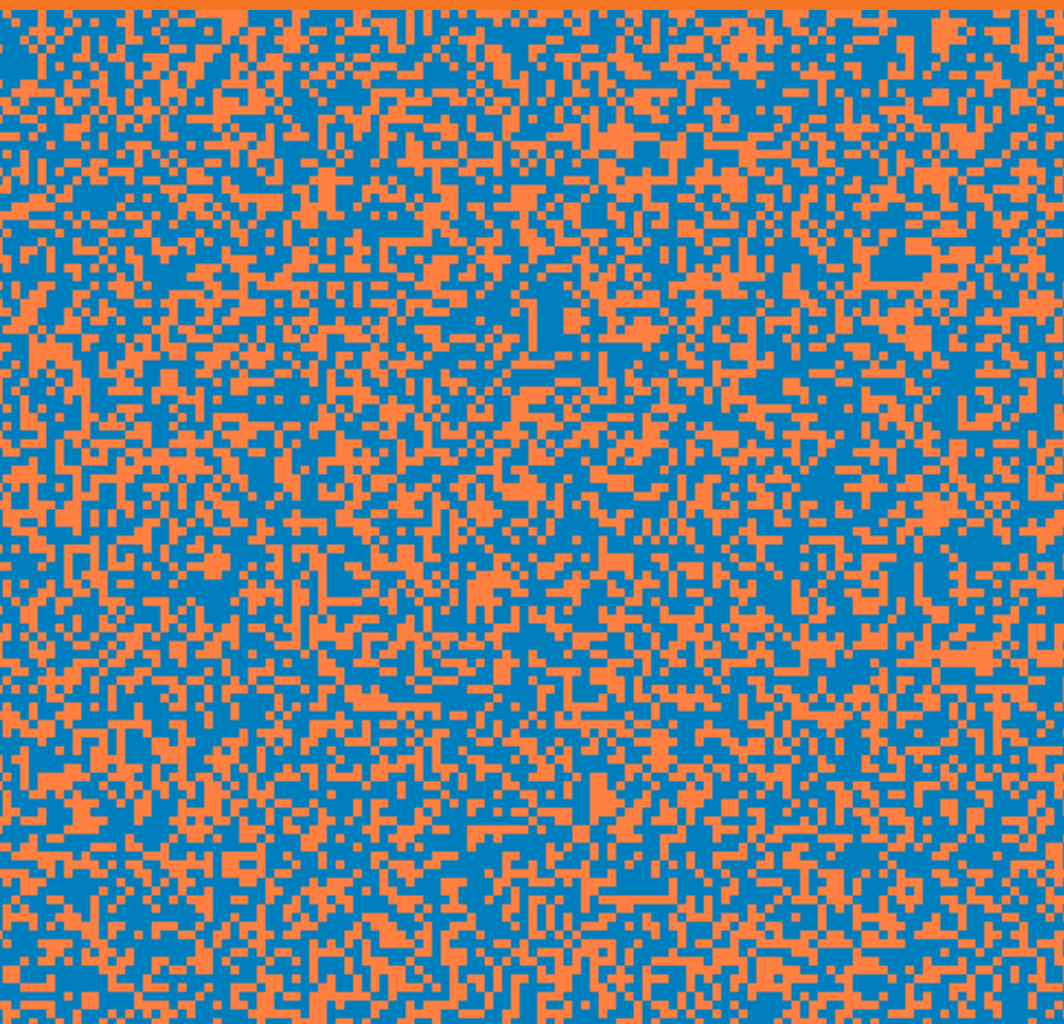


Markus U. W. G. Gernar

Wie die Mehrheit unsere Sicht auf die Dinge verändern kann

Untersuchungen zu den Auswirkungen von Mehrheitseinfluss
auf die neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens



Wie die Mehrheit unsere Sicht auf die Dinge verändern kann

Untersuchungen zu den Auswirkungen von Mehrheitseinfluss
auf die neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens

Markus Ulrich Werner Günter Gernar
geboren am 19. April 1986 in Langenhagen

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades
«Doktor der Philosophie» (Dr. phil.) an der Stiftung Universität Hildesheim
Fachbereich I Erziehungs- und Sozialwissenschaften

Betreuer der Dissertation: Prof. Dr. Andreas Mojzisch, Stiftung Universität Hildesheim

Kommission

Vorsitz: Prof. Dr. Karl-Heinz Arnold, Stiftung Universität Hildesheim
Gutachter 1: Prof. Dr. Andreas Mojzisch, Stiftung Universität Hildesheim
Gutachter 2: Prof. Dr. Christina Bermeitinger, Stiftung Universität Hildesheim

Tag der Disputation: 14. Oktober 2015

Impressum

Dieses Werk ist mit der Creative-Commons-Nutzungslizenz «Namensnennung – Nicht kommerziell – Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland» versehen. Weitere Informationen finden sind unter:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de>

Universitätsverlag Hildesheim
Universitätsplatz 1
31141 Hildesheim

www.uni-hildesheim.de/bibliothek/universitaetsverlag-open-access

Erstausgabe Hildesheim 2016
Redaktion, Satz & Gestaltung: Mario Müller

ISBN-A 10.978.3934105/690

Danksagung

Im Laufe meiner Promotion konnte ich mich nicht nur autonom in meinem Dissertationsprojekt «austoben», sondern ich hatte auch die Chance, mich anderweitig auszuprobieren, andere kleine Projekte zu verfolgen und neue Ideen zu entwickeln. Meine Zeit als Doktorand war somit eine abwechslungsreiche, kreative und spannende Reise, an deren Ende ich mich nicht mehr als Student, sondern als echter Wissenschaftler fühle. Diese Reise habe ich vor allem meinem Doktorvater Prof. Dr. Andreas Mojzisch zu verdanken. Danke, Andi, für die langen Gespräche auf Augenhöhe, in denen wir an Experimenten tüftelten und parallel gleich mehrere Ideen entwickelten. Danke für dein Vertrauen in meine Arbeit. Und danke für die Freiheit, mit der ich meiner Forschung nachgehen durfte.

Danken möchte ich auch meiner Zweitbetreuerin Prof. Dr. Christina Bermeitinger. Es war toll, dass deine Tür (im wahrsten Sinne des Wortes) immer offen stand und dass ich alles Wichtige und Drängende, aber auch alle fixen Ideen und spontanen Einfälle mit dir besprechen konnte.

Des Weiteren hatte ich das Glück, von meinen Mitautoren, Dr. Thorsten Albrecht und Prof. Dr. Andreas Voß, lernen zu dürfen. Unser Austausch war für mich stets bereichernd und er hat dazu geführt, dass ich meine Kompetenzen in der Elektroenzephalographie und in der Anwendung des Diffusionsmodells weiter vertiefen möchte. Ich bin mir sicher dass beide Methoden meine Art zu forschen nachhaltig prägen werden. Außerdem möchte ich mich bei meinen studentischen Hilfskräften bedanken, die die Experimente, die im Rahmen meiner Dissertation entstanden sind, trotz schwieriger Bedingungen stets vorangetrieben und somit einen entscheidenden Betrag zum erfolgreichen Abschluss meiner Dissertation geleistet haben.

Sehr dankbar bin ich auch meinen Mitstreiterinnen und Mitstreitern im Doktorandenalltag: Johanna Frisch, Alexander Schlemmer und Christian Treffenstädt. Alex, danke für die langen Diskussionen über das, was gute Wissenschaft ausmacht und darüber, wie das Wissenschaftssystem aktuell funktioniert. Sie haben mich darin bestärkt, an meinen Idealen festzuhalten und sie sukzessive in die Tat umzusetzen. Johanna, danke, dass ich mich immer auf dich verlassen konnte. Sich mit dir «durchzubeißen» war eine große Freude. Zusammen haben wir jedes Organisationsproblem gelöst. Danke, Christian, für deine praktische Hilfe mit allem Technischen, was ich zu bewältigen hatte, und vor allem für dein offenes Ohr und deine Zuversicht.

Schließlich danke ich Tine. Ich kann nur schwer in Worte fassen, wieviel mir deine Hilfe bedeutet und ich möchte mir nicht vorstellen, wie es ohne dich gewesen wäre. Deine unermüdliche Geduld, deine konstruktive und ehrliche Kritik und deine liebevolle Unterstützung sind mit nichts aufzuwiegen. Danke.

Inhaltsverzeichnis

- 1. Einführung 1**
- 2. Theoretischer und empirischer Hintergrund 2**
 1. Klassische Studien 2
 2. Befunde aus der sozialen Neurowissenschaft 5
 1. Forschungslinie: Mehrheitseinfluss durch Abweichung 5
 2. Forschungslinie: Mehrheitseinfluss auf evaluative Entscheidungen 6
 3. Forschungslinie: Mehrheitseinfluss auf visuelles Entscheiden 8
 4. Zusammenfassung und Zielsetzung der Dissertation 10
- 3. Methodik 11**
 1. Experimentelles Paradigma 11
 2. Das Diffusion Decision Model 12
 1. Grundannahmen 14
 2. Parameter 14
 3. Für die Fragestellung relevante Parameter 15
 4. Anwendung des Modells 16
 3. Ereigniskorrelierte Potentiale 17
 1. Grundlegende Prinzipien 17
 2. Stimulusevozierte Potentiale (SEPs) 18
 3. Lateralisiertes Bereitschaftspotential (LBP) 19
- 4. Studie 1: Social Influence and Perceptual Decision Making:
A Diffusion Model Analysis 20**

5. Studie 2: Social Conformity is due to Biased Stimulus Processing: Electrophysiological and Diffusion Analysis	21
6. Studie 3: Replikation, Erweiterung und Differenzierungen bisheriger Ergebnisse	22
1. Einleitung	22
2. Experiment 1	23
1. Methoden	23
2. Ergebnisse	25
3. Diskussion	31
3. Experiment 2	32
1. Methoden	33
2. Ergebnisse	35
3. Diskussion	39
4. Zusammenfassung	39
7. Diskussion	41
1. Zusammenfassung der Befunde	41
2. Integration der Befunde	42
3. Einschränkungen	44
1. Zeitliche Abfolge der Ereignisse im Verlauf eines Durchgangs	44
2. Differenzielle Effekte von normativem und informationalem Einfluss	44
3. Modellgüte	45
4. Geschlecht	47
4. Implikationen	48
1. Theorien zu sozialem Einfluss	48
2. Soziale Koordination	49
5. Schlussfolgerungen	50
8. Literaturverzeichnis	51

1. Einführung

Was sehe ich? Was höre ich? Was rieche ich? Was schmecke ich? Was fühle ich?

Diese Fragen stellen sich Menschen, wenn sie die Welt um sich herum wahrnehmen. Sie zu beantworten bedeutet, die eigenen Sinneseindrücke zu beurteilen und davon ausgehend Handlungsentscheidungen zu treffen. Ein Radiologe betrachtet zum Beispiel ein Röntgenbild und muss seine visuellen Sinneseindrücke dahingehend beurteilen, ob das Bild einen Tumor zeigt oder nicht. Diese Entscheidung bildet dann die Grundlage für seine Diagnose.

Wissenschaftlich wird der beschriebene Prozess als perzeptuelles Entscheiden (engl. *perceptual-decision-making*) bezeichnet:

«The process by which information that is gathered from sensory systems is combined and used to influence how we behave in the world is referred to as perceptual decision making.» (Heekeren, Marrett, & Ungerleider, 2008).

Doch nicht nur durch seine eigenen Sinneseindrücke erfährt der Einzelne etwas über seine Umwelt. Auch durch die Handlungen seiner Mitmenschen bekommt er mit, wie diese ihre Umwelt wahrnehmen und zu welchen Entscheidungen sie aufgrund dessen gekommen sind. Zum einen kann dies dem Einzelnen signalisieren, welches Verhalten das eigene Überleben sichert. Zum anderen signalisiert es ihm aber auch, welche Verhaltensweisen seine Mitmenschen für richtig halten bzw. welche von ihnen erwünscht sind. Durch seine eigenen Handlungen kommuniziert der Einzelne wiederum ebenfalls, wie er seine Umwelt wahrnimmt und was er daraus schließt. Er positioniert sich damit auch gegenüber seinen Mitmenschen. Sollte er dabei von der Mehrheit seiner Mitmenschen abweichen, läuft er Gefahr sich sozial zu isolieren.

Als Konsequenz hat das Verhalten der Mehrheit einen starken Einfluss auf das Verhalten des Einzelnen (Bond, 2005; Bond & Smith, 1996). Bereits frühe sozialpsychologische Studien zeigten, dass Mehrheiten selbst einfache perzeptuelle Entscheidungen beeinflussen (Asch, 1955, 1956; Sherif, 1935). Diese empirischen Befunde werfen die Frage auf, auf welche Art und Weise die Entscheidungen einer Mehrheit perzeptuelle Entscheidungen eines Einzelnen verändern. Welche Prozesse perzeptuellen Entscheidens werden wie beeinflusst? Zugespitzt könnte man fragen: Kann die Mehrheit die Sicht des Einzelnen auf seine Umwelt verändern? Oder stimmt der Einzelne ihrer Sicht nur zu und behält seine eigene für sich?

Die vorliegende Dissertation hat das Ziel diesen Fragen in Bezug auf visuelle Wahrnehmungsentscheidungen nachzugehen. Hierzu wird untersucht, wie sich Mehrheitseinfluss auf die neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens auswirkt.

2. Theoretischer und empirischer Hintergrund

2.1. Klassische Studien

1935 untersuchte Mustava Sherif in einer Reihe von Wahrnehmungsexperimenten die Entstehung sozialer Normen (Sherif, 1935). Dazu machte er sich den Autokinetischen Effekt zunutze: Wenn Personen im Dunkeln einen Lichtpunkt betrachten, beginnen sie eine Bewegung des Lichtpunktes wahrzunehmen, obwohl seine Position stabil ist. In seinen Experimenten sollten Probanden einschätzen, wie weit sich der Lichtpunkt bei seiner ersten Bewegung von seinem Ursprungort wegbewegt hatte.

Zunächst stellte Sherif fest, dass seine Probanden über mehrere Durchgänge hinweg eine eigene individuelle Norm entwickelten. Ihre Schätzungen variierten zunehmend enger um ihren Median, der die individuelle Norm darstellte. In einem weiteren Experiment konfrontierte Sherif zwei oder drei Teilnehmer gleichzeitig mit der Scheinbewegung des Lichtpunktes. Die Teilnehmer konnten dabei in freier Reihenfolge ihre Schätzungen laut abgeben. Über mehrere Durchgänge hinweg entwickelten die Teilnehmer dabei eine gemeinsame Norm, das heißt ihre Schätzungen konvergierten zunehmend zum Median ihrer anfänglichen Einzelschätzungen. Die Normen in den Dreiergruppen wurden vor allem durch die beiden Teilnehmer bestimmt, die von Beginn an ähnliche Schätzungen abgaben. Die Mehrheit bestimmte folglich die Gruppennorm. Nach der Gruppenphase sollten die Teilnehmer ihre Schätzungen wieder alleine abgeben. Auch hier folgten die Schätzungen der Teilnehmer weiterhin der Gruppennorm.

Sherif schloss daraus, dass soziale Normen die Beurteilung ambivalenter Wahrnehmungsinhalte bestimmen können, wenn objektive Vergleichsreferenzen fehlen. Er ging davon aus, dass die Gruppen einen gemeinsamen sprachlichen bzw. numerischen Rahmen für die Bewegung des Lichtpunktes entwickelt hatten und dass dieser Rahmen auch die späteren individuellen Beurteilungen bestimmte. Er schlussfolgerte somit nicht, dass die Gruppen eine gemeinsame Wahrnehmung des Punktes entwickelt hatten. Da er jedoch keinen Versuch unternahm zu untersuchen, wie die Urteile zu Stande kamen, blieb offen, ob die Veränderungen nur in der sprachlichen Erfassung der Lichtpunktbewegung oder auch in den beteiligten visuellen Wahrnehmungsprozessen stattfanden.

Solomon Asch (1956) knüpfte an die Studien von Sherif an. Er wollte untersuchen, ob die Meinung anderer auch dann auf ein Individuum einwirkt, wenn dessen Sinneseindrücke eigentlich eindeutig sein sollten. In diesem Rahmen untersuchte er als erster Mehrheitseinfluss auf visuelles Entscheiden. Er präsentierte seinen Probanden auf einer Tafel eine senkrechte Linie und auf einer anderen drei weitere. Die Teilnehmer sollten bestimmen, welche von diesen drei Linien genauso

lang war, wie die eine Linie auf der anderen Tafel. In der Kontrollbedingung, in der die Aufgabe alleine bearbeitet wurde, trafen die Teilnehmer in lediglich 0.7% der Durchgänge eine falsche Entscheidung. In der Experimentalbedingung saßen bis zu acht Personen vor den beiden Tafeln und bearbeiteten die Aufgabe. Nur eine von ihnen war ein tatsächlicher Proband, die restlichen Personen waren Konföderierte des Versuchsleiters. Der Proband war stets als Vorletzter an der Reihe. Sobald der Versuchsleiter die zu beurteilenden Tafeln auflegte, begannen die Konföderierten nacheinander die gleichen Entscheidungen abzugeben. Eine einstimmige Entscheidung entstand. In zwölf der insgesamt achtzehn Durchgänge war diese eindeutig falsch. Trotzdem folgten die Probanden diesem falschen Urteil in 36,8% der Durchgänge.

Asch (1956) versuchte herauszufinden, warum die Probanden dem falschen Mehrheitsurteil folgten und befragte sie nach dem Experiment. Aus den Aussagen schloss er, dass es zwei Typen von Probanden gab: Die große Mehrheit bildeten die Urteilskonformen, die der Mehrheit zustimmen aus Angst diese könnte eine schlechte Meinung über sie entwickeln oder weil sie begonnen hatten an ihrem eigenen Eindruck zu zweifeln. Die Minderheit bildeten die Wahrnehmungskonformen, die keinen Unterschied zwischen ihrer Wahrnehmung und der der Mehrheit feststellen konnten. Diese Befunde blieben jedoch anekdotisch und wurden von Asch nicht weiter systematisch untersucht. Zudem ist zweifelhaft, ob Selbstauskünfte einen adäquaten Einblick in die kognitiven Prozesse zurückliegender visueller Entscheidungen geben können. Zum einen waren den Probanden die relevanten kognitiven Prozesse durch Introspektion möglicherweise nicht zugänglich. So könnte es auch bei den Urteilskonformen zu Veränderungen in der Wahrnehmung der Linien gekommen sein, deren Ausmaß aber nicht zu einer falschen Wahrnehmung der Linienlängen, sondern nur zu einer schwierigeren Unterscheidbarkeit der Linien führte. Eine solche Veränderung könnten die Probanden dann nicht mitteilen, da ihnen der Vergleich zu einer Wahrnehmungserfahrung der Linien ohne Konfrontation mit dem Mehrheitsurteil fehlte. Nur so hätten sie merken können, dass die Wahrnehmung der Linien durch die Mehrheitsmeinung verändert bzw. erschwert wurde. Die Urteilskonformen konnten somit nur den Grund nennen, der ihnen selbst ersichtlich war, jedoch nicht hinreichend für ihr konformes Entscheiden gewesen sein muss. Zum anderen hätten motivationale Faktoren die Selbstauskünfte verzerren können (zum Beispiel Arnold & Feldman, 1981). So lässt sich bei den Wahrnehmungskonformen nicht zwischen denjenigen Probanden unterscheiden, die die Linien von vorneherein so wahrnahmen, wie die Mehrheit, denjenigen, deren Wahrnehmung sich durch die Mehrheitsmeinung veränderte und denjenigen, die letzteres nur berichteten, um nicht vor sich und den Forschern zugeben zu müssen, dass sie nicht mutig genug gewesen waren der Mehrheit zu widersprechen.

Aschs Befunde wurden auf Verhaltensebene in vielen Studien repliziert (Bond, 2005; Bond & Smith, 1996) und stellen daher eine wichtige empirische Basis dafür dar, dass individuelle Entscheidungen bis hin zu einfachen visuellen Entscheidungen durch eine Mehrheit beeinflusst werden können. Doch werfen sie trotz oder gerade wegen der anekdotischen Befunde aus den Befragungen seiner Probanden weiterhin die Frage auf, ob Mehrheitseinfluss visuelle Entscheidungen verändern kann.

Serge Moscovici (Moscovici, Lage, & Naffrechoux, 1969) stellte als erster die Macht von Mehrheiten in Frage. Seiner Meinung nach kann Mehrheitseinfluss nur zu einer oberflächlichen Meinungsanpassung führen, wohingegen Minderheitseinfluss tiefgreifende Meinungs- und Wahrnehmungsveränderungen hervorruft. Im Rahmen der Konfliktthese bzw. der Konversionstheorie (Erb & Bohner, 2007; Moscovici, 1980; Moscovici & Personnaz, 1980) postulierte er, dass

Mehrheits- und Minderheitseinfluss auf qualitativ unterschiedlichen kognitiven Prozessen beruhen. Wenn ein Individuum von der Mehrheitsmeinung abweicht, vergleicht es seine Position mit der der Mehrheit und achtet nicht mehr auf die zur Verfügung stehenden Informationen. Da der soziale Druck hoch ist, stimmt das Individuum der Mehrheit öffentlich zu, bleibt jedoch bei seiner privaten Einstellung (engl. *compliance*). Die Konfrontation mit einer konsistent abweichenden Minderheit löst hingegen einen Validierungsprozess aus. Das Individuum versucht zu verstehen, warum die Minderheit abweicht bzw. ob es selbst auch wirklich richtig liegt. Dadurch verarbeitet das Individuum die zur Verfügung stehenden Informationen intensiver. Dieser Prozess kann dann zu einer tatsächlich Meinungsänderung führen, der Konversion. Dieser Einfluss muss sich jedoch nicht im öffentlichen Urteil zeigen, da hier der Druck durch die Mehrheit zu stark wäre. Vielmehr lässt sich das Individuum indirekt durch die Minderheit beeinflussen, indem es bei Entscheidungen in verwandten Sachverhalten zur Minderheitsmeinung tendiert (für eine Übersicht siehe auch Erb & Bohner, 2007).

Moscovici und Personnaz (1980) postulierten, dass Minderheiten auf diese Weise in der Lage seien Wahrnehmungsänderungen bei einem Individuum hervorzurufen. Um diese Hypothese zu testen, führten sie folgendes Experiment durch: Ein Proband und ein Konföderierter nahmen an einem angeblichen Wahrnehmungsexperiment teil. In mehreren Durchgängen wurden ihnen Dias präsentiert. Ihre Aufgabe war, die Farbe der Dias und die Farbe des jeweiligen Nachbildes zu bestimmen. Die Dias waren immer eindeutig blau. Zunächst wurden die Dias von jedem allein beurteilt, dann wurden sie darüber informiert, wie Probanden in einer anderen Stichprobe geurteilt hatten. Diese Informationen wurden experimentell manipuliert. In einer Bedingung wurde Mehrheitseinfluss induziert, indem angegeben wurde, dass die Mehrheit die Dias als grün und die Minderheit sie als blau bezeichnet hatte. In der anderen Bedingung wurde Minderheitseinfluss induziert, indem diese Angaben umgekehrt formuliert wurden. In der folgenden Phase wurden wieder blaue Dias präsentiert. Dieses Mal sollten die Urteile über die Farbe der Dias öffentlich abgegeben werden. Die Farbe des Nachbildes sollte jedoch jeweils verdeckt beurteilt werden. Der Konföderierte gab stets an, dass das jeweilige Dia grün sei und repräsentierte somit abhängig von der Bedingung die Mehr- oder die Minderheit. Zum Schluss verließ der Konföderierte den Raum und der Proband sollte allein urteilen. Hätten die Konföderierten als Teil einer Minderheit die Wahrnehmung der Nachbilder in Richtung der Nachbildfarbe von Grün verändert, so wäre das ein Beweis dafür, dass Minderheiten indirekt die Wahrnehmung beeinflussen können. Moscovici und Personnaz (1980) berichteten tatsächlich von einer solchen Wahrnehmungsverschiebung. Wenn die Konföderierten Teil der Mehrheit waren, trat dieser Effekt nicht auf. Es schien also so, dass Minderheiten in der Lage waren die Wahrnehmung zu verändern.

Doch die Befunde von Moscovici und Personnaz blieben nicht ohne Kritik. Replikationen der Ergebnisse durch andere Forscher in anderen Laboren glückten nicht (zum Beispiel Sorrentino, King, & Leo, 1980). Um zu untersuchen, wie Moscovici und Personnaz zu ihren Ergebnissen gekommen waren, versuchte Martin (1998) noch einmal diese Ergebnisse mit systematischen Variationen im Versuchsaufbau zu replizieren. Er kam zu dem Schluss, dass es sich zum einen um ein experimentelles Artefakt handeln könnte, da sich die Nachbildverschiebung nur dann zeigte, wenn die Probanden nach der Beeinflussung durch die Konföderierten mehr Dias bewerten sollten als davor. Zum anderen konnte er zeigen, dass die abweichenden Urteile der Konföderierten die Probanden zweifeln ließen, was sie dazu veranlasste sich intensiver mit den Dias beschäftigen, dies verstärkte die Verschiebung des Nachbildes. Dieser Effekt war jedoch nicht spezifisch für

Minderheiten. Er trat immer bei abweichenden Urteilen des Konföderierten auf. Vor dem Hintergrund dieser Befunde konnten Moscovici und Personnaz (1980) also weder nachweisen, dass Minderheitseinfluss zu einer Änderung in visuellen Verarbeitungsprozessen führen kann, noch, dass Mehrheitseinfluss nicht dazu führen kann. Des Weiteren erhielt der postulierte qualitative Unterschied zwischen Mehr- und Minderheitseinfluss keine klare empirische Evidenz (Erb & Bohner, 2007). Die Meta-Analyse von Wood, Lundgren, Ouellette, Busceme und Blackstone (1994) zeigte, dass Mehrheits- und Minderheitseinfluss im gleichen Ausmaß zu Konversion führt. Somit blieb weiterhin unklar, wie Mehrheitseinfluss auf die kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens wirkt.

Insgesamt zeigten die beschriebenen Klassiker und ihre Folgestudien, dass, jedoch nicht wie, sozialer Einfluss im Allgemeinen und Mehrheitseinfluss im Speziellen visuelle Entscheidungen verändern können. Und auch die sozialpsychologische Forschung, die direkt durch die klassischen Studien ausgelöst wurde, brachte zunächst keine neuen Erkenntnisse zu dieser Frage. Sie konzentrierte sich zum einen darauf, die motivationalen Gründe für soziale Konformität zu untersuchen (Cialdini & Goldstein, 2004; Cialdini & Trost, 1998; Deutsch & Gerard, 1955). Zum anderen konnte auch die entstandene Persuasions- bzw. Einstellungsforschung keine Antworten auf diese Frage finden, obwohl sie sich mit der Informationsverarbeitung unter Mehrheitseinfluss beschäftigte und entsprechende kognitive Modelle hervorbrachte (zum Beispiel das *Elaboration Likelihood Model*, das *Heuristic-Systematic Model*, der *Object-Consensus Approach* oder der *Mere Consensus Approach*, für eine Übersicht siehe Crano & Prislin, 2006; Erb & Bohner, 2007). Der Hauptgrund dafür liegt darin, dass diese Forschungslinie darauf fokussierte, die kognitiven Prozesse zu beschreiben, die erklären, wie die Mitteilungen einer Einflussquelle (zum Beispiel eine Mehrheit) die Einstellung eines Individuums verändern können. Zum einen geht es somit ausschließlich um sprachliche und nicht um visuelle Informationen. Zum anderen geht es nur um die Informationen, die durch die Einflussquelle kommuniziert werden (zum Beispiel Argumente) und nicht um Informationen, die unabhängig von der Einflussquelle gegeben sind. Die Modelle können also nicht dazu herangezogen werden um zu beschreiben, wie Mehrheitseinfluss auf die kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens wirkt.

Erst seitdem neurowissenschaftliche Messmethoden in der sozialpsychologischen Forschung eingesetzt werden, rückt diese Fragestellung wieder in den Mittelpunkt (Schnuerch & Gibbons, 2014). Insgesamt drei Forschungslinien brachten so neue Erkenntnisse hervor.

2.2. Befunde aus der sozialen Neurowissenschaft

2.2.1. Forschungslinie: Mehrheitseinfluss durch Abweichung

Die meisten neurowissenschaftlichen Studien untersuchten, welche Gehirnareale aktiv sind bzw. welche neuronalen Prozesse ablaufen, wenn ein Individuum mit seiner Entscheidung oder Meinung von der Mehrheit abweicht und inwiefern diese Prozesse vorhersagen können, dass das Individuum seine Meinung der Mehrheit anpasst (zum Beispiel Klucharev, Hytönen, Rijpkema, Smidts, & Fernández, 2009; für aktuelle Übersichtsarbeiten siehe Izuma, 2013; Schnuerch & Gibbons, 2014). Die Studien folgen meist der theoretischen Annahme, dass eine Abweichung von der Mehrheit über soziales Verstärkungslernen (Falk, Way, & Jasinska, 2012) oder kognitive Dissonanz (Izuma, 2013; Izuma & Adolphs, 2013) zu einer Anpassung an die Mehrheit führt. In der Tat zeigte sich,

dass wenn ein Individuum feststellte, dass es von der Mehrheit abwich, vor allem Aktivitätsänderung in Arealen beobachtet werden konnten, die dem Belohnungszentrum (zum Beispiel ventrales Striatum, ventromedialer Präfrontalkortex; Klucharev et al., 2009) zuzurechnen sind sowie in Arealen, die mit der Verarbeitung kognitiver Dissonanz assoziiert sind (dorsomedialer Präfrontalkortex; Izuma & Adolphs, 2013). Anhand der Aktivitätsveränderungen in diesen Arealen ließ sich soziale Konformität vorhersagen, und in einer Studie konnte gezeigt werden, dass der posteriore mediale Frontalcortex eine kausale Rolle bei der Entstehung von sozialer Konformität spielt (Klucharev et al., 2009; Klucharev, Munneke, Smidts, & Fernández, 2011). Da jedoch keine dieser Studien untersuchte, inwiefern diese neuronalen Prozesse die Verarbeitung von entscheidungsrelevanten Information verändern, können aus dieser Forschungslinie keine Schlüsse darüber gezogen werden, wie Mehrheitseinfluss visuelles Entscheiden verändert.

2.2.2. Forschungslinie: Mehrheitseinfluss auf evaluative Entscheidungen

Mason, Dyer und Norton (2009) untersuchten, inwiefern die Bewertung einer Mehrheit die Einstellung gegenüber bzw. die neuronale Verarbeitung von visuellen Reizen verändert. Zunächst wurden die Probanden darüber informiert, dass in einer vorherigen Studie hunderte Personen mit Paaren von abstrakten Symbolen konfrontiert worden seien und jeweils angeben sollten, welches Symbol sie bevorzugten. Den Probanden würden diese Symbolpaare ebenfalls präsentiert werden, jeweils zusammen mit dem Foto eines vorherigen Teilnehmers und der Information, welches Symbol dieser gewählt hatte. In Wirklichkeit wurden diese Entscheidungen experimentell manipuliert. Die eine Hälfte der Symbole war bei den Probanden der vorherigen Studie beliebt, was sich darin zeigte, dass diese Symbole in 90% der Fälle dem jeweils anderen Symbol vorgezogen wurden. Die Symbole der anderen Hälfte wurden nur in 10% der Fälle gewählt und stellten somit die unbeliebten Symbole dar. Die Probanden sollten sich eine Meinung darüber bilden, welche Symbole beliebt waren und welche nicht. Dann wurden den Probanden die Symbole nochmal jeweils einzeln präsentiert. Währenddessen wurde ihre Gehirnaktivität mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) gemessen. Beliebte Symbole waren mit einer höheren Aktivität im rechten Nukleus Caudatus assoziiert als unbeliebte. Ausgehend von früheren Studien, die gezeigt hatten, dass die Aktivität in diesem Areal vom Verstärkerwert eines Reizes abhängt, folgerten Mason et al. (2009), dass die erlernte Beliebtheit den subjektiven Wert des jeweiligen Reizes entsprechend verändert hatte.

In einer ähnlichen Studie von Zaki, Schirmer und Mitchell (2011) sollten Probanden die Attraktivität von Gesichtern bewerten. In der ersten Phase des Experiments wurde ihnen nach ihrer eigenen Bewertung zurückgemeldet, wie die bisherigen Probanden der Studie das jeweilige Gesicht im Durchschnitt angeblich bewertet hatten. Durch die experimentelle Manipulation dieser Angaben ergaben sich vier Bedingungen: die durchschnittliche Bewertung war höher, niedriger oder entsprach der des Probanden oder der Durchschnittswert wurde nicht zurückgemeldet. In der zweiten Phase wurde die Gehirnaktivität der Probanden mittels fMRT gemessen. Die Probanden sollten nun dieselben Gesichter nochmal bewerten, ohne dass sie dabei über die Durchschnittsbewertungen informiert wurden. Gesichter, die im Durchschnitt beliebter bzw. unbeliebter waren als bei den Probanden, lösten höhere bzw. niedrigere Aktivitäten im Nukleus Accumbens und im Orbitofrontalen Kortex aus. Des Weiteren korrigierten die Probanden ihre Bewertungen entsprechend

der Durchschnittsbewertungen. Da die Aktivität in den genannten Arealen mit dem subjektiven Wert eines Reizes assoziiert sind, schlossen Zaki et al. (2011) genau wie Mason et al. (2009), dass sozialer Einfluss den Verstärkerwert eines Reizes verändern kann.

Beide Studien lassen jedoch keine Schlüsse darüber zu, aufgrund welcher Prozesse sich der Wert der Reize genau veränderte. Änderte sich die sensorische Verarbeitung an sich, indem zum Beispiel mehr Aufmerksamkeit auf die attraktiven Aspekte eines Gesichtes gelenkt wurde, was wiederum zur Veränderung der Reizbewertung führte? Oder ergaben der Belohnungswert des Reizes und der der Konsensinformation zusammen die neue Bewertung des Reizes, ohne dass er dabei anders wahrgenommen wurde? Diese Fragen können durch die Befunde von Mason et al. (2009) und Zaki et al. (2011) nicht beantwortet werden, da sie die sensorische Verarbeitung der präsentierten Reize nicht untersuchten.

Im Gegensatz zu diesen beiden Studien untersuchten Schnuerch, Koppehele-Gossel und Gibbons (2015), wie zu bewertende Reize unter Mehrheitseinfluss verarbeitet werden. Sie postulierten, dass Mehrheitseinfluss bei evaluativen Entscheidungen nicht nur durch Verstärkerwertveränderungen zu erklären sei, sondern auch durch eine heuristische Nutzung der Mehrheitsmeinung. Individuen folgen der Mehrheit, weil sie die Mehrheitsmeinung als Hinweisreiz für richtiges und/oder sozial erwünschtes Verhalten ansehen. Diesem Hinweisreiz folgen sie dann und lenken dabei weniger kognitive Ressourcen auf die entscheidungsrelevanten Informationen. In ihrer Studie präsentierten Schnuerch et al. (2015) den Probanden Gesichter. Ähnlich wie bei Zaki et al. (2011) wurde ebenfalls die durchschnittliche Bewertung einer anderen Stichprobe eingeblendet. Zur Messung der neuronalen Prozesse wurden *Ereigniskorrelierte Potentiale* (EKPs) abgeleitet. Schnuerch et al. (2015) sagten vorher, dass die Amplitude der N170 Komponente, ein Indikator für die Verarbeitungsintensivität von Gesichtern, negativ mit dem Einfluss durch die Durchschnittsbewertungen in Zusammenhang steht. Tatsächlich wiesen Probanden, die sich stark von der Durchschnittsbewertung beeinflussen ließen, niedrigere N170-Amplituden auf als diejenigen, die Gesichter unabhängiger bewerteten. Soziale Konformität war demnach mit einer flacheren Verarbeitung von Reizinformationen assoziiert. Da die N170 jedoch ein spezifischer Indikator dafür ist, wie die Gesamtstruktur eines Gesichtes verarbeitet wird und damit die letzte Stufe der Gesichtsverarbeitung repräsentiert (Eimer, 2000), kann aus den Befunden nicht gefolgert werden, ob auch die einzelnen Aspekte des Gesichts (zum Beispiel Augen- oder Mundregion) flacher verarbeitet wurden. Außerdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass es auch zu einer Verzerrung in der Verarbeitung entscheidungsrelevanter Informationen (Indikatoren für Attraktivität, wie zum Beispiel Gesichtssymmetrie) kam, da die EKP-Komponenten, die direkt mit der Attraktivität von Gesichtern in Zusammenhang stehen (zum Beispiel Halit, Haan, & Johnson, 2000; Schacht, Werheid, & Sommer, 2008; Werheid, Schacht, & Sommer, 2007), in der Studie nicht untersucht wurden.

Insgesamt zeigen die beschriebenen Studien, dass Mehrheitseinfluss zu einer Veränderung im Verstärkerwert und der Verarbeitungstiefe von Reizen führen kann. Es bleibt jedoch nach wie vor offen, ob und inwiefern Mehrheitseinfluss zu einer Verzerrung in der Verarbeitung von visuellen Reizinformationen führen kann.

2.2.3. Forschungslinie: Mehrheitseinfluss auf visuelles Entscheiden

Berns et al. (2005) griffen die klassischen Befunde von Asch (1956) auf und ließen ihre Probanden eine visuelle Entscheidungsaufgabe bearbeiten. In ihrer fMRT-Studie untersuchten sie, wie Mehrheitsmeinungen das Lösen einer mentalen Rotationsaufgabe beeinflussen. Die Probanden sollten beurteilen, ob sich zwei dreidimensionale Objekte entweder unterschieden oder dasselbe Objekt aus verschiedenen Perspektiven darstellten. Gleichzeitig wurden ihnen die Urteile von vier vermeintlichen Gruppenmitgliedern präsentiert. In Durchgängen, in denen alle vier das falsche Urteil trafen und der Proband diesem Urteil folgte, stellten die Autoren eine höhere Aktivierung in einem okzipital-parietalen Netzwerk fest, das spezifisch für diesen Aufgabentyp ist. Diese spezifische Aktivitätsänderung zeigte sich sowohl im Vergleich zu Durchgängen, in denen die Probanden keine Informationen erhielten (Kontrollbedingung), als auch im Vergleich zu Durchgängen, in denen den Probanden Urteile von einfachen Computeralgorithmen angezeigt wurden (nicht-soziale Informationen). Berns et al. schlossen, dass der Mehrheitseinfluss zu einer Wahrnehmungsveränderung geführt haben könnte. Diese Schlussfolgerung erscheint jedoch voreilig. Zum einen besteht das aufgabenspezifische Netzwerk unter anderem aus parietalen Arealen (zum Beispiel intraparietaler Sulkus), deren Aktivität nicht mit sensorischer Verarbeitung, sondern eher mit späteren Entscheidungsprozessen in Zusammenhang gebracht wird (zum Beispiel Integration von Informationen; Gold & Shadlen, 2007; Mojzisch & Krug, 2008). Zum anderen implizieren die gemessenen quantitativen Aktivitätsänderungen nicht automatisch eine qualitative Änderung in der Wahrnehmung. Die Aktivitätsunterschiede könnten auch durch eine intensivere visuelle Verarbeitung der Reize im visuellen Cortex erklärt werden (Kastner & Ungerleider, 2000).

Trautmann-Lengsfeld und Herrmann (2013; 2014) untersuchten mit Hilfe von EKPs, wie Mehrheitseinfluss die Verarbeitung von visuellen Reizen verändert. Den Probanden wurden in mehreren Durchgängen jeweils ein Quadrat auf der linken und eines auf der rechten Hälfte des Bildschirms präsentiert. Die Quadrate bestanden aus schwarzen und weißen Punkten. Die Aufgabe der Probanden lag darin das Quadrat zu identifizieren, das mehr schwarze Punkte enthielt. Ihnen wurde mitgeteilt, dass sie diese Aufgabe in einer Gruppe mit vier anderen Probanden absolvieren würden. Die Entscheidungen der anderen Probanden erschienen, bevor die Quadrate präsentiert wurden. Jeder der anderen Probanden wurde durch ein schematisches Gesicht dargestellt, das auf der Seite präsentiert wurde, die er gewählt hatte. In Wirklichkeit absolvierte der Proband die Aufgabe allein. Die Entscheidungen der anderen wurden experimentell manipuliert. Dabei bildeten sie entweder eine einstimmig richtige oder falsche Mehrheitsentscheidung, das heißt alle vier Gesichter wurden entweder auf der richtigen oder der falschen Seite präsentiert. Die EKPs wurden zum Zeitpunkt der Präsentation der Quadrate und kontralateral zum richtigen Quadrat abgeleitet. Sie waren somit Indikator für die neuronale Verarbeitung des jeweils richtigen Quadrates.

In ihrer ersten Studie (Trautmann-Lengsfeld & Herrmann, 2013) stellten die Autoren fest, dass falsche im Vergleich zu richtigen Mehrheitsentscheidungen zu niedrigeren Amplituden in der P1-, höheren Amplituden in der N1- und niedrigeren Amplituden in der P3-Komponente führten. In ihrer zweiten Studie (Trautmann-Lengsfeld & Herrmann, 2014), in der das gleiche experimentelle Paradigma verwendet wurde, konnten sie nur den Effekt auf die P1-Amplitude replizieren. Genauer gesagt trat dieser Effekt nur dann auf, wenn das richtige Quadrat im rechten Sehfeld präsentiert wurde, und er wurde nur in einer Subgruppe von Probanden gefunden, die eine niedrige soziale Autonomie aufwies.

Anhand der Effekte auf die P1 und die N1 folgerten die Autoren, dass Mehrheitseinfluss zu frühen Veränderungen in der Reizverarbeitung zwischen 100 bis 200 Millisekunden führen kann (Trautmann-Lengsfeld & Herrmann, 2013, 2014). Des Weiteren folgerten sie aufgrund der Veränderungen in der P3, dass sich die Veränderungen in den frühen Prozessen auf spätere Prozesse auswirkten, die mit Reizdiskriminierung assoziiert sind (Trautmann-Lengsfeld & Herrmann, 2013). Diese Interpretation muss jedoch kritisch hinterfragt werden, da das verwendete Paradigma nicht zulässt die Effekte von Mehrheitseinfluss von den Effekten zu unterscheiden, die durch das Präsentieren der Mehrheitsentscheidungen an sich entstanden sein könnten. Die Gesichter könnten die räumliche Aufmerksamkeit der Probanden auf die Seite gelenkt haben, auf denen sie präsentiert wurden, ohne dass dies an ihrer sozialen Bedeutung (Mehrheitsentscheidung) lag. Im Rahmen der Aufmerksamkeitsforschung würde man diesen Vorgang als *spatial cueing* bezeichnen, dies bedeutet, dass die Gesichter als ein bloßer Hinweisreiz (cue) auf die räumliche Aufmerksamkeit der Probanden gewirkt haben könnten. Aus dieser Forschung ist bekannt, dass die P1-Amplitude verringert ist, wenn die räumliche Aufmerksamkeit durch einen Hinweisreiz vom Zielreiz abgelenkt wird (Luck, Woodman, & Vogel, 2000). Die niedrigere P1 durch falsche Mehrheitsentscheidungen könnte folglich dadurch erklärt werden, dass die Gesichter die Aufmerksamkeit auf das falsche Quadrat gelenkt haben. Die Autoren führen gegen diese Alternativerklärung an, dass der zeitliche Abstand zwischen der Präsentation der Gesichter und der der Quadrate länger als der typische Abstand zwischen Hinweis- und Zielreiz in der Aufmerksamkeitsforschung sei. Aus diesem Grund sei es wahrscheinlich, dass etwaige Effekte der Gesichter als Hinweisreize abgeklungen waren, bevor die Quadrate präsentiert wurden. Gesichter sind jedoch starke soziale Reize, die die Aufmerksamkeit länger binden können als neutrale Reize (Cerf, Frady, & Koch, 2009), so dass sie auch langwierigere Cueing-Effekte auslösen könnten. Mit dieser Annahme ließe sich auch erklären, warum der P1-Effekt in der zweiten Studie nur für die Probanden mit niedriger sozialer Autonomie auftrat, denn für diese Probanden sollten soziale Reize wie Gesichter besonders starke Anziehungspunkte für Aufmerksamkeit sein (zum Beispiel Schultheiss & Hale, 2007). Weiterhin hätte der große zeitliche Abstand zwar zu einem Abklingen exogener Aufmerksamkeitseffekte führen können, es könnte jedoch auch sein, dass die Probanden ihre Aufmerksamkeit willentlich auf die Seite der Gesichter lenkten, um das von der Mehrheit gewählte Quadrat zuerst zu betrachten. Dieser endogene Effekt wurde dann zwar durch die soziale Bedeutung der Gesichter ausgelöst, er muss jedoch nicht mit dem Einfluss der Mehrheitsentscheidungen auf die Entscheidungen der Probanden in Zusammenhang stehen. Passend zu dieser Annahme konnte durch den P1-Effekt nicht vorhergesagt werden, ob die Probanden sich den Mehrheitsentscheidungen anschlossen oder nicht. Des Weiteren führen Trautmann-Lengsfeld und Herrmann (2013; 2014) an, dass die N1- und P3-Effekte nicht durch Prozesse der räumlichen Aufmerksamkeit erklärt werden könnten. Doch auch anhand dieser Effekte konnte nicht vorhergesagt werden, ob die Probanden konform entschieden oder nicht. Darüber hinaus konnten sie in der zweiten Studie nicht repliziert werden. Es ist somit auch hier unklar, ob und inwiefern diese Effekte mit Mehrheitseinfluss auf visuelle Entscheidungen in Verbindung stehen.

Zusammenfassend reichen also auch die Befunde von Berns et al. (2005) sowie von Trautmann-Lengsfeld und Herrmann (2013; 2014) wegen der messmethodischen (zeitliche und räumliche Auflösung des fMRT) und der experimentalmethodischen (mögliche Alternativerklärungen durch den Versuchsaufbau) Einschränkungen nicht aus, um zu erklären, wie Mehrheitseinfluss auf die neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens wirkt.

2.2.4. Zusammenfassung und Zielsetzung der Dissertation

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass die Auswirkungen von Mehrheitseinfluss auf die neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens bisher nicht zufriedenstellend beschrieben werden konnten. Auch die damit verbundene fundamentale Frage, ob Mehrheitseinfluss zu einer Veränderung von Wahrnehmung im Sinne einer tatsächlichen Veränderung visueller Verarbeitungsprozesse führen kann, bleibt bisher ungeklärt. Dies liegt vor allem an zwei methodischen Gründen. Zum einen waren viele der eingesetzten Methoden unzureichend, um die Prozesse und deren Veränderung zu messen (Selbstbericht, fMRT). Zum anderen ließ der Versuchsaufbau vieler Studie entweder keine kausalen Interpretationen zu und/oder Alternativerklärungen der Befunde konnten nicht ausgeschlossen werden. Die vorliegende Dissertation hat daher das Ziel, diese Einschränkungen zu überwinden, um der Beantwortung der Frage, wie Mehrheitseinfluss auf die neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens wirkt, entscheidend näher zu kommen.

3. Methodik

Im Folgenden wird dargestellt, wie Mehrheitseinfluss und visuelles Entscheiden in den Studien der Dissertation operationalisiert wurden. Hierzu wird zunächst das experimentelle Paradigma dargestellt, welches Grundlage aller Studien war. Weiterhin wird erläutert, wie mit dem *Diffusion Decision Model* (DDM; Ratcliff, 1978; Ratcliff & McKoon, 2008; Voss, Nagler, & Lerche, 2013) auf Verhaltensebene und mit *Ereigniskorrelierten Potentialen* (EKPs) auf neuronaler Ebene die Auswirkungen von Mehrheitseinfluss auf die neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens untersucht wurden.

3.1. Experimentelles Paradigma

Bei perzeptuellen Entscheidungsaufgaben handelt es sich meist um binäre Entscheidungsaufgaben, die sich auf eine Art sensorischer Informationen beziehen (visuell, auditorisch, taktil, gustatorisch oder olfaktorisch; Heekeren et al., 2008). Dabei sollen Probanden Reize anhand einer bestimmten Dimension oder Kategorie beurteilen bzw. vergleichen und sich schließlich zwischen zwei vorgegebenen Alternativen entscheiden. Ein Beispiel für einen solchen Aufgabentyp ist der *direction-of-motion discrimination task*, in dem beurteilt werden soll, in welche von zwei möglichen Richtungen sich die präsentierten Punkte bewegen (Heekeren et al., 2008). In den Studien der Dissertation werden ausschließlich binäre visuelle Entscheidungsaufgaben eingesetzt. In fast allen Experimenten wurde dabei die Farbdiskriminierungsaufgabe von Voss, Rothermund und Brandstädter (2008) verwendet. Die Probanden sollten Quadrate, die aus blauen und orangen Pixeln bestanden, dahingehend beurteilen, welche der beiden Farben dominierte. In einem Experiment wurde außerdem eine selbstentwickelte Aufgabe eingesetzt, bei der die Probanden entscheiden sollten, welche von zwei Punktwolken mehr Punkte enthielt (eine detaillierte Aufgabenbeschreibung kann der jeweiligen Studie entnommen werden).

Für die Untersuchung der Auswirkungen von Mehrheitseinfluss auf visuelles Entscheiden wurden diese Aufgaben in ein neu entwickeltes Paradigma eingebettet, welches die Kritikpunkte an bisherigen Studien (zum Beispiel mögliche Alternativerklärungen) berücksichtigt. Sein grundlegender Aufbau ist wie folgt (für eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Variationen dieses Paradigmas siehe die jeweilige Studie): Zunächst erfährt der Proband, dass er gleichzeitig mit drei weiteren Probanden eine visuelle Entscheidungsaufgabe bearbeiten werde. In jedem Durchgang der Aufgabe würden sie nacheinander einen Reiz beurteilen. Jeder Proband könne sehen, wie die

übrigen drei Probanden entschieden hätten. Die Reihenfolge, in der sie in jedem Durchgang entscheiden würden, werde zu Beginn der Aufgabe einmalig per Zufall festgelegt. In Wirklichkeit wird der Proband an die letzte Stelle in der Reihenfolge gesetzt und entscheidet somit stets als letzter. Dementsprechend sieht der Proband zuerst, wie die anderen Probanden vermeintlich entschieden haben. Erst dann wird ihm der Reiz präsentiert, den er beurteilen soll. Der Mehrheitseinfluss wird induziert, indem die Entscheidungen der anderen Probanden experimentell so manipuliert werden, dass sie eine einstimmige Mehrheitsentscheidung bilden.

Diese zeitliche Reihenfolge wurde aus der methodischen Notwendigkeit gewählt, das sowohl das DDM als auch EKPs nur dann die Prozesse visuellen Entscheidens abbilden können, wenn die ihnen zugrunde liegenden Daten (Reaktionszeitverteilungen, EEG-Signal) ab dem Zeitpunkt gemessen werden, zu dem der Reiz präsentiert wird. Weiterhin muss der Reiz das einzige Ereignis sein, welches zu diesem Zeitpunkt und in der nachfolgenden Zeit auftritt. Ansonsten könnten in den gemessenen Daten auch Prozesse enthalten sein, die mit Verarbeitung des anderen Ereignisses verbunden sind (zum Beispiel sprachliche Verarbeitung der Mehrheitsentscheidung).

Gleichzeitig eröffnet die beschriebene zeitliche Abfolge innerhalb eines Durchgangs jedoch auch Alternativerklärungen für etwaige Auswirkungen der Mehrheitsentscheidungen auf die Entscheidungen der Probanden. Wie bereits bezüglich der Studien von Trautmann-Lengsfeld und Herrmann (2013; 2014) erläutert wurde, könnte die Präsentation der Mehrheitsentscheidung an sich bereits einen Einfluss auf die Entscheidung der Probanden haben (zum Beispiel durch Priming- oder Cueing-Effekte). Aus diesem Grund wurde in das hier verwendete Paradigma eine Kontrollgruppe integriert, die es erlaubt zu überprüfen, ob die Mehrheitsentscheidungen über solche Effekte hinaus einen Einfluss auf perzeptuelles Entscheiden haben. In dieser Kontrollgruppe wurden die Mehrheitsentscheidungen in derselben Weise präsentiert, wie oben beschrieben wurde. Der Proband wurde jedoch dahingehend instruiert, dass alle Probanden je Durchgang jeweils einen anderen Reiz beurteilen. Die Mehrheitsentscheidungen waren folglich für die jeweiligen Entscheidungen des Probanden nicht relevant. Unter diesen Bedingungen sollten die Mehrheitsentscheidungen nur Priming- bzw. Cueing-Effekte auslösen. Die Kontrollgruppe und die Experimentalgruppe unterscheiden sich somit lediglich in der Relevanz der Mehrheitsentscheidungen. Die Unterschiede in den abhängigen Variablen (zum Beispiel Parameter des DDM, Komponenten in den EKPs) zwischen den beiden Bedingungen können somit als die Auswirkungen von Mehrheitseinfluss über «bloße» Priming- oder Cueing-Effekte hinaus auf visuelles Entscheiden interpretiert werden.

3.2. Das Diffusion Decision Model

Im Rahmen einer typischen visuellen binären Entscheidungsaufgabe absolviert ein Proband mehrere hundert Durchgänge, die verschiedenen Innersubjekt-Bedingungen zugeordnet sein können (zum Beispiel die Eindeutigkeit des Reizes). Auf der Verhaltensebene können dann die Entscheidungshäufigkeit und die Reaktionszeiten aus verschiedenen Bedingungen herangezogen werden, um Aussagen über die Entscheidungsprozesse zu treffen. Dazu werden diese beiden Verhaltensindikatoren häufig getrennt analysiert, so werden beispielsweise die Entscheidungshäufigkeiten einer Signalentdeckungsanalyse unterzogen und die mittleren Reaktionszeiten betrachtet (Macmillan & Creelman, 2005). Diese Vorgehensweise wird jedoch immer wieder kritisch hinterfragt, da Entscheidungshäufigkeit und Reaktionszeiten oft in Zusammenhang stehen und so durch eine getrenn-

te Betrachtung viele Informationen verloren gehen (Ratcliff & McKoon, 2008; Voss, Nagler et al., 2013). Aus diesem Grund wurden Methoden entwickelt, die es ermöglichen die Reaktionszeitverteilungen der Entscheidungen zu modellieren, um daraus psychologisch bedeutsame Parameter zu schätzen, die die kognitiven Prozesse hinter den Verhaltensdaten beschreiben können. Die Form der Reaktionszeitverteilungen sind deshalb so zentral, da sie alle Verhaltensinformationen beinhaltet, das heißt wie häufig nach wieviel Zeit entschieden wurde.

Ein in der Forschung zum perzeptuellen Entscheiden etabliertes und gut validiertes Modell ist das *Diffusion Decision Model* (DDM) von Ratcliff (1978; für Überblicksarbeiten siehe Ratcliff & McKoon, 2008; Voss, Nagler et al., 2013). Es wurde in den Studien der vorliegenden Dissertation eingesetzt, um die kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens offenzulegen und so die Auswirkungen von Mehrheitseinfluss sichtbar zu machen. Da das DDM in der Sozialpsychologie noch keine weite Verbreitung hat und es zur Erforschung von sozialem Einfluss bisher noch nicht eingesetzt wurde, wird es im Folgenden ausführlich erläutert.

Die Erklärungen und das begleitende Beispiel sind denen von Germar, Schlemmer, Krug, Voss und Mojzisch (2014) angelehnt und basieren inhaltlich auf Voss, Nagler et al. (2013). Abbildung 1 zeigt eine grafische Darstellung des DDM.

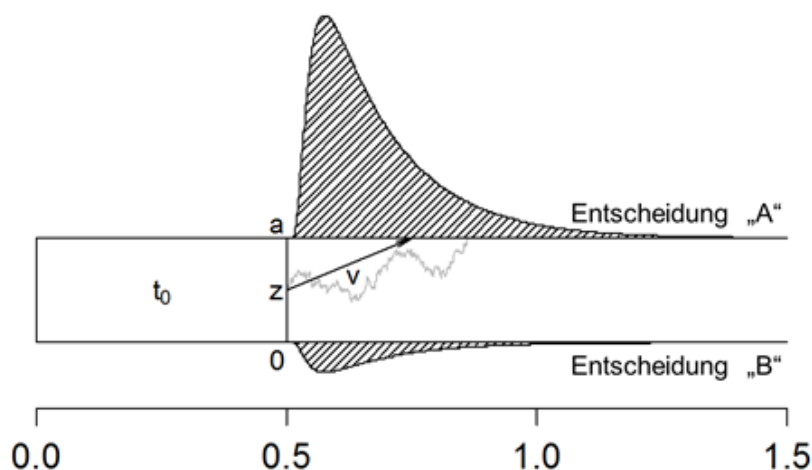


Abbildung 1. Grafische Darstellung des Diffusionsmodells. Der Entscheidungsprozess startet auf dem Wert z . Mit einer mittleren Steigung (Driftrate, v) bewegt er sich über die Zeit (horizontale Achse, Zeit in Sekunden) bis der untere (0) oder der obere (a) Grenzwert erreicht wird. Die Dauer aller Nicht-Entscheidungsprozesse ist durch t_0 abgebildet. Diese Prozesse können sowohl vor als auch nach den Entscheidungsprozessen stattfinden. Über bzw. unter den Grenzwerten sind die vorhergesagten Reaktionszeitverteilungen für die beiden Entscheidungsoptionen dargestellt.

3.2.1. Grundannahmen

Wie in der Einleitung angedeutet, können visuelle Beurteilungen eine Grundlage für wichtige Entscheidungen darstellen. So muss beispielsweise ein Radiologe im Rahmen einer Mammographie das Röntgenbild einer Patientin interpretieren und entscheiden, ob darauf ein Tumor zu sehen ist (Entscheidung «A») oder nicht («B»).

Um einen solchen Entscheidungsprozess zu erklären, geht das DDM davon aus, dass die entscheidungsrelevanten Informationen (im Beispiel die visuellen Informationen des Röntgenbildes) nacheinander, also sequentiell, über die Zeit akkumuliert werden. Dieser Akkumulationsprozess wird mathematisch durch den internen Zähler z repräsentiert. Informationen, die auf einen Tumor hinweisen, erhöhen den Wert des Zählers, wohingegen Informationen, die gegen einen Tumor sprechen, seinen Wert verringern. Über die Zeit verändert sich der Wert von z und bewegt sich dabei zwischen dem oberen Grenzwert a , der für Entscheidung «A» steht, und dem unteren Grenzwert 0 , der für Entscheidung «B» steht. Der Akkumulationsprozess wird dabei als ein Wiener-Diffusionsprozess beschrieben, der aus einer systematischen und einer zufälligen Komponente besteht. Die erste Komponente beschreibt die systematische Drift des Prozesses in eine der beiden möglichen Richtungen (oberer versus unterer Grenzwert). Die zweite Komponente besteht in einem normalverteilten zufälligen Rauschen. Der Akkumulationsprozess ist somit zufälligen Störungen ausgesetzt. Zu einer Entscheidung kommt es, sobald der Wert von z höher als der Grenzwert für Entscheidung «A» oder niedriger als der für Entscheidung «B» ist. Wenn das Röntgenbild tatsächlich einen Tumor zeigt, werden über die Zeit mehr Informationen für Entscheidung «A» (Tumor vorhanden) akkumuliert (zum Beispiel abnormale Gewebedichte), wodurch der Akkumulationsprozess systematisch in Richtung des oberen Grenzwertes driftet, der Wert von z den oberen Grenzwert erreicht und die entsprechende Entscheidung ausgelöst wird.

3.2.2. Parameter

Das DDM charakterisiert den beschriebenen Entscheidungsprozess durch eine Reihe von Parametern, deren psychologische Bedeutung im Folgenden näher erläutert wird.

Der Abstand zwischen oberem (a) und unterem Grenzwert (0) – also der Wert von a – repräsentiert die generelle Menge an Informationen, die benötigt wird, um zu einer Entscheidung zu kommen. Je höher die Werte von a sind, desto mehr Informationen werden benötigt, um zu einer Entscheidung zu gelangen. Dies könnte zum Beispiel der Fall sein, wenn sich der Radiologe sehr bemüht, eine richtige Diagnose zu stellen und daher alle Informationen des Röntgenbildes berücksichtigen will. Werte von a können dementsprechend als ein Indikator dafür gelten, wie gewissenhaft bzw. vorsichtig geurteilt wird. Dieses Phänomen wird bei Reaktionszeitaufgaben als *speed-accuracy-trade-off* bezeichnet (Ratcliff & McKoon, 2008; Voss, Rothermund, & Voss, 2004).

Der relative Startpunkt z_r gibt den Wert von z im Verhältnis zu a an, auf dem der interne Zähler die Akkumulation startet. Der Wert von z_r zeigt an, ob der Akkumulationsprozess näher am oberen Grenzwert (Wert > 0.5), genau in der Mitte (Wert $= 0.5$) oder näher am unteren Grenzwert (Wert < 0.5) beginnt. Ersteres würde bedeuten, dass weniger Informationen für Entscheidung «A» benötigt werden als für Entscheidung «B», während letzteres den gegenteiligen Fall be-

schreibt. Werte von zr beschreiben somit eine a priori Entscheidungstendenz bzw. eine asymmetrische Setzung des Entscheidungskriteriums. Sie beschreiben keine Tendenz in der Akkumulation selbst (Mulder, Wagenmakers, Ratcliff, Boekel, & Forstmann, 2012; Voss et al., 2004). Wenn der Arzt zum Beispiel unbedingt eine ungerechtfertigte positive Krebsdiagnose ausschließen möchte, würde er für diese Entscheidung ein strenges Entscheidungskriterium anlegen. Er würde sich erst für «Tumor vorhanden» entscheiden, wenn viele Informationen dafür vorhanden sind. Für «kein Tumor vorhanden» würde es sich relativ dazu gesehen bei weniger Evidenz entscheiden.

Die systematische Drift im Akkumulationsprozess wird als Driftrate (v) bezeichnet. Die absolute Höhe der Werte von v gibt an, wie stark der Drift zu einer der beiden Entscheidungen ist. Positive bzw. negative Werte von v bedeuten, dass mehr Informationen für Entscheidung «A» bzw. «B» akkumuliert werden. Die Driftrate ist folglich ein Index dafür, wie die vorhandenen perzeptuellen Informationen verarbeitet werden. Die Werte von v hängen sowohl von den tatsächlichen Informationen in einem gegebenen Reiz ab (Voss et al., 2004) als auch davon, wie selektiv diese verarbeitet werden (Voss et al., 2008; Voss, Rothermund, Gast, & Wentura, 2013).

Die Parameter a , zr und v beschreiben die zentralen Entscheidungsprozesse bei perzeptuellem Entscheiden. In den Reaktionszeitverteilungen sind jedoch auch Prozesse enthalten, die nicht in die Entscheidungsfindung involviert sind. Dazu gehören sowohl frühe Dekodierungsprozesse (zum Beispiel die Dekodierung von Farbinformationen auf der Retina bei visuellen Reizen) als auch die motorische Ausführung der Entscheidung (zum Beispiel das Drücken auf einen entsprechenden Knopf in einem Experiment). Diese Prozesse werden vom DDM nicht differentiell betrachtet, sondern in der Reaktionszeitkonstante $t0$ abgebildet. Ihre Werte geben die Länge aller Nicht-Entscheidungsprozesse an. Etwaige Veränderungen in $t0$ werden primär auf motorische Effekte zurückgeführt (Voss et al., 2004; Voss, Voss, & Klauer, 2010), da sie einen größeren Anteil an den Reaktionszeiten haben als frühe Dekodierungsprozesse. Des Weiteren sind sie auch höheren Schwankungen unterworfen (zum Beispiel durch Übungs- oder Alterungsprozesse; Ratcliff & McKoon, 2008).

Zusätzlich zu den beschriebenen Hauptparametern des DDM kann für die Parameter zr , v und $t0$ auch ihre jeweilige Variabilität als zusätzlicher Parameter geschätzt werden. Häufig werden diese Parameter aus Gründen der Sparsamkeit nicht genutzt und selten gezielt untersucht. Doch es gibt Fälle, in denen sie notwendig sind, um die empirischen Daten gut im Modell abbilden zu können (Ratcliff & Rouder, 1998; Voss, Nagler et al., 2013).

3.2.3. Für die Fragestellung relevante Parameter

Da diese Dissertation der Frage nachgeht, wie sich Mehrheitseinfluss auf die kognitiven Prozesse visuellen Entscheides auswirkt, stehen die möglichen Veränderungen in den entscheidungsrelevanten Parameter des DDM im Mittelpunkt des Interesses: der Abstand zwischen den Grenzwerten (a), der relative Startpunkt (zr) und die Driftrate (v). Ihre Bedeutung soll in Bezug auf Mehrheitseinfluss im Folgenden noch einmal kurz anhand des eingeführten Beispiels veranschaulicht werden. Bevor der Radiologe das Röntgenbild betrachtet, erfährt er, wie die Mehrheit seiner Kollegen das Bild bewertet hat. Dieser Umstand könnte sich darauf auswirken, wie gewissenhaft er das Röntgenbild betrachtet. Ein solcher Effekt würde sich dann im Abstand zwischen den Entscheidungsgrenzwerten (a) zeigen.

Dieses Wissen könnte auch zu einer Veränderung in seinem Entscheidungskriterium führen. So würde er seinen Kollegen eventuell nur widersprechen wollen, wenn er sich sehr sicher ist, das heißt wenn er viele Informationen finden konnte, die einen Widerspruch rechtfertigen. In diesem Fall würden die Werte in z näher am Grenzwert für eine konforme Entscheidung liegen. Sein Vorwissen könnte den Radiologen auch dazu bringen besonders auf die visuellen Informationen zu achten, die für die Meinung seiner Kollegen sprechen. Die Akkumulation der Information wäre somit in Richtung einer konformen Antwort verzerrt, was sich in entsprechenden Werten in V zeigen würde.

Dieses Beispiel verdeutlicht, dass sich konforme Entscheidungen im Rahmen des DDM vor allem anhand von Effekten im Startpunkt und/oder in der Driftrate zeigen würden. Veränderungen in a stellen hingegen keine Verzerrung dar, die spezifisch zu konformen Entscheidungen führen würde. Sie beeinflussen lediglich, wie wahrscheinlich es ist, dass die zufälligen Störungen im Akkumulationsprozess zu einer der beiden Entscheidung führen. Diese Wahrscheinlichkeit sinkt mit steigendem Abstand zwischen den Grenzwerten.

3.2.4. Anwendung des Modells

In allen Studien der Dissertation wurde das Modell anhand der Beschreibungen von Voss, Nagler et al. (2013) angewendet. Die Reaktionszeitverteilungen der Entscheidungen «A» und «B» jeder Innersubjektbedingung wurden genutzt, um die Parameter des DDM für jeden einzelnen Studienteilnehmer zu schätzen.

Hierzu wurde das Programm *fast-dm* (Voss & Voss, 2007; Voss, Voss, & Lerche, 2015) genutzt. Im Rahmen einer multidimensionalen Parametersuche passt das Programm die Parameterwerte solange an, bis die durch die Parameter vorhergesagten Reaktionszeitverteilungen bestmöglich den empirischen Reaktionszeitverteilungen entsprechen. Als Kriterium für die Passung zwischen vorhergesagten und empirischen Verteilungen wird die *Kolmogorov-Smirnov-Statistik* (KS) verwendet, welche die maximale vertikale Differenz zwischen den beiden Verteilungen beschreibt. Zur Untersuchung etwaiger Unterschiede in den Parametern können dann die geschätzten Parameterwerte der Probanden mit geläufigen inferenzstatistischen Verfahren ausgewertet werden.

Als Index für die Güte der Passung des Modells (Modellfit) berechnet *fast-dm* einen p -Wert der KS-Statistik je Proband. Wenn der p -Wert kleiner als ein bestimmtes Kriterium ist (zum Beispiel < 0.05), kann das darauf hinweisen, dass sich die vorhergesagten und empirischen Verteilungen signifikant voneinander unterscheiden, dies könnte wiederum eine schlechte Passung bedeuten. Eine so einfache Interpretation ist jedoch sehr problematisch (Voss, Nagler et al., 2013). Zum einen wird der p -Wert umso kleiner, je mehr Innersubjektbedingungen mit ihren spezifischen Reaktionszeitverteilungen in der Parametersuche berücksichtigt werden. Dies liegt daran, dass der gesamt p -Wert des Modells dem Produkt aller p -Werte entspricht, die in jeder berücksichtigten Innersubjektbedingung errechnet werden. Folglich kann der Gesamt- p -Wert sehr klein sein, obwohl das Modell unter Umständen einen guten Modellfit in jeder Bedingung aufweist. Zum anderen ist der KS-Test im Allgemeinen stark verzerrt, wenn eine Funktion (das Modell) an empirische Daten angepasst wird, was zu erhöhten p -Werten führen kann. Um dieses Problem zu lösen, wurden in allen Studien Montecarlo-Simulationen durchgeführt, um den Modell-Fit zu bewerten (Voss, Nagler et al., 2013). Eine Simulation folgt dabei folgenden Schritten: Zunächst wird die multivariate

Normalverteilung aller empirischen Parametersätze der Studienteilnehmer anhand der Mittelwerte und der Kovarianz-Matrix bestimmt. Dann werden aus dieser Verteilung zufällig 1000 neue Parametersätze generiert. Mit der *construct-samples-Routine* von *fast-dm* werden danach für jeden Parametersatz entsprechende Verhaltensdaten simuliert, das heißt zu jedem Parametersatz werden je Innersubjektbedingung so viele Entscheidungen und die damit verbundenen Reaktionszeiten simuliert, wie es durch die Anzahl der Durchgänge im Experiment definiert ist. Wenn also zum Beispiel in einem Experiment 6 Bedingungen à 40 Durchgängen absolviert werden müssen, werden in der Simulation je Parametersätze $6 \times 40 = 240$ Entscheidungen und Reaktionszeiten simuliert. Im nächsten Schritt werden aus den simulierten Verhaltensdaten die Parameterwerte wieder zurückgeschätzt. Je simuliertem Parametersatz erhält man so einen p -Wert als Indikator für den jeweiligen Modellfit. Die Verteilung dieser p -Werte beschreibt, wie die Modellfits ausfallen, wenn die zugrundeliegenden Verhaltensdaten auf den Grundannahmen des DDM basieren. Sie kann somit als Vergleichsmaßstab für die die Modellgüte der empirischen Parametersätze herangezogen werden. Dazu wird ein Perzentil (zum Beispiel 5% oder 1%) bestimmt, welches den kritischen p -Wert für die empirischen Parametersätze definiert. Empirische Parametersätze, die p -Werte aufweisen, die kleiner als der kritische p -Wert sind, wird dann ein schlechter Modellfit attestiert. Auch wenn das DDM tatsächlich die Entscheidungsprozesse einer Aufgabe abbildet, wird es nicht jeden individuellen Datensatz erklären können (Voss, Nagler et al., 2013; Voss, Rothermund et al., 2013). Daher ist es nicht ungewöhnlich, wenn das DDM bei einem kleinen Anteil ($< 5\%$) an Datensätzen einen schlechten Fit aufweist. Die Parameter dieser Datensätze sollten dann von den inferenzstatistischen Analysen ausgeschlossen werden.

3.3. Ereigniskorrelierte Potentiale

Komplementär zu den Analysen mit dem DDM werden in der zweiten Studie der vorliegenden Dissertation auch EKPs abgeleitet. Die Befunde aus dem DDM können so mit den EKPs validiert werden. Des Weiteren ermöglichen EKPs eine zeitlich genauere Analyse der neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens und erlauben so Einblicke, die mit dem DDM nicht möglich sind.

Um diese Aspekte im Hinblick auf die Fragestellung zu verdeutlichen, wird im Folgenden erläutert, welchen grundlegenden Prinzipien die Anwendung der EKPs folgt und welche Arten von EKPs berechnet wurden. Die Erläuterungen sind kürzer gehalten, da EKPs im Gegensatz zum DDM in der sozialpsychologischen Forschung bereits weit verbreitet sind.

3.3.1. Grundlegende Prinzipien

EKPs sollen Aufschluss darüber geben, wie ein bestimmtes Ereignis neuronal verarbeitet wird. In Rahmen eines Experiments zum visuellen Entscheiden ist das Ereignis ein Reiz, der in mehreren Durchgängen immer wieder präsentiert wird. Dabei kann er selbst (zum Beispiel seine Eindeutigkeit) und/oder der Kontext (zum Beispiel Wissen darüber, wie andere diesen Reiz beurteilt haben), in dem er beurteilt wird, experimentell manipuliert werden.

Ein EKP ist ein elektrophysiologisches Hirnsignal, das ab dem Zeitpunkt eines bestimmten Ereignisses (zum Beispiel die Präsentation eines Reizes) abgeleitet wird. Das EKP wird über meh-

rere Schritte aus dem spontanen Signal eines Elektroenzephalographen (EEG) extrahiert (für eine detaillierte Beschreibung siehe Luck, 2005). Das EKP ergibt sich aus der Mittelung des spontanen EEG-Signals in jeder Innersubjektbedingung über einen definierten Zeitraum um das Ereignis herum. Durch die Mittelung werden alle zufälligen Gehirnaktivitäten, die im spontanen Signal enthalten sind, weitestgehend aus dem Signal entfernt. Jetzt kann das EKP als ein Signal interpretiert werden, das die neuro-kognitiven Prozesse, die durch das Ereignis ausgelöst wurden (zum Beispiel die Verarbeitung des Ereignisses), widerspiegelt. Unterschiede zwischen den Versuchsbedingungen werden dann als Unterschiede in den entsprechenden Prozessen interpretiert. Wichtig dabei ist, dass das EKP eine zeitliche Auflösung in Millisekunden ausweist. Es kann somit der genaue Zeitpunkt nachvollzogen werden, ab dem sich die neuro-kognitiven Prozesse zwischen den Versuchsbedingungen unterscheiden.

Es gibt verschiedene Arten von EKPs, die unterschiedlich berechnet und zur Untersuchung verschiedenster psychologischer Prozesse herangezogen werden (für einen Überblick siehe Kappenman & Luck, 2012). In der zweiten Studie der vorliegenden Dissertation wurden *stimulusevozierte Potentiale* (SEPs) und *lateralisierte Bereitschaftspotentiale* (LBPs) eingesetzt.

3.3.2. Stimulusevozierte Potentiale (SEPs)

SEPs werden zum Zeitpunkt der Reizpräsentation abgeleitet, wodurch sie dessen neuronale Verarbeitung abbilden. Aus SEPs können Komponenten extrahiert werden, die im Signal als positive bzw. negative Wellen zu sehen sind. Sie werden meist anhand ihrer zeitlichen Verortung und ihrer Richtung klassifiziert. So steht die N1 beispielsweise für eine negative Komponente, die circa 100 ms nach Reizpräsentation beginnt.

Durch eine breite Basis an Befunden können diese Komponenten bestimmten Verarbeitungsprozessen zugeordnet werden (Luck, 2005). Man unterscheidet grob frühe und späte bzw. exogene und endogene Komponenten. Frühe exogene Komponenten (zum Beispiel P1) werden immer durch eine bestimmte Klasse an Reizen ausgelöst (zum Beispiel visuelle) und hängen vor allem von exogenen Faktoren, das heißt von den Charakteristika des Reizes ab (zum Beispiel Helligkeit). Sie können aber auch durch frühe Verarbeitungsprozesse, wie zum Beispiel Aufmerksamkeit, endogen moduliert werden. Frühe Komponenten werden daher als Indikatoren früher basaler Verarbeitungsprozesse angesehen. Späte endogene Komponenten (zum Beispiel P3) hängen hingegen primär von inneren Zuständen des Gehirns bzw. von Prozessen ab, die nicht an der sensorischen Verarbeitung eines Reizes beteiligt sind (zum Beispiel Arbeitsgedächtnis).

EKPs ermöglichen es somit, die Verarbeitung von Reizen zeitlich hochauflösend zu analysieren und unter Bezugnahme auf die verschiedenen Komponenten verschiedene Prozesse der Verarbeitung zu identifizieren. Mit dieser Technik kann daher aufgedeckt werden, ob und wie Mehrheitseinfluss die perzeptuelle Verarbeitung von Reizen beeinflusst. So kann zum Beispiel genau untersucht werden, ob Mehrheitseinfluss bereits frühe perzeptuelle Prozesse (sichtbar durch Veränderungen in frühen exogenen Komponenten) oder nur späte Verarbeitungsprozesse (sichtbar durch Veränderungen in späten endogenen Komponenten) verändert.

3.3.3. Lateralisiertes Bereitschaftspotential (LBP)

Das LBP ist ein negatives Potential, das vor der Ausführung einer motorischen Bewegung (zum Beispiel das Ausführen einer Entscheidung per Tastendruck) entsteht. Bei Bewegungen der Arme bzw. Finger ist es kontralateral über dem motorischen Kortex zu beobachten. Der Zeitpunkt, zu dem das Potential entsteht, zeigt den Beginn der motorischen Vorbereitung einer Handlung an. Das LBP wird durch eine spezielle doppelte Subtraktionstechnik aus den EKPs an zentralen Elektroden (meistens C3 und C4) extrahiert (für eine detaillierte Beschreibung der Technik siehe Smulders & Miller, 2012). LBPs werden für jede der möglichen Entscheidungen gesondert berechnet (zum Beispiel Entscheidung mit linkem versus rechtem Arm; konforme versus nicht-konforme Entscheidung). Das LBP ist eine sehr verbreitete Technik in der psychologischen Forschung zu Reaktionszeitaufgaben (zum Beispiel perzeptuelle Entscheidungen), da es erlaubt die Prozesse hinter den Entscheidungen in solchen Aufgaben voneinander zu differenzieren (Smulders & Miller, 2012).

Dabei unterscheidet man zwischen stimulus- und entscheidungsabhängigen LBPs. Die stimulusabhängigen LBPs (S-LBPs) werden zum Zeitpunkt der Reizpräsentation abgeleitet. Die Latenz des S-LBP zeigt an, nach wie vielen Millisekunden nach Reizpräsentation der Proband beginnt seine Entscheidung zu aktivieren. Somit ist die Latenz ein Indikator dafür, wie lange der Reiz verarbeitet wurde (Smulders & Miller, 2012). Diese Interpretation setzt voraus, dass es vor der Reizpräsentation zu keiner Entscheidungsaktivierung kam (Mattler, van der Lugt, Arie, & Münte, 2006). Dies kann durch eine Analyse der S-LBP-Amplitude vor Reizpräsentation überprüft werden. Im Rahmen des verwendeten Paradigmas erlauben S-LBPs somit einerseits zu untersuchen, ob die Probanden eventuell konforme Entscheidungen bereits vor Reizpräsentation aktivieren und solche Effekte von Prozessen der Reizverarbeitung zu differenzieren. Dies kann weder durch das DDM noch durch SEPs erreicht werden, weshalb die S-LBPs eine wichtige Ergänzung zu diesen Indikatoren neuro-kognitiver Prozesse darstellen. Andererseits kann durch die S-LBP nicht direkt aufgedeckt werden, wodurch mögliche Unterschiede in der Länge der Reizverarbeitung bestehen. Solche Unterschiede könnten durch flachere oder durch verzerrte Reizverarbeitung zustande kommen. An dieser Stelle können DDM und VEPs wiederum die S-LBP-Befunde komplementieren (siehe Studie 2 für eine detaillierte Darstellung).

Neben den S-LBPs können auch entscheidungsabhängige LBPs (E-LBPs) abgeleitet werden. E-LBPs werden für den Zeitbereich vor der motorischen Ausführung der Entscheidung berechnet (zum Beispiel vor dem Tastendruck). Die Latenz des E-LBP wird als die Dauer aller Prozesse verstanden, die zwischen der Entscheidungsaktivierung und -ausführung liegen (zum Beispiel zentrale motorische Vorbereitung; Smulders & Miller, 2012). Da diese nicht Teil des eigentlichen Entscheidungsprozesses sind, werden die Auswirkungen von Mehrheitseinfluss auf E-LBPs nur ergänzend exploriert.

4. Studie 1: Social Influence and Perceptual Decision Making: A Diffusion Model Analysis

Die erste Studie dieser Dissertation ist bereits veröffentlicht worden (Germar et al., 2014). Hier kommt das DDM in zwei Experimenten zum ersten Mal zum Einsatz, um die aufgeworfene Fragestellung zu untersuchen.

Aufgrund der Veröffentlichung dieser Studie als Artikel in der Fachzeitschrift «Personality and Social Psychology Bulletin» sind die rechtlichen Bestimmungen des Verlags zu wahren. Aus diesem Grund ist diese Studie nicht Bestandteil dieses Dokuments. Die Studie ist über den Verlag beziehbar unter Zuhilfenahme folgender Angaben:

Germar, M., Schlemmer, A., Krug, K., Voss, A., & Mojzisch, A. (2014). Social Influence and Perceptual Decision Making: A Diffusion Model Analysis. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 40(2), 217–231, DOI:10.1177/0146167213508985.

5. Studie 2: Social Conformity is due to Biased Stimulus Processing: Electrophysiological and Diffusion Analysis

Die zweite Studie wurde zur Veröffentlichung bei *Social Cognitive and Affective Neuroscience* (SCAN) eingereicht. Im Rahmen der Studie werden die Analysen mittels DDM durch den Einsatz von EKPs ergänzt, um eine genauere Aufdeckung der neuro-kognitiven Prozesse zu ermöglichen.

Zur Zeit der Veröffentlichung dieses Dokuments ist diese Studie als Artikel bei der Fachzeitschrift «Social Cognitive and Affective Neuroscience» eingereicht worden und befindet sich aktuell in Revision. Um die rechtlichen Bestimmungen des Verlags zu wahren ist diese Studie nicht Bestandteil dieses Dokuments.

6. Studie 3: Replikation, Erweiterung und Differenzierungen bisheriger Ergebnisse

Im Rahmen der dritten Studie werden zwei Experimente vorgestellt, die noch nicht zur Veröffentlichung eingereicht wurden. Sie dienen der Replikation, Erweiterung und Differenzierung der unter Anwendung des DDM erlangten Erkenntnisse aus den ersten beiden Studien.

6.1. Einleitung

Die folgenden zwei Experimente hatten zu allererst das Ziel, die Ergebnisse der beiden vorangegangenen Studien in Bezug auf das DDM zu replizieren, um eine sichere empirische Basis für die erlangten Erkenntnisse zu schaffen. Besonders interessant ist hierbei, inwiefern Mehrheitseinfluss neben der gefundenen Verarbeitungsverzerrung auch zu einer Veränderung im Entscheidungskriterium führt. In beiden vorangegangenen Studien konnte dies nicht gezeigt werden. Die deskriptive Statistik und die eher knappe Überschreitung des konventionellen Signifikanzniveaus bei den Analysen zum Startpunkt könnten jedoch darauf hinweisen, dass eine solche Veränderung hin zu konformen Entscheidungen vorhanden ist, der damit verbundene empirische Effekt aber sehr klein ist und daher statistisch nicht aufgedeckt werden konnte.

Wie in Gernar et al. (2014) diskutiert wurde, ließ das experimentelle Paradigma nicht zu, zwischen informationalem und normativem Mehrheitseinfluss zu differenzieren. Aus diesem Grund wurde in den beiden folgenden Experimenten untersucht, inwiefern informationaler Mehrheitseinfluss ausreicht, um die gefundene Verarbeitungsverzerrung zu induzieren. Informationaler Einfluss beschreibt den Einfluss, der auf das Ziel des Individuums zurückgeht, richtig handeln zu wollen. Es nutzt Mehrheitsentscheidungen als Hinweis für richtiges Handeln (Cialdini & Goldstein, 2004; Cialdini & Trost, 1998; Deutsch & Gerard, 1955). Normativer Einfluss beschreibt hingegen den Einfluss, der auf dem individuellen Ziel basiert sozial akzeptiert werden zu wollen, also positive soziale Zuwendung zu erhalten und negative soziale Konsequenzen zu vermeiden (Cialdini & Goldstein, 2004; Cialdini & Trost, 1998; Deutsch & Gerard, 1955). In einer Situation, in der nur informationaler Einfluss wirkt, sind alle sozialen Konsequenzen (zum Beispiel Bestrafung) für das Individuum ausgeschlossen. Um eine solche Situation zu untersuchen, wurden in beiden Experimenten Bedingungen eingeführt, in denen jedwede soziale Konsequenzen (normativer Mehrheitseinfluss) ausgeschlossen waren. Außerdem wurde exploriert, inwiefern sich informationaler und normativer Einfluss in ihren Effekten auf die kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens unterscheiden. Hierzu wurden in beiden Experimenten Bedingungen miteinander verglichen, in denen der Mehrheitseinfluss informationaler bzw. normativer Natur war.

Des Weiteren wurden die Befunde der ersten beiden Studien durch drei wichtige Aspekte erweitert. Im ersten Experiment wurde untersucht, inwiefern mögliche individuelle Lerneffekte beim visuellen Entscheiden die Auswirkungen von Mehrheitseinfluss verändern können. Im zweiten Experiment wurde eine andere visuelle Entscheidungsaufgabe eingesetzt um zu überprüfen, ob sich die Befunde aus den vorangegangenen Studien auf diese generalisieren lassen. Zusätzlich wurde durch methodische Veränderung an der Entscheidungsaufgabe eine mögliche Störvariable, das sogenannte *response priming* (Voss et al., 2010), ausgeschlossen, um die interne Validität der Befunde zu erhöhen.

6.2. Experiment 1

Im ersten Experiment wurde der gleiche Versuchsaufbau gewählt, wie im zweiten Experiment der ersten Studie (Germar et al., 2014). Der Ablauf und die Aufgabe entsprachen denen dieses Experiments. Die Probanden wurden anstatt zwei jedoch vier Bedingungen randomisiert zugeordnet: einer Kontrollbedingung (KB) und drei Experimentalbedingungen (EBs). Letztere unterschieden sich dahingehend, dass in der ersten Experimentalbedingung nur informationaler und in den beiden anderen zusätzlich auch noch normativer Einfluss induziert wurde (für eine detaillierte Beschreibung siehe unten). Außerdem wurden mögliche Lerneffekte im Verlauf der visuellen Entscheidungsaufgabe untersucht, indem das Verhalten und die Parameter des DDM für die erste und die zweite Hälfte aller Aufgabendurchgänge getrennt betrachtet und miteinander verglichen wurden. Dies ermöglicht verschiedenen bislang noch nicht explorierten Aspekten nachzugehen. Zum Beispiel könnte die Verarbeitungsverzerrung durch den Mehrheitseinfluss mit zunehmend längerer Aufgabenbearbeitung kleiner werden, da die Probanden durch individuelles Lernen besser werden. Solche Lerneffekte sind aus der Forschung zu binären Entscheidungen bekannt (Ratcliff & McKoon, 2008). Es könnte des Weiteren auch qualitative Veränderungen geben. So wäre es beispielsweise möglich, dass Probanden sich zu Beginn der Aufgabe noch auf die Mehrheitsentscheidungen verlassen und dass sich dies in einer entsprechenden Verschiebung des Entscheidungskriteriums (das heißt des Startpunktes) zeigt. Doch mit zunehmender Erfahrung wird dieser Effekt immer kleiner, so dass er über die ganze Aufgabe betrachtet nicht mehr sichtbar sein könnte und daher in den vorherigen Studien nicht gefunden wurde.

6.2.1. Methoden

Stichprobe und Design. $N = 114$ Probandinnen (Alter: $M = 22.07$; $SD = 4.27$) wurden den vier Versuchsbedingungen zufällig zugeordnet. Immer vier nahmen gleichzeitig an einer Sitzung teil. Die KB entspricht der R- Bedingung aus der ersten Studie, wobei hier statt der Fotos jedes Probanden anonyme Avatare am Bildschirm zu sehen waren (Abbildung 2). Die Probanden wurden dahingehend instruiert, dass alle Probanden je Durchgang jeweils einen anderen Reiz beurteilen. Die Mehrheitsentscheidungen waren nicht relevant für die Urteile die jeweiligen Probanden, folglich lag weder informationaler noch normativer Mehrheitseinfluss vor. In allen drei EBs waren die Mehrheitsurteile für die Probanden hingegen relevant, da sie wie in der R+ Bedingung der vorangegangenen Studien darüber informiert wurden, dass alle Probanden in jedem Durchgang denselben

Reiz beurteilen würden. In der ersten Experimentalbedingung (INFO-B) wurden die vier Probanden wie in der KB durch anonyme Avatare dargestellt. Das heißt keiner der Probanden konnte nachvollziehen, welcher Proband an welche Stelle in der Reihenfolge entschied. Jeder Proband wusste nur, dass er an die letzte Stelle gelost worden war. Die Entscheidungen waren somit zwar öffentlich einsehbar, aber nicht klar einem Probanden zuzuordnen und damit anonym. In der INFO-B wirkte folglich nur informationaler Einfluss, da die Probanden keine sozialen Konsequenzen zu fürchten hatten, denn ein etwaiges Abweichen von der Mehrheitsmeinung war nicht auf einen einzelnen Probanden zurückführbar. Die zweite Experimentalbedingung (NORM-I-B) entspricht der R+ Bedingung aus der ersten Studie. Durch die Portraitfotos konnten abweichende Probanden eindeutig identifiziert werden. Es wirkte folglich sowohl informationaler als auch normativer Einfluss. Die dritte Experimentalbedingung (NORM-II-B) entsprach ebenfalls der R+ Bedingung aus der ersten Studie. Die Probanden wurden jedoch zusätzlich dahingehend instruiert, dass sich die Probanden am Ende gegenseitig im Hinblick auf ihre Leistung bewerten würden. Die Bewertungen jedes Probanden durch die anderen würden nach der Aufgabe öffentlich bekannt gegeben. Die drei Probanden mit den besten Bewertungen würden dann zusammen eine weitere Aufgabe bearbeiten, während der schlechteste allein weiterarbeiten müsse. Hinter dieser Instruktion steht folgende Überlegung: Die Probanden erhalten kein Feedback über die Richtigkeit ihrer Entscheidungen. Jeder Proband muss also davon ausgehen, dass die Leistungsbewertungen subjektiv sind. Wenn man am Ende nicht allein weiterarbeiten möchte, sollte man sich daher der Mehrheit anpassen, um gute Bewertungen zu bekommen. In der NORM-II-B wurden die sozialen Konsequenzen gegenüber der NORM-I-B somit verstärkt, um den normativen Einfluss zu erhöhen. Am Ende der Aufgabe wurden die Probanden umgehend aufgeklärt und die Bewertungen wurden nicht bekanntgegeben. Es fand auch keine weitere Aufgabe statt, sondern das Experiment war beendet.

Der Orangeanteil im Reiz wurde wieder über drei Stufen variiert: 46%, 50% und 54% Prozent orange Pixel. Die Mehrheitsentscheidungen waren wieder in 50% der Fälle einstimmig orange bzw. blau. Daraus ergaben sich der Innersubjektfaktor Kongruenz zwischen Mehrheitsentscheidung und Reiz mit den drei Stufen: kongruent (KON), ambivalent (AMB) und inkongruent (INK). Des Weiteren gab es den Innersubjektfaktor Zeit, da die Konformität und die Parameter des DDM für die erste und die zweite Hälfte aller Durchgänge getrennt betrachtet wurden.

Damit liegt bei diesem Experiment ein 4 (Bedingung: KB, INFO-B, NORM-I-B, NORM-II-B) \times 3 (Kongruenz: KON, AMB, INK) \times 2 (Zeit: erste versus zweite Hälfte) - Design mit einer Messwiederholung auf den letzten beiden Faktoren vor.

Reiz und Ablauf. Bis auf die erläuterten Modifikationen waren Reize und Ablauf die gleichen wie beim zweiten Experiment aus Studie 1.

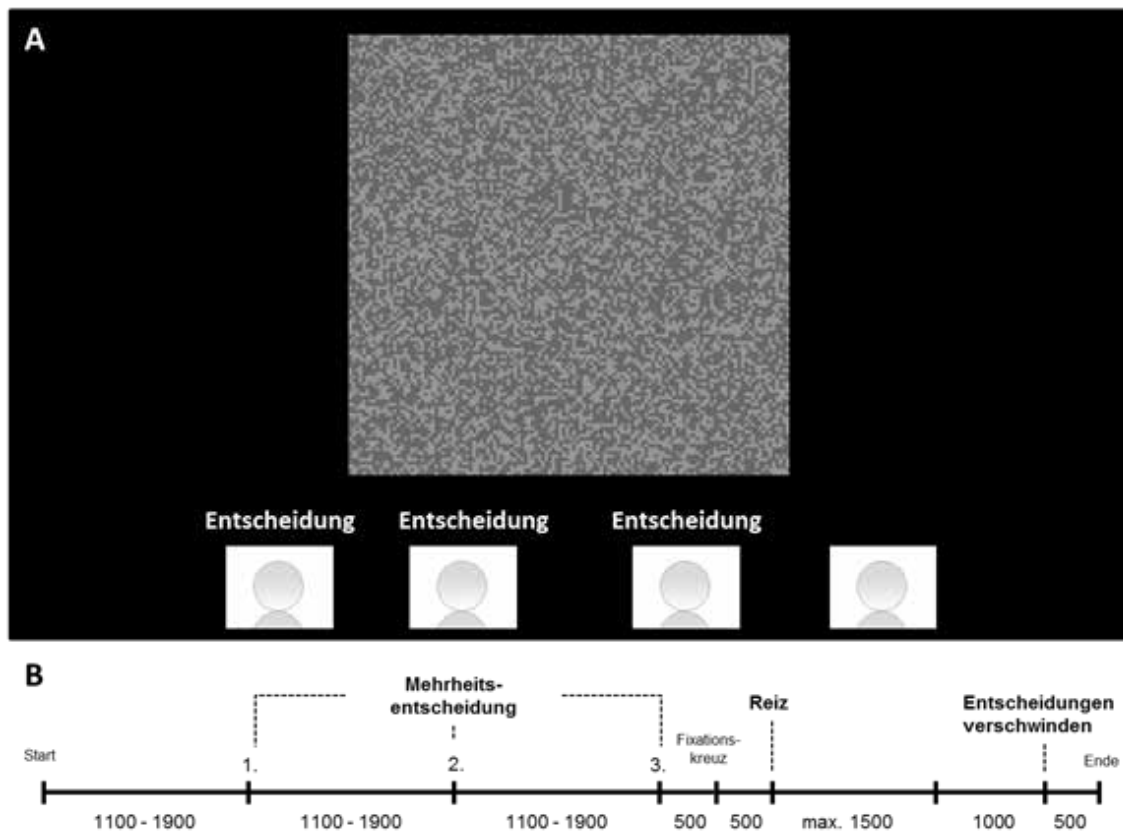


Abbildung 2. A Beispielbildschirm mit Reiz (hellgrau = orange, dunkelgrau = blau) und Mehrheitsentscheidung. B Zeitlicher Ablauf eines Durchgangs.

6.2.2. Ergebnisse

Ausschluss. Von den 114 Probandinnen gaben neun an, dass sie davon ausgingen, dass die Urteile der anderen Probandinnen (der Mehrheit) experimentell manipuliert wurden. Die experimentelle Täuschung war bei diesen Probandinnen folglich nicht erfolgreich, weshalb sie von den folgenden Analysen ausgeschlossen wurden. Die folgenden Analysen basieren auf einer Stichprobe von $N = 105$ (KB: $n = 26$, INFO-B: $n = 27$, NORM-I-B: $n = 27$, NORM-II-B: $n = 25$).

Verhaltensdaten. Insgesamt wurden in 2% der Durchgänge keine Urteile abgegeben. Weiterhin wurden alle Durchgänge ausgeschlossen, die Reaktionszeiten unter 300 ms aufwiesen (2.37% aller Durchgänge), da es sich dabei um schnelles Rateverhalten handelt (engl. *fast guesses*; Voss, Nagler et al., 2013).

Konformität. Die relative Häufigkeit konformer Entscheidungen wurde einer 4 (Bedingung) $\times 3$ (Kongruenz) $\times 2$ (Zeit) – Varianzanalyse (ANOVA) unterzogen und ergab einen Haupteffekt für den Faktor Bedingung, $F(3,101) = 18.14$, $p < .001$, $\eta_G^2 = .21$ (Abbildung 3, Tabelle 1). Bonfer-

roni-korrigierte Welch-*t*-Tests ergaben, dass die Probanden in der KB weniger häufig konform entschieden als die Probanden aller EBs, alle $t_s > 7.49$, alle $p_s < .001$. Letztere unterschieden sich jedoch nicht untereinander, alle $t_s < 1.25$, alle $p_s > 1$ (bonferroni korrigiert).

Tabelle 1. Abhängige Variablen, Experiment 1

Variablen	KB		INFO-B		NORM-I-B		NORM-II-B	
	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2
$konform(\%)_{KON}$	92.61 (6.55)	92.48 (8.11)	96.84 (13.47)	96.98 (12.77)	96.44 (11.90)	97.93 (10.98)	97.31 (13.52)	97.85 (12.85)
$konform(\%)_{AMB}$	50.44 (7.70)	52.20 (7.31)	76.49 (9.87)	76.48 (9.95)	75.50 (8.12)	76.27 (9.42)	81.97 (7.96)	80.86 (7.65)
$konform(\%)_{INK}$	7.58 (8.54)	8.61 (9.95)	25.13 (14.57)	23.87 (15.62)	25.57 (13.15)	23.79 (12.40)	30.23 (18.08)	30.78 (15.09)
v_{KON}	2.95 (1.13)	3.20 (1.01)	3.31 (1.09)	3.59 (1.27)	3.53 (1.84)	3.87 (0.75)	3.59 (1.39)	3.82 (1.11)
v_{AMB}	0.10 (0.36)	0.10 (0.50)	1.09 (0.48)	0.99 (0.42)	1.03 (0.53)	1.03 (0.56)	1.14 (0.49)	1.25 (0.57)
v_{INK}	-2.88 (1.25)	-3.12 (1.24)	-1.40 (0.95)	-1.57 (1.03)	-1.45 (1.05)	-1.45 (0.91)	-1.02 (0.78)	-1.31 (1.01)
a	1.35 0.14	1.39 0.14	1.54 0.17	1.54 0.17	1.58 0.21	1.64 0.21	1.62 0.27	1.62 0.27
zr	0.47 (0.06)	0.50 (0.06)	0.53 (0.08)	0.56 (0.08)	0.54 (0.07)	0.54 (0.07)	0.56 (0.07)	0.56 (0.07)
$t0$	0.57 (0.03)	0.52 (0.03)	0.52 (0.05)	0.53 (0.05)	0.55 (0.06)	0.52 (0.06)	0.49 (0.08)	0.46 (0.08)
$st0$	0.26 (0.06)	0.21 (0.06)	0.27 (0.08)	0.27 (0.08)	0.30 (0.07)	0.29 (0.07)	0.27 (0.09)	0.22 (0.09)

Anmerkungen: Mittelwerte (und Standardabweichungen) für alle abhängigen Variablen. $konform(\%)$ = Häufigkeit konformer Entscheidungen, H1 (H2) = erste (zweite) Hälfte aller Durchgänge.

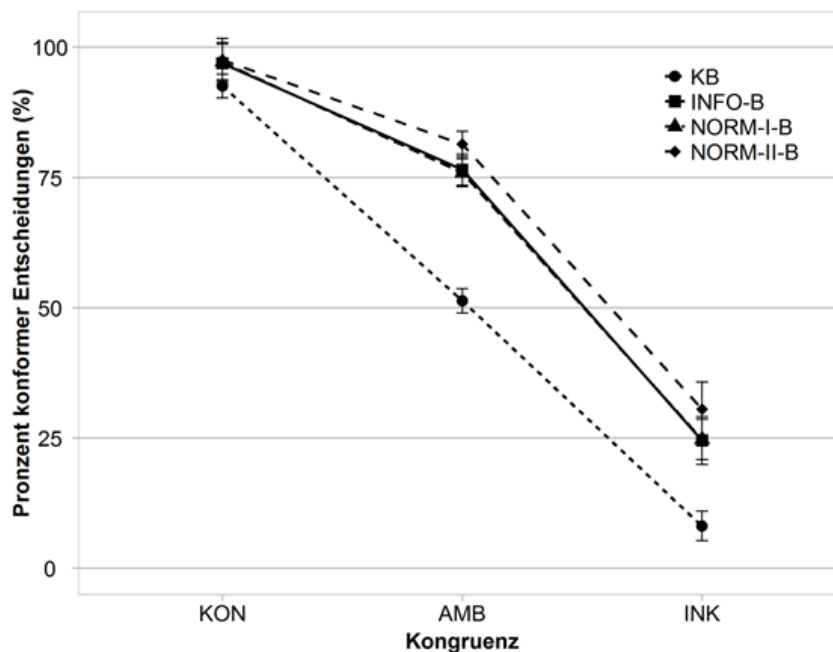


Abbildung 3. Häufigkeit konformer Entscheidungen und entsprechende 95%-Konfidenzintervalle als eine Funktion aus Bedingung (Linien) und Kongruenz (X-Achse).

Weiterhin ergab sich ein Haupteffekt für den Faktor Kongruenz, $F(2,202) = 1130.35$, $p < .001$, $\eta_G^2 = .82$. Mit sinkender Kongruenz sank auch die Häufigkeit konformer Entscheidungen, wobei sich alle Stufen des Faktors signifikant unterschieden, $ts > 16.14$, $ps < .001$. Des Weiteren war die Zweifachinteraktion zwischen den Faktoren Bedingung und Kongruenz signifikant, $F(6,202) = 6.40$, $p < .001$, $\eta_G^2 = .07$. Augenscheinlich bestand die Interaktion darin, dass die Differenzen in der Häufigkeit konformer Entscheidungen zwischen den EBs einerseits und der KB andererseits abhängig von der Kongruenz unterschiedlich groß ausfielen. Am kleinsten war sie auf der Stufe KON (5%), gefolgt von INK (18%) und AMB (27%). Eine 3 (EBs) \times 3 (Kongruenz)-ANOVA bestätigte, dass sich die EBs nicht in der Häufigkeit konformer Entscheidungen unterschieden. Nur der Haupteffekt für den Faktor Kongruenz war signifikant $F(2,152) = 662.61$, $p < .001$, $\eta_G^2 = .79$. Alle anderen Effekte waren nicht signifikant, alle $Fs < 0.47$, alle $ps > .756$.

Um die Unterschiede zwischen den EBs und der KB für jede Stufe des Faktors Kongruenz zu analysieren, wurden jeweils t -Tests berechnet. Die EBs unterscheiden sich auf jeder Stufe des Faktors Kongruenz von der KB: KON, alle $ts > 3.01$, alle $ps < .001$, alle $ds > 0.83$; AMB, alle $ts > 7.18$, alle $ps < .001$, alle $ds > 1.97$; INK, alle $ts > 3.53$, alle $ps < .017$, alle $ds > 0.97$ (alle bonferoni-korrigiert). Die Unterschiede in den Effektgrößen je Stufe bestätigen den Eindruck, dass die Differenzen in der Häufigkeit konformer Entscheidungen bei AMB am größten waren.

Alle anderen Effekte waren nicht signifikant alle $Fs < 0.43$, alle $ps > .741$. Die Zeit (erste versus zweite Hälfte der Durchgänge) hatte demnach keinen Einfluss auf die Häufigkeit konformer Entscheidungen.

Diffusion Decision Model. Wie in Studie 1 und 2 wurden die Parameter des DDM mithilfe der Software *fast-dm* (Voss & Voss, 2007) geschätzt. Alle Parameter wurden für jeden Probanden einzeln

berechnet. Wie in den ersten beiden Studien wurde die Entscheidungsmöglichkeit «orange» dem oberen und die Entscheidungsmöglichkeit «blau» dem unteren Entscheidungsgrenzwert im Modell zugeordnet. Um die Auswirkung der Mehrheitsentscheidungen und mögliche Zeiteffekte auf den Startpunkt (zr) zu untersuchen, wurden verschiedene Startpunkte für «blaue» bzw. «orange» Mehrheitsentscheidungen für je die erste und die zweite Hälfte der Durchgänge berechnet. Startpunkt-Werte über bzw. unter 0.5 zeigen eine Verschiebung des Entscheidungskriteriums in Richtung einer Orange- bzw. Blau-Entscheidung an. Um Auswirkung der Mehrheitsentscheidungen und mögliche Zeiteffekte auf die Driftrate zu analysieren, wurden für jeden Orangeanteil (46%, 50%, 54%) und jede Mehrheitsentscheidung («orange» versus «blau») für je die erste und die zweite Hälfte der Durchgänge verschiedene Driftraten berechnet. Positive bzw. negative Werte in der Driftrate weisen darauf hin, dass mehr Orange- bzw. Blau-Information akkumuliert werden. Die Distanz zwischen den Entscheidungsgrenzwerten (a), die Nicht-Entscheidungskonstante ($t0$) und ihre Variabilität ($st0$) wurden für die erste und die zweite Hälfte der Durchgänge berechnet, um etwaige Zeiteffekte in diesen Parametern bzw. entsprechenden Prozessen abzubilden. Alle übrigen Parameter wurden aus Sparsamkeitsgründen auf 0 gesetzt. Insgesamt bestand das Modell damit aus 22 Parametern (4 zrs , 12 vs , 2 as , 2 $t0s$ und 2 $st0s$). Für eine Probandin konnten die Parameter nicht geschätzt werden, da in der zweiten Hälfte aller Durchgänge weniger als 10 gültige Durchgänge in einer der Innersubjektbedingungen vorhanden waren. Für $N = 104$ Probandinnen wurden die Parameterwerte geschätzt und der Modellfit bestimmt.

Modellfit. Als empirische Passungsindikatoren gibt *fast-dm* die p -Werte der KS-Statistik aus ($M = 0.07$, $SD = 0.08$). Diese p -Werte können jedoch ohne Vergleich mit simulierten p -Werten bei einer hohen Parameteranzahl nicht interpretiert werden (für eine ausführliche Begründung siehe Studien 1 und 2). Stattdessen wurde der Modellfit anhand von Monte-Carlo-Simulationen untersucht. Die genaue Vorgehensweise wird in Abschnitt 3.2.4 und in Studien 1 und 2 beschrieben. Das Ergebnis der Simulation ist eine Verteilung von p -Werten der KS-Statistik. Wenn das 1%-Quantil dieser Verteilung als kritischer Wert für den Modellfit definiert wurde ($p < 0.001$), wies keines der individuellen Modelle einen auffälligen Wert auf. Wenn das 5%-Quantil als kritischer Wert definiert wurde ($p = 0.01$), wiesen 25 der individuellen Modelle einen auffälligen Wert auf. Der Argumentation aus Studie 2 folgend wurde kein Modell von den berichteten Analysen ausgeschlossen. Die Ergebnismuster waren bei Ausschluss der 25 Probanden mit auffälligem Modellfit die gleichen (siehe Diskussion für eine ausführliche Reflexion über die Bedeutung der Modellpassung in dieser Dissertation).

Driftrate. Wie in Studie 2 wurden die Driftraten so transformiert, dass positive bzw. negative Werte gleichbedeutend mit mehr Informationen sind, die für bzw. gegen die Mehrheitsentscheidung akkumuliert werden. Eine etwaige Verarbeitungsverzerrung in Richtung konformer Entscheidungen ist somit direkt an positiven Werten ersichtlich (für eine detaillierte Beschreibung der Transformation siehe Studie 2).

Eine 4 (Bedingung) \times 3 (Kongruenz) \times 2 (Zeit) – ANOVA ergab einen Haupteffekt für den Faktor Bedingung $F(3,100) = 15.93$, $p < .001$, $\eta_G^2 = .15$ (Tabelle 1). Bonferroni-korrigierte Welch-t-Tests ergaben, dass Probanden in der KB niedrigere Driftraten aufwiesen als die Probanden aller EBs, $ts > 6.15$, $ps < .001$. Letztere unterschieden sich nicht untereinander, alle $ts < 1.08$, alle $ps = 1$ (bonferroni-korrigiert).

Außerdem ergab sich ein Haupteffekt für den Faktor Kongruenz, $F(2,200) = 1047.67$, $p < .001$, $\eta_G^2 = .79$. Mit sinkender Kongruenz sanken auch die Driftraten, wobei sich alle Stufen des Faktors Kongruenz signifikant unterschieden, alle $ts > 27.35$, alle $ps < .001$ (bonferroni-korrigiert).

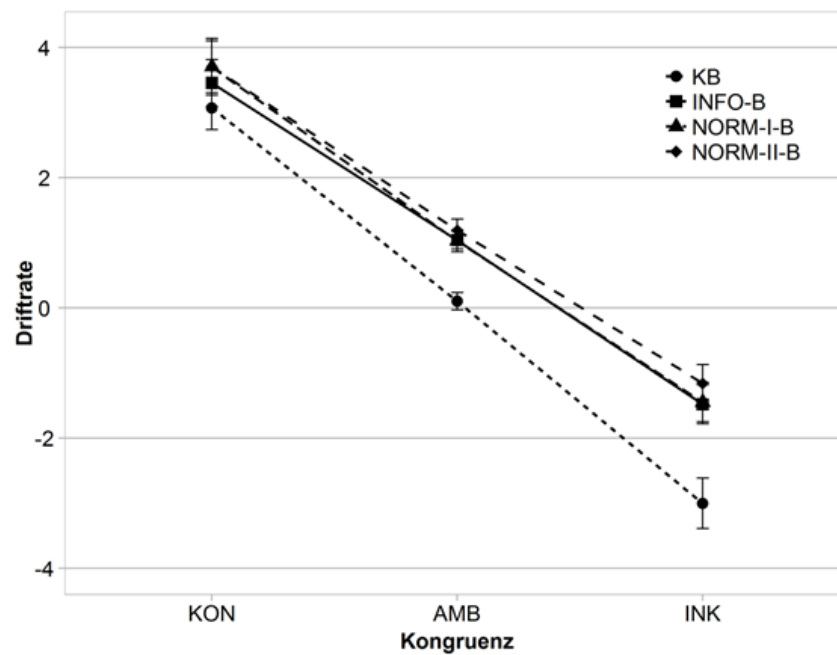


Abbildung 4. Driftrate und entsprechende 95%-Konfidenzintervalle als eine Funktion aus Bedingung (Linien) und Kongruenz (X-Achse).

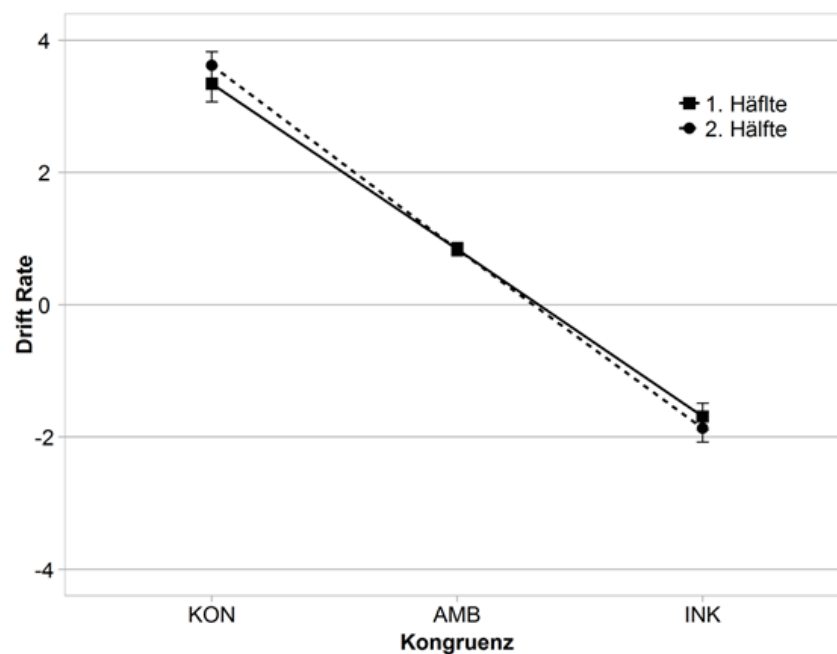


Abbildung 5. Driftrate und entsprechende 95%-Konfidenzintervalle als eine Funktion aus Hälfte der Durchgänge (Linien) und Kongruenz (X-Achse).

Des Weiteren war die Zweifachinteraktion zwischen den Faktoren Bedingung und Kongruenz signifikant, $F(6,200) = 3.05, p = .007, \eta_G^2 = .03$. Wie bei der Häufigkeit konformer Entscheidungen besteht die Interaktion augenscheinlich auch darin, dass die Differenzen in den Driftraten zwischen den EBs einerseits und der KB andererseits abhängig von der Kongruenz unterschiedlich groß ausfallen. Am kleinsten ist sie auf der Stufe KON, gefolgt von INK und AMB (Abbildung 4). Eine 3 (Experimentalbedingungen) \times 3 (Kongruenz) – ANOVA bestätigte, dass sich die EBs nicht in den Driftraten unterschieden. Nur der Haupteffekt für den Faktor Kongruenz war signifikant $F(2,150) = 724.18, p < .001, \eta_G^2 = .81$. Alle anderen Effekte waren nicht signifikant, alle F s < 0.65 , alle p s $> .52$. Um die Unterschiede zwischen den EBs und der KB für jede Stufe des Faktors Kongruenz zu analysieren, wurde jeweils eine einfaktorische ANOVA berechnet. Während auf der Stufe KON der Haupteffekt für den Faktor Bedingung nicht signifikant war, war er es auf den anderen beiden Stufen: KON, $F(3,100) = 2.26, p = .086, \eta_G^2 = .06$; AMB, $F(3,100) = 14.04, p < .001, \eta_G^2 = .30$; INK, $F(3,100) = 13.72, p < .001, \eta_G^2 = .29$. Wenn das Verhältnis zwischen Mehrheitsentscheidung und Reiz ambivalent oder inkongruent war, wiesen die Probanden der EBs eine stärkere Verarbeitungsverzerrung in Richtung konformer Entscheidungen auf als Probanden in der KB. War das Verhältnis hingegen kongruent, trat dies nicht auf.

Auch die Zweifachinteraktion zwischen den Faktoren Kongruenz und Zeit war signifikant, $F(2,200) = 4.41, p < .033, \eta_G^2 = .01$ (Abbildung 5). Deskriptiv ist zu erkennen, dass die Unterschiede zwischen den Stufen des Faktors Kongruenz in der zweiten Hälfte der Durchgänge kleiner waren als in der ersten. Dies liegt vor allem daran, dass die Driftraten auf der Stufe KON in der zweiten Hälfte tendenziell niedriger, $t(103) = 1.85, p = .066$, und auf der Stufe INK tendenziell höher waren, $t(103) = 1.63, p = .106$, als in der ersten Hälfte der Durchgänge. Auf der Stufe AMB unterscheiden sich die Driftraten jedoch nicht zwischen den beiden Hälften, $t(103) = 0.01, p = .991$. Die Reizverarbeitung wurde also in der zweiten Hälfte der Durchgänge weniger extrem durch die Kongruenz zwischen Mehrheitsentscheidung und Reiz beeinflusst als in der ersten Hälfte.

Alle anderen Effekte waren nicht signifikant, alle F s < 0.23 , alle p s $> .63$.

Relativer Startpunkt. Wie in Studie 2 wurden die Startpunkte so transformiert, dass Werte über bzw. unter 0.5 bedeuten, dass weniger bzw. mehr Informationen akkumuliert werden müssen, um den Grenzwert der konformen Entscheidung zu erreichen. Eine etwaige Veränderung im Entscheidungskriterium in Richtung konformer Entscheidungen ist also direkt Werten größer 0.5 ablesbar (für eine detaillierte Beschreibung der Transformation siehe Studie 2).

Eine 4 (Bedingung) \times 2 (Zeit) – ANOVA ergab einen Haupteffekt für den Faktor Bedingung $F(3,100) = 3.20, p = .026, \eta_G^2 = .07$ (Tabelle 1). Nicht korrigierte Welch-t-Tests ergaben, dass alle EBs höhere zr -Werte aufwiesen als die KB, alle t s > 2.33 , alle p s $< .024$. Letztere unterschieden sich nicht untereinander, t s $< 0.64, p > .527$. Bonferroni-korrigierte Welch-t-Tests ergaben hingegen, dass nur die NORM-II-B höhere zr -Werte aufwies als die KB, $t = 2.78, p = .033, g = 0.77$. Alle anderen Bedingungen unterschieden sich nicht, alle t s < 2.33 , alle p s $> .105$. Im Vergleich zur KB war der Startpunkt in allen EBs in Richtung konformer Urteile verschoben. Dieser Effekt war in der NORM-II-B am deutlichsten.

Alle anderen Effekte waren nicht signifikant, alle F s < 1.87 , alle p s $> .175$. Es lagen folglich keine Zeiteffekte (erste versus zweite Hälfte der Durchgänge) vor.

Abstand zwischen den Grenzwerten. Eine 4 (Bedingung) \times 2 (Zeit) – ANOVA ergab einen Haupteffekt für den Faktor Bedingung $F(3,100) = 7.02, p < 0.001, \eta_G^2 = .13$ (Tabelle 1). Bonferroni-korrigierte Welch-t-Tests ergaben, dass alle EBs höhere a -Werte aufwiesen als die KB, alle $t_s > 2.57$, alle $p_s < .05$. Erstere unterschieden sich nicht untereinander, alle $t_s < 1.31$, alle $p > .947$. In allen EBs war Distanz zwischen den Grenzwerten höher als in der KB. Alle anderen Effekte waren nicht signifikant, alle $F_s < 0.50$, alle $p_s > .479$.

Zeitkonstante. Für t_0 ergab eine 4 (Bedingung) \times 2 (Zeit) – ANOVA einen Haupteffekt für den Faktor Bedingung $F(3,100) = 2.90, p = 0.038, \eta_G^2 = .07$ (Tabelle 1). Bonferroni-korrigierte Welch-t-Tests ergaben, dass die NORM-II-B niedrigere t_0 -Werte ($M = 0.48, SD = 0.12$) als die KB ($M = 0.55, SD = 0.07$) aufwies, $t = 2.99, p = .04$. Alle anderen Vergleiche waren nicht signifikant, alle $t_s < 1.94$, alle $p_s > .15$. Die Länge aller Nicht-Entscheidungsprozesse war in der NORM-II-Bedingung kürzer als in der KB. Außerdem lag ein Haupteffekt für den Faktor Zeit vor, $F(1,100) = 10.55, p = 0.002, \eta_G^2 = .01$. Die Länge aller Nicht-Entscheidungsprozesse war in der ersten Hälfte ($M = 0.54, SD = 0.06$) länger als in der zweiten Hälfte der Durchgänge ($M = 0.51, SD = 0.06$). Die Interaktion war nicht signifikant, $F(3,100) = 1.57, p = .201$.

Für st_0 ergab eine 4 (Bedingungen) \times 2 (Zeit) – ANOVA einen Haupteffekt für den Faktor Bedingung $F(3,100) = 3.49, p = 0.019, \eta_G^2 = .06$ (Tabelle 1). Bonferroni-korrigierte Welch-t-Tests ergaben, dass die NORM-I-Bedingung höhere st_0 -Werte ($M = 0.30, SD = 0.11$) als die KB ($M = 0.23, SD = 0.08$) aufwies, $t = 2.80, p = .022$. Alle anderen Vergleiche waren nicht signifikant, alle $t_s < 2.04$, alle $p_s > .138$. Die Variabilität aller Nicht-Entscheidungsprozesse war in der NORM-I-Bedingung kleiner als in der KB.

Außerdem lag ein Haupteffekt für den Faktor Zeit vor, $F(1,100) = 8.11, p = 0.005, \eta_G^2 = .03$. Die Variabilität aller Nicht-Entscheidungsprozesse war in der ersten Hälfte ($M = 0.28, SD = 0.08$) höher als in zweiten Hälfte der Durchgänge ($M = 0.25, SD = 0.08$). Die Interaktion war nicht signifikant, $F(3,100) = 1.51, p = .217$.

6.2.3. Diskussion

Replikation. In Bezug auf die Driftrate konnten die Befunde aus den ersten beiden Studien repliziert werden. In allen EBs kam es zu einer Verarbeitungsverzerrung dahingehend, dass Farbinformationen, die die Mehrheitsentscheidungen unterstützten, prioritär verarbeitet wurden (Germar et al., 2014). In Bezug auf den Startpunkt zeigte sich wieder deskriptiv, dass das Entscheidungskriterium in den EBs in Richtung konformer Entscheidungen verschoben war. Dieser Effekt war statistisch ohne Alphafehlerkorrektur für alle EBs, mit Korrektur jedoch nur für die NORM-II-B signifikant. Eine Veränderung im Entscheidungskriterium durch Mehrheitseinfluss kann folglich immer noch nicht sicher ausgeschlossen werden und muss zumindest im Hinblick auf die Frage, ob normativer Einfluss zu einer solchen Verschiebung führt, weiter untersucht werden. Des Weiteren fanden sich Effekte durch Mehrheitseinfluss auf Nicht-Entscheidungsprozesse. Da die dort beinhalteten Prozesse im DDM nicht voneinander differenziert werden können und diese Prozesse auch nicht im Fokus dieser Dissertation stehen, wird an dieser Stelle davon abgesehen über ihren Ursprung zu diskutieren. Außerdem ist fraglich, ob diese Effekte systematischer Natur sind, da sie in keiner anderen Studie und nur in einzelnen EBs dieses Experiments gefunden wurden und ihre Effektgrößen sehr klein sind. In Bezug auf die Distanz zwischen den Entscheidungsgrenzwerten konnte repliziert werden, dass Mehrheitseinfluss zu einem konservativem Entscheidungsstil führt.

Informationaler versus normativer Einfluss. Die Vergleiche zwischen EBs und KB zeigen, dass informationaler Einfluss ausreichend ist, um eine Verarbeitungsverzerrung zu induzieren. Der Befund, dass es keine Unterschiede in der Konformität und in der Driftrate zwischen den EBs gab, weist darauf hin, dass in den NORM-Bedingungen zusätzlich zum informationalen Einfluss kein (starker) normativer Einfluss induziert werden konnte. Dass der normative Einfluss in diesen Bedingungen nicht stärker ausgefallen ist als in der INFO-B, könnte einerseits daran gelegen haben, dass auch in letzterer die Mehrheit im selben Raum anwesend war. Möglicherweise hat dies dazu geführt, dass die Probanden auch hier soziale Konsequenzen trotz Anonymität antizipierten und beispielsweise annahmen, dass sich die anderen Probanden nach der Aufgabe am Ende des Experiments über etwaige auffällige Abweichler unterhalten möchten. Andererseits waren in der computergesteuerten Aufgabe keine spontanen sozialen Reaktionen auf etwaige Abweichler möglich, so dass die unmittelbaren sozialen Konsequenzen in beiden NORM-Bedingungen minimal waren. Nur in der NORM-II-Bedingung waren längerfristige Konsequenzen impliziert. Doch der mögliche Ausschluss aus einer Gruppe in einem Experiment könnte für die Probanden keine starke soziale Konsequenz dargestellt haben.

Lerneffekte. Über alle Bedingungen hat sich gezeigt, dass der Effekt der Kongruenz zwischen Mehrheitsentscheidungen und Reiz über die Zeit abnahm. Außerdem sanken die Länge und die Variabilität der Nicht-Entscheidungsprozesse. Alle diese Effekte stellen bekannte Lerneffekte bei solchen Aufgaben dar (Ratcliff & McKoon, 2008), die zeigen, dass die Leistung steigt und die motorische Ausführung der Entscheidung durch Routine schneller wird. Diese Effekte waren jedoch nicht abhängig davon, ob Mehrheitseinfluss vorlag (EBs) oder nicht (KB). Die Verarbeitungsverzerrung durch Mehrheitseinfluss blieb über die Zeit demnach vorhanden und verringerte sich nur minimal durch die normale Leistungssteigerung während der Aufgabenbearbeitung.

Insgesamt konnte im ersten Experiment repliziert werden, dass Mehrheitseinfluss zu einer Verarbeitungsverzerrung visueller Informationen führt. Informationaler Mehrheitseinfluss reichte aus, um diesen Effekt hervorzurufen. Durch allgemeine Lerneffekte verringert sich dieser Effekt über die Zeit hinweg leicht. Weiter offen bleibt hingegen, ob Mehrheitseinfluss zu einer Asymmetrie im Entscheidungskriterium führen kann und inwiefern sich die Auswirkungen von normativem und informationalem Einfluss unterscheiden.

6.3. Experiment 2

Im zweiten Experiment wurden erneut informationaler und normativer Einfluss miteinander verglichen. Im Vergleich zu Experiment 1 wurden die möglichen sozialen Konsequenzen in der Bedingung mit informationalem Einfluss noch weiter reduziert. Außerdem erhielten die Probanden 500 ms mehr Zeit für ihre jeweilige Entscheidung, um die Belastung der Probanden und die Schwierigkeit der Aufgabe zu senken. So sollte das Bedürfnis der Probanden gesenkt werden, die Mehrheitsurteile als Hinweis für richtige Entscheidungen zu nutzen, um das Gesamtniveau des informationalen Einflusses in allen Bedingungen zu senken und mehr Raum für Veränderungen durch normativen Einfluss zu schaffen. Diese Modifikationen sollten einen trennscharfen Vergleich beider Einflussarten ermöglichen (siehe Methoden).

Des Weiteren absolvierten die Probanden eine andere visuelle Entscheidungsaufgabe um festzustellen, inwiefern die bisherigen Befunde über verschiedene Aufgaben hinweg generalisierbar sind.

Weiterhin wurde in der neuen Aufgabe auch das Auftreten von reponse priming reduziert. Response priming beschreibt die motorische Voraktivierung einer Entscheidung durch einen Prime (Voss, Rothermund et al., 2013; Voss et al., 2010). In den bisherigen Experimenten waren die beiden Entscheidungsmöglichkeiten für die Probanden jeweils mit einer bestimmten motorischen Ausführung assoziiert (zum Beispiel orange = linke Taste drücken, blau = rechte Taste drücken). Aufgrund der Mehrheitsentscheidungen hatten die Probanden somit die Möglichkeit, die jeweils konforme Entscheidung motorisch vorzubereiten, bevor der Reiz präsentiert wurde und sie dementsprechend schneller auszuführen. Folglich konnte response priming in den bisherigen Experimenten nicht ausgeschlossen werden. Dies stellt insofern ein Problem dar, als dass solche Effekte die Parameter des DDM verzerren können, welche die eigentlichen Entscheidungsprozesse repräsentieren (Voss et al., 2010). Insbesondere Effekte in Bezug auf das Entscheidungskriterium (zr) könnten deshalb bisher nicht gefunden worden sein (Voss et al., 2010). Durch die neue Aufgabe ermöglicht das zweite Experiment somit mögliche Effekte durch Mehrheitseinfluss auf das Entscheidungskriterium besser aufzudecken.

6.3.1. Methoden

Stichprobe und Design. $N = 53$ Probandinnen (Alter: $M = 21.57$, $SD = 2.04$) wurden zufällig zwei Bedingungen zugeordnet. Immer vier Probanden nahmen gleichzeitig an einer Sitzung teil. In der INFO-Bedingung wurden die Probanden darüber informiert, dass ihnen in jedem Durchgang die Urteile von drei Probanden präsentiert würden, die im Rahmen einer vorherigen Studie die Aufgabe bearbeitet hätten. Diese drei Probanden würden zu Beginn der Aufgabe zufällig aus der Stichprobe dieser Studie ausgewählt. Wie in den vorherigen Studien waren die Entscheidungen dieser drei Probanden vorprogrammiert und bildeten stets eine einstimmige Mehrheitsentscheidung. In der NORM-Bedingung wurden die Probanden hingegen darüber informiert, dass sie in jedem Durchgang die Entscheidungen der drei anderen anwesenden Teilnehmer sehen würden. Wie in der INFO-Bedingung aus Experiment 1 wurden die anderen Teilnehmer in beiden Bedingungen durch anonyme Avatare repräsentiert, damit alle visuellen Reize in beiden Bedingungen dieselben waren. Der zentrale Unterschied zwischen den beiden Bedingungen war daher die Ab- bzw. Anwesenheit der Mehrheit, wodurch normativer Einfluss nicht vorhanden bzw. vorhanden war.

Die Probanden beider Bedingungen bearbeiteten die Aufgabe zunächst alleine, ohne dass die Entscheidungen der Mehrheit angezeigt wurden. Diese Phase diente als Kontrollbedingung (Baseline-Phase). In der folgenden Phase (Einflussphase) waren die Mehrheitsentscheidungen entweder kongruent oder inkongruent zum Reiz. Um die Effekte durch den Mehrheitseinfluss sichtbar und zwischen den Bedingungen vergleichbar zu machen, dienten transformierte Differenzen im Verhalten und in den Parametern des DDM zwischen erster und zweiter Phase als abhängige Variablen (siehe Ergebnisse für eine detaillierte Beschreibung der Berechnung der Differenzwerte). Dem Experiment lag ein 2 (Bedingung: INFO versus NORM) \times 2 (Mehrheitsentscheidung: KON, INK) – Design zugrunde.

Reiz und Aufgabe. Die Probanden hatten die Aufgabe zu entscheiden, welches von zwei präsentierten Quadraten mehr weiße Punkte enthielt. Durch das Drücken auf die entsprechende Pfeiltaste, sollten sie das linke oder das rechte Quadrat auswählen. Die Quadrate waren 170×170 Pixel groß (Abbildung 6). Ein Quadrat enthielt immer 100, das andere 110 Punkte, die in jedem Durchgang zufällig positioniert wurden. In 50% der Durchgänge enthielt das linke Quadrat mehr Punkte als das rechte, in den anderen 50% war es umgekehrt. Unabhängig davon waren in 50% aller Durchgänge die Rahmen des rechten bzw. des linken Quadrats blau bzw. orange, in den anderen 50% war es andersherum. Die Reihenfolge der Durchgänge wurde randomisiert. Die Urteile der anderen Probanden wurden anhand der jeweils gewählten Quadratfarbe dargestellt (Abbildung 6). Die Probanden wussten somit, welche Farbe das Quadrat hatte, welches von der Mehrheit ausgewählt wurde, jedoch nicht, auf welcher Seite dieses Quadrat erscheinen würde. Sie konnten daher die jeweils konforme Entscheidung nicht motorisch vorbereiten bis die Quadrate präsentiert wurden, da sie die richtige Seite und nicht die Farbe des richtigen Quadrats per Tastendruck angeben mussten. Durch diese Veränderung des Paradigmas wurde das response priming durch die Mehrheitsentscheidung reduziert. Die Mehrheitsentscheidungen zeigten entweder das richtige (KON) oder das falsche Quadrat (INK) an.

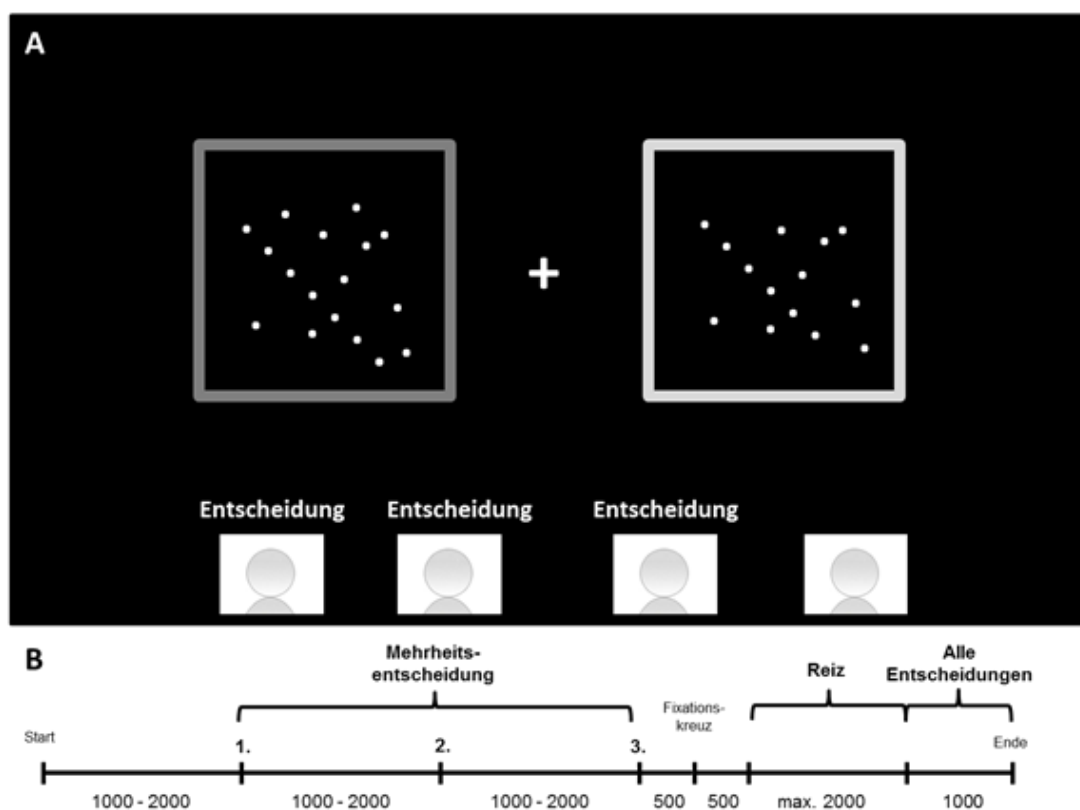


Abbildung 6. A Beispielbildschirm mit Reizen (hellgrau = orange, dunkelgrau = blau) und Mehrheitsentscheidung. Die dargestellte Anzahl der Punkte entspricht nicht der tatsächlichen Anzahl im Experiment. B Zeitlicher Ablauf eines Durchgangs. Zu beachten ist, dass die Mehrheitsentscheidungen während der Reizpräsentation nicht zu sehen waren.

Ablauf. Der Ablauf war prinzipiell der gleiche wie in Experiment 1. Bevor die Probanden die Aufgabe zusammen mit den anderen Probanden bearbeiteten, erfolgte die beschriebene Baseline-Phase, in der die Probanden 80 Durchgänge alleine absolvierten. In jedem Durchgang wurde zunächst für 500 ms ein Fixationskreuz präsentiert. Dann wurden für maximal 2000 ms die beiden Quadrate präsentiert. In dieser Zeit mussten die Probanden per Tastendruck auf die entsprechende Pfeiltaste entscheiden, welches der beiden Quadrate mehr Punkte enthielt. In der zweiten Phase absolvieren die Probanden 240 Durchgänge. Hier waren die zeitliche Abfolge und die zeitlichen Abstände der Ereignisse (zum Beispiel Anzeige der Mehrheitsentscheidung und Abstand zur Anzeige des Reizes) wie in Experiment 1, nur dass die Probanden 2000 statt 1500 ms Zeit hatten, um zu entscheiden (Abbildung 6).

6.3.2 Ergebnisse

Ausschluss. Von den 53 Probandinnen gaben fünf an, dass sie davon ausgingen, dass die Entscheidungen der anderen Probanden (der Mehrheit) experimentell manipuliert wurden. Die experimentelle Täuschung war bei diesen Probandinnen somit nicht erfolgreich, weshalb sie von den folgenden Analysen ausgeschlossen wurden. Außerdem konnten bei drei Probandinnen wegen technischer Probleme keine Verhaltensdaten aufgezeichnet werden. Die folgenden Analysen basieren somit auf einer Stichprobe von $N = 45$ (INFO: $n = 23$, NORM: $n = 22$).

Verhaltensdaten. Insgesamt wurden in 1.91% der Durchgänge keine Urteile abgegeben. Außerdem wurden alle Durchgänge ausgeschlossen, die Reaktionszeiten unter 300 ms aufwiesen (0.02 % aller Durchgänge).

Konformität. Für jeden Probanden wurden Konformitätswerte für jede Stufe des Faktors Kongruenz berechnet. Dabei handelt es sich um Differenzwerte zwischen Baseline- und Einflussphase, die angeben, zu wieviel Prozent sich die Entscheidungen eines Probanden aufgrund der jeweiligen Mehrheitsentscheidungsentscheidung verändert haben. Positive Werte zeigen dabei eine Abweichung von der individuellen Baseline hin zur jeweiligen Mehrheitsentscheidung (das heißt Konformität) an. Die Differenzwerte wurden wie folgt berechnet: Die individuelle Häufigkeit, mit der das jeweils rechte Quadrat in der Baseline-Phase ausgewählt wurde, wurde von den entsprechenden Häufigkeiten abgezogen, wenn die Mehrheit das rechte bzw. das linke Quadrat ausgewählt hatte. Zusätzlich wurde das Vorzeichen der Differenzwerte aus den Fällen, in denen die Mehrheit das linke Quadrat ausgewählt hatte, umgekehrt. Bei allen Differenzwerten zeigten nun positive Werte an, dass ein Proband seine Entscheidungen in Richtung der Mehrheit verändert hat. Aus diesen Differenzwerten wurde dann für jede Stufe des Faktors Kongruenz ein Mittelwert gebildet.

Eine 2 (Bedingung) \times 2 (Kongruenz) – ANOVA ergab einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Kongruenz, $F(1,43) = 5.00$, $p = .031$, $\eta_G^2 = .05$. Im Vergleich zu ihrer Baseline entschieden die Probanden bei kongruenter Mehrheitsentscheidung ($M = 7.46\%$, $SD = 10.32$) weniger häufig konform als bei inkongruenter Mehrheitsentscheidung ($M = 13.82\%$, $SD = 15.20$). Alle anderen Effekte waren nicht signifikant, alle F s < 1.51 , alle p s $> .226$. T-Tests ergaben, dass die Konformitätswerte in beiden Bedingungen größer als 0 waren, alle t s > 4.17 , alle p s $< .001$. In beiden Bedingungen wurden die individuellen Entscheidungen folglich durch die Mehrheitsentscheidungen beeinflusst. Es gab jedoch keine Unterschiede zwischen den Bedingungen (Abbildung 7, Tabelle 2).

Tabelle 2. Abhängige Variablen, Experiment 2

Variable		INFO	NORM
$\Delta_{konform}$	<i>KON</i>	4.37 (10.96)	10.69 (8.71)
	<i>INK</i>	13.14 (16.28)	13.24 (14.38)
Δ_v	<i>KON</i>	0.14 (0.58)	0.52 (0.47)
	<i>INK</i>	0.48 (0.64)	0.22 (0.42)
Δ_{zr}		0 (0.09)	0.03 (0.12)
<i>a</i>	<i>Baseline</i>	1.19 (0.16)	1.28 (0.15)
	<i>Einfluss</i>	1.29 (0.16)	1.33 (0.15)
<i>t0</i>	<i>Baseline</i>	0.79 (0.12)	0.71 (0.11)
	<i>Einfluss</i>	0.77 (0.12)	0.72 (0.11)
<i>st0</i>	<i>Baseline</i>	0.38 (0.14)	0.30 (0.16)
	<i>Einfluss</i>	0.39 (0.14)	0.40 (0.16)

Anmerkungen: Mittelwerte (und Standardabweichungen) für alle abhängigen Variablen. $\Delta_{konform}$ = Konformität als Differenz zur Baseline, Δ_v = Driftrate als Differenz zur Baseline, Δ_{zr} = Startpunkt als Differenz zur Baseline.

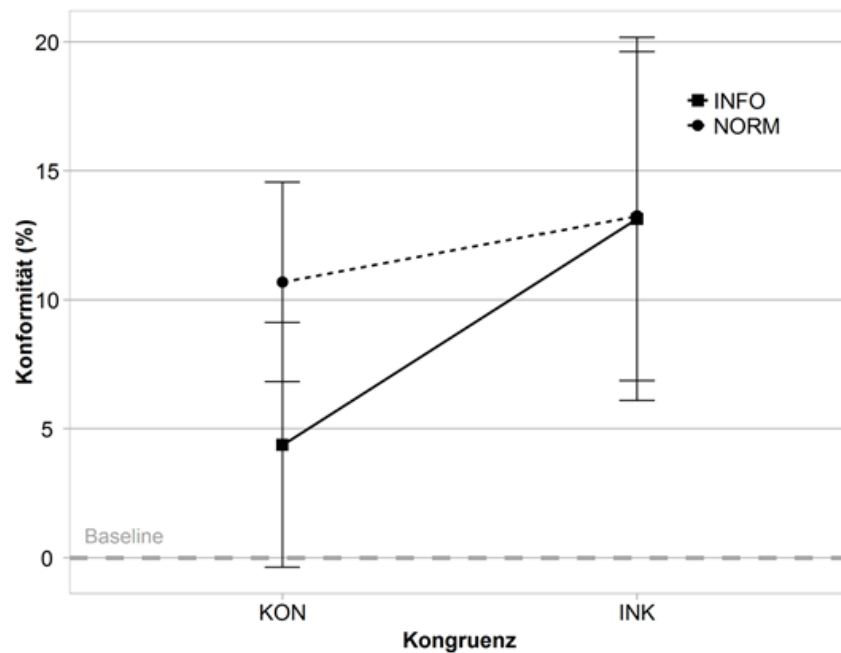


Abbildung 7. Konformitätswerte (Differenz zur Baseline) und entsprechende 95%-Konfidenzintervalle als eine Funktion aus Bedingung (Linien) und Kongruenz (X-Achse).

Diffusion Decision Model. Wie in Studie 1 und 2 wurden die Parameter des DDM mithilfe der Software *fast-dm* (Voss & Voss, 2007) geschätzt. Alle Parameter wurden für jeden Probanden einzeln berechnet. Die Entscheidungsmöglichkeit «rechts» wurde dem oberen und die Entscheidungsmöglichkeit «links» dem unteren Entscheidungsgrenzwert im Modell zugeordnet. Um die Auswirkung der Mehrheitsentscheidungen auf den Startpunkt (zr) zu untersuchen, wurden verschiedene Startpunkte für «rechte», «linke» bzw. keine (Baseline-Phase) Mehrheitsentscheidungen berechnet. Startpunkt-Werte über bzw. unter 0.5 zeigen somit eine Verschiebung des Entscheidungskriteriums in Richtung einer Rechts- bzw. Links-Entscheidung an. Um Auswirkung der Mehrheitsentscheidungen auf die Driftrate zu analysieren, wurden für jede Seite auf der das richtige Quadrat präsentiert wurde (rechts versus links) und je Mehrheitsentscheidung («rechts», «links», keine) verschiedene Driftraten berechnet. Positive bzw. negative Werte in der Driftrate weisen also darauf hin, dass mehr Links- bzw. Rechts-Informationen akkumuliert werden. Die Distanz zwischen den Entscheidungsgrenzwerten (a), die Nicht-Entscheidungskonstante ($t0$) und ihre Variabilität ($st0$) wurden je für die Baseline- und die Einflussphase berechnet. Alle übrigen Parameter wurden aus Sparsamkeitsgründen auf 0 gesetzt. Insgesamt bestand das Modell damit aus 15 Parametern (3 zrs , 6 versus, 2 as , 2 $t0s$ und 2 $st0s$).

Modellfit. Die p -Werte der Kolmogorov-Smirnov wiesen einen Mittelwert von $M = 0.65$ ($SD = 0.18$) auf. Wie in Experiment 1 wurde der Modellfit anhand von Monte-Carlo-Simulationen untersucht. Wenn das 1%-Quantil dieser Verteilung als kritischer Wert für den Modellfit definiert wurde ($p = 0.06$), wies keines der individuellen Modelle einen auffälligen Wert auf. Wenn das 5%-Quantil als kritischer Wert definiert wurde ($p = 0.2$), wiesen drei der individuellen Modelle einen auffälligen Wert auf. Der Argumentation aus Studie 2 folgend wurde kein Modell von den folgenden berichteten Analysen ausgeschlossen. Die Ergebnismuster waren bei Ausschluss der drei Probanden mit auffälligem Modellfit die gleichen.

Driftrate. Wie bei den Entscheidungshäufigkeiten wurden die individuellen Driftrate-Werte aus Baseline- und Einflussphase zu Differenzwerten verrechnet. Positive bzw. negative Werte bedeuten, dass relativ mehr Informationen akkumuliert werden, die für bzw. gegen die Mehrheitsentscheidung sprechen. Eine etwaige Verarbeitungsverzerrung in Richtung konformer Entscheidungen ist somit direkt an positiven Werten ersichtlich.

Eine 2 (Bedingung) \times 2 (Kongruenz) – ANOVA ergab eine signifikante Zweifachinteraktion, $F(1,43) = 7.51$, $p = .008$, $\eta_G^2 = .08$ (Abbildung 8, Tabelle 2). Um die Interaktion aufzulösen, wurden Welch- t -Tests für abhängige Stichproben je Bedingung berechnet. In der NORM-Bedingung waren die Driftraten bei kongruenten Mehrheitsentscheidungen höher als bei inkongruenten, $t = 2.22$, $p = .038$. In der INFO-Bedingung lag kein entsprechender Unterschied vor, $t = 1.81$, $p = .084$. Die Haupteffekte waren nicht signifikant, alle $Fs < 0.32$, alle $ps > .575$. Des Weiteren ergaben t -Tests, dass die Driftraten in beiden Bedingungen größer als 0 waren, alle $ts > 3.57$, alle $ps < .002$. In beiden Bedingungen wurde die Reizverarbeitung folglich in Richtung konformer Entscheidungen verzerrt. In der NORM-Bedingung war diese Verzerrung bei kongruenten Mehrheitsentscheidungen stärker als bei inkongruenten.

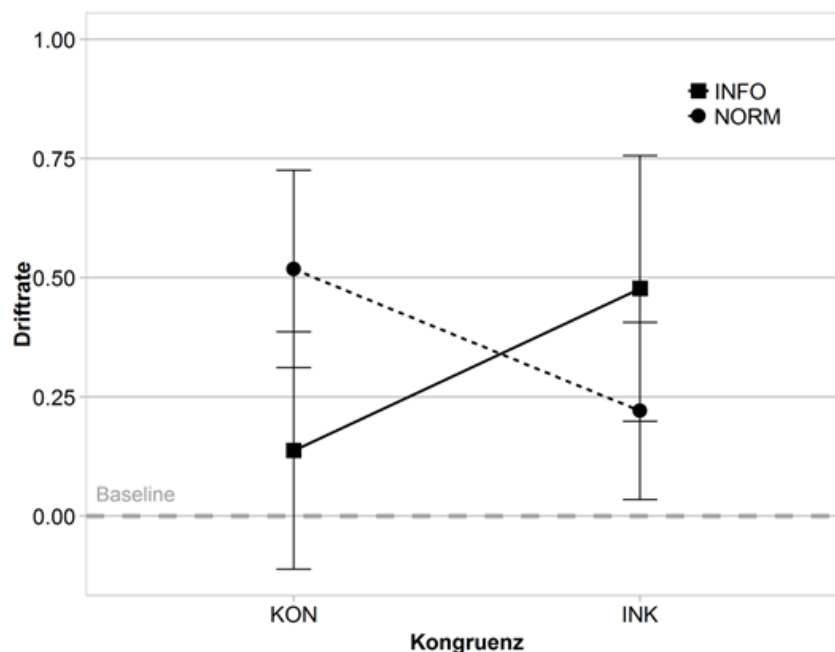


Abbildung 8. Driftrate (Differenz zur Baseline) und entsprechende 95%-Konfidenzintervalle als eine Funktion aus Bedingung (Linien) und Kongruenz (X-Achse).

Relativer Startpunkt. Analog zur Driftrate wurden die Startpunkt-Werte aus Baseline- und Einflussphase zu Differenzwerten transformiert, bei denen Werte über bzw. unter 0 bedeuten, dass weniger bzw. mehr Informationen akkumuliert werden müssen, um den Grenzwert der konformen Entscheidung zu erreichen. Eine etwaige Veränderung im Entscheidungskriterium in Richtung konformer Entscheidungen ist daher direkt aus Werten größer null ablesbar.

Eine einfaktorische ANOVA ergab keinen Unterschied zwischen den Bedingungen, $F(1,43) = 0.74$, $p = .394$ (Tabelle 2). Außerdem ergaben t-Tests, dass die Startpunkte in beiden Bedingungen nicht größer als 0 waren, alle $t_s < 1.19$, alle $p_s > .248$. In beiden Bedingungen kam es somit nicht zu einer Verschiebung des Entscheidungskriteriums hin zu konformen Entscheidungen.

Abstand zwischen den Grenzwerten. Eine 2 (Bedingung) \times 2 (Phase) – ANOVA ergab einen Haupteffekt für den Faktor Phase $F(1,43) = 5.02$, $p = .030$, $\eta_G^2 = .05$ (Tabelle 2). Die Baseline-Phase ($M = 1.24$, $SD = 0.15$) wies niedrigere a-Werte auf als die Einflussphase ($M = 1.31$, $SD = 0.15$). Die anderen Effekte waren nicht signifikant, alle $F_s < 2.12$, alle $p_s > .153$.

Zeitkonstante. Für $t0$ ergab eine 2 (Bedingung) \times 2 (Phase) – ANOVA keine signifikanten Effekte, alle $F_s < 2.55$, alle $p_s > .179$ (Tabelle 2). Für $st0$ ergab eine 2 (Bedingung) \times 2 (Phase) – ANOVA ebenfalls keine signifikanten Effekte, alle $F_s < 2.73$, alle $p_s > .106$ (Tabelle 2).

6.3.3. Diskussion

Konformität. Auch im Vergleich zu einer individuellen Baseline konnte im verwendeten experimentellen Paradigma Konformität erzeugt werden. Dabei fällt auf, dass die Konformität bei inkongruenter Mehrheitsmeinung höher ist als bei kongruenter, während bei den vorherigen Studien immer der gegenteilige Effekt auftrat. Dieser Unterschied lässt sich durch die Berechnung der Konformitätswerte erklären. In diesem Experiment wurde ein individueller Differenzwert zwischen Baseline und Einflussphase berechnet. Da die Probanden in der Baseline-Phase häufiger korrekt ($M = 71.03\%$) als inkorrekt entschieden, ist weniger Raum für Veränderung in Richtung einer kongruenten Mehrheitsmeinung, wodurch die entsprechenden Differenzwerte kleiner ausfielen.

Replikation. Auch in diesem Experiment konnte repliziert werden, dass Mehrheitseinfluss zu einer Verzerrung in der Reizverarbeitung in Richtung konformer Entscheidungen führt. In Bezug auf den Startpunkt konnten wie in Studien 1 und 2 keine Effekte festgestellt werden. Da in diesem Experiment response priming reduziert wurde, war es möglich den Startpunkt besser zu schätzen und damit etwaige Auswirkungen von Mehrheitseinfluss auf das Entscheidungskriterium offen zu legen. Umso mehr spricht das Ausbleiben dieser Effekte nun dafür, dass zumindest informationaler Mehrheitseinfluss keine solchen Auswirkungen hat. Etwaige Auswirkungen von normativem Einfluss müssen in Zukunft noch weiter untersucht werden (siehe unten). Dass in Experiment 1 Effekte auf den Startpunkt gefunden wurden, könnte hingegen auf response-priming-Effekte zurückführbar sein (Voss et al., 2010). Anhand der Unterschiede in den Distanzen zwischen den Entscheidungsgrenzwerten zeigte sich erneut, dass Mehrheitseinfluss zu einem konservativen Entscheidungsstil führt. Lerneffekte in den Nicht-Entscheidungsprozessen lagen im Gegensatz zu Experiment 1 nicht vor.

Informationaler versus normativer Einfluss. Es zeigte sich erneut, dass eine Situation, in der lediglich informationaler und kein normativer Mehrheitseinfluss wirkt, ausreicht, um die Reizverarbeitung zu verzerren. Im Verhalten und in der Driftrate gab es keine Unterschiede zur NORM-Bedingung, was erneut dafür spricht, dass kein (starker) normativer Einfluss induziert werden konnte. Im Vergleich zu Experiment 1 wurde zwar der normative Einfluss in der INFO-Bedingung weiter reduziert (die Mehrheit war nicht anwesend). Da jedoch zur visuellen Angleichung der Versuchsbedingungen in beiden anonyme Avatare genutzt wurden und keine Fotos, die eine Identifikation der Probanden zugelassen hätten, wurde der normative Einfluss möglicherweise gleichzeitig auch in der NORM-Bedingung reduziert. Somit war der Unterschied im normativen Einfluss zwischen den beiden Bedingungen eventuell nicht groß genug, um differenzielle Effekte der Einflussarten untersuchen zu können.

6.4. Zusammenfassung

In beiden Experimenten konnte repliziert werden, dass Mehrheitseinfluss zu einer Verzerrung in der Reizverarbeitung hin zu konformen Entscheidungen führt. Informationaler Einfluss scheint hinreichend/ausreichend zu sein, um eine solche Verzerrung zu induzieren. In Experiment 2 konnte weiterhin gezeigt werden, dass dieser Effekt auch bei einem anderen Aufgabentyp auftritt und auch wenn ein mögliches reponse priming durch die Mehrheit als Störvariable reduziert wird.

Ebenfalls zeigte sich in beiden Experimenten, dass Mehrheitseinfluss zu einem konservativen Entscheidungsstil führt. Unter Mehrheitseinfluss brauchen Individuen demnach mehr Informationen, um eine visuelle Entscheidung zu treffen.

Die Befunde zu einer etwaigen Verzerrung im Entscheidungskriterium waren gemischt. Während in Experiment 1 Evidenz dafür gefunden werden konnte, war dies in Experiment 2 nicht der Fall. Da in den Studien 1 und 2 keine Effekte auf den Startpunkt gefunden wurden und da die Effekte in Experiment 1 auch durch reponse priming entstanden sein könnten, sprechen die Befunde insgesamt dafür, dass zumindest informationaler Mehrheitseinfluss keine Veränderungen im Entscheidungskriterium hervorruft.

Da es in beiden Experimenten nicht eindeutig gelungen ist normativen Einfluss zu induzieren, sollte die Entwicklung eines Paradigmas, welches normativen Einfluss bei visuellen Entscheidungsaufgaben zuverlässig induziert, Gegenstand künftiger Forschung sein. Dadurch wäre eine genauere Analyse der hier gezeigten Ergebnisse in Bezug auf mögliche Unterschiede zwischen normativem und informationalem Einfluss möglich.

7. Diskussion

7.1. Zusammenfassung der Befunde

Die vorliegende Dissertation ging der Frage nach, welche Auswirkungen Mehrheitseinfluss auf die neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens hat. Direkt damit war auch die grundlegende Frage verbunden, ob und inwiefern Mehrheitseinfluss die Verarbeitung von visuellen Informationen verändern kann. Um diese Fragen zu beantworten, wurden drei Studien durchgeführt, in denen die Probanden unter Mehrheitseinfluss einfache visuelle Entscheidungsaufgaben bearbeiten sollten. Dabei kam ein neu entwickeltes experimentelles Paradigma zum Einsatz, welches erlaubte die Effekte zu betrachten, die direkt auf Mehrheitseinfluss zurückgehen und damit nicht durch alternative Effekte (zum Beispiel Priming oder Cueing) erklärt werden können. Dadurch wurden methodischen Schwächen der bisherigen Forschung überwunden, die eine Beantwortung der aufgeworfenen Fragen bisher verhinderten. Die neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens wurden mit Hilfe des DDM und von EKPs untersucht. Das DDM wurde im Rahmen der Dissertation erstmalig zur Untersuchung der Auswirkungen von Mehrheitseinfluss eingesetzt, dadurch war es in allen Experimenten aufgrund der gewonnenen Verhaltensdaten möglich die kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens getrennt voneinander zu untersuchen und somit die Auswirkungen von Mehrheitseinfluss differenziell zu betrachten. In einer Studie wurden weiterhin SEPs und LRPs gemessen, die es ermöglichten die DDM-Analysen zu validieren und zu erweitern, da sie einen Einblick in den zeitlichen Charakter der Auswirkungen von Mehrheitseinfluss erlaubten.

Über alle fünf Experimente der drei vorgestellten Studien hinweg ergaben die DDM-Analysen, dass Mehrheitseinfluss zu einer Verzerrung der Reizverarbeitung (abgebildet durch Veränderungen in der Driftrate) führt. Diese Verzerrung führt dazu, dass mehr visuelle Evidenz akkumuliert wird, die die jeweilige Mehrheitsentscheidung unterstützt, was wiederum die Wahrscheinlichkeit erhöht konform zu entscheiden. Darüber hinaus zeigten sich über alle Experimente hinweg keine stabilen Auswirkungen auf das Entscheidungskriterium (abgebildet durch fehlende Veränderungen im Startpunkt). Mehrheitseinfluss führte nicht zu einer Verschiebung des Entscheidungskriteriums in Richtung der jeweiligen Mehrheitsentscheidung. Des Weiteren zeigten die DDM-Analysen in allen Experimenten, dass unter Mehrheitseinfluss vorsichtiger, das heißt konservativer, geurteilt wird (abgebildet durch einen höheren Abstand zwischen den Grenzwerten). Folglich bezogen die Probanden unter Mehrheitseinfluss mehr Reizinformationen in ihre Entscheidung ein. Insgesamt zeigen die DDM-Analysen somit, dass Mehrheitseinfluss neben einer tieferen auch zu einer verzerrten Reizverarbeitung führt. In allen Experimenten war sozial-konformes Verhalten folglich auf eine verzerrte Reizverarbeitung zurückzuführen.

Die EKP-Analysen unterstützen diese Schlussfolgerungen. Die LRP-Analysen zeigten, dass Reize unter Mehrheitseinfluss verzerrt verarbeitet werden, was zu einer schnellen Aktivierung konformer Entscheidungen führt. Zu non-konformen Entscheidungen kann es nur dann kommen, wenn diese Aktivierung aufgrund neuer Reizinformationen korrigiert wird.

Außerdem lenken die Probanden unter Mehrheitseinfluss mehr Aufmerksamkeitsressourcen auf die Identifikation bzw. Diskriminierung des jeweiligen Reizes, was sich in der höheren N1-Amplitude zeigte. Zusammengenommen zeigten die EKP-Analysen somit, dass Mehrheitseinfluss sowohl zu einer verzerrten Reizverarbeitung also auch zu einer Intensivierung früher Verarbeitungsprozesse führt.

7.2. Integration der Befunde

Die beschriebenen Befunde des DDM und der EKP-Analysen lassen zwar vergleichbare Schlussfolgerungen zu, da sie aber auf unterschiedlichen Datenquellen (Verhaltensdaten, elektrophysiologische Aktivität) basieren, bleibt offen wie sie zueinander in Zusammenhang stehen bzw. auf welche gemeinsamen neuronalen Prozessen sie zurückzuführen sind. Das neuronale Modell visuellen Entscheidens von Heekeren et al. (2008) bietet die Möglichkeit diese Lücke zu schließen, da sich die Befunde anhand des Modells gut integrieren lassen.

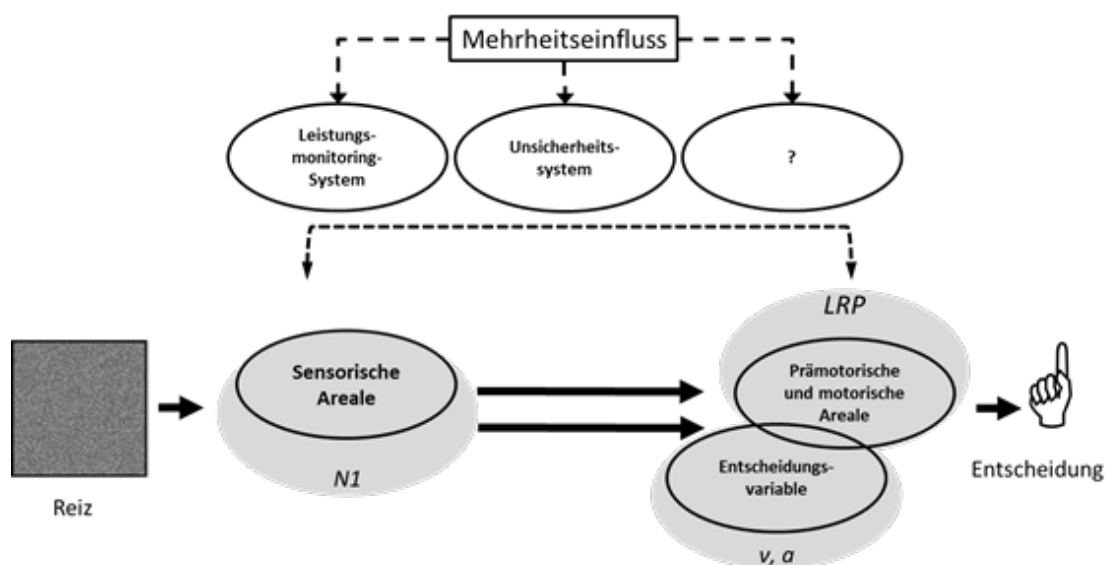


Abbildung 9. Neuronales Modell visuellen Entscheidens nach Heekeren et al. (2008). Die Befunde der Dissertation wurden den einzelnen Systemen zugeordnet, N1 = N1-Effekt (Studie 2), LRP = LRP-Befunde (Studie 2), v = Driftrate-Befunde (alle Studien), a = Befunde zum Abstand zwischen den Grenzwerten (alle Studien). Zu beachten ist, dass LRPs indirekte Schlüsse auf die Reizverarbeitung zulassen (siehe Text).

Dem Modell zufolge basiert perzeptuelles Entscheiden auf verschiedenen Hirnarealen, die sich zu vier hierarchisch geordnet und interaktiv miteinander verknüpften Systemen zusammenfassen lassen (Abbildung 9). Die erste Stufe visuellen Entscheidens bilden die Areale, die für die Verarbeitung aufgabenrelevanter Reizmerkmale verantwortlich sind. Nachdem diese Areale die Reizinformationen dekodiert haben, werden diese an ein höheres System weitergeleitet. Dieses System besteht aus Arealen (zum Beispiel dorsolateraler Präfrontalcortex), die Reizinformationen akkumulieren und integrieren. Hierzu werden die Reizinformationen neuronal zu einer Entscheidungsvariable verrechnet, deren Wert anzeigt, welche Entscheidung aufgrund der akkumulierten Evidenz vorzuziehen ist. Des Weiteren besteht dieses System aus prämotorischen bzw. motorischen Arealen, welche die sensorische Evidenz gleichzeitig in eine entsprechende motorische Aktivierung überführen.

Den beiden Verarbeitungssystemen sind zwei weitere Systeme übergeordnet. Das Leistungsmonitoring-System besteht aus Arealen (zum Beispiel posteriorer medialer Präfrontalcortex), die etwaige Fehler in den Entscheidungsprozessen entdecken und entsprechende Korrekturen in der Entscheidungsstrategie veranlassen. Das *Unsicherheitssystem* besteht aus Arealen (zum Beispiel anteriore Insula, inferiorer frontaler Gyrus), die etwaige Schwierigkeiten bei der perzeptuellen Verarbeitung (zum Beispiel unklare Evidenz darüber, um was für einen Reiz es sich handelt) registrieren. In einem solchen Fall veranlassen diese Areale, dass mehr neuronale Ressourcen in den Arealen der Reizverarbeitung aufgewandt werden um den Reiz zu verarbeiten.

Vor dem Hintergrund des Modells kann vermutet werden, dass Mehrheitseinfluss vermittelt über die Areale des Unsicherheitssystems zu einer Erhöhung früher Aufmerksamkeitsressourcen führt (N1-Effekt). Des Weiteren ließe sich die konservativere Entscheidungsstrategie (höherer Abstand zwischen den Grenzwerten) dadurch erklären, dass das *Leistungsmonitoring*-System so auf die Berechnung der Entscheidungsvariable einwirkt, dass insgesamt mehr Evidenz in den entsprechenden Arealen akkumuliert werden muss, bevor eine Entscheidung ausgelöst wird.

Dass Mehrheitseinfluss zu einer Verzerrung der Reizverarbeitung führt (Veränderungen in Driftrate und LRPs), lässt sich im Modell von Heekeren et al. (2008) wie folgt einordnen. Die Driftrate repräsentiert den mittleren Wert der Entscheidungsvariable über den Zeitraum der Reizverarbeitung. Die Veränderungen in der Driftrate lassen somit nur Schlüsse auf die durchschnittliche Verzerrung über die gesamte Zeit der Reizverarbeitung zu. Die LRP-Befunde ermöglichten es hingegen, auch die zeitliche Dynamik hinter diesem Prozess aufzudecken. Die Verzerrung ist zu Beginn am stärksten, was zu einer Aktivierung konformer Entscheidungen führt. Dann nimmt die Verzerrung ab, was im Fall non-konformer Entscheidungen zu einer Korrektur der initialen Entscheidungsaktivierung führt. Darüber hinaus zeigten die LRP-Befunde, dass die Reizverarbeitung und die Entscheidungsaktivierung nicht streng sequenziell, sondern so wie im Modell von Heekeren et al. (2008) angenommen teilweise parallel erfolgen. Entsprechend war an den LRPs für non-konforme Entscheidungen zu erkennen, dass eine Entscheidung bereits während der Akkumulation aktiviert wird und abhängig von der akkumulierten Evidenz auch wieder korrigiert werden kann.

Vor dem Hintergrund des Modells bleiben jedoch auch zwei Aspekte offen. Zum einen konnte im Rahmen der Integration nur vermutet werden, über welche übergeordneten Systeme Mehrheitseinfluss zu einer Verzerrung in der Reizverarbeitung führt. Dies könnte sowohl über das Unsicherheits-, über das Leistungsmonitoring- oder über weitere Systeme geschehen, die im Modell nicht enthalten sind. Zum anderen konnten die DDM- und die LRP-Analysen zwar aufdecken, dass eine Verzerrung in der Reizverarbeitung vorliegt. Doch wie in Studie 2 diskutiert, bleibt weiter offen,

welche neuro-kognitiven Prozesse die Verzerrung hervorrufen. Auf frühen Verarbeitungsebenen könnte es sich dabei um Prozesse der merkmalsbasierten Aufmerksamkeit handeln. Dementsprechend wäre es möglich, dass Mehrheitseinfluss die merkmalsbasierte Aufmerksamkeit so ausrichtet, dass die Verarbeitung von Reizinformationen, die die Mehrheitsentscheidung unterstützen, erhöht wird und/oder dass die Verarbeitung von Reizinformationen, die gegen die Mehrheitsentscheidung sprechen, unterdrückt wird. Auf späteren Verarbeitungsstufen könnte Mehrheitseinfluss hingegen die Akkumulation bzw. Integrierung von Informationen verringern, die gegen die Mehrheitsentscheidungen sprechen.

Insgesamt zeigt die Einbettung der Befunde in das Modell von Heekeren et al. (2008), dass die Effekte von Mehrheitseinfluss verschiedenen neuronalen Systemen visuellen Entscheidens zugeordnet werden könnten. Welche konkreten neuro-kognitiven Prozesse Mehrheitseinfluss vermitteln, muss in Zukunft jedoch noch weiter ausdifferenziert werden.

7.3. Einschränkungen

Im Rahmen der Einordnung der Befunde sind einige Einschränkungen zu nennen. Im Folgenden werden die bereits in den vorgestellten Studien diskutierten Einschränkungen kurz zusammengefasst. Bisher noch nicht erörterte Einschränkungen werden ausführlicher diskutiert.

7.3.1. Zeitliche Abfolge der Ereignisse im Verlauf eines Durchgangs

Im Rahmen des verwendeten Paradigmas erfuhren die Probanden die Mehrheitsentscheidungen stets bevor sie den Reiz sehen und verarbeiten konnten. Dies geschah aus den in Abschnitt 3 erläuterten messmethodischen Gründen. Somit lassen sich die Befunde der Dissertation nur auf Situationen anwenden, in denen Individuen die Mehrheitsmeinung bekannt ist, bevor sie die sensorischen Informationen verarbeiten, über welche sie entscheiden sollen. In Bezug auf das Beispiel des Radiologen könnte dies eine Situation sein, in der ihm seine Kollegen ihre Meinung mitteilen, bevor er sich ein Röntgenbild anschaut. Es bleibt jedoch offen, wie sich die neuro-kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens verändern, wenn Individuen mit einer Mehrheitsmeinung konfrontiert werden, während sie sensorische Informationen verarbeiten. Also wenn beispielsweise der Radiologe das Röntgenbild zusammen mit seinen Kollegen betrachtet und diese währenddessen ihre Meinungen bzw. Entscheidungen mitteilen. In weiteren Studien sollte daher untersucht werden, ob und inwiefern Mehrheitseinfluss in solchen Situationen dynamisch auf die Verarbeitung der sensorischen Informationen einwirken und ob es auch in solchen Situationen zu einer Verzerrung der Reizverarbeitung kommen kann.

7.3.2. Differenzielle Effekte von normativem und informationalem Einfluss

In den Studien 1 und 2 wurden informationaler und normativer Mehrheitseinfluss nicht voneinander getrennt betrachtet. In Studie 3 wurde dieser Versuch unternommen, doch die Befunde wiesen darauf hin, dass die Induktion von normativem Einfluss nicht oder nur unzureichend gelungen ist.

Trotzdem zeigte die Studie, dass informationaler Einfluss ausreichend ist, um eine Verzerrung in der Reizverarbeitung zu erzeugen. Es bleibt jedoch offen, inwiefern sich normativer Mehrheitseinfluss auf visuelles Entscheiden auswirken kann. Wie in Studie 1 diskutiert, ist eine Annahme, dass normativer Einfluss zu einer Verzerrung im Entscheidungskriterium, das heißt zu einer Verschiebung im Startpunkt hin zur konformen Entscheidung, führt. Diese Annahme basiert auf der Überlegung, dass eine Mehrheitsentscheidung bei normativem Einfluss nicht nur ein Hinweisreiz für richtiges Handeln ist, sondern auch ein Hinweisreiz dafür, welche sozialen Konsequenzen mit den jeweiligen Entscheidungsoptionen verbunden sind. Unabhängig von den entscheidungsrelevanten Informationen (zum Beispiel Reizinformationen) sollte eine konforme Entscheidung dementsprechend mit einem positiveren Erwartungswert (zum Beispiel antizipierte soziale Zustimmung) assoziiert sein als non-konforme Entscheidungen (zum Beispiel Furcht vor sozialer Ausgrenzung). Dies sollte dazu führen, dass Individuen nur dann eine non-konforme Entscheidung treffen, wenn sie sich ihrer Richtigkeit sehr sicher sind, das heißt, wenn sie ein hohes Maß an Evidenz dafür akkumulieren konnten. Wie in Abschnitt 3.2.3. beschrieben, sollte dies zu einer Verschiebung des Startpunktes in Richtung konformer Entscheidungen führen. Diese Überlegungen werden durch Studien gestützt, welche zeigen, dass es zu einer Verschiebung im Startpunkt hin zu der Entscheidung kommt, die mit einer höheren Belohnung bzw. mit einem positiveren Erwartungswert assoziiert ist (Mulder et al., 2012; Voss et al., 2004). Folglich sollten weitere Studien informational und normativen Einfluss besser experimentell voneinander trennen und die erläuterten Überlegungen überprüfen.

7.3.3. Modellgüte

Um die kognitiven Prozesse visuellen Entscheidens zu beschreiben und um aufzudecken, welche Auswirkungen Mehrheitseinfluss auf diese hat, wurde das DDM (Ratcliff, 1978) genutzt. Folglich basiert die Interpretation der Befunde auf den Annahmen dieses Modells (Abschnitt 3.2.). Es übersteigt den Rahmen dieser Dissertation, die grundlegenden Fragen zu diskutieren, inwiefern das DDM im Allgemeinen die tatsächlichen Prozesse visuellen Entscheidens erschöpfend darstellt, und ob es eventuell alternative Modelle gibt, die dies besser leisten als das DDM. Festzuhalten ist, dass das DDM einen sehr hohen Verbreitungsgrad in der Entscheidungsforschung hat, weil es in der Lage ist eine Vielzahl an Befunden anhand sparsamer Annahmen zu erklären und sich als überlegen bzw. gleichwertig gegenüber alternativen Modellen erwies (Ratcliff & McKoon, 2008; Voss, Nagler et al., 2013; aber für eine aktuelle Kritik siehe Jones & Dzhafarov, 2014a, 2014b; Smith, Ratcliff, & McKoon, 2014). Des Weiteren wurde im Abschnitt 7.2. dargelegt, wie sich die DDM- und EKP-Befunde im Rahmen des neuro-kognitiven Modells von Heekeren et al. (2008) integrieren lassen, was die Gültigkeit der inhaltlichen Schlüsse untermauert, die aufgrund des DDM in dieser Dissertation gemacht wurden.

Tabelle 3. Übersicht über die Modellgüte in allen Studien

Studie		R-		R+	
		N	M	N	M
Studie 1	Exp. 1	0	0.38	0	0.34
	Exp. 2	0	0.53	1	0.30
Studie 2		2	0.26	4	0.25
Studie 3	Exp. 1	2	0.13	23*	0.05*
	Exp. 2	-	-	3**	0.65**

Anmerkungen: N = Anzahl an Probanden die bei einem konservativem Gütekriterium einen schlechten Modellfit aufweisen, M = Mittelwert der empirischen KS-p-Werte, * Werte beinhalten alle drei Experimentalgruppen, ** Werte beinhalten beide Bedingungen

Ergänzend soll nun die empirische Güte des DDM diskutiert werden, das heißt wie gut das DDM die Verhaltensdaten der Probanden über alle Studien der Dissertation hinweg erklären konnte. Die Simulationen zum Modellfit ergaben, dass das DDM in der Lage war, die Verhaltensdaten der großen Mehrheit aller Probanden zu erklären, wohingegen die Modellgüte bei einer Minderheit von Probanden unzureichend war (Tabelle 3). Wie groß diese Minderheit ausfällt hängt, davon ab, welches Perzentil der p-Werte-Verteilung man als Kriterium für den Modellfit anlegt. Wenn man ein liberales Kriterium wählt, weisen 1% aller empirischen Datensätze einen schlechten Modellfit auf. Ein Anteil, der unterhalb dessen liegt, was man bei Anwendung eines wahren Modells erwarten würde (< 5%; Voss, Nagler et al., 2013; Voss, Rothermund et al., 2013). Wenn man hingegen ein konservatives Kriterium (5% Perzentil) anlegt, weisen 13% aller Datensätze einen schlechten Modellfit auf. Dieser Anteil ist somit höher als man das für ein wahres Modell erwarten würde. Eine konservative Prüfung der Modellfits weist folglich darauf hin, dass das DDM die Verhaltensdaten einer bedeutsamen Minderheit von Probanden nicht anhand seiner Parameter erklären konnte. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht ist, weisen vor allem Probanden aus den Bedingungen schlechte Modellfits auf, in denen die Mehrheitsentscheidungen relevant für die Entscheidungen der Probanden waren (R+ Bedingungen). Der Anteil schlechter Modellfits in den R- Bedingungen entspricht hingegen dem Anteil, den man bei einem wahren Modell vermuten würde. Folglich scheint ein schlechter Modellfit mit der Induktion von Mehrheitseinfluss in Zusammenhang zu stehen. Diese Tatsache weist darauf hin, dass die visuellen Entscheidungen dieser Minderheit in den R+ Bedingungen nicht durch die Prozesse vermittelt waren, die durch das DDM postuliert werden. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass der Mehrheitseinfluss bei dieser Minderheit zu qualitativ anderen Entscheidungsprozessen geführt hat, welche nicht durch das Diffusionsprinzip des DDM abgebildet werden können. Vor dem Hintergrund, dass die Verhaltensdaten der meisten dieser Probanden bei einem liberalen Gütekriterium jedoch durch das DDM erklärbar waren, erscheinen solche qualitativen Unterschiede jedoch unwahrscheinlich. Die schlechten Modellfits könnten vielmehr darauf hinweisen, dass die Induktion von Mehrheitseinfluss bei allen Probanden

in den R+ Bedingungen zu Effekten auf das Verhalten geführt hat, die durch die Parameter des DDM nicht erschöpfend abgebildet werden konnten. Dies führte insgesamt zu niedrigeren Modellfits in der R+ Bedingungen, von denen dann eine Minderheit das konservative Gütekriterium unterschritt (Tabelle 3). An dieser Stelle kann nur darüber spekuliert werden, welche Auswirkungen von Mehrheitseinfluss zu den schlechteren Modellfits geführt haben könnten. Vor dem Hintergrund der LRP-Befunde aus Studie 2 und dem Modell von Heekeren et al. (2008) scheint eine mögliche Erklärung zu sein, dass die zeitliche Dynamik zwischen Reizverarbeitung und Entscheidungsaktivierung durch Mehrheitseinfluss so verändert wurde, dass sie durch das DDM nicht optimal abgebildet werden kann. Insbesondere die LRP-Analysen der non-konformen Entscheidungen zeigen, dass die Akkumulation der Reizinformationen unter Mehrheitseinfluss nicht konstant über die Zeit erfolgt, sondern dass eine initiale Verarbeitungsverzerrung vorliegt, die mit zunehmender Zeit überwunden werden kann. Dies gefährdet zwar nicht die inhaltliche Interpretation der Driftrate, widerspricht jedoch der Annahme des DDM, dass die systematische Drift im Akkumulationsprozess über die Zeit konstant ist. Dies könnte die schlechteren Modellfits unter Mehrheitseinfluss erklären. Insgesamt muss jedoch hervorgehoben werden, dass das DDM die Verhaltensdaten bei liberalem Gütekriterium über alle Studien hinweg gut erklären konnte. Die Tatsache, dass der Anteil an schlechten Modellfits bei konservativem Gütekriterium höher ausfiel, sollte nicht als Anlass dafür genommen werden das ganze Modell und seine Befunde im Hinblick auf die Fragestellung zu verwerfen. Schlussendlich unterstützen die EKP-Befunde die inhaltlichen Schlussfolgerungen aus den DDM-Analysen und geben erste Hinweise darauf, welche Aspekte von Mehrheitseinfluss durch das DDM eventuell nicht abgebildet werden konnten (zum Beispiel die zeitliche Dynamik der Verzerrung in der Reizverarbeitung).

7.3.4. Geschlecht

Mit Ausnahme des ersten Experiments von Studie 1 nahmen in allen berichteten Experimenten ausschließlich Frauen teil. Die Gründe dafür waren jeweils unterschiedlich.

Die Studien 1 und 3 wurden an der Universität Hildesheim durchgeführt, deren Studierende einen hohen Anteil an Frauen aufweisen (ca. 73%; Wikipedia, 2015). Insgesamt war die Wahrscheinlichkeit somit höher, dass sich Frauen für eine Teilnahme an einer Studie meldeten. Des Weiteren sollten stets vier Probanden an einer experimentellen Sitzung teilnehmen. Aufgrund des hohen Frauenanteils in der studentischen Population war es daher wahrscheinlich, dass weibliche Probanden in den Gruppen in der Mehrzahl waren. Dementsprechend würden Probanden beider Geschlechter meist mit den Entscheidungen einer weiblichen Mehrheit konfrontiert werden. Für die weiblichen Probanden würde dies bedeuten, dass sie meist die gemeinsame soziale Kategorie oder Identität mit der Mehrheit teilen, während dies bei den männlichen Probanden nur selten vorgekommen wäre. Um dieselben Voraussetzungen für männliche und weibliche Probanden zu schaffen, wurden deshalb nur geschlechtshomogene Gruppen erhoben. Bedingt durch den hohen Frauenanteil in der studentischen Population, führte dies im ersten Experiment der ersten Studie dazu, dass männliche 4er-Gruppen nur sehr selten und nur unter großem Aufwand bei der Akquise zustande kamen. Aufgrund dieser Erfahrung wurden bei den folgenden Experimenten ausschließlich weibliche Probanden akquiriert.

In Studie 2 sollte die Fehlervarianz in den elektrophysiologischen Daten innerhalb der beiden Versuchsgruppen weitestgehend gesenkt werden, um etwaige Unterschiede in den EKPs besser entdecken zu können. Eine Quelle für Fehlervarianz bei solchen Daten sind neuroanatomische bzw. -physiologische Geschlechterdifferenzen (Cahill, 2006). Daher wurden auch in dieser Studie ausschließlich Frauen für die Teilnahme an der Studie zugelassen. Prinzipiell können die Befunde aller Studie somit nicht ohne weiteres auf Männer generalisiert werden.

Aus der bisherigen Forschung ist bekannt, dass Frauen eine leicht höhere Tendenz zu sozialen Konformität aufweisen als Männer (Bond & Smith, 1996). Unter Verwendung des Paradigmas dieser Dissertation und der eingesetzten Messmethoden könnten weitere Studien der Frage nachgehen, ob dieser Unterschied dadurch zu erklären ist, dass Männer einen geringere Verzerrung in der Verarbeitung von Reizinformationen aufweisen, oder dadurch, dass es qualitative Geschlechterunterschiede in den neuro-kognitiven Auswirkungen von Mehrheitseinfluss gibt.

7.4. Implikationen

7.4.1. Theorien zu sozialem Einfluss

Die Befunde der Dissertation beinhalten wichtige Implikationen für Theorien zu sozialem Einfluss. Zu allererst sprechen sie gegen die Annahmen von Moscovici (1980), die er im Rahmen der Konflikthypothese bzw. der Konversionstheorie postulierte. Mehrheitseinfluss führte nicht zu einer oberflächlicheren Verarbeitung des Reizes und damit zu einer oberflächlichen Anpassung der individuellen Entscheidung. Vielmehr führte Mehrheitseinfluss zu einer tieferen und verzerrten Verarbeitung des Reizes, die schließlich in konforme Entscheidungen mündete.

Des Weiteren bietet sich aufgrund der Befunde die Möglichkeit, die verschiedenen kognitiven Modelle der Persuasionsforschung auf ihre Aussagen bezüglich Mehrheitseinfluss hin zu überprüfen. Doch wie aus den Erläuterungen in Abschnitt 2.1. hervorgeht, ist dies nicht ohne substantielle Erweiterung der Modellannahmen möglich. Ursprünglich war das Ziel dieser Modelle zu erklären, wie es in Situationen, in denen ein Individuum den Argumenten einer Einflussquelle (zum Beispiel einer Mehrheit) ausgesetzt ist, zu einer Einstellungsveränderung kommt. Im Gegensatz zum DDM können die Modelle folglich nicht beschreiben, wie einfacher sensorischer Informationen verarbeitet werden und wie sich Mehrheitseinfluss auf diese Prozesse auswirken kann. Vier Modelle umfassen jedoch Dimensionen der Informationsverarbeitung, die auch bei der Verarbeitung sensorischer Informationen eine Rolle spielen und auch im DDM beschrieben werden. Dabei handelt es sich um das *Elaboration Likelihood Model*, das *Heuristic-Systematic Model*, den *Object-Consensus Approach* und den *Mere Consensus Approach* (für eine Erläuterung aller Modelle siehe Erb & Bohner, 2007). Diese Modelle beinhalten Annahmen darüber, wie tief bzw. wie selektiv Informationen unter sozialem Einfluss verarbeitet werden. Erweitert man den Geltungsbereich dieser Modelle nun und wendet sie auf visuelle Entscheidungen an, können sie anhand der Befunde dieser Dissertation bewertet werden.

Der Befund, dass Mehrheitseinfluss zu einer tieferen Reizverarbeitung führt, spricht gegen das Elaboration Likelihood Model und das Heuristic-Systematic Model, welche postulieren, dass die heuristische Nutzung von Mehrheitsentscheidungen zu einer flacheren Verarbeitung entscheidungsrelevanter Informationen führt (Erb & Bohner, 2007). Der Object-Consensus Approach und

der Mere Consensus Approach werden von den Befunden hingegen gestützt, da beide Modelle postulieren, dass Mehrheitseinfluss sowohl zu einer tieferen als auch selektiveren Verarbeitung entscheidungsrelevanter Informationen führt (Erb & Bohner, 2007).

Während die beiden ersten Modelle aufgrund ihrer Annahmen vorhersagen, dass Mehrheitseinfluss nur zu einer kurzfristigen Einstellungsänderung führen kann, ist eine langfristige Einstellungsänderung im Rahmen der beiden letzten Modelle möglich. Ob diese Vorhersagen auch für visuelle Wahrnehmung plausibel sind, kann aufgrund der Befunde dieser Dissertation nicht bewertet werden, da diese nur die unmittelbaren Auswirkungen von Mehrheitseinfluss auf Entscheidungen untersuchte. In Anlehnung an die frühen Studien von Sherif wäre es deshalb für zukünftige Studien interessant zu untersuchen, ob Mehrheitseinfluss auch Prozesse des Wahrnehmungslernens (Watanabe & Sasaki, 2015) verändern und somit zu langfristigen Verzerrungen in der Reizverarbeitung führen kann.

7.4.2. Soziale Koordination

Die Befunde der Dissertation beinhalten auch interessante Implikationen für die Forschung zu sozialer Koordination. Sie zeigen, dass der soziale Austausch von Informationen (hier: Entscheidungen über visuelle Reize) die Reizverarbeitung in Richtung einer geteilten Repräsentation visueller Inhalte beeinflussen kann.

In der Forschung zu *joint action*, das heißt der gemeinsamen Ausführung von Aktivitäten, gilt eine geteilte Repräsentation der Umwelt als eine wichtige Voraussetzung dafür, dass Individuen ihre Handlungen aufeinander abstimmen können (Knoblich, Butterfill, & Sebanz, 2011; Sebanz, Bekkering, & Knoblich, 2006). Beispielsweise sollten die Mitglieder eines chirurgischen Operationsteams eine gemeinsame visuelle Repräsentation von dem Teil des Gehirns haben, das sie gerade bei einem Patienten operieren. Im Rahmen der Joint-Action-Forschung wird der Prozess der zu einer solchen Repräsentation führt als *joint attention* bezeichnet (geteilte Aufmerksamkeit), welche durch implizite oder explizite verbale oder non-verbale Hinweisreize hergestellt wird (Sebanz et al., 2006). Bisher wurde *joint attention* primär als die Hinwendung der (räumlichen) Aufmerksamkeit aller Beteiligten zu einem Objekt oder einem Vorkommnis verstanden (Sebanz et al., 2006). Die Befunde dieser Dissertation weisen auf die Möglichkeit hin, dass Kommunikation nicht nur die Aufmerksamkeit auf einen Reiz lenken, sondern auch seine Verarbeitung abhängig vom Inhalt der Kommunikation verändern kann. Dies könnte einen weiteren wichtigen Prozess darstellen, wie Individuen zu einer gemeinsamen Repräsentation ihrer Umwelt kommen und somit ihre gemeinsamen Handlungen koordinieren zu können. Schließlich würde es für eine erfolgreiche Operation nicht ausreichen, dass alle beteiligten Chirurgen ihre Aufmerksamkeit zum selben Gehirnareal lenken. Sie sollten auch die für die Operation wichtigen Merkmale des Areals ähnlich wahrnehmen (zum Beispiel die Verläufe von Sulci und Gyri) und daraufhin ihre gemeinsamen Handlungen abstimmen können. Über die direkte Einwirkung ihrer gemeinsamen Kommunikation auf die visuelle Verarbeitung jedes Einzelnen wäre eine Koordination gemeinsamer Handlungen wesentlich schneller möglich, da die Beteiligten so tatsächlich eine gemeinsame Repräsentation davon haben, was sie sehen.

Die Frage, inwiefern die Befunde der Dissertation in der beschriebenen Art und Weise auf koordiniertes Handeln übertragen werden können, könnte dementsprechend als Ausgangspunkt für neue Studien zu *joint action* genutzt werden.

7.5. Schlussfolgerungen

Unter Berücksichtigung der diskutierten Einschränkungen zeigt die vorliegende Dissertation, dass Mehrheitseinfluss zu einer tieferen und verzerrten Reizverarbeitung führt und somit die Wahrscheinlichkeit konformer Entscheidungen erhöht. Die Meinungen anderer Menschen können also im wahrsten Sinne des Wortes unsere Sicht auf die Dinge verändern. Vor diesem Hintergrund erscheint die klassische und eher negativ konnotierte Sichtweise auf Mehrheitseinfluss als etwas, dem sich ein Individuum anpassen oder widersetzen kann, als unzureichend. Vielmehr sollte Mehrheitseinfluss als ein normaler Bestandteil subjektiver Wirklichkeitskonstruktion verstanden werden. Wie wir etwas wahrnehmen, wird durch das Verhalten anderer Menschen genauso mitbestimmt, wie durch unsere inneren Zustände (zum Beispiel Stimmung).

Insgesamt unterstützen die Befunde somit die Ansicht, dass selbst basale kognitive Prozesse entscheidend durch soziale Faktoren mitbestimmt werden, weshalb der Mensch in der Tat ein als «ultrasoziales» Lebewesen bezeichnet werden kann (Gowdy & Krall, 2015; Tomasello, 2014).

8. Literaturverzeichnis

- Arnold, H. J., & Feldman, D. C. (1981). Social desirability response bias in self-report choice situations. *The Academy of Management Journal*, 24(2), 377–385. doi:10.2307/255848
- Asch, S. E. (1955). Opinions and social pressure. *Scientific American*, 193(5), 31–35.
- Asch, S. E. (1956). Studies of independence and conformity: I. A minority of one against a unanimous majority. *Psychological Monographs: General and Applied*, 70(9), 1–70. doi:10.1037/h0093718
- Berns, G. S., Chappelow, J., Zink, C. F., Pagnoni, G., Martin-Skurski, M. E., & Richards, J. (2005). Neurobiological correlates of social conformity and independence during mental rotation. *Biological Psychiatry*, 58(3), 245–253. doi:10.1016/j.biopsych.2005.04.012
- Bond, R. (2005). Group size and conformity. *Group Processes & Intergroup Relations*, 8(4), 331–354. doi:10.1177/1368430205056464
- Bond, R., & Smith, P. B. (1996). Culture and conformity: A meta-analysis of studies using Asch's (1952b, 1956) line judgment task. *Psychological Bulletin*, 119(1), 111–137. doi:10.1037/0033-2909.119.1.111
- Cahill, L. (2006). Why sex matters for neuroscience. *Nature reviews. Neuroscience*, 7(6), 477–484. doi:10.1038/nrn1909
- Cerf, M., Frady, E. P., & Koch, C. (2009). Faces and text attract gaze independent of the task: Experimental data and computer model. *Journal of vision*, 9(12), 10–15. doi:10.1167/9.12.10
- Cialdini, R. B., & Goldstein, N. J. (2004). Social influence: Compliance and conformity. *Annual Review of Psychology*, 55, 591–621. doi:10.1146/annurev.psych.55.090902.142015
- Cialdini, R. B., & Trost, M. R. (1998). Social influence: Social norms, conformity and compliance. In D. T. Gilbert, S. T. Fiske, & G. Lindzey (Eds.), *The handbook of social psychology, Vols. 1 and 2 (4th ed.)* (pp. 151–192). New York, NY US: McGraw-Hill.
- Crano, W. D., & Prislin, R. (2006). Attitudes and persuasion. *Annual Review of Psychology*, 57(1), 345–374. doi:10.1146/annurev.psych.57.102904.190034
- Deutsch, M., & Gerard, H. B. (1955). A study of normative and informational social influences upon individual judgment. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 51(3), 629–636. doi:10.1037/h0046408
- Eimer, M. (2000). The face-specific N170 component reflects late stages in the structural encoding of faces. *NeuroReport*, 11(10), 2319–2324. doi:10.1097/00001756-200007140-00050

- Erb, H.-P., & Bohner, G. (2007). Social influence and persuasion: Recent theoretical developments and integrative attempts. In K. Fiedler (Ed.), *Frontiers of social psychology. Social Communication* (pp. 191–221). New York, NY, US: Psychology Press.
- Falk, E. B., Way, B. M., & Jasinska, A. J. (2012). An imaging genetics approach to understanding social influence. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*, 168.
- Germar, M., Schlemmer, A., Krug, K., Voss, A., & Mojzisch, A. (2014). Social influence and perceptual decision making: A diffusion model analysis. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *40*(2), 217–231. doi:10.1177/0146167213508985
- Gold, J. I., & Shadlen, M. N. (2007). The neural basis of decision making. *Annual review of neuroscience*, *30*, 535–574. doi:10.1146/annurev.neuro.29.051605.113038
- Gowdy, J., & Krall, L. (2015). The economic origins of ultrasociality. *The Behavioral and brain sciences*, 1–63. doi:10.1017/S0140525X1500059X
- Halit, H., Haan, M. de, & Johnson, M. H. (2000). Modulation of event-related potentials by prototypical and atypical faces. *NeuroReport*, *11*(9), 1871–1875. doi:10.1097/00001756-200006260-00014
- Heekeren, H. R., Marrett, S., & Ungerleider, L. G. (2008). The neural systems that mediate human perceptual decision making. *Nature reviews. Neuroscience*, *9*(6), 467–479. doi:10.1038/nrn2374
- Izuma, K. (2013). The neural basis of social influence and attitude change. *Social and emotional neuroscience*, *23*(3), 456–462. doi:10.1016/j.conb.2013.03.009
- Izuma, K., & Adolphs, R. (2013). Social manipulation of preference in the human brain. *Neuron*, *78*(3), 563–573. doi:10.1016/j.neuron.2013.03.023
- Jones, M., & Dzhafarov, E. N. (2014a). Analyzability, ad hoc restrictions, and excessive flexibility of evidence-accumulation models: Reply to two critical commentaries. *Psychological Review*, *121*(4), 689–695. doi:10.1037/a0037701
- Jones, M., & Dzhafarov, E. N. (2014b). Unfalsifiability and mutual translatability of major modeling schemes for choice reaction time. *Psychological Review*, *121*(1), 1–32. doi:10.1037/a0034190
- Kappenman, E. S., & Luck, S. J. (Eds.). (2012). *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*: Oxford University Press.
- Kastner, S., & Ungerleider, L. G. (2000). Mechanisms of visual attention in the human cortex. *Annual review of neuroscience*, *23*, 315–341. doi:10.1146/annurev.neuro.23.1.315
- Klucharev, V., Hytönen, K., Rijpkema, M., Smidts, A., & Fernández, G. (2009). Reinforcement learning signal predicts social conformity. *Neuron*, *61*(1), 140–151. doi:10.1016/j.neuron.2008.11.027
- Klucharev, V., Munneke, M. A. M., Smidts, A., & Fernández, G. (2011). Downregulation of the posterior medial frontal cortex prevents social conformity. *The Journal of Neuroscience*, *31*(33), 11934–11940.
- Knoblich, G., Butterfill, S., & Sebanz, N. (2011). Psychological research on joint action: Theory and data. In B. H. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation; Vol 54. The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory (Vol 54)* (pp. 59–101). San Diego, CA, US: Elsevier Academic Press.

- Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. *Cognitive neuroscience*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Luck, S. J., Woodman, G. F., & Vogel, E. K. (2000). Event-related potential studies of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 432–440. doi:10.1016/S1364-6613(00)01545-X
- Macmillan, N. A., & Creelman, C. D. (2005). *Detection theory: A user's guide* (2nd ed.). Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum.
- Martin, R. (1998). Majority and minority influence using the afterimage paradigm: A series of attempted replications. *Journal of Experimental Social Psychology*, 34(1), 1–26. doi:10.1006/jesp.1997.1339
- Mason, M. F., Dyer, R., & Norton, M. I. (2009). Neural mechanisms of social influence. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 110(2), 152–159. doi:10.1016/j.obhdp.2009.04.001
- Mattler, U., van der Lugt, Arie, & Münte, T. F. (2006). Combined expectancies: electrophysiological evidence for the adjustment of expectancy effects. *BMC Neuroscience*, 7, 37. doi:10.1186/1471-2202-7-37
- Mojzisch, A., & Krug, K. (2008). Cells, circuits, and choices: Social influences on perceptual decision making. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 8(4), 498–508. doi:10.3758/CABN.8.4.498
- Moscovici, S., Lage, E., & Naffrechoux, M. (1969). Influence of a consistent minority on the responses of a majority in a color perception task. *Sociometry*, 32(4), 365. doi:10.2307/2786541
- Moscovici, S. (1980). Toward a theory of conversion behavior. *Advances in experimental social psychology*, 13, 209–239.
- Moscovici, S., & Personnaz, B. (1980). Studies in social influence: V. Minority influence and conversion behavior in a perceptual task. *Journal of Experimental Social Psychology*, 16(3), 270–282. doi:10.1016/0022-1031(80)90070-0
- Mulder, M. J., Wagenmakers, E.-J., Ratcliff, R., Boekel, W., & Forstmann, B. U. (2012). Bias in the brain: A diffusion model analysis of prior probability and potential payoff. *Journal of Neuroscience*, 32(7), 2335–2343. doi:10.1523/JNEUROSCI.4156-11.2012
- Ratcliff, R., & Rouder, J. N. (1998). Modeling response times for two-choice decisions. *Psychological Science*, 9(5), 347–356. doi:10.1111/1467-9280.00067
- Ratcliff, R. (1978). A theory of memory retrieval. *Psychological Review*, 85(2), 59–108. doi:10.1037/0033-295X.85.2.59
- Ratcliff, R., & McKoon, G. (2008). The diffusion decision model: theory and data for two-choice decision tasks. *Neural computation*, 20(4), 873–922. doi:10.1162/neco.2008.12-06-420
- Schacht, A., Werheid, K., & Sommer, W. (2008). The appraisal of facial beauty is rapid but not mandatory. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 8(2), 132–142. doi:10.3758/CABN.8.2.132
- Schnuerch, R., & Gibbons, H. (2014). A review of neurocognitive mechanisms of social conformity. *Social Psychology*, 45(6), 466–478. doi:10.1027/1864-9335/a000213

- Schnuerch, R., Koppehele-Gossel, J., & Gibbons, H. (2015). Weak encoding of faces predicts socially influenced judgments of facial attractiveness. *Social Neuroscience*, 1–11. doi:10.1080/17470919.2015.1017113
- Schultheiss, O. C., & Hale, J. A. (2007). Implicit motives modulate attentional orienting to facial expressions of emotion. *Motivation and Emotion*, 31(1), 13–24. doi:10.1007/s11031-006-9042-9
- Sebanz, N., Bekkering, H., & Knoblich, G. (2006). Joint action: bodies and minds moving together. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(2), 70–76. doi:10.1016/j.tics.2005.12.009
- Sherif, M. (1935). A study of some social factors in perception. *Archives of Psychology (Columbia University)*.
- Smith, P. L., Ratcliff, R., & McKoon, G. (2014). The diffusion model is not a deterministic growth model: Comment on Jones and Dzhafarov (2014). *Psychological Review*, 121(4), 679–688. doi:10.1037/a0037667
- Smulders, F. T. Y., & Miller, J. O. (2012). The lateralized readiness potential. In E. S. Kappenman, & S. J. Luck (Eds.), *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (pp. 209–229). Oxford University Press.
- Sorrentino, R. M., King, G., & Leo, G. (1980). The influence of the minority on perception: A note on a possible alternative explanation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 16(3), 293–301. doi:10.1016/0022-1031(80)90072-4
- Tomasello, M. (2014). The ultra-social animal. *European journal of social psychology*, 44(3), 187–194. doi:10.1002/ejsp.2015
- Trautmann-Lengsfeld, S. A., & Herrmann, C. S. (2013). EEG reveals an early influence of social conformity on visual processing in group pressure situations. *Social Neuroscience*, 8(1), 75–89. doi:10.1080/17470919.2012.742927
- Trautmann-Lengsfeld, S. A., & Herrmann, C. S. (2014). Virtually simulated social pressure influences early visual processing more in low compared to high autonomous participants. *Psychophysiology*, 51(2), 124–135. doi:10.1111/psyp.12161
- Universität Hildesheim. (n.d.). In *Wikipedia*. Retrieved May 27, 2015, from <http://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=142066366>
- Voss, A., Nagler, M., & Lerche, V. (2013). Diffusion models in experimental psychology: a practical introduction. *Experimental psychology*, 60(6), 385–402. doi:10.1027/1618-3169/a000218
- Voss, A., Rothermund, K., & Brandtstädter, J. (2008). Interpreting ambiguous stimuli: Separating perceptual and judgmental biases. *Journal of Experimental Social Psychology*, 44(4), 1048–1056. doi:10.1016/j.jesp.2007.10.009
- Voss, A., Rothermund, K., Gast, A., & Wentura, D. (2013). Cognitive processes in associative and categorical priming: A diffusion model analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(2), 536–559. doi:10.1037/a0029459
- Voss, A., Rothermund, K., & Voss, J. (2004). Interpreting the parameters of the diffusion model: An empirical validation. *Memory & Cognition*, 32(7), 1206–1220. doi:10.3758/BF03196893
- Voss, A., & Voss, J. (2007). Fast-dm: A free program for efficient diffusion model analysis. *Behavior Research Methods*, 39(4), 767–775. doi:10.3758/BF03192967

- Voss, A., Voss, J., & Klauer, K. C. (2010). Separating response-execution bias from decision bias: arguments for an additional parameter in Ratcliff's diffusion model. *The British journal of mathematical and statistical psychology*, 63(3), 539–555. doi:10.1348/000711009X477581
- Voss, A., Voss, J., & Lerche, V. (2015). Assessing cognitive processes with diffusion model analyses: a tutorial based on fast-dm-30. *Frontiers in psychology*, 6, 336. doi:10.3389/fpsyg.2015.00336
- Watanabe, T., & Sasaki, Y. (2015). Perceptual learning: toward a comprehensive theory. *Annual Review of Psychology*, 66, 197–221. doi:10.1146/annurev-psych-010814-015214
- Werheid, K., Schacht, A., & Sommer, W. (2007). Facial attractiveness modulates early and late event-related brain potentials. *Biological psychology*, 76(1-2), 100–108. doi:10.1016/j.biopsycho.2007.06.008
- Wood, W., Lundgren, S., Ouellette, J. A., Busceme, S., & Blackstone, T. (1994). Minority influence: A meta-analytic review of social influence processes. *Psychological Bulletin*, 115(3), 323–345. doi:10.1037/0033-2909.115.3.323
- Zaki, J., Schirmer, J., & Mitchell, J. P. (2011). Social influence modulates the neural computation of value. *Psychological Science*, 22(7), 894–900.