihen sich in eine Vielzahl vorheriger Publikationen ein, die ebenfalls Gedächtnisdefizite bei Personen mit Aphantasie gefunden haben (siehe Abschnitt 2.2.2) und weisen zudem darauf hin, dass die Stärke der Einschränkungen höchstwahrscheinlich von der Schwierigkeit der Aufgabe moderiert wird, da Aphantasisten vor allem bei besonders schweren Aufgaben bzw. komplexen Stimuli Einbußen zeigen (vgl. Jacobs et al., 2018). Verbale Störprozesse (z. B. im Rahmen des Verbal Overshadowing Effekts) scheinen für Personen mit Aphantasie bei der Wiedererkennung visueller Reize hingegen keine Rolle zu spielen, möglicherweise da es aufgrund unterschiedlicher kognitiver Strategien weder zu interferierenden mentalen Repräsentationen (visuell vs. verbal) noch interferierenden mentalen Prozessen (global vs. featurbasiert) kommt (siehe Studie 5). Neuronale Befunde weisen zudem darauf hin, dass Defizite im autobiographischen Gedächtnis bei Personen mit Aphantasie auf einem gestörten Abruf visueller Informationen aus dem visuellen Kortex beruhen könnten (siehe Studie 6). Einschränkend muss jedoch festgehalten werden, dass entsprechende Probleme auch schon bei der Enkodierung der Informationen auftreten könnten. Dagegen sprechen jedoch Befunde, die zeigen, dass Personen mit Aphantasie entsprechende visuelle Informationen zumindest im Traum (Dawes et al., 2020) oder auch nach dem Konsum psychoaktiver Substanzen (dos Santos et al., 2018) abrufen können.

Abseits der neurokognitiven Funktionen demonstrierte Studie 7 Unterschiede in der empathischen Reaktion von Personen mit und ohne Aphantasie, sofern es sich um

Reaktionen auf verbale Reize handelte. Diese Unterschiede beruhen höchstwahrscheinlich auf der fehlenden Fähigkeit, verbale Inhalte zu visualisieren, sodass emotionale Inhalte nicht amplifiziert werden können. Die empathische Reaktion auf beobachtbare Reize wird hingegen nicht vermindert. Dies zeigte sich in Studie 8 erneut, in der keine Unterschiede in der Emotionserkennungsfähigkeit anhand von Gesichtsreizen gefunden wurden. Stattdessen zeigte sich hier, dass Personen mit Aphantasie auch im Alltag leichte Gedächtnisdefizite zeigen und dass eine Subgruppe von 34.7 % erheblichen Leidensdruck berichtet. Als Gründe werden unter anderem Minderwertigkeitsgefühle, soziale Hindernisse und Identitätsverlust durch autobiographische Gedächtniseinschränkungen genannt. Die in Studie 9 dargestellte *confidence gap* deutet jedoch darauf hin, dass entsprechende Einschränkungen von Personen mit Aphantasie häufig überschätzt werden. Im Schulkontext zeigten sich beispielsweise keine Einbußen der Leistungsfähigkeit, was ebenfalls darauf hindeutet, dass Aphantasie keinen Krankheitswert hat. Studie 10 und 11 beschäftigten sich schließlich mit Subformen der Aphantasie und der Tatsache, dass neben dem visuellen Vorstellungsvermögen auch andere sensorischen Modalitäten betroffen sein können (z. B. auditive Aphantasie). Abschließend lässt sich somit festhalten, dass sich die (multisensorische) Aphantasie durch die Abwesenheit des sensorischen Vorstellungsvermögens auszeichnet, die sowohl Auswirkungen auf Aufmerksamkeits- und Gedächtnisprozesse sowie affektive Prozesse der Betroffenen hat. Im Alltag sind diese Einschränkungen jedoch kaum relevant, weswegen Aphantasie nicht als Krankheit eingestuft werden sollte. Stattdessen werden die Auswirkungen der Aphantasie häufig überschätzt, was in letzter Konsequenz zu Unsicherheiten und in individuellen Fällen zu Leidensdruck führt, der womöglich durch Psychoedukation reduziert werden kann. In diesem Sinne leistet die vorliegende Arbeit einen Beitrag zur Vervollständigung des neurobehavioralen Profils der Aphantasie, um in Zukunft besser über die Ursachen und Folgen von Aphantasie aufklären zu können.

## 5.2 Kritische Würdigung und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit ist eine Probandendatenbank entstanden, die aktuell 2239 Personen mit Aphantasie, 402 Personen mit Hyperphantasie und 1212 Kontrollpersonen umfasst (Stand: 27.06.2024). Diese Ressourcen können in Zukunft verwendet werden, um das neurobehaviorale Profil von Personen mit Aphantasie zu erweitern und die Mechanismen des sensorischen Vorstellungsvermögens zu konkretisieren. So lassen Studie 1

und 2 beispielsweise offen, inwiefern die Wahrnehmung von Bottom-Up-Informationen durch Aphantasie beeinflusst wird. So könnte es beispielsweise sein, dass Personen mit Aphantasie zwar langsamer in visuellen Suchaufgaben sind, in denen ein bestimmtes Suchobjekt gefunden werden soll (Top-Down-Verarbeitung), dafür aber gleich schnell oder sogar schneller auf neuartige oder unerwartete Reize reagieren (z. B. weil sie ihre Aufmerksamkeitsressourcen nicht zwischen inneren und äußeren Reizen aufteilen müssen), welche nicht erst mit Erwartungen abgeglichen werden müssen (Bottom-Up-Verarbeitung). Die Studien zum Gedächtnis (siehe Studien 3-6) werfen zudem die Frage auf, inwiefern Aphantasie als episodische Abrufstörung anstatt einer reinen Störung des Vorstellungsvermögens verstanden werden kann (vgl. Blomkvist, 2023). In der Literatur findet sich dafür der Begriff SDAM (Palombo et al., 2015), eine Abkürzung für *severely deficient autobiographical memory*, welcher häufig mit Aphantasie in Verbindung gebracht wird (z. B. Watkins, 2018). Das Abspeichern der sensorischen Inhalte scheint bei Personen mit Aphantasie jedoch möglich, da entsprechende Inhalte in Träumen (Dawes et al., 2020) und unter Einnahme von psychoaktiven Substanzen (dos Santos et al., 2018) abgerufen werden können. Bergmann und Ortiz-Tudela (2023) gehen alternativ davon aus, dass nicht der komplette episodische Abruf, sondern lediglich der „Was“-Pfad bei Personen mit Aphantasie betroffen sein könnte, nicht aber der „Wo“-Pfad, da die räumlichen Relationen zwischen verschiedenen Objekten bei Personen mit Aphantasie selbst dann erhalten bleiben, wenn visuelle Details wie Farbe oder Muster verloren gehen (Bainbridge et al., 2021). Zukünftige Forschungsdesigns sollten daher zwischen diesen beiden Pfaden differenzieren. Im Rahmen von Studie 7 wird zudem deutlich, dass zwischen verbalen und visuellen Informationsquellen unterschieden werden muss, da die empathische Reaktion von Personen mit Aphantasie nicht generell, sondern nur bei der Verwendung von verbalen Materialien eingeschränkt ist. Im Alltag der Betroffenen dürfte dies bedeuten, dass zum Beispiel Romane als weniger spannend erlebt werden (vgl. Speed et al., 2024), Gewaltschilderungen aber auch als weniger belastend (z. B. in der Kriegsberichterstattung). Nichtsdestotrotz zeigte sich in den Studien 8 und 9, dass die alltägliche Relevanz von Aphantasie häufig überschätzt wird, da Betroffene zum Beispiel keine schlechteren Schulleistungen zeigen und der Krankheitswert generell als gering eingeschätzt werden kann. Zukünftig sollte der aktuell vorherrschende Fokus auf das visuelle Vorstellungsvermögen allerdings aufgelöst werden und auch Messmethoden für andere Sinnesvorstellungen entwickelt werden, um hier genauere Aussagen treffen zu können.

Auf praktischer Ebene ergeben sich Implikationen für die allgemeine Gedächtnisforschung. So konnten Fan et al. (2020) zeigen, dass altersbedingte Gedächtniseinbußen bei Personen, die bereits in jungen Jahren weniger episodische Gedächtnisstrategien anwenden, geringer ausfallen, als bei Personen, die sich vor allem auf episodische Gedächtnisstrategien verlassen. Vergleichbar ist dies mit den Ergebnissen aus Studie 5, die zeigen, dass die Verbalisierung komplexer sensorischer Inhalte nur dann schädlich ist, wenn man diese zuvor sensorisch (d. h. episodisch) verarbeitet hat. Bei Personen mit Aphantasie scheinen hingegen nicht-sensorische Gedächtnisstrategien vorteilhaft zu sein. Die Untersuchung von Personen mit Aphantasie könnte somit dazu beitragen, nicht-sensorische Gedächtnisstrategien zu identifizieren und erlernbar zu machen, um altersbedingten Gedächtniseinbußen entgegenzuwirken. Von besonderer Bedeutung könnte in diesem Zusammenhang auch die Untersuchung von erworbener Aphantasie sein, da Betroffene vor dem Erwerb der Aphantasie Zugriff zu episodischen Gedächtnisstrategien haben, diesen nach dem Erwerb allerdings verlieren. Es ist somit zu erwarten, dass die Gedächtnisfunktionen in dieser Teilgruppe am stärksten eingeschränkt sind.

Neben diesen Anregungen ergibt sich die Frage, inwiefern sich Aphantasie experimentell manipulieren lässt, um in Zukunft nicht ausschließlich auf quasi-experimentelle Befunde zurückgreifen zu müssen. Wie in allen quasi-experimentellen Designs ergibt sich aus der Forschung mit natürlichen Gruppen die Limitation, dass sich sämtliche Befunde nicht eindeutig auf das Fehlen des sensorischen Vorstellungsvermögens zurückzuführen lassen, sondern eine Drittvariable sowohl für den Ausfall des Vorstellungsvermögens als auch für die anderen neurokognitiven und -affektiven Veränderungen verantwortlich ist. Dies wird insbesondere bei Betrachtung der erworbenen Aphantasie deutlich, bei der eine neurologische Schädigung sehr unspezifisch ausfallen kann (siehe Abschnitt 2.2). Aus diesem Grund werden im Folgenden zwei *Stage 1 Registered Reports* vorgestellt, die sich unter anderem auch mit der Frage nach der experimentellen Manipulierbarkeit des sensorischen Vorstellungsvermögens auseinandersetzen. Studie 12 untersucht zudem, inwiefern imaginative Therapieverfahren bei Personen mit Aphantasie anwendbar sind, und Studie 13, inwiefern natürliche Schwankungen im sensorischen Vorstellungsvermögen (vgl. McKelvie, 1995) durch Veränderungen im dopaminergen System beeinflusst werden. Da es sich jedoch um Stage 1 Reports der jeweiligen Studien handelt und die Auswertung der Ergebnisse noch aussteht, können lediglich die Designs der Studien und daraus ableitbare Implikationen besprochen werden.

### 5.2.1 Studie 12 – Auswirkungen auf In-Sensu-Exposition

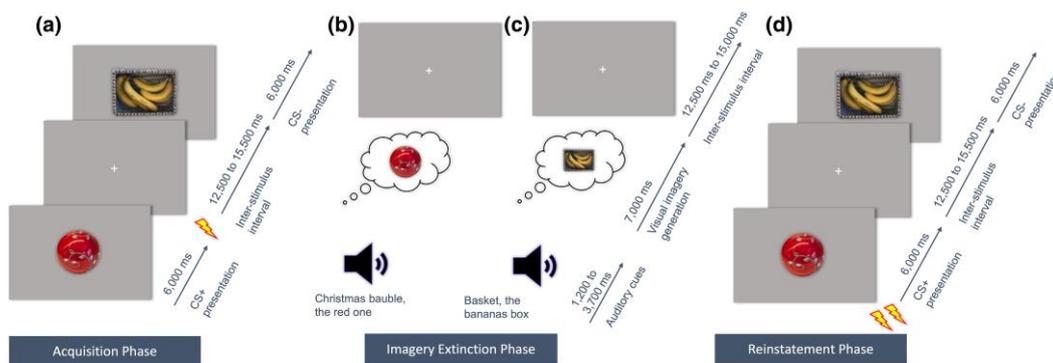
Monzel, M., Agren, T., Tengler, M., & Reuter, M. (2023). *Imaginal extinction without imagery: Dissociating the effects of visual imagery and propositional thought by contrasting participants with aphantasia, simulated aphantasia, and controls. Psychophysiology, 60*, e14271. <https://doi.org/10.1111/psyp.14271>

Studie 7 hat gezeigt, dass die emotionale Reaktivität auf verbale (d. h. vorzustellende) Reize bei Personen mit Aphantasie eingeschränkt ist. Dies ist für den Therapiekontext insofern problematisch, als dort aus logistischen (z. B. Flugangst) und ethischen (z. B. interpersonelle Traumata) Gründen vorstellungsbasierte Verfahren eingesetzt werden (Hackmann et al., 2011), deren zugrundeliegenden Theorien teilweise betonen, dass die emotionale Aktivierung für den Therapieerfolg notwendig ist (z. B. die *Bio-Informational Theory* von Lang, 1979, oder die daraus abgeleitete *Emotional Processing Theory* von Foa & Kozak, 1986). Im Gegensatz dazu geht die *Cognitive Processing Therapy* (Resick et al., 2016) davon aus, dass nicht die emotionale Aktivierung, sondern kognitive Prozesse wie zum Beispiel Realitätschecks oder inhibitorisches Lernen (Craske et al., 2014) für den Therapieerfolg verantwortlich sind, für die das Vorstellungsvermögen nicht unbedingt notwendig ist (Rupp et al., 2017). Dies wäre insofern erfreulich, da emotionszentrierte Verfahren häufig belastender für Patienten sind als kognitive Verfahren (Hoppe et al., 2022) und es daher häufiger zu einem Therapieabbruch kommt (z. B. Eftekhari et al., 2019). In Studie 12 soll im Rahmen eines Furchtkonditionierungsparadigmas untersucht werden, inwiefern In-Sensu-Exposition auch bei Personen mit Aphantasie funktioniert und ob das subjektive Stresserleben von Personen mit Aphantasie im Vergleich zu Personen ohne Aphantasie während der Exposition geringer ausfällt. Zudem wird eine dritte Gruppe herangezogen, für die das willentliche sensorische Vorstellungsvermögen durch einstrahlendes Licht blockiert werden soll (siehe Sherwood & Pearson, 2010), vermutlich da die durch das einstrahlende Licht im visuellen Kortex ausgelöste Aktivierung Vorstellungssignale überlagert (= simulierte Aphantasie). Dies steht im Einklang mit Caruso und Gino (2011), die mit geschlossenen Augen ein besseres Vorstellungsvermögen feststellen konnten als mit geöffneten Augen. Auf diese Weise sollen natürlich auftretende Unterschiede in der Furchtkonditionierung zwischen Personen mit und ohne Aphantasie, die vom Vorstellungsvermögen unabhängig sind, ausgeschlossen werden (siehe Abschnitt 5.2).

Gemäß einer a-priori Poweranalyse sollen  $n = 30$  Personen mit Aphantasie,  $n = 30$  Personen ohne Aphantasie und  $n = 30$  Personen mit simulierter Aphantasie erhoben werden. Die Zuordnung zu den Gruppen geschieht mittels VVIQ und wird mittels binokularer Rivalitätsaufgabe abgesichert (siehe Abschnitt 2.1). Personen mit einer gegenwärtigen kardiologischen, psychiatrischen oder neurologischen Störung sowie Personen, die innerhalb der letzten sechs Monate in Therapie waren oder psychotrope Medikamente eingenommen haben, werden von der Studie ausgeschlossen, um pathologische Angstreaktionen zu vermeiden. Des Weiteren werden nur Personen zwischen 18 und 60 Jahren erhoben, die fließend Deutsch sprechen und eine Schwangerschaft ausschließen können. Um Abweichungen in der Weiterleitung der verwendeten Stromreize zu vermeiden, werden zudem Personen ausgeschlossen, die Narben oder Tätowierungen an ihrem rechten Unterarm haben. Zudem werden alle Versuchsteilnehmenden gebeten, 24 Stunden vor der Teilnahme an der Furchtkonditionierung auf Schmerzmittel und Alkohol zu verzichten, um Einflüsse auf das Schmerzsystem auszuschließen. Bedingung für die Analyse der Furchtlöschungsphase und der Reinstatementphase ist eine erfolgreiche Konditionierung in der Furchterwerbsphase, gemessen an einer mindestens  $0.10 \mu\text{S}$  höheren Hautleitreaktion auf den CS+ im Vergleich zum CS- am Ende der Furchtkonditionierung.

Die einzelnen Versuchsphasen orientieren sich an Hoppe et al. (2022) (siehe Abbildung 25). In der Furchterwerbsphase betrachten Versuchsteilnehmende einen Bildschirm, auf dem in randomisierter Reihenfolge zwei verschiedene Bilder angezeigt werden (jeweils 10 Trials). Der CS+ wird dabei in 100 % der Fälle mit einem Stromreiz gepaart, der vorab an die individuelle Schmerztoleranzschwelle der Versuchsteilnehmenden angepasst wird. Der CS- wird hingegen in 0 % der Fälle mit einem Stromreiz gepaart. Eine Stunde nach der Furchterwerbsphase startet die Furchtlöschung. In dieser Phase werden die Probanden mittels auditiver Cues aufgefordert, sich den CS+ und CS- vorzustellen (jeweils 10 Trials). Es werden drei verschiedene auditive Cues pro Stimulus verwendet, um eine Verknüpfung der Löschung mit einem einzelnen auditiven Cue anstelle des Vorstellungsbilds zu vermeiden. In dieser Phase erfolgt keine Paarung mit dem Stromreiz. Nach einer weiteren Stunde erfolgt das Reinstatement: In dieser Phase wird das Furchtgedächtnis durch zwei Stromreize reaktiviert und anschließend werden dieselben Stimuli wie in der Furchterwerbsphase gezeigt, ohne dass weitere Stromreize appliziert werden (jeweils 10 Trials). Die physiologische Reaktion auf den CS+ und CS- wird in jeder der beschriebenen Phasen mittels

Hautleitfähigkeit erfasst. Zudem wird am Ende jeden Durchgangs das subjektive Furchtempfinden erfragt.



**Abbildung 25.** Versuchsablauf gemäß Hoppe et al. (2022). **A.** Furchterwerbsphase mit Christbaumkugel als CS+ und Bananenbox als CS-. **B.** Furchtlöschungsphase (CS+). **C.** Furchtlöschungsphase (CS-). **D.** Furchtreinstatementphase. Für die Furchtlöschungsphase wurden verschiedene auditive Cues gewählt, um eine Verknüpfung der Löschung mit einem einzelnen auditiven Cue anstelle des Vorstellungsbilds zu vermeiden.

Eine Analyse der Hautleitreaktion sowie des subjektiven Furchtempfindens soll Aufschluss über folgende Fragestellungen liefern: (1) Inwiefern unterscheiden sich Personen mit Aphantasie, Personen ohne Aphantasie und Personen mit simulierter Aphantasie in ihrer Neigung, Furcht aufzubauen? Die geringere sensorische Sensitivität bei Personen mit Aphantasie (siehe Abschnitt 2.2.3) könnte dazu beitragen, dass Stromreize von Personen mit Aphantasie als weniger bedrohlich wahrgenommen werden, auch wenn dem durch die Anpassung der Stromstärke an die individuelle Schmerztoleranzgrenze entgegenge wirkt werden soll. Ein Abgleich der Schmerztoleranzgrenzen könnte über diese Fragestellung dennoch Aufschluss geben. (2) Inwiefern unterscheidet sich die Wirksamkeit von In-Sensu-Exposition zwischen Personen mit Aphantasie, Personen ohne Aphantasie und Personen mit simulierter Aphantasie? Es wird erwartet, dass die propositionale Auseinandersetzung mit dem CS+ für eine Furchtlöschung ausreicht. (3) Inwiefern unterscheiden sich Personen mit Aphantasie, Personen ohne Aphantasie und Personen mit simulierter Aphantasie im Furchtreinstatement? In Einklang mit Hoppe et al. (2022) wird erwartet, dass sich das visuelle Vorstellungsvermögen nicht langfristig auf die Furchtreaktion auswirkt. Entsprechende Analysen umfassen Mixed 2x3x3 ANOVAs mit Stimulus (CS+ vs. CS)

und Gruppenzuordnung (Personen mit Aphantasie vs. Personen ohne Aphantasie vs. Personen mit simulierter Aphantasie) als Zwischengruppenfaktoren und Trialposition (Start vs. Mitte vs. Ende) als Innersubjektfaktor. Die Analysen werden für jede Versuchsphase getrennt berechnet und Nullbefunde durch Bayes-Analysen abgesichert. Die Ergebnisse sollen erste Hinweise darauf liefern, inwiefern Aphantasie protektiv gegen Angststörungen ist, inwiefern visuelles Vorstellungsvermögen für den Erfolg von In-Sensu-Exposition notwendig ist und ob Aphantasie durch einstrahlendes Licht experimentell manipuliert werden kann.

### **5.2.2 Studie 13 – Pharmakologische Manipulation des sensorischen Vorstellungsvermögens**

*Monzel, M., Karneboge, J., & Reuter, M. (2023). The role of dopamine in visual imagery – An experimental pharmacological study. Journal of Neuroscience Research, 102, e25262. <https://doi.org/10.1002/jnr.25262>*

Neben der Manipulation des sensorischen Vorstellungsvermögens durch einstrahlendes Licht (siehe Studie 12) stellt sich die Frage, inwiefern das sensorische Vorstellungsvermögen pharmakologisch manipuliert werden kann. Dies ist insbesondere deswegen interessant, da McKelvie (1995) dynamische Schwankungen im visuellen Vorstellungsvermögen beschreibt, für die Fluktuationen im Neurotransmitter- und Hormonsystem verantwortlich sein könnten. Empirisch lässt sich vor allem ein Einfluss des Dopamin-Systems erahnen, da dieses bereits mit anderen Offline-Wahrnehmungen (= Wahrnehmungen ohne externen Stimulus; Fazekas et al., 2021) in Verbindung gebracht worden ist. So werden durch die Gabe von Dopamin-Agonisten beispielsweise die Lebhaftigkeit und Häufigkeit von Träumen (Pagel & Helfter, 2003) und Halluzinationen (Diederich et al., 2009) gesteigert, wohingegen Dopamin-Antagonisten einen dämpfenden Effekt auf Träume (Gaillard & Moneme, 1977) und Halluzinationen (Leucht et al., 2011) haben. Hinsichtlich eines Zusammenhangs zwischen Dopamin und willentlichem Vorstellungsvermögen konnte hingegen erst eine einzige Studie zeigen, dass ein Anstieg von striatalem Dopamin mit einem subjektiv lebhafteren Vorstellungsvermögen einhergeht (Kjaer et al., 2002). Im Rahmen von Studie 13 soll daher untersucht werden, ob auch eine Verschlechterung des

Vorstellungsvermögens durch eine experimentelle Verringerung der Dopaminaktivität möglich ist. Auch auf diese Weise könnte Aphantasie in Zukunft simuliert werden.

Die Stichprobengröße der Untersuchung wurde a-priori mithilfe einer Poweranalyse bestimmt.  $N = 22$  Personen wird ein Gemisch aus verzweigtkettigen Aminosäuren (BCAA) und Tryptophan (TRP) verabreicht. Das Gemisch verdrängt Tyrosin und Phenylalanin, beides Vorstufen von Dopamin, aus den Transportern der Blut-Hirn-Schranke, sodass die Synthese von Dopamin im Gehirn verringert wird (Fernstrom, 2005, 2013; Fernstrom & Fernstrom, 2007). Tyrosin ist zwar auch eine Vorstufe von Noradrenalin, in vorherigen Studien konnte aber gezeigt werden, dass der Effekt auf noradrenerge Funktionen vernachlässigbar ist (Harmer et al., 2001; McTavish et al., 1999).  $N = 22$  weitere Personen erhalten ein Placebo, welches die Dopaminsynthese nicht beeinträchtigt. Versuchsteilnehmende müssen einen VVIQ-Score über 32 aufweisen, um Bodeneffekte im Vorstellungsvermögen zu vermeiden. Zudem werden Hyperphantasisten ( $VVIQ \geq 75$ ; Kriterium nach Zeman et al., 2020) ausgeschlossen, um die Stichprobe zu homogenisieren und die statistische Power zu erhöhen. Aufgrund von zyklischen Schwankungen der Hormonspiegel (Neuhaus et al., 2009) und altersbedingter Veränderungen des Vorstellungsvermögens (Gulyás et al., 2022) werden Frauen und Personen über 40 Jahre ausgeschlossen. Über- und untergewichtige Personen werden ebenfalls ausgeschlossen, um eine Über- oder Unterdosierung der BCAA/TRP-Mischung zu verhindern. Außerdem werden Personen ausgeschlossen, die im *Beck Depression Inventory II* (Beck et al., 1996) Werte größer 10 aufweisen oder in der Vergangenheit in therapeutischer Behandlung waren, da sich die Verringerung des Dopaminspiegels auch auf die Stimmung der Versuchsteilnehmenden auswirken kann (Leyton et al., 2000). Zuletzt werden Personen ausgeschlossen, die regelmäßig rauchen, Medikamente oder Drogen nehmen, eine Blut-Spritzen-Phobie aufweisen oder Allergien gegen Bestandteile der BCAA/TRP-Mischung oder das Placebo haben.

Die Messung des Vorstellungsvermögens erfolgt zu drei Zeitpunkten mithilfe der binokularen Rivalitätsaufgabe sowie anhand des Selbstberichts (siehe Abschnitt 2.1). Die erste Messung findet im nicht-gefasteten Zustand statt, die zweite Messung am nächsten Tag zur selben Uhrzeit im gefasteten Zustand und die dritte Messung vier Stunden nach Einnahme des BCAA/TRP-Gemischs bzw. des Placebos. Zu allen Messzeitpunkten wird eine Blutprobe entnommen, um anhand des peripheren Prolaktin-Spiegels Rückschlüsse auf den Dopamin-Spiegel ziehen zu können (siehe Fitzgerald & Dinan, 2008).

Die erhobenen Daten werden mithilfe linearer gemischter Modelle mit Messzeitpunkt (nicht-gefastet vs. gefastet vs. Substanzeinnahme) als Innersubjektfaktor und Gruppenzuordnung (BCAA/TRP-Mischung vs. Placebo) als Zwischensubjektfaktor ausgewertet. Die abhängigen Variablen sind der Priming-Score in der binokularen Rivalitätsaufgabe, der Selbstbericht des Vorstellungsvermögens sowie der Prolaktin-Spiegel. Sollte es zu einem Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Gruppenzuordnung kommen, dahingehend dass das Vorstellungsvermögen durch die Einnahme der BCAA/TRP-Mischung verändert wird, nicht aber durch die Einnahme des Placebos, wäre dies ein Hinweis für den Einfluss von Dopamin auf das visuelle Vorstellungsvermögen. Post-Hoc-Analysen könnten zudem klären, ob für die pharmakologische Manipulation des Vorstellungsvermögens ein gefasteter Zustand notwendig ist. Ein Blick auf die Unterschiede zwischen Messung 1 und 2 gibt zudem erste Hinweise darauf, ob bereits eine fastenbedingte Reduktion der Dopaminaktivität einen Einfluss auf das Vorstellungsvermögen haben kann. Eine Nachfolgestudie mit Parkinson-Patienten ist ebenfalls in Planung, da es bei Parkinson-Patienten zu einem natürlichen Dopamin-Mangel kommt (Bernheimer et al., 1973), welcher häufig mit L-Dopa (Lloyd et al., 1975) oder Dopamin-Agonisten (Clarke, 2003) behandelt wird, wodurch ein Vergleich vor und nach der Einnahme entsprechender Medikamente ermöglicht wird.

## **6. Fazit**

Die vorliegende Arbeit trägt zum Verständnis neurokognitiver, -affektiver und -sensorischer Unterschiede zwischen Personen mit und ohne Aphantasie bei. Gleichzeitig zeigt sie Lücken in der Forschung auf, die zukünftig geschlossen werden sollten. Phänomene wie Aphantasie sollten als Chance begriffen werden, interindividuelle Unterschiede im phänomenalen Erleben weiter zu explorieren. Aphantasie ist vermutlich nur eines von vielen weiteren Phänomenen, die es in Zukunft zu entdecken gilt. Mit Bezug auf den Titel der Arbeit lässt sich festhalten, dass aufgrund zahlreicher objektiver Unterschiede zwischen Personen mit und ohne Aphantasie kein Zweifel an der Existenz von Aphantasie bestehen kann („Fakt“) und dass wir auch in Zukunft offen für die Diversität des menschlichen Geistes sein sollten. Auf diese Weise schafft Forschung nicht nur Wissen, sondern auch Inklusion.

## 7. Literaturverzeichnis

- Albers, A. M., Kok, P., Toni, I., Dijkerman, H. C., & de Lange, F. P. (2013). Shared representations for working memory and mental imagery in early visual cortex. *Current Biology*, *23*(15), 1427–1431. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.05.065>
- Alexander, R. G., & Zelinsky, G. J. (2018). Occluded information is restored at preview but not during visual search. *Journal of Vision*, *18*(11), 1–16. <https://doi.org/10.1167/18.11.4>
- Alogna, V. K., Attaya, M. K., Aucoin, P., Bahník, Š., Birch, S., Birt, A. R., Bornstein, B. H., Bouwmeester, S., Brandimonte, M. A., Brown, C., Buswell, K., Carlson, C., Carlson, M., Chu, S., Cislak, A., Colarusso, M., Colloff, M. F., Dellapaolera, K. S., Delvenne, J.-F., ... Zwaan, R. A. (2014). Registered Replication Report: Schooler and Engstler-Schooler (1990). *Perspectives on Psychological Science*, *9*(5), 556–578. <https://doi.org/10.1177/1745691614545653>
- Altmetric. (2023). *Lives without imagery – Congenital aphantasia. Overview of attention for article published in Cortex, December 2015.* <https://www.altmetric.com/details/4096844>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Hogrefe. <https://doi.org/https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Amit, E., & Greene, J. D. (2012). You see, the ends don't justify the means: Visual imagery and moral judgment. *Psychological Science*, *23*(8), 861–868. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0956797611434965>
- Amit, E., Hoeflin, C., Hamzah, N., & Fedorenko, E. (2017). An asymmetrical relationship between verbal and visual thinking: Converging evidence from behavior and fMRI. *NeuroImage*, *152*, 619–627. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.03.029>
- Andrade, J., May, J., Deepröse, C., Baugh, S. J., & Ganis, G. (2014). Assessing vividness of mental imagery: The plymouth sensory imagery questionnaire. *British Journal of Psychology*, *105*(4), 547–563. <https://doi.org/10.1111/bjop.12050>
- Aphantasia Network. (2023). *Aphantasia can be used flexibly to describe the absence of any or all of the senses.* Twitter.

[https://twitter.com/\\_aphantasia/status/1531301080931483653](https://twitter.com/_aphantasia/status/1531301080931483653)

Arcangeli, M. (2023). Aphantasia demystified. *Synthese*, 201, 31.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11229-022-04027-9>

ArtsyGirl. (2023). *Aphantasia is not a real condition*. Psychiatry and Psychology - Science Forums. <https://www.scienceforums.net/topic/128511-aphantasia-is-not-a-real-condition/>

Ashburner, J., Barnes, G., Chen, C., Daunizeau, J., Moran, R., Henson, R., Glauche, V., & Phillips, C. (2013). *SPM12 Manual*. Functional Imaging Laboratory. [https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/doc/spm12\\_manual.pdf](https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/doc/spm12_manual.pdf)

Aydin, C. (2018). The differential contributions of visual imagery constructs on autobiographical thinking. *Memory*, 26(2), 189–200.  
<https://doi.org/10.1080/09658211.2017.1340483>

Baddeley, A. D. (1968). A 3 min reasoning test based on grammatical transformation. *Psychonomic Science*, 10(10), 341–342. <https://doi.org/10.3758/BF03331551>

Bainbridge, W. A., Pounder, Z., Eardley, A. F., & Baker, C. I. (2021). Quantifying aphantasia through drawing: Those without visual imagery show deficits in object but not spatial memory. *Cortex*, 135, 159–172.  
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.11.014>

Baker, M. A., & Reysen, M. B. (2021). Using intentional and incidental encoding instructions to test the transfer inappropriate processing shift account of verbal overshadowing. *Journal of Cognitive Psychology*, 33(5), 533–548.  
<https://doi.org/10.1080/20445911.2021.1946545>

Bar, M. (2003). A cortical mechanism for triggering top-down facilitation in visual object recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(4), 600–609.  
<https://doi.org/10.1162/089892903321662976>

Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., & Plumb, I. (2001). The “Reading the Mind in the Eyes” Test revised version: A study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 42(2), 241–251.  
<https://doi.org/10.1017/S0021963001006643>

- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Skinner, R., Martin, J., & Clubley, E. (2001). The Autism-Spectrum Quotient (AQ): Evidence from Asperger Syndrome/High-Functioning Autism, Males and Females, Scientists and Mathematicians. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *31*(1), 5–17. <https://doi.org/10.1023/A:1005653411471>
- Batson, C. D., Early, S., & Salvarani, G. (1997). Perspective taking: Imagining how another feels versus imagining how you would feel. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *23*(7), 751–758. <https://doi.org/10.1177/0146167297237008>
- Bauer, P. J., Pathman, T., Inman, C., Campanella, C., & Hamann, S. (2017). Neural correlates of autobiographical memory retrieval in children and adults. *Memory*, *25*(4), 450–466. <https://doi.org/10.1080/09658211.2016.1186699>
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. (1996). *PsycTESTS Dataset*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/t00742-000>
- Bergmann, J., & Ortiz-Tudela, J. (2023). Feedback signals in visual cortex during episodic and schematic memory retrieval and their potential implications for aphantasia. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *152*, 105335. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105335>
- Bernheimer, H., Birkmayer, W., Hornykiewicz, O., Jellinger, K., & Seitelberger, F. (1973). Brain dopamine and the syndromes of Parkinson and Huntington Clinical, morphological and neurochemical correlations. *Journal of the Neurological Sciences*, *20*(4), 415–455. [https://doi.org/10.1016/0022-510X\(73\)90175-5](https://doi.org/10.1016/0022-510X(73)90175-5)
- Betts, G. H. (1909). *The distribution and functions of mental imagery*. Teachers College, Columbia University. <https://archive.org/details/distributionfunc00bettuoft/mode/2up>
- Bird, C. M., Bisby, J. A., & Burgess, N. (2012). The hippocampus and spatial constraints on mental imagery. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00142>
- Blomkvist, A. (2023). Aphantasia: In search of a theory. *Mind and Language*, *38*(3), 866–888. <https://doi.org/10.1111/mila.12432>
- Boettcher, S. E. P., Draschkow, D., Dienhart, E., & Vö, M. L. H. (2018). Anchoring visual search in scenes: Assessing the role of anchor objects on eye movements during

- visual search. *Journal of Vision*, *18*(13), 1–13. <https://doi.org/10.1167/18.13.11>
- Botez, M. I., Olivier, M., Vézina, J.-L., Botez, T., & Kaufman, B. (1985). Defective revisualization: dissociation between cognitive and imagistic thought case report and short review of the literature. *Cortex*, *21*(3), 375–389. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(85\)80003-4](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(85)80003-4)
- Brewer, W. F., & Schommer-Aikins, M. (2006). Scientists are not deficient in mental imagery: Galton revised. *Review of General Psychology*, *10*(2), 130–146. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/1089-2680.10.2.130>
- Brown, T. I., Rissman, J., Chow, T. E., Uncapher, M. R., & Wagner, A. D. (2018). Differential Medial Temporal Lobe and Parietal Cortical Contributions to Real-world Autobiographical Episodic and Autobiographical Semantic Memory. *Scientific Reports*, *8*(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24549-y>
- Brunyé, T. T., Taylor, H. A., & Rapp, D. N. (2008). Repetition and dual coding in procedural multimedia presentations. *Applied Cognitive Psychology*, *22*(7), 877–895. <https://doi.org/10.1002/acp.1396>
- Burianova, H., McIntosh, A. R., & Grady, C. L. (2010). A common functional brain network for autobiographical, episodic, and semantic memory retrieval. *NeuroImage*, *49*(1), 865–874. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.08.066>
- Burton, L. J., & Fogarty, G. J. (2003). The factor structure of visual imagery and spatial abilities. *Intelligence*, *31*(3), 289–318. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(02\)00139-3](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(02)00139-3)
- Caruso, E. M., & Gino, F. (2011). Blind ethics: Closing one's eyes polarizes moral judgments and discourages dishonest behavior. *Cognition*, *118*(2), 280–285. <https://doi.org/10.1016/J.COGNITION.2010.11.008>
- Chander, R. J., Grainger, S. A., Crawford, J. D., Mather, K. A., Numbers, K., Cleary, R., Kochan, N. A., Brodaty, H., Henry, J. D., & Sachdev, P. S. (2020). Development of a short-form version of the Reading the Mind in the Eyes Test for assessing theory of mind in older adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *35*(11), 1322–1330. <https://doi.org/10.1002/gps.5369>
- Christov-Moore, L., Simpson, E. A., Coudé, G., Grigaityte, K., Iacoboni, M., & Ferrari, P. F.

- (2014). Empathy: Gender effects in brain and behavior. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 46(P4), 604–627. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.09.001>
- Clare, J., & Lewandowsky, S. (2004). Verbalizing facial memory: criterion effects in verbal overshadowing. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 30(4), 739–755. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.4.739>
- Clarke, C. E. (2003). Dopamine agonist monotherapy in early Parkinson's disease. *Hospital Medicine*, 64(1), 8–11. <https://doi.org/10.12968/hosp.2003.64.1.1836>
- Colonus, H., & Diederich, A. (2012). Intersensory Facilitation. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (pp. 1635–1638). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6\\_70](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_70)
- Craske, M. G., Treanor, M., Conway, C. C., Zbozinek, T., & Vervliet, B. (2014). Maximizing exposure therapy: An inhibitory learning approach. *Behaviour Research and Therapy*, 58, 10–23. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2014.04.006>
- Crowder, A. (2018). *Differences in spatial visualization ability and vividness of spatial imagery between people with and without aphantasia*. Virginia Commonwealth University.
- D'Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2006). Individual differences in the phenomenology of mental time travel: the effect of vivid visual imagery and emotion regulation strategies. *Consciousness and Cognition*, 15(2), 342–350. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2005.09.001>
- Dance, C. J., Hole, G., & Simner, J. (2023). The role of visual imagery in face recognition and the construction of facial composites. Evidence from Aphantasia. *Cortex*, 167, 318–334. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2023.06.015>
- Dance, C. J., Ipser, A., & Simner, J. (2022). The prevalence of aphantasia (imagery weakness) in the general population. *Consciousness and Cognition*, 97, 103243. <https://doi.org/10.1016/J.CONCOG.2021.103243>
- Dance, C. J., Jaquiere, M., Eagleman, D. M., Porteous, D., Zeman, A., & Simner, J. (2021). What is the relationship between Aphantasia, Synaesthesia and Autism? *Consciousness and Cognition*, 89, 103087.

<https://doi.org/10.1016/J.CONCOG.2021.103087>

Dance, C. J., Ward, J., & Simner, J. (2021a). What is the Link Between Mental Imagery and Sensory Sensitivity? Insights from Aphantasia. *Perception*, *50*(9), 757–782. <https://doi.org/10.1177/03010066211042186>

Dance, C. J., Ward, J., & Simner, J. (2021b). What is the Link Between Mental Imagery and Sensory Sensitivity? Insights from Aphantasia. *Perception*, *50*(9), 757–782. <https://doi.org/10.1177/03010066211042186>

Davis, M. H., & Association, A. P. (1980). A multidimensional approach to individual differences in empathy. *JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology*, *10*, 85. [http://www.uv.es/~friasnav/Davis\\_1980.pdf](http://www.uv.es/~friasnav/Davis_1980.pdf)

Davison, G. C., Neale, J. M., & Hautzinger, M. (2016). *Klinische Psychologie* (8th ed.). Beltz Verlag.

Dawes, A. J., Keogh, R., Andrillon, T., & Pearson, J. (2020). A cognitive profile of multi-sensory imagery, memory and dreaming in aphantasia. *Scientific Reports*, *10*(1), 10022. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65705-7>

Dawes, A. J., Keogh, R., Robuck, S., & Pearson, J. (2022). Memories with a blind mind: Remembering the past and imagining the future with aphantasia. *Cognition*, *227*, 105192. <https://doi.org/10.1016/J.COGNITION.2022.105192>

Dennett, H. W., McKone, E., Tavashmi, R., Hall, A., Pidcock, M., Edwards, M., & Duchaine, B. (2012). The Cambridge Car Memory Test: A task matched in format to the Cambridge Face Memory Test, with norms, reliability, sex differences, dissociations from face memory, and expertise effects. *Behavior Research Methods*, *44*(2), 587–605. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0160-2>

Dentico, D., Cheung, B. L., Chang, J. Y., Guokas, J., Boly, M., Tononi, G., & Van Veen, B. (2014). Reversal of cortical information flow during visual imagery as compared to visual perception. *NeuroImage*, *100*, 237–243. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.081>

Diamond, R., & Carey, S. (1986). Why Faces Are and Are Not Special. An Effect of Expertise. *Journal of Experimental Psychology: General*, *115*(2), 107–117. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.115.2.107>

- DiCarlo, J. J., & Cox, D. D. (2007). Untangling invariant object recognition. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*(8), 333–341. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.06.010>
- Diederich, N. J., Fénelon, G., Stebbins, G., & Goetz, C. G. (2009). Hallucinations in Parkinson disease. *Nature Reviews Neurology*, *5*(6), 331–342. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2009.62> PM - 19498436
- Dijkstra, N., Bosch, S. E., & van Gerven, M. A. J. (2017). Vividness of visual imagery depends on the neural overlap with perception in visual areas. *Journal of Neuroscience*, *37*(5), 1367–1373. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3022-16.2016>
- Dijkstra, N., Zeidman, P., Ondobaka, S., Van Gerven, M. A. J., & Friston, K. (2017). Distinct Top-down and Bottom-up Brain Connectivity during Visual Perception and Imagery. *Scientific Reports*, *7*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05888-8>
- Dils, A. T., & Boroditsky, L. (2010). Visual motion aftereffect from understanding motion language. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *107*(37), 16396–16400. <https://doi.org/10.1073/pnas.1009438107>
- Dobson, M., & Markham, R. (1993). Imagery ability and source monitoring: implications for eyewitness memory. *British Journal of Psychology*, *84*(1), 111–118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1993.tb02466.x>
- dos Santos, R. G., Enyart, S., Bouso, J. C., Pares, Ò., & Hallak, J. E. C. (2018). “Ayahuasca turned on my mind’s eye”: enhanced visual imagery after ayahuasca intake in a man with “blind imagination” (aphantasia). *Journal of Psychedelic Studies*, *2*(2), 74–77. <https://doi.org/10.1556/2054.2018.008>
- Duchaine, B., & Nakayama, K. (2006). The Cambridge Face Memory Test: Results for neurologically intact individuals and an investigation of its validity using inverted face stimuli and prosopagnosic participants. *Neuropsychologia*, *44*(4), 576–585. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.07.001>
- Dunning, D., & Stern, L. B. (1994). Distinguishing accurate from inaccurate eyewitness identifications via inquiries about decision processes. *Journal of Personality and Social Psychology*, *67*(5), 818–835. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.5.818>
- Eftekhari, A., Crowley, J. J., Mackintosh, M. A., & Rosen, C. S. (2019). Predicting Treatment Dropout Among Veterans Receiving Prolonged Exposure Therapy. *Psychological*

- Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 12(4), 405–412.  
<https://doi.org/10.1037/tra0000484>
- Fan, C. L., Romero, K., & Levine, B. (2020). Older adults with lower autobiographical memory abilities report less age-related decline in everyday cognitive function. *BMC Geriatrics*, 20, 308. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01720-7>
- Farah, M. J. (1984). The neurological basis of mental imagery: a componential analysis. *Cognition*, 18(1–3), 245–272. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0010-0277\(84\)90026-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0010-0277(84)90026-X)
- Faw, B. (2009). Conflicting intuitions may be based on differing abilities: Evidence from mental imaging research. *Journal of Consciousness Studies*, 16(4), 45–68.
- Fazekas, P., Nanay, B., & Pearson, J. (2021). Offline perception: an introduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 376(1817), 20190686. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0686> PM - 33308069
- Fernstrom, J. D. (2005). Branched-chain amino acids and brain function. *Journal of Nutrition*, 135(6 SUPPL.), 1539–1546. <https://doi.org/10.1093/jn/135.6.1539s>
- Fernstrom, J. D. (2013). Large neutral amino acids: Dietary effects on brain neurochemistry and function. *Amino Acids*, 45(3), 419–430. <https://doi.org/10.1007/s00726-012-1330-y>
- Fernstrom, J. D., & Fernstrom, M. H. (2007). Tyrosine, phenylalanine, and catecholamine synthesis and function in the brain. *Journal of Nutrition*, 137(6), 1539–1547. <https://doi.org/10.1093/jn/137.6.1539s>
- Fitzgerald, P., & Dinan, T. G. (2008). Prolactin and dopamine: What is the connection? A Review Article. *Journal of Psychopharmacology*, 22(2 SUPPL.), 12–19. <https://doi.org/10.1177/0269216307087148>
- Foa, E., & Kozak, M. J. (1986). Emotional Processing of Fear. Exposure to Corrective Information. *Psychological Bulletin*, 99(1), 20–35. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.99.1.20>
- Fox-Muratón, M. (2021). Aphantasia and the Language of Imagination: A Wittgensteinian Exploration. *Analiza i Egzystencja*, 55(55), 5–24. <https://doi.org/10.18276/aie.2021.55-01>

- Fulford, J., Milton, F., Salas, D., Smith, A., Simler, A., Winlove, C., & Zeman, A. (2018). The neural correlates of visual imagery vividness – An fMRI study and literature review. *Cortex*, *105*, 26–40. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.09.014>
- Gaillard, J. M., & Moneme, A. (1977). Modification of dream content after preferential blockade of mesolimbic and mesocortical dopaminergic systems. *Journal of Psychiatric Research*, *13*(4), 247–256. [https://doi.org/10.1016/S0022-3956\(77\)90020-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3956(77)90020-6)
- Gallagher, J. (2015). *Aphantasia: A life without mental images*. BBC News. <https://www.bbc.com/news/health-34039054>
- Galton, F. (1880). Statistics of mental imagery. *Mind*, *5*, 301–318. <https://doi.org/10.1093/mind/os-v.19.301>
- Ganis, G., Thompson, W. L., & Kosslyn, S. M. (2004). Brain areas underlying visual mental imagery and visual perception: An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, *20*(2), 226–241. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.02.012>
- Gonsalves, B., Reber, P. J., Gitelman, D. R., Parrish, T. B., Mesulam, M.-M., & Paller, K. A. (2004). Neural evidence that vivid imagining can lead to false remembering. *Psychological Science*, *15*(10), 655–660. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00736.x>
- Greenberg, D. L., & Knowlton, B. J. (2014). The role of visual imagery in autobiographical memory. *Memory & Cognition*, *42*(6), 922–934. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0402-5>
- Greene, J. D., Sommerville, R. B., Nystrom, L. E., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2001). An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, *293*(5537), 2105–2108. <https://doi.org/10.1126/science.1062872>
- Gulliksen, H. (2013). Theory of mental tests. In *Theory of Mental Tests* (pp. 1–488). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9780203052150>
- Gulyás, E., Gombos, F., Sütöri, S., Lovas, A., Ziman, G., & Kovács, I. (2022). Visual imagery vividness declines across the lifespan. *Cortex*, *154*, 365–374. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.06.011>

- Hackmann, A., Bennett-Levy, J., & Holmes, E. (2011). Oxford guide to imagery in cognitive therapy. In *Oxford Guide to Imagery in Cognitive Therapy*. Oxford University Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/med:psych/9780199234028.001.0001>
- Hargis, C. H., & Gickling, E. E. (1978). The function of imagery in word recognition development. *The Reading Teacher*, 31(8), 870–874. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.2719v1>
- Harmer, C. J., McTavish, S. F., Clark, L., Goodwin, G. M., & Cowen, P. J. (2001). Tyrosine depletion attenuates dopamine function in healthy volunteers. *Psychopharmacology*, 154(1), 105–111. <https://doi.org/10.1007/s002130000613>  
PM - 11291999 Y3 - 13.02.2023
- Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203887332>
- Herda, C., Scharfenstein, A., & Basler, H. D. (1998). *Marburger Fragebogen zum habituellen Wohlbefinden. Schriftenreihe des Zentrums für Methodenwissenschaften und Gesundheitsforschung*. Philipps-Universität Marburg Marburg.
- Hillary, A. (2020). Neurodiversity and cross-cultural communication. In H. Rosqvist, N. Chown, & A. Stenning (Eds.), *Neurodiversity Studies* (pp. 91–107). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429322297-10>
- Hinwar, R. P., & Lambert, A. J. (2021). Anauralia: The Silent Mind and Its Association With Aphantasia. *Frontiers in Psychology*, 12, 4620. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.744213>
- Holmes, E. A., Arntz, A., & Smucker, M. R. (2007). Imagery rescripting in cognitive behaviour therapy: images, treatment techniques and outcomes. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 38(4), 297–305. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2007.10.007>
- Holzapfel, H. (1990). *Lerntheoretisch orientiertes Hirnleistungstraining. Grundlagen - Programmentwicklung - Manual*. Verlag Modernes Lernen.
- Hoppe, J. M., Holmes, E. A., & Agren, T. (2022). Imaginal extinction and the vividness of mental imagery: Exploring the reduction of fear within the mind's eye. *Behavioural*

- Brain Research*, 418, 113632. <https://doi.org/10.1016/J.BBR.2021.113632>
- Huang, Y., Pollick, F., Liu, M., & Zhang, D. (2023). Gabor and Non-Gabor Neural Representations Are Shared between Visual Perception and Mental Imagery. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 35(6), 1045–1060. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_01992](https://doi.org/10.1162/jocn_a_01992)
- Jacobs, C., Schwarzkopf, D. S., & Silvanto, J. (2018). Visual working memory performance in aphantasia. *Cortex*, 105, 61–73. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.10.014>
- Johansson, R., Carlbring, P., Heedman, Å., Paxling, B., & Andersson, G. (2013). Depression, anxiety and their comorbidity in the Swedish general population: Point prevalence and the effect on health-related quality of life. *PeerJ*, 2013(1), e98. <https://doi.org/10.7717/peerj.98>
- Johnson, D. R., Cushman, G. K., Borden, L. A., & McCune, M. S. (2013). Potentiating empathic growth: Generating imagery while reading fiction increases empathy and prosocial behavior. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 7(3), 306–312. <https://doi.org/10.1037/a0033261>
- Johnson, P. O., & Neyman, J. (1936). Tests of certain linear hypotheses and their application to some educational problems. *Statistical Research Memoirs*, 1, 57–93. <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1936-05538-001>
- Jones, L., & Stuth, G. (1997). The uses of mental imagery in athletics: an overview. *Applied and Preventive Psychology*, 6(2), 101–115. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0962-1849\(05\)80016-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0962-1849(05)80016-2)
- Jungmann, S. M., Becker, F., & Witthöft, M. (2022). Erfassung der Lebendigkeit mentaler Vorstellungsbilder. <https://doi.org/10.1026/0012-1924/A000291>, 68(3), 125–136. <https://doi.org/10.1026/0012-1924/A000291>
- Kalbe, E., Baller, G., Brand, M., & Kessler, J. (2006). Das Inventar zur Gedächtnisdiagnostik: Vorstellung der endgültigen Version. *Aktuelle Neurologie*, 33(S 1), P301. <https://doi.org/10.1055/s-2006-953127>
- Kay, L., Keogh, R., Andrillion, T., & Pearson, J. (2022). The pupillary light response as a physiological index of aphantasia, sensory and phenomenological imagery strength. *ELife*, 11, e72484. <https://doi.org/10.7554/eLife.72484>

- Keogh, R., Bergmann, J., & Pearson, J. (2020). Cortical excitability controls the strength of mental imagery. *ELife*, *9*, e50232. <https://doi.org/10.7554/eLife.50232>
- Keogh, R., & Pearson, J. (2011). Mental imagery and visual working memory. *PLoS One*, *6*(12), e29221. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029221>
- Keogh, R., & Pearson, J. (2014). The sensory strength of voluntary visual imagery predicts visual working memory capacity. *Journal of Vision*, *14*(12), 1–13. <https://doi.org/10.1167/14.12.7>
- Keogh, R., & Pearson, J. (2018). The blind mind: No sensory visual imagery in aphantasia. *Cortex*, *105*, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.10.012>
- Keogh, R., & Pearson, J. (2021). Attention driven phantom vision: Measuring the sensory strength of attentional templates and their relation to visual mental imagery and aphantasia: Measuring attentional templates. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *376*(1817), 20190688. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0688>
- Keogh, R., Pearson, J., & Zeman, A. (2021). Aphantasia: The science of visual imagery extremes. In J. J. S. Barton & A. Leff (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 178, pp. 277–296). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821377-3.00012-X>
- Keogh, R., Wicken, M., & Pearson, J. (2021). Visual working memory in aphantasia: Retained accuracy and capacity with a different strategy. *Cortex*, *143*, 237–253. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2021.07.012>
- Keogh, R., Wicken, M., & Pearson, J. (2023). Fewer intrusive memories in aphantasia : using the trauma film paradigm as a laboratory model of PTSD. *PsyArXiv*, 1–12. <https://doi.org/10.31234/osf.io/7zqfe>
- Kjaer, T. W., Bertelsen, C., Piccini, P., Brooks, D., Alving, J., & Lou, H. C. (2002). Increased dopamine tone during meditation-induced change of consciousness. *Cognitive Brain Research*, *13*(2), 255–259. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(01\)00106-9](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(01)00106-9)
- Knauff, M., & Johnson-Laird, P. N. (2002). Visual imagery can impede reasoning. *Memory and Cognition*, *30*(3), 363–371. <https://doi.org/10.3758/BF03194937/METRICS>
- Königsmark, V. T., Bergmann, J., & Reeder, R. R. (2021). The Ganzflicker experience: High probability of seeing vivid and complex pseudo-hallucinations with imagery but not

- aphantasia. *Cortex*, *141*, 522–534. <https://doi.org/10.1016/J.CORTEX.2021.05.007>
- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., & Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory and Cognition*, *33*(4), 710–726. <https://doi.org/10.3758/BF03195337/METRICS>
- Krempel, R. (2023). Aphantasia, Unsymbolized Thinking and Conscious Thought. *Erkenntnis*, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10670-023-00706-2>
- Krempel, R., & Monzel, M. (2024). Aphantasia and involuntary imagery. *Consciousness and Cognition*, *120*, 103679. <https://doi.org/10.1016/J.CONCOG.2024.103679>
- Kroenke, K., Spitzer, R. L., & Williams, J. B. W. (2001). The PHQ-9: Validity of a brief depression severity measure. *Journal of General Internal Medicine*, *16*(9), 606–613. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2001.016009606.x>
- Laeng, B., & Sulutvedt, U. (2014). The Eye Pupil Adjusts to Imaginary Light. *Psychological Science*, *25*(1), 188–197. <https://doi.org/10.1177/0956797613503556>
- Lamm, C., Batson, C. D., & Decety, J. (2007). The Neural Substrate of Human Empathy: Effects of Perspective-taking and Cognitive Appraisal. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*(1), 42–58. <https://doi.org/10.1162/JOCN.2007.19.1.42>
- Lang, P. J. (1979). A Bio-Informational Theory of Emotional Imagery. *Psychophysiology*, *16*(6), 495–512. <https://doi.org/10.1111/J.1469-8986.1979.TB01511.X>
- Leiner, D. J. (2021). *SoSci Survey (Version 3.2.30) [Computer software]*. <https://www.soscisurvey.de>
- Leucht, S., Heres, S., Kissling, W., & Davis, J. M. (2011). Evidence-based pharmacotherapy of schizophrenia. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, *14*(2), 269–284. <https://doi.org/10.1017/S1461145710001380>
- Levine, B., Svoboda, E., Hay, J. F., Winocur, G., & Moscovitch, M. (2002). Aging and autobiographical memory: dissociating episodic from semantic retrieval. *Psychology and Aging*, *17*(4), 677–689. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.17.4.677>
- Leyton, M., Young, S. N., Pihl, R. O., Etezadi, S., Lauze, C., Blier, P., Baker, G. B., & Benkelfat, C. (2000). Effects on mood of acute phenylalanine/tyrosine depletion in healthy women. *Neuropsychopharmacology*, *22*(1), 52–63. [https://doi.org/10.1016/S0893-133X\(99\)00086-X](https://doi.org/10.1016/S0893-133X(99)00086-X) PM - 10633491

- Lindeman, M., Koirikivi, I., & Lipsanen, J. (2018). Pictorial Empathy Test (PET): An Easy-to-Use Method for Assessing Affective Empathic Reactions. *European Journal of Psychological Assessment, 34*(6), 421–431. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/A000353>
- Lloyd, K. G., Davidson, L., & Hornykiewicz, O. (1975). The neurochemistry of Parkinson's disease: effect of L-dopa therapy. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics, 195*(3), 453–464.
- MacKisack, M., Aldworth, S., Macpherson, F., Onians, J., Winlove, C., & Zeman, A. (2022). Plural imagination: diversity in mind and making. *Art Journal, 81*(3), 70–87. <https://doi.org/10.1080/00043249.2022.2110444>
- Mannaert, L. N. H., Dijkstra, K., & Zwaan, R. A. (2017). Is color an integral part of a rich mental simulation? *Memory and Cognition, 45*(6), 974–982. <https://doi.org/10.3758/s13421-017-0708-1>
- Marks, D. F. (1973). Visual imagery differences in the recall of pictures. *British Journal of Psychology, 64*(1), 17–24. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1973.tb01322.x>
- Marks, D. F. (1989). Construct validity of the Vividness of Visual Imagery Questionnaire. *Perceptual and Motor Skills, 69*(2), 459–465. <https://doi.org/10.2466/PMS.1989.69.2.459>
- Marks, D. F. (1995). New directions for mental imagery research. *Journal of Mental Imagery, 19*(3–4), 153–167. <https://psycnet.apa.org/record/1996-29150-001>
- McCormick, C., Barry, D. N., Jafarian, A., Barnes, G. R., & Maguire, E. A. (2020). VmPFC Drives Hippocampal Processing during Autobiographical Memory Recall Regardless of Remoteness. *Cerebral Cortex, 30*(11), 5972–5987. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhaa172>
- McCormick, C., St-Laurent, M., Ty, A., Valiante, T. A., & McAndrews, M. P. (2015). Functional and effective hippocampal-neocortical connectivity during construction and elaboration of autobiographical memory retrieval. *Cerebral Cortex, 25*(5), 1297–1305. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht324>
- McKelvey, S. (1995). The VVIQ as a psychometric test of individual differences in visual imagery vividness: A critical quantitative review and plea for direction. *Journal of*

- Mental Imagery*, 19(3–4), 1-106. <https://psycnet.apa.org/record/1996-29151-001>
- McTavish, S. F. B., Callado, L., Cowen, P. J., & Sharp, T. (1999). Comparison of the effects of  $\alpha$ -methyl-p-tyrosine and a tyrosine-free amino acid load on extracellular noradrenaline in the rat hippocampus in vivo. *Journal of Psychopharmacology*, 13(4), 379–384. <https://doi.org/10.1177/026988119901300408>
- Mechelli, A., Price, C. J., Friston, K. J., & Ishai, A. (2004). Where bottom-up meets top-down: Neuronal interactions during perception and imagery. *Cerebral Cortex*, 14(11), 1256–1265. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhh087>
- Meissner, C. A., & Brigham, J. C. (2001). A meta-analysis of the verbal overshadowing effect in face identification. *Applied Cognitive Psychology*, 15(6), 603–616. <https://doi.org/10.1002/acp.728>
- Melcher, J. M., & Schooler, J. W. (1996). The Misremembrance of Wines Past: Verbal and Perceptual Expertise Differentially Mediate Verbal Overshadowing of Taste Memory. *Journal of Memory and Language*, 35(2), 231–245. <https://doi.org/10.1006/jmla.1996.0013>
- Mickes, L. (2016). The Effects of Verbal Descriptions on Eyewitness Memory: Implications for the Real-World. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(3), 270–276. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2016.07.003>
- Milton, F., Fulford, J., Dance, C., Gaddum, J., Heurman-Williamson, B., Jones, K., Knight, K. F., MacKisack, M., Winlove, C., & Zeman, A. (2021). Behavioral and Neural Signatures of Visual Imagery Vividness Extremes: Aphantasia vs. Hyperphantasia. *Cerebral Cortex Communications*, 2(2), tgab035. <https://doi.org/10.1093/texcom/tgab035>
- Monzel, M., Keidel, K., & Reuter, M. (2021). Imagine, and you will find – Lack of attentional guidance through visual imagery in aphantasics. *Attention, Perception, and Psychophysics*, 83(6), 2486–2497. <https://doi.org/10.3758/s13414-021-02307-z>
- Monzel, M., Keidel, K., & Reuter, M. (2023). Is it really empathy? The potentially confounding role of mental imagery in self-reports of empathy. *Journal of Research in Personality*, 103, 104354. <https://doi.org/10.1016/J.JRP.2023.104354>
- Monzel, M., Mitchell, D., Macpherson, F., Pearson, J., & Zeman, A. (2022a). Proposal for a

- consistent definition of aphantasia and hyperphantasia: A response to Lambert and Sibley (2022) and Simner and Dance (2022). *Cortex*, *152*, 74–76. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.04.003>
- Monzel, M., Mitchell, D., Macpherson, F., Pearson, J., & Zeman, A. (2022b). Aphantasia, dysikonesia, anauralia: call for a single term for the lack of mental imagery – Commentary on Dance et al. (2021) and Hinwar and Lambert (2021). *Cortex*, *150*, 149–152. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.02.002>
- Monzel, M., Vetterlein, A., & Reuter, M. (2023). No general pathological significance of aphantasia: An evaluation based on criteria for mental disorders. *Scandinavian Journal of Psychology*, *64*(3), 314–324. <https://doi.org/10.1111/sjop.12887>
- Moriya, J. (2018). Visual mental imagery influences attentional guidance in a visual-search task. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *80*(5), 1127–1142. <https://doi.org/10.3758/s13414-018-1520-0>
- Moscovitch, M., Rosenbaum, R. S., Gilboa, A., Addis, D. R., Westmacott, R., Grady, C., McAndrews, M. P., Levine, B., Black, S., Winocur, G., & Nadel, L. (2005). Functional neuroanatomy of remote episodic, semantic and spatial memory: A unified account based on multiple trace theory. *Journal of Anatomy*, *207*(1), 35–66. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2005.00421.x>
- Mulvaney, S. (2021). *Aphantasia: The People Without a Mind's Eye | "Out of Mind" | Wired UK*. [https://www.youtube.com/watch?v=Xa84hA3OsHU&t=603s&ab\\_channel=WIREDUK](https://www.youtube.com/watch?v=Xa84hA3OsHU&t=603s&ab_channel=WIREDUK)
- Naselaris, T., Olman, C. A., Stansbury, D. E., Ugurbil, K., & Gallant, J. L. (2015). A voxel-wise encoding model for early visual areas decodes mental images of remembered scenes. *Neuroimage*, *105*, 215–228. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.10.018>
- Neuhaus, A. H., Goldberg, T. E., Hassoun, Y., Bates, J. A., Nassauer, K. W., Sevy, S., Opgen-Rhein, C., & Malhotra, A. K. (2009). Acute dopamine depletion with branched chain amino acids decreases auditory top-down event-related potentials in healthy subjects. *Schizophrenia Research*, *111*(1–3), 167–173. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2009.03.023> PM - 19356906

- Nielsen, J. M. (1946). *Agnosia, apraxia, aphasia: their value in cerebral localization* (2nd ed.). Hoeber.
- O'Donnell, C., Di Simplicio, M., Brown, R., Holmes, E. A., & Burnett Heyes, S. (2018). The role of mental imagery in mood amplification: an investigation across subclinical features of bipolar disorders. *Cortex*, *105*, 104–117. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.08.010>
- Pace, T., Koenig-Robert, R., & Pearson, J. (2023). Different Mechanisms for Supporting Mental Imagery and Perceptual Representations: Modulation Versus Excitation. *Psychological Science*, *34*(11), 9567976231198436. <https://doi.org/10.1177/09567976231198435>
- Pagel, J. F., & Helfter, P. (2003). Drug induced nightmares - An etiology based review. *Human Psychopharmacology*, *18*(1), 59–67. <https://doi.org/10.1002/hup.465>
- Paivio, A. (1963). Learning of Adjective-Noun Paired Associates As a Function of Adjective-Noun Word Order and Noun Abstractness. *Canadian Journal of Psychology*, *17*(4), 370–379. <https://doi.org/10.1037/h0083277>
- Paivio, A. (1990). *Mental representations: a dual coding approach*. Oxford University Press.
- Palermo, L., Boccia, M., Piccardi, L., & Nori, R. (2022). Congenital lack and extraordinary ability in object and spatial imagery: An investigation on sub-types of aphantasia and hyperphantasia. *Consciousness and Cognition*, *103*, 103360. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2022.103360>
- Palmiero, M., Cardi, V., & Belardinelli, M. O. (2011). The role of vividness of visual mental imagery on different dimensions of creativity. *Creativity Research Journal*, *23*(4), 372–375. <https://doi.org/10.1080/10400419.2011.621857>
- Palombo, D. J., Alain, C., Söderlund, H., Khuu, W., & Levine, B. (2015). Severely deficient autobiographical memory (SDAM) in healthy adults: a new mnemonic syndrome. *Neuropsychologia*, *72*, 105–118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.04.012>
- Pantelia, M. (2011). *The Online Liddell-Scott-Jones Greek-English Lexicon*. Retrieved December 1, 2021. <http://stephanus.tlg.uci.edu/lsg/>

- Park, T. (2019). Why successful performance in imagery tasks does not require the manipulation of mental imagery. *Avant*, *10*(2), 1–11. <https://doi.org/10.26913/avant.2019.02.02>
- Pearson, J. (2019). The human imagination: the cognitive neuroscience of visual mental imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, *20*(10), 624–634. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0202-9>
- Pearson, J., Naselaris, T., Holmes, E. A., & Kosslyn, S. M. (2015). Mental imagery: functional mechanisms and clinical applications. *Trends in Cognitive Sciences*, *19*(10), 590–602. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.08.003>
- Pearson, J., Rademaker, R. L., & Tong, F. (2011). Evaluating the mind's eye: The metacognition of visual imagery. *Psychological Science*, *22*(12), 1535–1542. <https://doi.org/10.1177/0956797611417134>
- Pellegrino, J. W., Rosinski, R. R., Chiesi, H. L., & Siegel, A. (1977). Picture-word differences in decision latency: an analysis of single and dual memory models. *Memory & Cognition*, *5*(4), 383–396. <https://doi.org/10.3758/BF03197377>
- Petilli, M. A., Günther, F., Vergallito, A., Ciapparelli, M., & Marelli, M. (2021). Data-driven computational models reveal perceptual simulation in word processing. *Journal of Memory and Language*, *117*, 104194. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2020.104194>
- Plomp, G., Nakatani, C., Bonnardel, V., & Van Leeuwen, C. (2004). Amodal completion as reflected by gaze durations. *Perception*, *33*(10), 1185–1200. <https://doi.org/10.1068/p5342x>
- Pounder, Z., Jacob, J., Eardley, A. F., Evans, S., Loveday, C., & Silvanto, J. (2021). Exploring individual differences in neuropsychological and visuospatial working memory task performance in aphantasia. *Journal of Vision*, *21*(9), 2655–2655. <https://doi.org/10.1167/JOV.21.9.2655>
- Pounder, Z., Jacob, J., Evans, S., Loveday, C., Eardley, A. F., & Silvanto, J. (2022). Only minimal differences between individuals with congenital aphantasia and those with typical imagery on neuropsychological tasks that involve imagery. *Cortex*, *148*, 180–192. <https://doi.org/10.1016/J.CORTEX.2021.12.010>
- Pounder, Z., Jacob, J., Jacobs, C., Loveday, C., Towell, T., & Silvanto, J. (2018). Mental

- rotation performance in aphantasia. *Journal of Vision*, 18(10), 1123–1123.  
<https://doi.org/10.1167/18.10.1123>
- Pylyshyn, Z. W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain: a critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80(1), 1–24.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1037/h0034650>
- Resick, P. A., Monson, C. M., & Chard, K. M. (2016). *Cognitive processing therapy for PTSD: A comprehensive manual*. Guilford Publications.
- Robertson, A. E., & Simmons, D. R. (2013). The relationship between sensory sensitivity and autistic traits in the general population. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(4), 775–784. <https://doi.org/10.1007/S10803-012-1608-7/FIGURES/3>
- Ross, B. (2016, April). *Aphantasia: How It Feels To Be Blind In Your Mind*.  
<https://www.facebook.com/notes/blake-ross/aphantasia-how-it-feels-to-be-blind-in-your-mind/10156834777480504/>
- Rupp, C., Doebler, P., Ehring, T., & Vossbeck-Elsebusch, A. N. (2017). Emotional Processing Theory Put to Test: A Meta-Analysis on the Association Between Process and Outcome Measures in Exposure Therapy. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, 24(3), 697–711. <https://doi.org/10.1002/PPP.2039>
- Schacter, D. L., & Addis, D. R. (2007). The cognitive neuroscience of constructive memory: Remembering the past and imagining the future. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1481), 773–786.  
<https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2087>
- Schneider, D. W., & Anderson, J. R. (2010). Asymmetric switch costs as sequential difficulty effects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(10), 1873–1894.  
<https://doi.org/10.1080/17470211003624010>
- Schooler, J. W., & Engstler-Schooler, T. Y. (1990). Verbal overshadowing of visual memories: Some things are better left unsaid. *Cognitive Psychology*, 22(1), 36–71.  
[https://doi.org/10.1016/0010-0285\(90\)90003-M](https://doi.org/10.1016/0010-0285(90)90003-M)
- Schwitzgebel, E. (2002). How well do we know our own conscious experience? The case of visual imagery. *Journal of Consciousness Studies*, 9(5–6), 35–53.  
<https://www.jstor.org/stable/43154688>

- Shah, P. J., Boilson, M., Rutherford, M., Prior, S., Johnston, L., Maclver, D., & Forsyth, K. (2022). Neurodevelopmental disorders and neurodiversity: definition of terms from Scotland's National Autism Implementation Team. *The British Journal of Psychiatry*, *221*(3), 577–579. <https://doi.org/10.1192/BJP.2022.43>
- Shakespeare, T. (2021). The social model of disability. In L. J. Davis (Ed.), *The Disability Studies Reader* (Vol. 2, pp. 16–24). Routledge. <https://doi.org/10.12968/bjha.2010.4.10.79078>
- Sherwood, R., & Pearson, J. (2010). Closing the Mind's Eye: Incoming Luminance Signals Disrupt Visual Imagery. *PLoS ONE*, *5*(12), e15217. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015217>
- Speed, L. J., Eekhof, L. S., & Mak, M. (2024). The role of visual imagery in story reading: Evidence from aphantasia. *Consciousness and Cognition*, *118*, 103645. <https://doi.org/10.1016/J.CONCOG.2024.103645>
- Spielberger, C. D., Gorssuch, R. L., Lushene, P. R., Vagg, P. R., & Jacobs, G. . (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Consulting Psychologists Press.
- Stoet, G. (2017). PsyToolkit: A novel web-based method for running online questionnaires and reaction-time experiments. *Teaching of Psychology*, *44*(1), 24–31. <https://doi.org/10.1177/0098628316677643>
- Svoboda, E., McKinnon, M. C., & Levine, B. (2006). The functional neuroanatomy of autobiographical memory: a meta-analysis. *Neuropsychologia*, *44*(12), 2189–2208. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.05.023>
- Takahashi, J., Saito, G., Omura, K., Yasunaga, D., Sugimura, S., Sakamoto, S., Horikawa, T., & Gyoba, J. (2023). Diversity of aphantasia revealed by multiple assessments of visual imagery, multisensory imagery, and cognitive style. *Frontiers in Psychology*, *14*, 1174873. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2023.1174873>
- Teyler, T. J., & DiScenna, P. (1986). The Hippocampal Memory Indexing Theory. *Behavioral Neuroscience*, *100*(2), 147–154. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.100.2.147>
- Thorudottir, S., Sigurdardottir, H. M., Rice, G. E., Kerry, S. J., Robotham, R. J., Leff, A. P., & Starrfelt, R. (2020). The architect who lost the ability to imagine: The cerebral basis of visual imagery. *Brain Sciences*, *10*(2), 59.

<https://doi.org/10.3390/brainsci10020059>

- Tween, O. F. (2019). *Investigation into Aphantasia: Neurological, Functional, and Behavioral Correlates*. <https://doi.org/10.31237/osf.io/q7v2k>
- Vannucci, M., Pelagatti, C., Chiorri, C., & Mazzoni, G. (2016). Visual object imagery and autobiographical memory: object imagers are better at remembering their personal past. *Memory*, 24(4), 455–470. <https://doi.org/10.1080/09658211.2015.1018277>
- Vö, M. L. H., Boettcher, S. E., & Draschkow, D. (2019). Reading scenes: how scene grammar guides attention and aids perception in real-world environments. *Current Opinion in Psychology*, 29, 205–210. <https://doi.org/10.1016/J.COPSYC.2019.03.009>
- Walker, N. (2014). *Neurodiversity: Some basic terms & definitions*. <https://neuroqueer.com/neurodiversity-terms-and-definitions/>
- Wallace, B. (1988). Imaging ability, visual search strategies, and the unvividness paradox. *Journal of Mental Imagery*, 12(3–4), 173–184.
- Watkins, N. W. (2018). (A)phantasia and severely deficient autobiographical memory: Scientific and personal perspectives. *Cortex*, 105, 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.10.010>
- Whitfield-Gabrieli, S., & Nieto-Castanon, A. (2012). Conn: A Functional Connectivity Toolbox for Correlated and Anticorrelated Brain Networks. *Brain Connectivity*, 2(3), 125–141. <https://doi.org/10.1089/brain.2012.0073>
- Wicken, M., Keogh, R., & Pearson, J. (2021). The critical role of mental imagery in human emotion: Insights from fear-based imagery and aphantasia. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288(1946), 20210267. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.0267>
- World Health Organization. (2019). *International statistical classification of diseases and related health problems* (10th ed.). <https://icd.who.int/browse10/2019/en#/R44>
- Wright, A., & Barton, J. J. S. (2008). Viewpoint invariance in the discrimination of upright and inverted faces. *Vision Research*, 48(25), 2545–2554. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2008.08.019>
- Yang, Y. (2022). Analysis on Aphantasia's Symptom. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 631, 1037–1040.

<https://doi.org/10.2991/assehr.k.220105.192>

- Young, S., Gudjonsson, G. H., Terry, R., & Bramham, J. (2008). Victim Empathy Response Assessment (VERA): The validation of a new measure for forensic patients. *Journal of Forensic Psychiatry and Psychology*, *19*(2), 191–204. <https://doi.org/10.1080/14789940701740172>
- Yui, L., Ng, R., & Perera-W.A., H. (2017). Concrete vs abstract words – what do you recall better? A study on dual coding theory. *PeerJ*, e2719v1. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.2719v1>
- Zeman, A. (2016). *Aphantasia: 10,000 people make contact over visual imagery*. The Exeter Blog. <https://blogs.exeter.ac.uk/exeterblog/blog/2016/11/08/aphantasia-10000-people-make-contact-over-visual-imagery/>
- Zeman, A., Della Sala, S., Torrens, L. A., Gountouna, V.-E., McGonigle, D. J., & Logie, R. H. (2010). Loss of imagery phenomenology with intact visuo-spatial task performance: a case of ‘blind imagination. *Neuropsychologia*, *48*(1), 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.08.024>
- Zeman, A., Dewar, M., & Della Sala, S. (2015). Lives without imagery - Congenital aphantasia. *Cortex*, *73*, 378–380. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.05.019>
- Zeman, A., Milton, F., Della Sala, S., Dewar, M., Frayling, T., Gaddum, J., Hattersley, A., Heuerman-Williamson, B., Jones, K., MacKisack, M., & Winlove, C. (2020). Phantasia—The psychological significance of lifelong visual imagery vividness extremes. *Cortex*, *130*, 426–440. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.04.003>
- Zhao, B., Della Sala, S., Zeman, A., & Gherri, E. (2022). Spatial transformation in mental rotation tasks in aphantasia. *Psychonomic Bulletin and Review*, *29*(6), 2096–2107. <https://doi.org/10.3758/S13423-022-02126-9>

## 8. Anhang

In Anhang A werden die der Dissertation zugrundeliegenden Originalpublikationen aufgeführt. In Anhang B und C werden die in den Studien 7 und 8 verwendeten Originalfragebögen und Interviews dargestellt. Um den Wortlaut der Items und Antworten nicht zu verändern, wurden sie im Englischen belassen.

### A. Übersicht der Originalpublikationen

Der Dissertation liegen die unten aufgelisteten Originalpublikationen zugrunde. Da aufgrund von Urheberrechtsvereinbarungen nicht alle Publikationen erneut veröffentlicht werden dürfen, wird per Link auf die Originalpublikationen verwiesen. Die Reihenfolge entspricht der Erwähnung im Text.

**Studie 1:** Monzel, M., Keidel, K. & Reuter, M. (2021). Imagine, and you will find – Lack of attentional guidance through visual imagery in aphantasics. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 83, 2486–2497. <https://doi.org/10.3758/s13414-021-02307-z>

**Studie 2:** Monzel, M. & Reuter, M. (2024). Where’s Wanda? The influence of visual imagery vividness on visual search speed measured by means of hidden object pictures. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 86, 22–27. <https://doi.org/10.3758/s13414-022-02645-6>

**Studie 3:** Monzel, M., Vetterlein, A. & Reuter, M. (2022). Memory deficits in aphantasics are not restricted to autobiographical memory – Perspectives from the Dual Coding Approach. *Journal of Neuropsychology*, 16(2), 444–461. <https://doi.org/10.1111/jnp.12265>

**Studie 4:** Monzel, M., Vetterlein, A., Hogeterp, S. A., & Reuter, M. (2023). No increased prevalence of prosopagnosia in aphantasia: Visual recognition deficits are small and not restricted to faces. *Perception*, 52(9), 629–644. <https://doi.org/10.1177/03010066231180712>

**Studie 5:** Monzel, M., Handlogten, J., & Reuter, M. (2024). No verbal overshadowing in aphantasia: The role of visual imagery for the verbal overshadowing effect. *Cognition*, 245, 105732. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2024.105732>

**Studie 6:** Monzel, M., Leelaarporn, P., Lutz, T., Schultz, J., Brunheim, S., Reuter, M., & McCormick, C. (2024). Hippocampal-occipital connectivity reflects autobiographical memory deficits in aphantasia. *eLife*13:RP94916. <https://doi.org/10.7554/eLife.94916.2>

**Studie 7:** Monzel, M., Keidel, K., & Reuter, M. (2023). Is it really empathy? The potential confounding role of visual imagery in self-reports of empathy. *Journal of Research in Personality*, 103, 104354. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2023.104354>

**Studie 8:** Monzel, M., Vetterlein, A. & Reuter, M. (2022). No general pathological significance of aphantasia: An evaluation based on criteria for mental disorders. *Scandinavian Journal of Psychology*, 64(3), 314–324. <https://doi.org/10.1111/sjop.12887>

**Studie 9:** Monzel, M., Dance, C., Azañon, E., & Simner, J. (2023). Aphantasia within the framework of neurodivergence: some preliminary data and the curse of the confidence gap. *Consciousness and Cognition*, 115, 103567. <https://doi.org/10.1016/j.con-cog.2023.103567>

**Studie 10:** Monzel, M., Mitchell, D., Macpherson, F., Pearson, J., & Zeman, A. (2022). Aphantasia, dysikonesia, anauralia: call for a single term for the lack of mental imagery – Commentary on Dance et al. (2021) and Hinwar and Lambert (2021). *Cortex*, 150, 149–152. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.02.002>

**Studie 11:** Monzel, M., Mitchell, D., Macpherson, F., Pearson, J., & Zeman, A. (2022). Proposal for a consistent definition of aphantasia and hyperphantasia: A response to Lambert and Sibley (2022) and Simner and Dance (2022). *Cortex*, 152, 74–76. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.04.003>

**Studie 12:** Monzel, M., Agren, T., Tengler, M., & Reuter, M. (2023). Imaginal extinction without imagery: Dissociating the effects of visual imagery and propositional thought by contrasting participants with aphantasia, simulated aphantasia, and controls. *Psychophysiology*, e14271. <https://doi.org/10.1111/psyp.14271>

**Studie 13:** Monzel, M., Karneboge, J., & Reuter, M. (2023). The role of dopamine in visual imagery – An experimental pharmacological study. *Journal of Neuroscience Research*, 102, e25262. <https://doi.org/10.1002/jnr.25262>

## B. Items des verbalisierten Pictorial Empathy Test

**Tabelle B1.** Gegenüberstellung der Items des originalen Pictorial Empathy Tests (PET; Lindeman et al., 2018) und des verbalisierten Pictorial Empathy Tests (Monzel, Keidel, et al., 2023).

Item	Originaler PET	Verbalisierter PET
Instruktion	How touching do you find the photograph?	How touching do you find the scene described?
1		A young woman kneels on one leg in front of a person's body. Her facial features are distorted and her mouth is open. She has folded her hands in front of her chest. She looks down at the person lying on her back, whose left hand is resting on a large bloodstain on her chest. The right hand rests on her stomach. The person's eyes are closed and her mouth is covered in blood.
2		A little boy in a striped cardigan looks down with a furrowed brow, a slightly open mouth and drawn-together eyebrows. A small red scar and several tears can be seen on his left cheek. To the left and right of the boy are two other people facing away from him.
3		An infant is held on the arm of another person. The child's upper body is unclothed and its body is covered with poxes, which are especially on its face. It looks to the ground with slightly swollen, wrinkled eyes. A tear can be seen on its left cheek. Its cracked lips are half open and the corners of its mouth point downward.
4		A baby is lying on a plaid blanket with its head on a pillow. It is dressed only with a diaper with print and its arms and legs are wrapped with bandages. The fingers and small parts of the legs are peeking out. The naked upper body is scarred. Eyes and mouth are closed.

Item	Originaler PET	Verbalisierter PET
5		<p>A man wearing a hat and a beige coat holds the lifeless-looking body of a boy in his hands and looks up at the sky with his mouth wide open, his eyes narrowed and his eyebrows drawn together. The boy is lying on his back, his limbs hanging down. He is wearing a white shirt, blue pants and black patent leather shoes. There are traces of blood on some parts of the shirt. Slightly offset behind them stands a soldier with a rifle in his hand.</p>
6		<p>A child with dark skin lies on a hospital couch. A green blanket reaches up to its chest and only its head and upper body are visible. Both arms are wrapped with bandages. The right hand lies on the bare chest. The dark hair is matted and swept back. The lower half of the face has a reddish glow. Blood-encrusted wounds can be seen all over the face. The lips are heavily dark-encrusted and slightly open. The closed eyes and forehead are yellowish-brown incrustated. The child has no eyelashes and eyebrows. There is something white in the ears. A white hand is touching the child's left shoulder.</p>
7		<p>Three men stand close together, the middle one has bleeding wounds all over his face and is supported by the other two. His mouth is closed and his eyelids are swollen. The man to his right is talking on the phone and looking up with a furrowed brow. The other man is looking behind. Behind the men, several cars and men in police uniforms can be seen.</p>

*Anmerkung.* Bild 1: Dateiname in Wikimedia Commons: "Julien Bryan - Life - 50893.jpg". Lizenz: This work is in the public domain. Bild 2: Dateiname in Wikimedia Commons: "2012 East Azerbaijan earthquakes. by Mardetanha 1527.JPG". Lizenz: GNU Free Documentation License [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) oder CC-BY-SA-3.0-2.5-2.0-1.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)]. Autor: Mardetanha. Bild 3: Dateiname in Wikimedia Commons: "Rahima Banu.jpg". Lizenz: This work is in the public domain. Autor: CDC/ World Health Organization Stanley O. Foster M.D., M.P.H. Bild 4: Dateiname in Wikimedia Commons: "Tratamiento epidermolisis bullosa.jpg". Lizenz: GNU Free Documentation License [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) oder CC-BYSA-3.0-2.5-2.0-1.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)]. Autor: Yovanna.Gonzalez. Bild 5: Dateiname in Wikimedia Commons: "V rekonstrukcja Bitwy o Mławę, miasto 0992.jpg". Lizenz: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Poland license. Autor: Adam Kliczek, <http://zatrzymujczas.pl> (CC-BY-SA-3.0). Bild 6: Dateiname in Wikimedia Commons: "Bala Baluk massacre by US troops.jpg". Lizenz: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 [CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)]. Autor: Rawa77. Bild 7: Dateiname in Wikimedia Commons: "Wounded Minsk blast 2.jpg". Lizenz: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 [CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)]. Autor: Anton Motolko.

### C. Aphantasia Distress Questionnaire

**Tabelle C1.** Items des Aphantasia Distress Questionnaire (Monzel, Vetterlein, et al., 2023) inklusive Mittelwerte ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ), Trennschärfen ( $r_{it}$ ), Itemschwierigkeiten ( $p$ ) und Faktorladungen.

Item	$M$	$SD$	$r_{it}$	$p$	Faktorladung
<b>I had the feeling that ...</b>					
... my (lack of) mental imagery was limiting my overall well-being.	1.91	1.32	.82	.18	.86
... my (lack of) mental imagery was impairing my work performance.	1.97	1.33	.71	.19	.75
... I was becoming alienated from myself because of my (lack of) mental imagery.	1.74	1.21	.74	.15	.77
... I was inferior to other people because of my (lack of) mental imagery.	1.89	1.34	.71	.18	.74
... my (lack of) mental imagery was hampering my daily life.	1.74	1.15	.81	.15	.85
... a part of my identity got lost due to my (lack of) mental imagery.	1.75	1.30	.67	.15	.70
... my (lack of) mental imagery was putting a strain on my personal relationships.	1.67	1.13	.68	.13	.71
... my (lack of) mental imagery was impairing my mental capacity.	2.02	1.39	.72	.20	.76

*Anmerkung.* Instruktionen: "Please indicate how you have felt most of the time *during the last week (does not apply at all to applies at all).*"

**Tabelle C2.** Beispielantworten von Personen mit Aphantasia auf die explorative Frage „In welchen Lebensbereichen fühlen Sie sich durch Ihr fehlendes willentliches sensorisches Vorstellungsvermögen eingeschränkt?“

Kategorisierung	Beispiele
Minderwertigkeitsgefühle	“[I have impairments in] strategies of learning and problem solving because of lack of visual memory.”
	“Both at work and in my free time, there are challenges or tasks that I can never do as well as someone without aphantasia without a lot of effort/exercise.”
	“I enjoy art a lot, especially movies, but because of aphantasia and also SDAM I was not able to attend any art school so I had to choose to do what I am able to do but not fully enjoying.”
Soziale Hindernisse	“I would say that my lack of mental imagery has impaired my ability to meet creative demands in my work, and my personal artistic goals in my hobbies.”
	“I feel terrible when I make friends sad by not remembering things we did together.”
	“Not remembering people, therefore missing people less, not reaching out to them as much as I should.”
	“In relationships. When I can't feel them, can't see them. It feels like they are not there.”
	“I feel sad that I can't visualise the faces of family and friends. I struggle to remember names and faces which can be embarrassing.”
	“Communicating with other people, especially when I need to understand what they want to convey and lots of the talk, the words are connected to visual data that I simply do not relate and eliminate.”
Identitätsverlust	“I feel like I am rude when I forget someone's name or face, even though it is out of my control.”
	“It feels strange to know that major episodes of my life will likely be forgotten unless I specifically make a story of it.”
	“I have almost no memory of past events, even important ones like my wedding and the births of our children.”
	“I am sad that I cannot remember details of past events – kids' birthdays or trips or my parents voices or face.”

*Anmerkung.* Diese und weitere Antworten waren Grundlage für die Entwicklung des Aphantasia Distress Questionnaire (Monzel, Vetterlein, et al., 2023).