



Institut für optionale Studien, Studium Liberale E3
Kognitive Funktionen in der modernen Welt

Dozent: Dr. Magnus Liebherr
(Sommersemester 2021)

(Un-)geteilte Aufmerksamkeit?

Auswirkungen zunehmender Smartphonennutzung auf das menschliche Gehirn

Robert Hennings
Adresse
Adresse

Matrikel-Nr.:
6. FS BWL, B. Sc.

Abgabe: 01.07.2021

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Inhaltsverzeichnis | I |
| Anhangsverzeichnis | I |
| 1. Einleitung | 1 |
| 2. Smartphones: Die Erweiterung unseres Selbst..... | 1 |
| 3. Abgrenzung der geteilten Aufmerksamkeit..... | 3 |
| 4. Effekte auf das Gehirn und menschliche Kognition | 4 |
| 5. Fazit | 7 |
| Anhang | 8 |
| Literaturverzeichnis | 10 |

Anhangsverzeichnis

| | |
|--|---|
| Anhang A1: Grundlegende Informationsverarbeitungsareale des Gehirns..... | 8 |
| Anhang A2: Bevölkerung und Smartphonennutzer in Deutschland..... | 8 |
| Anhang A3: Aktivierungen im Gehirn bei der Wahrnehmung von Schmerz..... | 9 |
| Anhang A4: Aktivierungen im anterioren und mittleren insulären Cortex..... | 9 |

Einleitung

Elementar für das Selbstverständnis des Menschen und für seine Lebensfähigkeit ist die kognitive Wahrnehmung seiner Umwelt. Dabei sind das Aufnehmen von Informationen, das Erinnern und die Summe der persönlichen Erfahrungen die Grundlage der persönlichen Identität. Diesem sich ständig wiederholenden Ablauf ist in Schritt eins, angenommen die grundlegenden kognitiven Funktionen sind gegeben, zunächst die Aufmerksamkeit vorgeschaltet.¹ Erst die Aufmerksamkeit bestimmt, worauf wir unseren Fokus, unsere Bereitschaft des näheren Auseinandersetzens, lenken. Diesen Informationen sind wir bereit Speicherkapazität in unserem Gedächtnis einzuräumen, um sie bei Bedarf zu reaktivieren. Bei diesem Prozess spielen verschiedene Variablen eine entscheidende Rolle, die für den Erfolg des Erinnerns bzw. des Anwendens des Gelernten von Bedeutung sind. Das sind beispielsweise die Zeitdauer, die wir bereit sind aufzuwenden, das Maß an Aufmerksamkeit, sowie die natürlichen Gegebenheiten der Umwelt.²

Hauptsächlich wird es in dieser Arbeit um die angesprochenen Variablen eins und zwei gehen, die die geteilte Aufmerksamkeit betreffen. Damit einhergehend werden mögliche Änderungen des menschlichen Gehirns dargestellt. In der heutigen Zeit der digitalen Vernetzung werden diese im Zusammenhang mit der Smartphonennutzung aufgezeigt, wie auch der Frage nachgegangen, ob sich unser Gehirn eventuell anatomisch den dynamischen Umständen des 21. Jahrhunderts angepasst hat. Die funktionale Technik und die gesellschaftliche Akzeptanz von Smartphones wird in Kapitel zwei dargestellt. Darauf folgend wird in Kapitel drei der Begriff der geteilten Aufmerksamkeit abgegrenzt, um in Kapitel vier die Auswirkungen der Smartphones auf das menschliche Gehirn beurteilen zu können. Ein abschließendes Fazit wird in Kapitel fünf gegeben.

Smartphones: Die Erweiterung unseres Selbst

Bereits 1990 stellen Baacke, Sander und Vollbrecht fest, „dass Medien heute nicht mehr als technische Installationen in wenigen Räumen zur Verfügung stehen, sondern die Alltagswelt in Familie, Schule und Freizeit durchdringen“.³ Was 1990 galt, gilt heute umso mehr. Das Smartphone ist durch seine Eigenschaften so stark in das alltägliche Leben des Menschen eingedrungen, dass Benachrichtigungstöne

¹ Vgl. Goldhammer, F./Moosbrugger, H. (2006), S. 33.

² Vgl. Goldhammer, F./Moosbrugger, H. (2006), S. 33.

³ Vgl. Baacke, D./Sander, U./Vollbrecht, R. (1990), S. 9.

Aktivierungen in der Inselrinde des Gehirns auslösen.⁴ Dieses Hirnareal (s. Abb. A1) ist für die Verarbeitung von Emotionen wie Liebe, Barmherzigkeit, Empathie, motorische Kontrolle und kognitive Fähigkeiten zuständig, was den Einfluss der Technik auf den Menschen verdeutlicht.⁵ Im Folgenden werden die zentralen Funktionalitäten des Geräts aufgezeigt, um dessen Einflüsse auf die menschliche Kognition besser beurteilen zu können.

Grundlegende Merkmale des Smartphones sind seit erstmaliger Vermarktung des iPhones 2007 nahezu unverändert. Es ist ein transportabler, wiederaufladbarer Computer, welcher über einen Touch-Screen, d. h. weitestgehend ohne Tasten, bedient wird. Herauszustellen ist vor allem die permanente Funk-Schnittstellenverbindung, die dem Nutzer jederzeit und überall den Internetzugang ermöglicht, sowie den Zugriff auf Millionen zusätzlich herunterladbarer Applikationen.⁶ Kombiniert werden weitere Funktionen wie Kameras, Mikrofone, Lautsprecher, verschiedene Sensoren und Vibrationsmotoren.⁷ Bezeichnend ist, dass durch die reine Funktionalität bereits jede kognitive Einflussnahme auf den Menschen konzeptuell umgesetzt wird.⁸ Die Tragweite der Beschäftigung mit der Frage nach der Auswirkung der Smartphonennutzung auf die Kognition des Menschen, wird durch die derzeitigen Verbreitung und Akzeptanz der Geräte in der Gesellschaft deutlich, wie es die Abbildung A2 im Anhang zeigt. 2009 besaßen in Deutschland rund 8% aller Menschen ein Smartphone; 2019 waren es bereits ca. 70%, was eine Steigerung von 62% innerhalb von 10 Jahren entspricht. Wie stark die Geräte in den Alltag eingebunden sind, verdeutlicht die tägliche Anzahl von Aktivierungen des Smartphones mit durchschnittlichen 10 bis 200 Mal.⁹

Eine nähere Auseinandersetzung mit den potenziellen Folgen des menschlichen Handelns durch die exzessive Nutzung erscheint daher unumgänglich, um frühzeitig geeignete Maßnahmen zur Abwendung von Fehl- und Suchtverhalten einleiten zu können.¹⁰

⁴ Vgl. Lindstrom, M. (2011), S. 2.

⁵ Vgl. Lindstrom, M. (2011), S. 2.

⁶ Vgl. Spitzer, M. (2018), S. 3, Vgl. Firth, J. A./Torous, J./Firth, J. (2020), S. 1.

⁷ Vgl. Spitzer, M. (2018), S. 3.

⁸ Vgl. Wilmer, H. H./Sherman, L. E./Chein, J. M. (2017), S. 1.

⁹ Vgl. Truong, K. N./Shihipar, T./Wigdor, D. J. (2014), S. 3635.

¹⁰ Vgl. Wilmer, H. H./Sherman, L. E./Chein, J. M. (2017), S. 12.

Abgrenzung der geteilten Aufmerksamkeit

Den Begriff der Aufmerksamkeit beschreibt erstmals William James 1890 mit seiner Aussage „Everyone knows what attention is“.¹¹ In den folgenden Jahrzehnten kommt es zu einer intensiven Auseinandersetzung, wie die menschliche Aufmerksamkeit verstanden werden kann.¹² Dabei liegt der Fokus vor allem darauf geeignete Modelle zu entwickeln, die die komplexen Abläufe der Informationsverarbeitung ausreichend beschreiben, um das resultierende menschliche Verhalten als Reaktion verständlicher zu machen.¹³ Der Teilbereich der geteilten Aufmerksamkeit lässt sich als die Fähigkeit beschreiben, Aufmerksamkeitsressourcen auf mehrere zeitgleiche Aufgabenanforderungen zu verteilen.¹⁴

Als weitere Unterkategorie der geteilten Aufmerksamkeit wird der kapazitätsbasierte Ansatz nach spezifischer und unspezifischer Kapazität unterschieden.¹⁵ Die unspezifische Verarbeitungskapazität wird von einem zentralen Prozessor auf die jeweils Aufmerksamkeit erfordernden Aufgaben unspezifisch verteilt.¹⁶ Dieser Ansatz verdeutlicht die Annahme der parallelen und somit gleichzeitigen Verarbeitung über mehrere Kanäle. Die generelle Kapazität der Informationsverarbeitung ist zudem stark abhängig von dem Grad der physiologischen Aktiviertheit. Die Aufgabe erfordernde mentale Anstrengung wird geprägt von der Schwierigkeit und dem individuellen Geübtheitsgrad. Die zentrale Zuteilung der verfügbaren Kapazität erfolgt unter Berücksichtigung der aktuellen Intentionen der Person, ihren biologischen und durch individuelle Erfahrungen geprägtem Erkenntnisstand sowie den Aufgabenanforderungen selbst.

Den unspezifischen Ansatz weiter differenzierend kann von bestimmten Bedingungen der Aufmerksamkeitsleistung ausgegangen werden, d. h., dass zwischen kapazitätsbegrenzten und datenbegrenzten Prozessen unterschieden wird.¹⁷ Die Aufgabenleistung ist kapazitätsbegrenzt, wenn sie durch Zuweisung weiterer Ressourcen gesteigert werden kann; andernfalls ist sie datenbegrenzt.¹⁸ Dem liegt die An-

¹¹ Vgl. James, W. (2007), S. 403.

¹² Vgl. Goldhammer, F./Moosbrugger, H. (2006), S. 16 f.

¹³ Vgl. Goldhammer, F./Moosbrugger, H. (2006), S. 16 f.

¹⁴ Vgl. Kahneman, D. (1973), S. 113, Vgl. Wilmer, H. H./Sherman, L. E./Chein, J. M. (2017), S. 4, Vgl. Norman, D. A./Bobrow, D. G. (1975), S. 57, Vgl. Allport, A. (1993), S. 192, Vgl. Navon, D./Gopher, D. (1979), S. 226, Vgl. Wickens, C. D. (1980), S. 25.

¹⁵ Vgl. Lund, N. (2020), S. 2, Goldhammer, F./Moosbrugger, H. (2006), S. 17.

¹⁶ Vgl. Kahneman, D. (1973), S. 7ff, Vgl. Norman, D. A./Bobrow, D. G. (1975), S. 61f.

¹⁷ Vgl. Norman, D. A./Bobrow, D. G. (1975), S. 44.

¹⁸ Vgl. Norman, D. A./Bobrow, D. G. (1975), S. 46.

nahme eines abnehmenden Leistungsvorteils mit der zusätzlichen Zuweisung von Ressourcen zu Grunde.¹⁹

Den Modellen der unspezifischen Kapazität stehen die von einer spezifischen Kapazität ausgehenden Betrachtungen von entgegen.²⁰ Allport (1989) geht von spezifischen Modulen aus, die im Zusammenspiel die Aufmerksamkeit leisten. Jedes dieser Verarbeitungsmodule ist für eine spezialisierte Fähigkeit oder Fertigkeit verantwortlich, wie beispielhaft für auditive oder visuelle Verarbeitung (s. Abb. A1) mit eigener Kapazitätsbegrenzung. Der Ansatz von Navon and Gopher (1979) unterscheidet sich in dem Punkt, dass bei der Überlastung eines spezifischen Moduls auch weitere, auf andere Fähigkeiten spezialisierte Module, unterstützend einbezogen werden können.²¹ Diese Unterstützung mündet aber in einer weitaus geringeren Verarbeitungseffizienz.²² Der Ansatz von Wickens (1980) für die spezifische Kapazität unterscheidet drei Aspekte mit jeweils unterschiedlicher Ausprägung zur Charakterisierung des mentalen Verarbeitungsprozesses. Es sind die Verarbeitungsphase, welche die Prozesse Enkodierung, zentrale Verarbeitung und Reaktion umfasst, die Modalität, d. h. die Übertragungsart von visuellen oder akustischen Signalen, sowie der Eingabe- und Ausgabecode, der sowohl räumlich als auch in verbalem Übertragungskanal übermittelt werden kann.²³

Als Synthese beider Ansätze, der unspezifischen und spezifischen Kapazität, kann das Arbeitsgedächtnismodell aufgefasst werden. Dieses umfasst einen zentralen, ebenfalls kapazitätsbegrenzten Prozessor, bezeichnet als zentrale Exekutive.²⁴ Diese zentrale Exekutive steuert zwei modalitätsspezifische Verarbeitungssysteme, die phonologische Schleife und den visuell-räumlichen Notizblock, die wiederum kapazitätsbegrenzt sind.²⁵

Effekte auf das Gehirn und menschliche Kognition

Nachdem einerseits das Smartphone und dessen Verbreitung, wie auch seine Funktionen herausgestellt und andererseits die geteilte Aufmerksamkeit beleuchtet wurden, werden im Folgenden die Auswirkungen zunehmender Nutzung auf das

¹⁹ Vgl. Norman, D. A./Bobrow, D. G. (1975), S. 50.

²⁰ Vgl. Navon, D./Gopher, D. (1979), S. 214, Vgl. Wickens, C. D. (1980), S. 29.

²¹ Vgl. Navon, D./Gopher, D. (1979), S. 244.

²² Vgl. Navon, D./Gopher, D. (1979), S. 248.

²³ Vgl. Wickens, C. D. (1980), S. 242f, Vgl. Wickens, C. D. (2020), S. 15.

²⁴ Vgl. Baddeley, A., et al. (1986), S. 90.

²⁵ Vgl. Baddeley, A. D./Hitch, G. (1974), S. 556.

menschliche Gehirn aufgezeigt. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Empirie durch die erst kurze Entwicklungszeit des Smartphones restringiert ist.²⁶

Eine Auseinandersetzung mit den Effekten der Smartphonennutzung auf die geteilte Aufmerksamkeit erfolgt durch die Analyse eng verwandter Konzepte. Dazu zählen die Inhibition, das Langzeit-, das Kurzzeitgedächtnis und das Arbeitsgedächtnis.²⁷ Aufmerksamkeitserfordernde Reize können untergliedert werden in Komponenten, die die reflexive, exogene und in jene, die die willentliche, endogene Aufmerksamkeit betreffen.²⁸ Die Ursache für das exogene Auslösen liegt in der Salienz eines äußeren Ereignisses. Im Extremfall ist das zum Beispiel der Schmerzreiz einer Verletzung (s. Abb. A3 im Anhang).²⁹ Die endogenen Komponenten begründen sich auf Reize, die von der Salienz der betreffenden Ereignisse völlig unabhängig sind. Es sind rein intentionale Aufmerksamkeitszuwendungen, die sich auf bestimmte Raumkoordinaten oder einzelne Objekte beziehen.³⁰ Das Smartphone vereint in diesem Kontext beide Arten der Reizauffassung, sowohl aktiv exogene, durch zum Beispiel Benachrichtigungstöne oder Vibrationen³¹ als auch endogene.³² Es reicht die bloße räumliche Präsenz des Gerätes aus, um kognitive Leistungen der Probanden auf sich zu vereinen. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass immer, wenn der Mensch in seiner Umwelt zusätzlich mit dem Informationskanal des Smartphones interagiert, ob aktiv oder passiv, eine kognitive Leistung der geteilten Aufmerksamkeit in erheblichem Maße über den Normalzustand hinaus abverlangt wird.³³

Da die heutige Umwelt hochdynamisch ist, erfordert die Bewältigung der Informationsflüsse einen stetigen Wechsel zwischen den zwei primären Aufmerksamkeitsparadigmen: der selektiven und der geteilten Aufmerksamkeit. Dabei entstehen sogenannte „Switching-Kosten“ d. h., je öfter zwischen Aufgaben mit verschiedenen Aufmerksamkeitsanforderungen gewechselt werden muss, desto höher fallen die Switching-Kosten aus. Wie in Kapitel zwei dargelegt, unterbricht das Smartphone bis zu 200 Mal den täglichen Aufgabenfluss. Das kann zu erhöhten Switching-

²⁶ Vgl. Bernsmann, E. (2019), S. 55 f, Vgl. Liebherr, M., et al. (2020), S. 1.

²⁷ Vgl. Liebherr, M., et al. (2020), S. 3.

²⁸ Vgl. Kopp, B./Wessel, K. (2008), S. 17, Vgl. Wilmer, H. H./Sherman, L. E./Chen, J. M. (2017), S. 5.

²⁹ Vgl. Kopp, B./Wessel, K. (2008), S. 17.

³⁰ Vgl. Kopp, B./Wessel, K. (2008), S. 16 f.

³¹ Vgl. Chang, Y.-J./Tang, J. C. (2015), S. 5 f.

³² Vgl. Ward, A. F., et al. (2017), S. 1.

³³ Vgl. Liebherr, M., et al. (2020), S. 5.

Kosten führen, welche wiederum zu höheren Fehlerraten und Reaktionszeiten beitragen können.³⁴

Effekte sind, neben dem menschlichen Verhalten, auch messbare elektronische Reize im Gehirn. Bildgebende Verfahren geben Einblicke wie und wann spezielle Hirnareale aktiviert werden. Zudem lassen sich mit diesen Verfahren Veränderungen des physischen Aufbaus nachverfolgen. Studien von Greenfield (2013) zeigen, dass eine umweltbedingte Veränderung des menschlichen Gehirns durch die Nutzung des Smartphones, speziell im Bereich des Belohnungszentrums, erfolgt. Dort findet eine Neukalibrierung statt, welche in ein immer stärkeres Verlangen nach schneller Belohnung mündet.³⁵ Gehirnstrommessungen zeigen eine größere Amplitude von ereignisbezogenen N2 Potentialen während inhibitorischer Kontrolle bei Smartphone abhängigen Probanden, im Vergleich zu der Kontrollgruppe. Diese elektrischen Spannungsschwankungen in der Großhirnrinde werden von den Wissenschaftlern als veränderte mentale Verarbeitung von Inhibition gedeutet.³⁶ Das kann zu impulsiveren Handlungen und einer schwächeren inhibitorischen Kontrolle führen.³⁷

Studien zu Media-Multitasking zeigen, dass Menschen, die sich dem Multitasking aussetzen, in Aufgaben selektiver Aufmerksamkeit erhöhte Aktivitäten in rechten präfrontalen Arealen aufweisen.³⁸ Darüber hinaus haben diese Probanden größere Schwierigkeiten in der Bündelung von kognitiven Kontrollressourcen. Tägliches Media-Multitasking wirkt sich nicht nur auf die Aktivierung unterschiedlicher Areale im Gehirn aus, sondern verändert auch das Volumen der grauen Zellen. Es konnte eine Reduktion von grauen Zellen im anterioren cingulären Cortex festgestellt werden, welcher ein wichtiges Zentrum der Kontrolle von Aufmerksamkeit ist (s. Abb. A4 im Anhang).³⁹ Die wohl wichtigsten Auswirkungen sind aber nicht Einzelwirkungen von Effekten, sondern deren komplexes Zusammenspiel und gegenseitige Beeinflussungen. Vor allem das komplexe Zusammenspiel von Funktionen des Lang- und Kurzzeitgedächtnisses, dem Arbeitsgedächtnis.

Selektive und geteilte Aufmerksamkeit können bis dato nicht vollständig für eine ganzheitliche Betrachtung erklärt werden. Als bedeutendstes Zusammenspiel sind

³⁴ Vgl. Liebherr, M., et al. (2020), S. 5.

³⁵ Vgl. Greenfield, S. (2013),

³⁶ Vgl. Chen, J., et al. (2016), S. 5 f.

³⁷ Vgl. Liebherr, M., et al. (2020), S. 4.

³⁸ Vgl. Moisala, M., et al. (2016), S. 120.

³⁹ Vgl. Loh, K. K./Kanai, R. (2016), S. 512.

die Auswirkungen von Smartphonennutzung auf die Informationsspeicherung zu nennen.⁴⁰ Das Internet, in Form des Smartphones, agiert als „superstimulus for transactive memory“.⁴¹ Eine Überabhängigkeit des externen Informationsspeichers ist die Folge. Das schnelle Abrufen von Informationen führt gleichzeitig zu ausbleibenden Aktivitäten in Hirnregionen, die für das Langzeitspeichern von Informationen verantwortlich sind.⁴² Erhöhte Internetnutzung, sowie im speziellen Fall von Media-Multitasking, führt nachweislich zu geringeren Volumina an grauen Zellen im anterioren cingulären Cortex und weiteren präfrontalen Regionen, welche in Verbindung mit Aufmerksamkeitsaufrechterhaltung und dem Ausblenden von Distraktoren stehen.⁴³

Fazit

Die anfänglich aufgeworfene Frage, ob und wie die Smartphonennutzung die menschliche Kognition und die geteilte Aufmerksamkeit beeinflusst, lässt sich bis heute nicht eindeutig beantworten.⁴⁴ Aktuelle vergleichbare Ergebnisse von Neurowissenschaftlern belegen aber die Tendenz, dass die zunehmende Nutzung des Smartphones das menschliche Gehirn, und somit auch unsere Kognition verändert.⁴⁵ Bis heute können Studien, explizit zu bildgebenden Verfahren sowie Volumenmessungen von bestimmten Hirnarealen, aber noch nicht erklären, ob übermäßige Smartphonennutzung die Folge oder der Grund für Aufmerksamkeitsveränderungen sind.⁴⁶ Hier gilt es in den kommenden Jahren die Erkenntnislücke zu schließen. Dabei müssen die erleichterte Messung und das Tracking verschiedener Nutzungsparameter der digitalen Welt verstärkt genutzt werden, um die genaue Nutzung der Gehirnareale nach Kategorien weiter aufzuschlüsseln.⁴⁷

⁴⁰ Vgl. Firth, J. A./Torous, J./Firth, J. (2020), S. 2.

⁴¹ Vgl. Ward, A. F. (2013), S. 341.

⁴² Vgl. Sparrow, B./Liu, J./Wegner, D. M. (2011), S. 778, Vgl. Dong, G./Potenza, M. N. (2015), S. 2551 ff.

⁴³ Vgl. Kühn, S./Gallinat, J. (2015), S. 419f, Vgl. Loh, K. K./Kanai, R. (2014), S. 6.

⁴⁴ Vgl. Liebherr, M., et al. (2020), S. 6.

⁴⁵ Vgl. Bernsmann, E. (2019), S. 56.

⁴⁶ Vgl. Firth, J. A./Torous, J./Firth, J. (2020), S. 5.

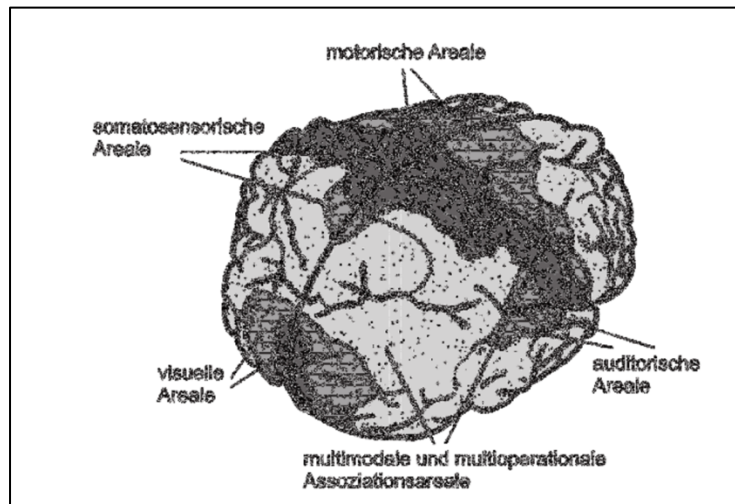
⁴⁷ Vgl. Liebherr, M., et al. (2020), S. 1, Vgl. Liebherr, M., et al. (2020), S. 5.

Anhang

Anhang A1: Grundlegende Informationsverarbeitungsareale des Gehirns.

Entnommen aus:

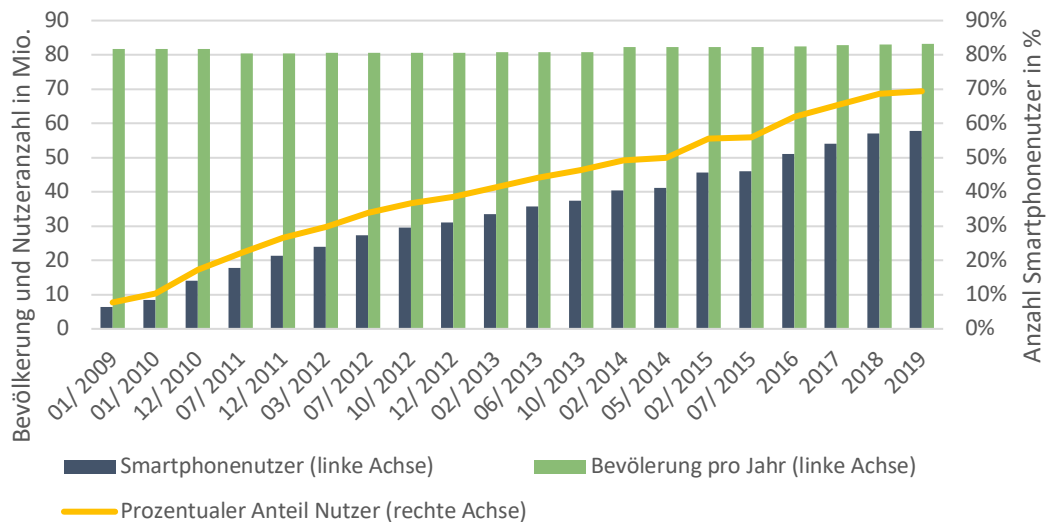
Bösel, R. (2006): Das Gehirn: Ein Lehrbuch der funktionellen Anatomie für die Psychologie, S. 46.



Anhang A2: Bevölkerung und Smartphone Nutzer in Deutschland.

Eigene Abbildung in Anlehnung an:

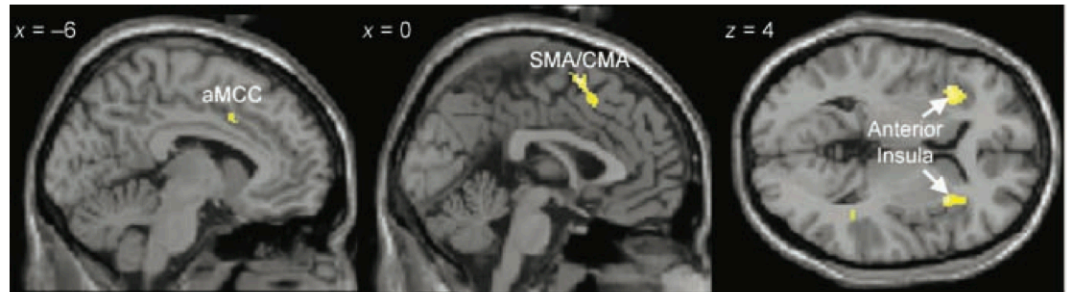
VuMA; Bitkom Research; comScore (2020).



Anhang A3: Aktivierungen im Gehirn bei der Wahrnehmung von Schmerz.

Entnommen aus:

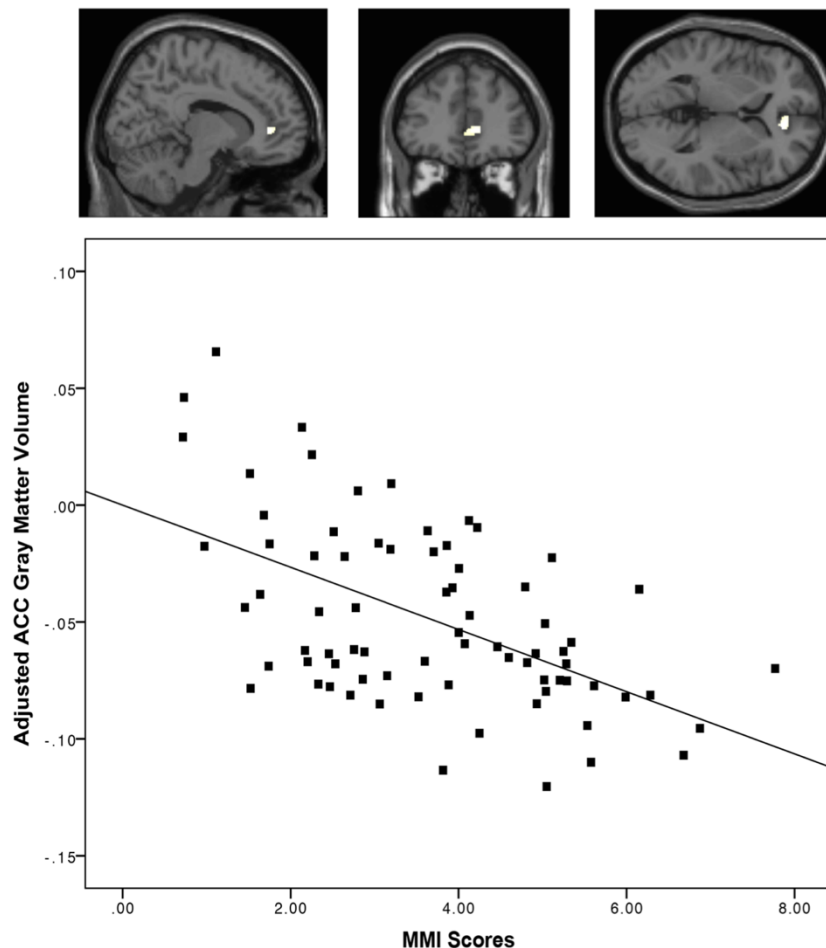
Lamm, Batson, and Decety (2007): The neural substrate of human empathy: effects of perspective-taking and cognitive appraisal, 19. Jg., S. 50.



Anhang A4: Aktivierungen im anterioren und mittleren insulären Cortex.

Entnommen aus:

K. K. Loh and Kanai (2014): Higher media multi-tasking activity is associated with smaller gray-matter density in the anterior cingulate cortex, 9. Jg., S. 4.



Literaturverzeichnis

- Allport, Alan (1989):** Visual attention.
- Allport, Alan (1993):** Attention and control: Have we been asking the wrong questions? A critical review of twenty-five years, in: Attention and performance XIV: Synergies in experimental psychology, artificial intelligence, and cognitive neuroscience, 14. Jg., S. 183.
- Baacke, Dieter/Sander, Uwe/Vollbrecht, Ralf (1990):** Lebenswelten sind Medienwelten, Bd. 1.
- Baddeley, Alan D/Hitch, Graham (1974):** Working memory, Psychology of learning and motivation, Bd. 8, S. 47-89.
- Baddeley, Alan/Logie, Robert/Bressi, S/Sala, S Della/Spinnler, H (1986):** Dementia and working memory, in: The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, 38. Jg., Nr. 4, S. 603-618.
- Bernsmann, Emanuela (2019):** Schule digital–Fokus Gehirn. Neurowissenschaftliche Erkenntnisse zur Wirkung neuer Medien, Gehirne unter Spannung, S. 53-70.
- Chang, Yung-Ju/Tang, John C. (2015).** *Investigating mobile users' ringer mode usage and attentiveness and responsiveness to communication.* Paper presented at the Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services.
- Chen, Jingwei/Liang, Yunsi/Mai, Chunmiao/Zhong, Xiyun/Qu, Chen (2016):** General Deficit in Inhibitory Control of Excessive Smartphone Users: Evidence from an Event-Related Potential Study, in: Frontiers in psychology, 7. Jg., Nr. 511.
- Dong, Guangheng/Potenza, Marc N. (2015):** Behavioural and brain responses related to Internet search and memory, in: European Journal of Neuroscience, 42. Jg., Nr. 8, S. 2546-2554.
- Firth, Josh A/Torous, John/Firth, Joseph (2020):** Exploring the impact of internet use on memory and attention processes, in: International Journal of Environmental Research and Public Health, 17. Jg., Nr. 24, S. 9481.
- Goldhammer, Frank/Moosbrugger, Helfried (2006):** Aufmerksamkeit, Leistung und Leistungsdiagnostik, S. 16-33.
- Greenfield, Susan (2013):** Screen technologies, in: Retrieved April, 16. Jg., S. 2015.
- James, William (2007):** The principles of psychology, Bd. 1.
- Kahneman, Daniel (1973):** Attention and effort, Bd. 1063.
- Kopp, B/Wessel, K (2008):** Neuropsychologie der Aufmerksamkeit, in: Aktuelle Neurologie, 35. Jg., Nr. 01, S. 16-27.
- Kühn, Simone/Gallinat, Jürgen (2015):** Brains online: structural and functional correlates of habitual Internet use, in: Addiction Biology, 20. Jg., Nr. 2, S. 415-422.
- Lamm, Claus/Batson, C Daniel/Decety, Jean (2007):** The neural substrate of human empathy: effects of perspective-taking and cognitive appraisal, in: Journal of Cognitive Neuroscience, 19. Jg., Nr. 1, S. 42-58.
- Liebherr, Magnus/Schubert, Patric/Antons, Stephanie/Montag, Christian/Brand, Matthias (2020):** Smartphones and attention, curse or blessing?-A review on the effects of smartphone usage on attention, inhibition, and working memory, in: Computers in Human Behavior Reports, 1. Jg., S. 100005.
- Lindstrom, Martin (2011):** You love your iPhone. Literally, in: New York Times, 1. Jg., S. 21A.
- Loh, K. K./Kanai, R. (2014):** Higher media multi-tasking activity is associated with smaller gray-matter density in the anterior cingulate cortex, in: PLoS One, 9. Jg., Nr. 9, S. e106698.

- Loh, Kep Kee/Kanai, Ryota (2016):** How Has the Internet Reshaped Human Cognition?, in: The Neuroscientist, 22. Jg., Nr. 5, S. 506-520.
- Lund, Nick (2020):** Attention and pattern recognition.
- Moisala, M./Salmela, V./Hietajärvi, L./Salo, E./Carlson, S./Salonen, O./Lonka, K./Hakkarainen, K./Salmela-Aro, K./Alho, K. (2016):** Media multitasking is associated with distractibility and increased prefrontal activity in adolescents and young adults, in: Neurolmage, 134. Jg., S. 113-121.
- Navon, David/Gopher, Daniel (1979):** On the economy of the human-processing system, in: Psychological review, 86. Jg., Nr. 3, S. 214.
- Norman, Donald A/Bobrow, Daniel G (1975):** On data-limited and resource-limited processes, in: Cognitive psychology, 7. Jg., Nr. 1, S. 44-64.
- Sparrow, Betsy/Liu, Jenny/Wegner, Daniel M. (2011):** Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips, in: Science, 333. Jg., Nr. 6043, S. 776-778.
- Spitzer, Manfred (2018):** Die Smartphone-Epidemie: Gefahren für Gesundheit, Bildung und Gesellschaft.
- Truong, Khai N/Shihipar, Thariq/Wigdor, Daniel J. (2014).** *Slide to X: unlocking the potential of smartphone unlocking.* Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- Ward, Adrian F/Duke, Kristen/Gneezy, Ayelet/Bos, Maarten W (2017):** Brain drain: The mere presence of one's own smartphone reduces available cognitive capacity, in: Journal of the Association for Consumer Research, 2. Jg., Nr. 2, S. 140-154.
- Ward, Adrian F. (2013):** Supernormal: How the Internet Is Changing Our Memories and Our Minds, in: Psychological Inquiry, 24. Jg., Nr. 4, S. 341-348.
- Wickens, Christopher D (1980):** The structure of attentional resources, in: Attention and performance VIII, 8. Jg., S. 239-257.
- Wickens, Christopher D (2020):** Processing resources and attention.
- Wilmer, Henry H/Sherman, Lauren E/Chein, Jason M (2017):** Smartphones and cognition: A review of research exploring the links between mobile technology habits and cognitive functioning, in: Frontiers in psychology, 8. Jg., S. 605.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Robert Hennings, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Name (Unterschrift)