

Der Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis

Inauguraldissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Miriam Meyer

aus Siegburg

Düsseldorf, September 2014

Aus dem Institut für Experimentelle Psychologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Gedruckt mit Genehmigung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Referent: PD Dr. Raoul Bell

Koreferent: Prof. Dr. Axel Buchner

Tag der mündlichen Prüfung:

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	4
Abstract.....	5
Einleitung	6
Experiment 1	9
Experiment 2.....	14
Experiment 3.....	17
Experiment 4.....	19
Allgemeine Diskussion.....	25
Literaturverzeichnis.....	31
Einzelarbeiten	37

Zusammenfassung

Der Fokus der in der vorliegenden Arbeit dargestellten Experimente zum Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis liegt auf der Untersuchung des objektbasierten Ansatzes, demzufolge intrinsische Merkmale emotionaler, Aufmerksamkeit erregender Stimuli besser erinnert werden sollten als intrinsische Merkmale neutraler Stimuli. Um diese Vorhersage zu testen, wurden bedrohliche und unbedrohliche Tierbilder präsentiert, deren Farbe experimentell manipuliert wurde. Anschließend wurden die Teilnehmer gebeten, die Tiere und deren assoziierte Farbe zu erinnern. In allen Experimenten zeigte sich Evidenz für einen emotionalen Gedächtnisvorteil in Bezug auf die Alt-Neu-Rekognition. Bedrohliche Stimuli wurden besser rekogniziert als unbedrohliche Stimuli. Dies galt jedoch nicht in Bezug auf das Quellengedächtnis. In den Experimenten 1-3 zeigte sich, dass sich die Erinnerung an die mit dem Tier assoziierte Farbe nicht zwischen bedrohlichen und unbedrohlichen Objekten unterschied. Die Befunde sprechen gegen die Vorhersage des objektbasierten Ansatzes.

In Experiment 4 wurden Schlangen- und Fischbilder gleichhäufig mit bedrohlicher (giftig) oder unbedrohlicher (ungiftig) Information gepaart. Neben der Untersuchung des Quellengedächtnisses für emotional relevante Merkmale, ist in diesem Kontext auch die Analyse der mit der Quellenklassifikation assoziierten Rateprozesse von Bedeutung. Die Rateprozesse jüngerer Erwachsener reflektierten die Wahrscheinlichkeit, mit der die Bilder in der Ratingphase mit giftigen oder ungiftigen Informationen gepaart waren. Die Rateprozesse älterer Erwachsener hingegen reflektierten eine illusionäre Korrelation, das heißt es wurde häufiger geraten, dass Schlangenbilder bedrohlich waren im Vergleich zu Fischbildern. Diese Ergebnisse liefern Evidenz für die Probability-Matching-Theorie, derzufolge die Rateprozesse bei reduzierter Verfügbarkeit kognitiver Ressourcen, wie zum Beispiel im hohen Alter, in Richtung schematischer Erwartungen verzerrt seien. Folglich ist die Probability-Matching-Theorie auch auf den emotionalen Bereich übertragbar.

Abstract

The present experiments investigated the influence of emotion on source memory, with the focus on the investigation of the object-based framework. The main prediction of this framework is that intrinsic features of emotional, attention-grabbing objects should be better remembered than intrinsic features of neutral objects. To test this prediction, pictures of threatening snakes and harmless fish were presented, the colors of which had been experimentally manipulated. In a subsequent memory test, participants had to remember the animals and the associated color. In all of the experiments, there was evidence for the emotional enhancement effect relating to old-new recognition. Threatening stimuli were better recognized than harmless stimuli. However, this was not true for source memory. There was no significant difference in source memory of color between threatening and harmless objects (Experiments 1-3). The results stand in contrast to the predictions of the object-based framework.

In Experiment 4, pictures of snakes and fish were associated with threatening (poisonous) and nonthreatening (nonpoisonous) information with the same probability. One interest focused on the investigation of source memory of emotionally relevant source attributes. Furthermore, in this context, the analysis of source guessing is relevant. Source guessing of younger adults reflected the probability with which the pictures at encoding were associated with poisonous and nonpoisonous information. On the contrary, source guessing of older adults reflected an illusory correlation, that is, the association of pictures of snakes and threatening information was overestimated compared to the association of pictures of fish and threatening information. According to the probability-matching account of source guessing, schema biased source guessing is the result of reduced cognitive resources, as is the case in old age. These results extend the validity of the probability-matching account to emotional material.

Einleitung

Die meisten Menschen haben den Eindruck, sich besonders gut an emotionale Ereignisse zu erinnern (Brown & Kulik, 1977). Zum Beispiel ist die Überzeugung verbreitet, eine detailreiche und lebhafte Erinnerung an die Geschehnisse des 11. Septembers zu haben (Talarico & Rubin, 2003). Tatsächlich gibt es objektive Hinweise darauf, dass emotionale Ereignisse besonders gut erinnert werden können im Vergleich zu neutralen Ereignissen. Dies wird als der emotionale Gedächtnisvorteil (engl. *emotional enhancement effect*) besonders im Zusammenhang mit negativen Ereignissen (Baumeister, Bratslavsky, Finkenauer, & Vohs, 2001; Kensinger, 2009a) beschrieben. Insgesamt ist die einschlägige Befundlage jedoch sehr uneinheitlich. Unklarheit besteht vor allem dahingehend, auf welche Aspekte emotionaler Ereignisse sich der emotionale Gedächtnisvorteil bezieht (z.B. Adolphs, Denburg, & Tranel, 2001; Kensinger, 2009b; Levine & Edelstein, 2009). Kontrovers diskutiert wird beispielsweise, ob emotionale Ereignisse im Vergleich zu neutralen Ereignissen detailreicher erinnert werden (Cook, Hicks, & Marsh, 2007; D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Davidson, McFarland, & Glisky, 2006). Zur Untersuchung dieser Frage bietet sich das Konzept des Quellengedächtnisses an (Johnson, Hashtroudi, & Lindsay, 1993).

Der Begriff *Quellengedächtnis* beschreibt das Gedächtnis für den Ursprung einer Information, das heißt das Gedächtnis für den Kontext eines Stimulus und dessen perzeptuelle Attribute (Johnson et al., 1993). Folglich ist das Konzept des Quellengedächtnisses eher mit einer lebhaften, detailreichen Erinnerung assoziiert (engl. *recollection*), im Gegensatz zu vertrautheitsbasierten Erinnerungen (engl. *familiarity*) (Boywitt & Meiser, 2012a, 2012b; Meiser, Sattler, & Weisser, 2008). In einem typischen Quellengedächtnistest werden Teilnehmer zunächst gebeten anzugeben, ob ein Stimulus bereits präsentiert wurde. Stimmt der Teilnehmer dem zu, wird er aufgefordert, die Quelle des Stimulus anzugeben. Die resultierenden, beobachtbaren Quellenklassifikationen sind sowohl von Alt-Neu-Rekognition, Quellengedächtnis als auch von Rateprozessen abhängig (Bayen, Murnane, & Erdfelder, 1996). Multinomia-

le Modelle bieten die Grundlage dafür, diese latenten kognitiven Prozesse auf Basis der beobachtbaren Daten unabhängig voneinander zu schätzen (Batchelder & Riefer, 1990; Bayen et al., 1996; Erdfelder et al., 2009).

In Studien, in denen der Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis untersucht wurde, wurde zum Beispiel das Gedächtnis für die Farbe, die Position oder die Stimme in der die Stimuli präsentiert wurden getestet. Insgesamt ergab sich eine sehr uneinheitliche Befundlage. In einigen Studien zeigte sich besseres Quellengedächtnis für emotionale im Vergleich zu neutralen Stimuli (D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Doerksen & Shimamura, 2001; Kensinger & Corkin, 2003), während in anderen Studien kein Unterschied berichtet wurde (D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Davidson et al., 2006; Kensinger & Schacter, 2006a). In weiteren Studien wurde sogar ein beeinträchtigtes Quellengedächtnis für emotionale im Vergleich zu neutralen Stimuli gezeigt (Cook et al., 2007; Maddock & Frein, 2009). Wie können diese unterschiedlichen Befundmuster erklärt werden?

Eine einflussreiche Idee ist, dass sich die Aufmerksamkeit bei emotionalen Ereignissen auf das emotionale Objekt fokussiere, wodurch ein verbessertes Gedächtnis für das emotionale Objekt resultiere, aber ein beeinträchtigtes Gedächtnis für periphere Hintergrunddetails (Easterbrook, 1959). Diese Idee greift der objektbezogene Ansatz (engl. *object-based framework*) auf (Mather, 2007). Bezugnehmend auf den Merkmalsintegrationsansatz (Treisman, 1999) nimmt Mather (2007) an, dass Merkmale wie die Farbe oder Form eines Objektes ohne die Beteiligung zentraler Aufmerksamkeitsressourcen parallel verarbeitet werden. Aufmerksamkeit sei jedoch notwendig, um die einzelnen Attribute zu verbinden und eine kohärente Repräsentation des Objektes zu formen. Aufgrund der Aufmerksamkeit erregenden Eigenschaften eines emotionalen Objektes sei die Bindung intrinsischer Attribute dieses emotionalen Objektes erhöht im Vergleich zu neutralen Objekten. Es konnte gezeigt werden, dass bedrohliche Stimuli wie Schlangen schnell entdeckt und bevorzugt beachtet werden (Öhman, Flykt, & Esteves, 2001). Entsprechend des objektbasierten Ansatzes

sollten perzeptuelle Bindungsprozesse für intrinsische Merkmale wie die Farbe der Schlange also besonders gut sein und in verbessertem intrinsischen Quellengedächtnis resultieren im Vergleich zu dem Gedächtnis intrinsischer Merkmale neutraler Stimuli (Mather, 2007). Eine weitere Vorhersage des objektbasierten Ansatzes lautet, dass die Bindung eines emotionalen Objektes mit Hintergrunddetails entweder unbeeinflusst *oder* beeinträchtigt sein sollte und sich dies entsprechend im extrinsischen Quellengedächtnis zeige.

Das inkonsistente Befundmuster kann jedoch durch den objektbasierten Ansatz nicht vollständig aufgeklärt werden. Zwar gibt es konsistent zu den Vorhersagen des objektbasierten Ansatzes Evidenz für ein verbessertes intrinsisches Quellengedächtnis (D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Doerksen & Shimamura, 2001), jedoch gibt es ebenso Hinweise für ein unbeeinflusstes (D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Davidson et al., 2006) oder sogar beeinträchtigtes (Cook et al., 2007; Maddock & Frein, 2009) intrinsisches Quellengedächtnis emotionaler Stimuli im Vergleich zu neutralen Stimuli. Festzuhalten ist an dieser Stelle, dass die Interpretation der Befunde hinsichtlich des objektbasierten Ansatzes nicht immer eindeutig ist. Eine grundlegende Schwierigkeit liegt darin, die Merkmale eines Stimulus als intrinsisch oder extrinsisch zu klassifizieren. Beispielsweise wird die Position eines Objektes als intrinsisches Merkmal klassifiziert (Mather, 2007). Die Position wird jedoch teilweise durch die räumliche Beziehung zu anderen Objekten bestimmt und könnte in diesen Fällen auch ein extrinsisches Merkmal darstellen. Eine weitere Schwierigkeit besteht in der Verwendung von verbalem Stimulusmaterial (Cook et al., 2007; D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Davidson et al., 2006; Doerksen & Shimamura, 2001; Kensinger & Corkin, 2003; Wang & Fu, 2011) in verschiedenen Farben oder Stimmen oder an verschiedenen Positionen. Verbales Material erhält Emotionalität durch die Semantik, das heißt, in der Folge sollte sich die Aufmerksamkeit vor allem auf die Semantik und weniger auf das perzeptuelle Objekt (das geschriebene Wort) beziehen. Das Wort *Schlange* kann beispielsweise das mentale Bild einer grünen Schlange her-

vorrufen, auch wenn das Wort in schwarz geschrieben ist. Daher ist unklar, ob die perzeptuelle Verarbeitung von Wörtern von einer verstärkten Aufmerksamkeitsfokussierung auf die Semantik profitieren sollte. Die Verwendung von verbalem Material erschwert demnach eine eindeutige Interpretation der Befunde hinsichtlich der Vorhersagen des objektbasierten Ansatzes. Diese Vorhersagen sollten daher anhand von Stimuli untersucht werden, bei denen ein direkteres Verhältnis zur emotionalen Reaktion und zur Aufmerksamkeitserregung angenommen werden kann. Es wurde argumentiert, dass emotionale Bilder im Unterschied zu verbalem Material eine emotionale Reaktion eher automatisch auslösen (Kensinger & Schacter, 2006b) und Schlangenbilder als zuverlässige Aufmerksamkeitsmagneten fungieren (Öhman et al., 2001). Daher scheinen Bilder von Schlangen für diesen Zweck besonders geeignet.

Die Experimente 1-3 testen die zentrale Vorhersage des objektbasierten Ansatzes, dass intrinsische Merkmale emotionaler Objekte von verstärkten Bindungsprozessen profitieren sollten und dies in einem verbesserten intrinsischen Quellengedächtnis für emotionale Objekte im Vergleich zu dem intrinsischen Quellengedächtnis für neutrale Objekten resultieren sollte. In Erweiterung dessen untersucht Experiment 4 die Quellengedächtnisleistung für emotional relevante Quellen (siehe Mather & Sutherland, 2011).

Experiment 1

Um die zentrale Vorhersage des objektbasierten Ansatzes (Mather, 2007) zu testen, wurden in Experiment 1 bedrohliche (Schlangen) und unbedrohliche (Fische) Stimuli präsentiert. Die Farbe eines abgebildeten Objektes stellt eindeutig ein intrinsisches Merkmal dar (Mather, 2007). Daher wurde die Farbe jedes präsentierten Tieres manipuliert und die Teilnehmer der intrinsischen Testgruppe wurden gebeten, die Farbe der Tiere in einem überraschenden Gedächtnistest zu erinnern. Eine weniger empirisch gehaltvolle Vorhersage des objektbasierten Ansatzes lautet, dass extrinsische

Merkmale emotionaler Objekte höchstens so gut erinnert werden sollten wie extrinsische Merkmale neutraler Objekte. Daher wurde neben der Farbe der Tiere auch die Farbe jedes Hintergrundes manipuliert. In einem überraschenden Gedächtnistest wurden die Teilnehmer der extrinsischen Testgruppe gebeten, die Farbe der Hintergründe zu erinnern.

Für Experiment 1 wurden Schlangenbilder und Fischbilder verwendet. Die Schlangenbilder wurden aus zwei Datenbanken ausgewählt: der *Geneva Affective Picture Database* (Dan-Glauser & Scherer, 2011) und dem *International Affective Picture System* (Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008). Als Kontrollstimuli dienten Fische, die aus einer Reihe von Online-Datenbanken ausgewählt wurden. In vielen Experimenten, welche die Aufmerksamkeit erregenden Eigenschaften von Schlangen untersuchten, wurden Bilder von Blumen oder Pilzen als Kontrollstimuli verwendet (Öhman et al., 2001). In den vorliegenden Experimenten wurden Fische als Kontrollstimuli ausgewählt, da Fische einige Merkmale mit Schlangen teilen (z.B. belebte sowie schuppige Tiere), aber gleichzeitig als unbedrohlich wahrgenommen werden (siehe Tabelle 2 aus Meyer, Bell, & Buchner, 2014). Es wurde darauf geachtet Fischbilder auszuwählen, welche mit den Schlangenbildern hinsichtlich peripherer Details vergleichbar waren. Zudem wurden keine Tierbilder ausgewählt, die auch menschliche Körperteile darstellten oder deren inhärente Farbgebung (z.B. schwarz) eine Farbmanipulation verhinderte. Die mittlere von Fischen und Schlangen eingenommene Bildfläche unterschied sich nicht signifikant, $t(70) = -0.089$, $p = .93$, $d = 0.02$. Mit Hilfe von Photoshop® CS5 wurde die Farbe der Tiere sowie die Farbe der Hintergründe unabhängig voneinander in rot, grün oder blau eingefärbt (siehe Abbildung 1 aus Meyer, Bell, et al., 2014).

Für jeden Teilnehmer wurden die Fisch- und die Schlangenbilder randomisiert ausgewählt. Diese wurden in der Ratingphase, welche als inzidentelle Lernphase diente, in randomisierter Reihenfolge nacheinander für acht Sekunden mittig auf dem Bildschirm präsentiert. Die Aufgabe der Teilnehmer war es, die Bilder hinsicht-

lich ihrer Bedrohlichkeit zu beurteilen. Nach einer Sekunde erschien unterhalb des Bildes eine Skala von 0 für *harmlos* bis 7 für *gefährlich*. Die Bewertung erfolgte mit Hilfe einer Responsebox innerhalb von sieben Sekunden.

Nach der Ratingphase folgte die Testphase. Randomisiert wurden nacheinander alle „alten“ (aus der Ratingphase bekannte) und ebenso viele „neue“ (d.h. nicht aus der Ratingphase bekannte) Tierbilder ohne Hintergrund in schwarz-weiß auf einem grauen Feld der gleichen Größe des ursprünglichen Bildes präsentiert. Die Aufgabe der Teilnehmer war es anzugeben, ob eine Tierdarstellung aus der Testphase „alt“ oder „neu“ war. Im Falle einer „Alt“-Antwort sollten die Teilnehmer weiterhin entscheiden, in welcher Farbe (grün, blau oder rot) das Tier (intrinsische Testbedingung) bzw. der Hintergrund (extrinsische Testbedingung) in der Ratingphase präsentiert worden war. Die Zuordnung der Auswahl taste zu den Farben wurde zwischen den Teilnehmern randomisiert.

Die Bedrohlichkeitsbewertungen und die Alt-Neu-Rekognition wurden mittels einer 2×2 MANOVA mit Tiertyp als messwiederholtem Faktor und Testbedingung als Gruppenfaktor analysiert. Schlangen wurden als signifikant bedrohlicher wahrgenommen im Vergleich zu Fischen, $F(1,121) = 1209.84$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .91$. Die Testbedingung hatte wie erwartet keinen Einfluss auf die Bedrohlichkeitsbewertung, $F(1,121) = 0.60$, $p = .81$, $\eta_p^2 < .01$, und es gab keine Interaktion, $F(1,121) = 1.67$, $p = .20$, $\eta_p^2 = .01$.

Die Alt-Neu-Rekognition wurde anhand von P_r (Treffer rate – falsche Alarmrate; Snodgrass & Corwin, 1988) gemessen. Die Alt-Neu-Rekognition von Schlangen war besser als die Alt-Neu-Rekognition von Fischen, $F(1,121) = 27.58$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .19$. Die Testbedingung hatte wie erwartet keinen Einfluss auf die Alt-Neu-Rekognition, $F(1,121) = 0.81$, $p = .37$, $\eta_p^2 = .01$, und es gab keine Interaktion, $F(1,121) = 0.01$, $p = .93$, $\eta_p^2 < .01$ (siehe Abbildung 2 aus Meyer, Bell, et al., 2014).

Multinomiale Modelle erlauben eine Schätzung des Quellengedächtnisses unabhängig von Alt-Neu-Rekognition und Rateprozessen (Bayen et al., 1996). Aus die-

sem Grund wurden die vorliegenden Daten anhand eines multinomialen Modells analysiert. Der Quellengedächtnisparameter d repräsentiert dabei die konditionale Wahrscheinlichkeit bei erfolgreicher Rekognition eines Tieres auch die Farbe der Tiere (intrinsische Testbedingung) bzw. die Farbe der Hintergründe (extrinsische Testbedingung) zu erinnern und ist somit Hauptgegenstand der Analyse.

Die zugrundeliegende Parametrisierung des verwendeten Modells soll im Folgenden für das Beispiel eines intrinsischen Quellengedächtnistests veranschaulicht werden (vgl. Abbildung 3 aus Meyer, Bell, et al., 2014). Parameter D repräsentiert die Wahrscheinlichkeit, ein Tier korrekt als „alt“ zu klassifizieren. Parameter d repräsentiert die konditionale Wahrscheinlichkeit, die richtige Farbe eines Tieres zu erinnern, vorausgesetzt dieses Tier wurde korrekt erinnert. Wenn die Farbe des Tieres nicht erinnert wurde (mit Wahrscheinlichkeit $1 - d$), mussten die Teilnehmer raten. Die Wahrscheinlichkeit, die korrekte Farbe auf der Basis von Rateprozessen zu identifizieren, wurde auf $g = \frac{1}{3}$ festgesetzt, welche dem Zufallsniveau entspricht. Wenn das Tier nicht rekogniziert wurde (mit Wahrscheinlichkeit $1 - D$), musste mit Wahrscheinlichkeit b geraten werden, ob das Tier „alt“ oder „neu“ war. Auch in diesem Fall wurde die korrekte Farbe mit der Wahrscheinlichkeit von $g = \frac{1}{3}$ identifiziert. Mit der Wahrscheinlichkeit $(1 - b)$ wurde ein Tier fälschlicherweise als „neu“ klassifiziert¹. Das Modell beinhaltet die Annahme, dass die Wahrscheinlichkeit ein altes Item als „alt“ zu klassifizieren der Wahrscheinlichkeit ein neues Item als „neu“ zu klassifizieren entspricht. Dies ist die Standardannahme des Zwei-Hochschwellen-Modells und kann durch den Spiegeleffekt (Glanzer & Adams, 1985) begründet werden. Modelle, welche diese Annahme beinhalten, werden in Validierungsstudien positiv evaluiert (Bayen et al., 1996; Snodgrass & Corwin, 1988).

¹ Um die multinomiale Analyse so prägnant wie möglich zu halten, wird die Analyse anhand eines multinomialen Modells berichtet, welches nicht zwischen den verschiedenen Farben der Tiere in der Ratingphase unterscheidet. Wenn man ein Modell benutzt, welches die Differenzierung zwischen den Farben erlaubt, dann unterscheidet sich das Quellengedächtnis zwischen den verschiedenen Farben nicht und die Parameter für das intrinsische und das extrinsische Quellengedächtnis sind nahezu identisch.

Die Parameterschätzungen und die Anpassungstests (engl. *goodness-of-fit tests*) wurden mit MultiTree (Moshagen, 2010) durchgeführt. Die Passung des Modells und der Daten wurde anhand der Anpassungstatistik G^2 getestet, welche asymptotisch χ^2 verteilt ist. Die Freiheitsgrade werden in Klammern angegeben. Die Hypothesen wurden durch die Restriktion relevanter Parameter getestet. Durch diese Restriktionen werden zusätzliche Freiheitsgrade generiert. Die Passung des restringierten Modells wird durch die Differenz von G^2 (ΔG^2) zwischen dem restringierten Modell und dem Basismodell ohne die Restriktion getestet. ΔG^2 ist ebenfalls asymptotisch χ^2 verteilt, wobei sich die Freiheitsgrade aus der Differenz der Freiheitsgrade aus dem restringierten Modell und dem Basismodell ergeben.

Um die vorliegenden Daten analysieren zu können, sind vier Sets der Modellbäume aus Abbildung 3 aus Meyer, Bell, et al. (2014) erforderlich: Für die intrinsische und die extrinsische Testgruppe wurden jeweils ein Set für Schlangen- und ein Set für Fischbilder benötigt. Das Basismodell hatte null Freiheitsgrade, $G^2 = 0.01$. Es gab keinen Unterschied im intrinsischen Quellengedächtnis für Schlangen und Fische, $\Delta G^2(1) = 0.07$, $p = .79$. Jedoch war das intrinsische Quellengedächtnis besser als das extrinsische Quellengedächtnis, $\Delta G^2(2) = 44.45$, $p < .01$. Extrinsisches Quellengedächtnis war praktisch nicht existent und unterschied sich nicht zwischen Schlangen und Fischen, $\Delta G^2(1) = 0.32$, $p = .57$ (siehe Abbildung 4 aus Meyer, Bell, et al., 2014).

In Experiment 1 zeigte sich entsprechend des emotionalen Gedächtnisvorteils eine erhöhte Alt-Neu-Rekognition von Schlangen im Vergleich zu Fischen. Dieses Befundmuster stimmt mit bisherigen Ergebnissen überein (Davidson et al., 2006; Kensinger & Schacter, 2006a). Gleiches gilt für den Befund eines besseren intrinsischen Quellengedächtnisses im Vergleich zum extrinsischen Quellengedächtnis (Boywitt & Meiser, 2012b). Entgegen der Vorhersagen des objektbasierten Ansatzes zeigte sich jedoch kein verbessertes intrinsisches Quellengedächtnis für bedrohliche im Vergleich zu unbedrohlichen Objekten. Das Ziel der Experimente 2 und 3 war es nun zu testen, ob dieses Ergebnis über verschiedene Enkodierungsbedingungen, Stichpro-

ben und Stimulusmaterialien repliziert werden kann. Aus theoretischer Sicht ist die Testung des intrinsischen Quellengedächtnisses von besonderer Bedeutung, da der objektbasierte Ansatz hier eine stärkere Vorhersage ermöglicht als für das extrinsische Quellengedächtnis.

Experiment 2

Im Gegensatz zu Experiment 1 wurden die Teilnehmer zu Beginn von Experiment 2 instruiert, dass die Farbe der Tiere zu einem späteren Zeitpunkt abgefragt werde. Ein Ziel von Experiment 2 war es zu untersuchen, ob sich bei einer intentionalen Lernbedingung, welche allgemein mit einem verbesserten Quellengedächtnis einhergehen sollte, ein signifikanter Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis zeigt. Entsprechend des objektbasierten Ansatzes sollten intrinsische Merkmale bedrohlicher Objekte besser erinnert werden als intrinsische Merkmale unbedrohlicher Objekte. Aufgrund bestehender Befunde, dass Emotionalität die Alt-Neu-Rekognition stärker beeinflusst als das Quellengedächtnis (Davidson et al., 2006) und aufgrund der Ergebnisse von Experiment 1 lässt sich jedoch auch vermuten, dass kein Unterschied zwischen dem intrinsischen Quellengedächtnis für bedrohliche und unbedrohliche Stimuli besteht.

In Experiment 2 nahmen neben jüngeren Erwachsenen auch ältere Erwachsene teil. Im Rahmen der Assoziationsdefizit-Hypothese (Naveh-Benjamin, Hussain, Guez, & Bar-On, 2003) wird postuliert, dass ältere Erwachsene besondere Schwierigkeiten dabei haben, Assoziationen zwischen einzelnen Informationen zu bilden und abzurufen. Dies resultiere in einer reduzierten Quellengedächtnisleistung. Einige Studien konnten jedoch zeigen, dass das Quellengedächtnis älterer Erwachsener für emotionale Inhalte vergleichsweise unbeeinträchtigt ist (Bell, Mund, Giang, & Buchner, 2013; May, Rahhal, Berry, & Leighton, 2005; Rahhal, May, & Hasher, 2002). Die sozioemotionale Selektivitätstheorie (Carstensen, Isaacowitz, & Charles, 1999) beinhaltet die Annahme, dass mit fortgeschrittenem Lebensalter eine motivationale Ver-

schiebung kognitiver Prozesse stattfindet, als deren Resultat positive über negative Informationen bevorzugt werden. Dieser sogenannte Positivitätseffekt (engl. *positivity effect*) könne auch zu qualitativen Veränderungen von Gedächtnisinhalten führen (Mather & Carstensen, 2005). Experiment 2 diene daher weiterhin dem Vergleich der Quellengedächtnisleistung älterer und jüngerer Teilnehmer bei emotionalem Material. Entsprechend des objektbasierten Ansatzes sollte sich sowohl bei jüngeren als auch bei älteren Teilnehmern ein verbessertes Quellengedächtnis für intrinsische Merkmale emotionaler Objekte zeigen.

Der Aufbau und der Ablauf von Experiment 2 waren größtenteils identisch zu Experiment 1. Unterschiede existierten hinsichtlich der Testung, insofern als die Teilnehmer instruiert wurden, sich die Farbe der Tiere einzuprägen, da diese später abgefragt werde. Zudem wurde nur das intrinsische Quellengedächtnis getestet. Die Tiere wurden in gelb und rot auf grünem Hintergrund präsentiert. Die mittlere von den Tieren eingenommene Bildfläche unterschied sich nicht zwischen Schlangen und Fischen, $t(62) = -0.14$, $p = .89$, $d = -0.04$.

Die Bedrohlichkeitsbewertung sowie die Alt-Neu-Rekognition wurde mittels einer 2×2 MANOVA analysiert mit Tiertyp als messwiederholtem Faktor und Alter als Zwischensubjektfaktor. Schlangen wurden als signifikant bedrohlicher wahrgenommen im Vergleich zu Fischen, $F(1,142) = 1275.82$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .90$. Es zeigte sich weder ein Haupteffekt des Alters, $F(1,142) = 0.88$, $p = .35$, $\eta_p^2 < .01$, noch eine Interaktion, $F(1,142) = 0.09$, $p = .77$, $\eta_p^2 < .01$.

Die Alt-Neu-Rekognition wurde anhand von P_r (Snodgrass & Corwin, 1988) gemessen. Schlangen wurden besser erkannt als Fische, $F(1,142) = 13.86$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .09$. Weiterhin war die Alt-Neu-Rekognition jüngerer Erwachsener besser als die Alt-Neu-Rekognition älterer Erwachsener, $F(1,142) = 30.07$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .18$. Es gab keine Interaktion, $F(1,142) = 0.15$, $p = .70$, $\eta_p^2 < .01$ (siehe Abbildung 5 aus Meyer, Bell, et al., 2014).

Zur Analyse des Quellengedächtnisses wurde das gleiche Modell wie in Experiment 1 verwendet. Da in Experiment 2 nur zwei Farben verwendet wurden, lag die Zufallswahrscheinlichkeit eine Farbe durch Raten korrekt zu identifizieren, bei $g = \frac{1}{2}$. Zudem gab es diesmal jeweils ein Modellset für Schlangen und Fische für jüngere und ältere Erwachsene. Das Basismodell hatte null Freiheitsgrade, $G^2 = 0.00$. In Bezug auf das Quellengedächtnis zeigten jüngere Erwachsene keinen Unterschied zwischen Schlangen und Fischen, $\Delta G^2(1) = 0.35$, $p = .55$. Ältere Erwachsene hingegen zeigten ein besseres Quellengedächtnis für Fische im Vergleich zu Schlangen, $\Delta G^2(1) = 4.27$, $p = .04$ (siehe Abbildung 6 aus Meyer, Bell, et al., 2014).

Wie in Experiment 1 wurden auch in Experiment 2 bedrohliche Stimuli besser rekogniziert als unbedrohliche Stimuli. Dieser Gedächtnisvorteil war auf die Alt-Neu-Rekognition beschränkt und zeigte sich nicht in Bezug auf das intrinsische Quellengedächtnis. Dieses Befundmuster widerspricht der Vorhersage des objektbasierten Ansatzes, das intrinsische Quellengedächtnis sei für Schlangen im Vergleich zu Fischen erhöht. Die intentionale Lernbedingung beeinflusste das Befundmuster aus Experiment 1 nicht (Davidson et al., 2006).

Die Alt-Neu-Rekognition älterer Erwachsener war schlechter als die jüngerer Erwachsener. Konsistent zu früheren Befunden, die eine Altersstabilität des emotionalen Quellengedächtnisses zeigten, war das Quellengedächtnis älterer Erwachsener gut erhalten (Bell et al., 2013; May et al., 2005; Rahhal et al., 2002). Tatsächlich zeigten ältere Erwachsene sogar besseres intrinsisches Quellengedächtnis für Fische als für Schlangen. Dies ist konsistent zu den Vorhersagen der sozioemotionalen Selektivitätstheorie (Carstensen et al., 1999). Entsprechend des in diesem Rahmen postulierten Positivitätseffektes könne es zu qualitativen Veränderungen von Gedächtnisinhalten kommen (Mather & Carstensen, 2005). Vor allem im Rahmen der intentionalen Lernbedingung könnte die motivationale Ausrichtung bei älteren Erwachsenen zu einem besseren Quellengedächtnis für unbedrohliche im Vergleich zu bedrohlichen Stimuli geführt haben. Festzuhalten ist, dass dieses Ergebnis sogar im Gegensatz zu

der Vorhersage des objektbasierten Ansatzes hinsichtlich des intrinsischen Quellengedächtnisses steht.

Experiment 3

Experiment 1 und 2 konnten keine Evidenz für einen Quellengedächtnisvorteil für bedrohliche über unbedrohliche Objekte finden. Konsistent zu früheren Befunden (z.B. Davidson et al., 2006) zeigte sich dennoch Evidenz für einen emotionalen Gedächtnisvorteil, der auf die Alt-Neu-Rekognition beschränkt war. Bedrohliche Objekte wurden besser rekogniziert als unbedrohliche Objekte. In Experiment 3 wurde die Spezifität dieses Rekognitionsvorteils untersucht. Einige Forscher gehen davon aus, dass Schlangen aufgrund ihrer evolutionären Bedeutung für unsere Vorfahren besondere Stimuli darstellen (Öhman & Mineka, 2003). Öhman et al. (2001) zeigten, dass die Detektion von Schlangen unter neutralen Bildern wie Blumen oder Pilzen sehr schnell erfolgt und unabhängig von der Anzahl neutraler Bilder ist. Dies suggeriert, dass Schlangen automatisch Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Man könnte auf dieser Basis folglich vermuten, dass Schlangen im Vergleich zu anderen Informationen besonders repräsentiert werden und dass dies zu dem Rekognitionsvorteil von Schlangen geführt habe. Andererseits wurde in vielen vorangehenden Studien (z.B. Davidson et al., 2006; Kensinger & Schacter, 2006a) eine verbesserte Rekognition negativ erregender Stimuli gezeigt. Daher ist es plausibel anzunehmen, dass Schlangenbilder vor allem deswegen besser rekogniziert werden, weil diese mit negativer Erregung verbunden sind. In diesem Fall sollte es möglich sein, den Vorteil der Alt-Neu-Rekognition von Schlangen über Fische umzudrehen, wenn Bilder von bedrohlichen Fischen und vergleichsweise harmlosen Schlangen präsentiert werden. Dies wurde in Experiment 3 umgesetzt. Weiterhin wurde das intrinsische Quellengedächtnis getestet, welches in diesem Fall, entsprechend des objektbasierten Ansatzes, für bedrohliche Fische besser sein sollte als für harmlose Schlangen.

Der Aufbau und der Ablauf des Experimentes waren ähnlich zu Experiment 2. Die Schlangenbilder stammten aus der *Geneva Affective Picture Database* (Dan-Glauser & Scherer, 2011) und waren mit eher weniger negativen Valenzratings assoziiert. Die Bilder bedrohlicher Fische (z.B. Tiefseefische, Muränen oder Haie) entstammten Online-Datenbanken. Die mittlere von den Fischen und Schlangen eingenommene Bildfläche unterschied sich nicht signifikant, $t(62) = 0.15$, $p = .88$, $d = 0.04$. Schlangen und Fische wurden in rot oder blau auf grünem Hintergrund präsentiert.

Eine einfaktorielle MANOVA mit dem Faktor Tiertyp als messwiederholtem Faktor wurde verwendet, um die Bedrohlichkeitsbewertungen sowie die Alt-Neu-Rekognition zu analysieren. Wie erwartet, wurden Fische im Vergleich zu Schlangen als bedrohlicher bewertet, $F(1,110) = 21.11$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .16$.

Entsprechend der wahrgenommenen Bedrohlichkeit war auch die Alt-Neu-Rekognition, gemessen anhand von P_r (Snodgrass & Corwin, 1988), für Fische besser als für Schlangen, $F(1,110) = 175.99$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .62$ (siehe Abbildung 7 aus Meyer, Bell, et al., 2014).

Für die multinomiale Analyse wurde das gleiche Modell wie in Experiment 1 und 2 verwendet (siehe Meyer, Bell, et al., 2014). Es wurde jedoch nur ein Modellset für junge Erwachsene benötigt. Das Basismodell hatte null Freiheitsgrade, $G^2 = 0.00$. Die Analyse des Quellengedächtnisparameters d ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen dem intrinsischen Quellengedächtnis für bedrohliche Fische und vergleichsweise harmlosen Schlangen, $\Delta G^2(1) = 0.86$, $p = .36$ (siehe Abbildung 8 aus Meyer, Bell, et al., 2014).

Experiment 3 liefert Evidenz dafür, dass der in Experiment 1 und 2 gezeigte Alt-Neu-Rekognitionsvorteil nicht schlangenspezifisch ist, sondern mit der Bedrohlichkeit des entsprechenden Stimulusmaterials assoziiert ist. Weiterhin repliziert Experiment 3 die Ergebnisse von Experiment 1 und 2 in Bezug auf das intrinsische Quellengedächtnis, welches nicht durch die wahrgenommene Bedrohlichkeit beein-

flusst wurde. Demnach konnte auch in Experiment 3 keine Evidenz für den objektbasierten Ansatz (Mather, 2007) gefunden werden.

Experiment 4

Mather und Sutherland (2011) diskutieren, dass neben der emotionalen Relevanz des Objektes auch die emotionale Relevanz des Quellenattributs entscheidend dafür sein könnte, ob dieses besser erinnert werde (siehe auch Levine & Edelstein, 2009). So sei zum Beispiel ein Merkmal emotional relevant, welches eine Bedrohung für die eigene Sicherheit darstelle. Insbesondere sollte daher ein Merkmal wie die Farbe dann besonders gut erinnert werden, wenn dieses für die emotionale Bewertung eines Stimulus als gefährlich oder ungefährlich relevant ist. Daher wurden die Teilnehmer in Experiment 4 instruiert, dass rote (bzw. gelbe) Tiere giftig seien und gelbe (bzw. rote) Tiere ungiftig. Dies erlaubte die Untersuchung des Quellengedächtnisses für emotional relevante Quellenattribute, wie zum Beispiel die Giftigkeit.

Ein zusätzliches Augenmerk richtete sich in Experiment 4 auf die mit der Quellenklassifikation assoziierten Rateprozesse. Rateprozesse werden üblicherweise durch Probability-Matching bestimmt. Im Rahmen der Probability-Matching-Theorie (Bayen & Kuhlmann, 2011; Kuhlmann, Vaterrodt, & Bayen, 2012) wird das Phänomen beschrieben, dass die Wahrscheinlichkeit im Test zu raten, dass ein Item der Kategorie X mit Quelle A assoziiert war, in der Regel der tatsächlichen Wahrscheinlichkeit entspricht, mit der ein Item der Kategorie X in der Enkodierungsphase mit Quelle A assoziiert war. Wenn diese Kontingenz jedoch aufgrund mangelnder Verfügbarkeit kognitiver Ressourcen nicht wahrgenommen werde, seien Rateprozesse entsprechend der Probability-Matching-Theorie nicht wie oben beschrieben kontingenz- sondern schemabasiert. Beispielsweise reflektiert die Ratewahrscheinlichkeit jüngerer Erwachsener bei voller Aufmerksamkeit die tatsächliche Item-Quelle-Kontingenz aus der Lernphase. Junge Erwachsene mit geteilter Aufmerksamkeit in der Lernphase können jedoch keine Repräsentation der Item-Quelle-Kontingenz aufbau-

en und zeigen im Test daher eine verzerrte Ratewahrscheinlichkeit in Richtung schematischer Erwartungen (Bayen & Kuhlmann, 2011). Nach dem Wissen der Autorin ist bisher jedoch unklar, ob die Probability-Matching-Theorie auch auf emotionales Material übertragen werden kann. Die Kontingenzwahrnehmung bei emotionalem Material scheint teilweise durch illusionäre Korrelationen (engl. *illusory correlation* oder *covariation bias*) gekennzeichnet zu sein (Tomarken, Cook, & Mineka, 1989). Dieser Begriff beschreibt das Phänomen, dass die Assoziation von Schlangenbildern und negativen Ereignissen im Vergleich zu der Assoziation von Blumenbildern und negativen Ereignissen überschätzt wird, selbst wenn beide Stimulus-Ereignis-Paarungen gleich häufig waren, das heißt eine Nullkontingenz bestand. Offensichtlich basieren angstrelevante illusionäre Korrelationen auf einer verzerrten Repräsentation der vorhandenen Kontingenzen. Daher wird vermutet, dass sich diese in dem mit der Quellenklassifikation assoziierten Rateparameter widerspiegeln.

Illusionäre Korrelationen wurden mit der Prävalenz von Phobien in Zusammenhang gebracht (De Jong, Van den Hout, & Merckelbach, 1995). Es ist sinnvoll anzunehmen, dass Phobien nicht nur durch direkte Erfahrungen, sondern auch indirekt über soziale Kommunikation (z.B. Davey, 1992) erworben werden. Neben Assoziationen zwischen bedrohlichen Stimuli und negativen Ereignissen sollten demnach auch Assoziationen zwischen bedrohlichen Stimuli und emotional relevanten Merkmalen leicht erworben werden, wie beispielsweise die Assoziation von Schlangenbildern und der Information, dass diese giftig ist.

Traditionell wurden illusionäre Korrelationen untersucht, indem die Teilnehmer die Häufigkeit der Stimulus-Ereignis-Paarungen im Anschluss an das Experiment direkt einschätzten, was die Annahme voraussetzt, dass Personen das relevante Wissen explizit verfügbar haben (Amin & Lovibond, 1997; Kennedy, Rapee, & Mazurski, 1997; Tomarken et al., 1989; Tomarken, Sutton, & Mineka, 1995). In Experiment 4 wurden multinomiale Modelle eingesetzt, um angstrelevante illusionäre Korrelationen indirekt über das Rateverhalten zu messen. Im Forschungsfeld der

sozialen Stereotypbildung zeigte sich, dass illusionäre Korrelationen durch den mit der Quellenklassifikation assoziierten Rateparameter reflektiert werden (Klauer & Meiser, 2000; Meiser & Hewstone, 2001). Der Vorteil der Verwendung multinomialer Modelle besteht darin, dass die mit der Quellenklassifikation assoziierten Rateprozesse unabhängig von Prozessen des Quellengedächtnisses gemessen werden können (Bayen et al., 1996) und angstrelevante illusionäre Korrelationen so mit den zugrundeliegenden kognitiven Prozessen in Verbindung gebracht werden können.

Die Probability-Matching-Theorie beinhaltet die Annahme, dass eine verzerrte Repräsentation der vorhandenen Kontingenzen durch den Mangel an kognitiven Ressourcen entsteht. Der kognitive Alterungsprozess ist gekennzeichnet durch einen Verlust an kognitiven Ressourcen (Craik, 1982; Craik & Byrd, 1982). Ältere Erwachsene sollten demnach Schwierigkeiten haben, die Item-Quelle-Kontingenz zu repräsentieren, und folglich anfälliger sein für schematische Rateverzerrungen als jüngere Erwachsene. Basierend auf dem Phänomen der illusionären Korrelationen wird weitergehend vermutet, dass ältere Erwachsene die Assoziation von Schlangenbildern und bedrohlicher Information überschätzen im Vergleich zur Assoziation von Fischbildern und bedrohlicher Information. Dies sollte sich entsprechend in den mit der Quellenklassifikation assoziierten Rateparametern niederschlagen. Jüngerer Erwachsene hingegen sollten mit der gleichen Wahrscheinlichkeit raten, dass eine Schlange oder ein Fisch mit bedrohlicher Information gepaart war. Experiment 4 diene somit der Untersuchung der Übertragbarkeit der Probability-Matching-Theorie auf emotionales Material.

Experiment 4 verwendete das gleiche Stimulusmaterial wie Experiment 2 und war auch hinsichtlich des Aufbaus und des Ablaufs ähnlich zu Experiment 2. Im Unterschied zu Experiment 2 wurde die Hälfte der Teilnehmer instruiert, dass rote Tiere giftig und gelbe Tiere ungiftig seien. Die andere Hälfte wurde instruiert, dass gelbe Tiere giftig seien und rote Tiere ungiftig. Schlangen oder Fische waren gleichhäufig mit giftigen oder ungiftigen Informationen assoziiert. Die Teilnehmer wurden gebe-

ten sich die Giftigkeit der Tiere einzuprägen, da diese später abgefragt werde. Wenn ein Tier im Test als „alt“ klassifiziert wurde, wurden die Teilnehmer gebeten weiterhin anzugeben, ob das Tier giftig oder ungiftig war.

Die Bedrohlichkeitsbewertung sowie die Alt-Neu-Rekognition wurde mittels einer $2 \times 2 \times 2$ MANOVA analysiert, mit Tiertyp und Giftigkeit als messwiederholte Faktoren und Alter als Zwischensubjektfaktor. Schlangen wurden im Vergleich zu Fischen als bedrohlicher wahrgenommen, $F(1,210) = 536.74$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .72$ und giftige Tiere wurden als bedrohlicher wahrgenommen als ungiftige Tiere, $F(1,210) = 366.56$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .64$. Weiterhin nahmen ältere Teilnehmer die Tiere als bedrohlicher wahr im Vergleich zu jüngeren Teilnehmern, $F(1,210) = 9.62$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .04$. Es gab eine signifikante Interaktion zwischen Tiertyp und Alter, $F(1,210) = 18.11$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .08$. Ältere, $F(1,102) = 200.67$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .66$, und jüngere Teilnehmer, $F(1,108) = 343.69$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .76$, bewerteten Schlangen als bedrohlicher im Vergleich zu Fischen, aber die Differenz fiel für jüngere Erwachsene etwas größer aus als für ältere Erwachsene. Es gab eine Interaktion zwischen Giftigkeit und Alter, $F(1,210) = 14.80$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .07$. Ältere, $F(1,102) = 267.23$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .72$, und jüngere Teilnehmer, $F(1,108) = 116.26$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .52$, bewerteten giftige Tiere als bedrohlicher als ungiftige Tiere, aber die Differenz fiel für ältere Erwachsene etwas größer aus als für jüngere Erwachsene. Die Interaktion zwischen Tiertyp und Giftigkeit war signifikant, $F(1,210) = 12.81$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .06$. Die Manipulation der Giftigkeit hatte einen größeren Einfluss auf die Bedrohlichkeitsbewertung von Fischen als auf die Bedrohlichkeitsbewertung von Schlangen. Die Dreifachinteraktion war nicht signifikant, $F(1,210) = 1.78$, $p = .18$, $\eta_p^2 = .01$ (siehe Tabelle 2 aus Meyer, Buchner, & Bell, 2014).

Die Analyse der Alt-Neu-Rekognition, gemessen anhand von P_r (Snodgrass & Corwin, 1988), ergab, dass Schlangen besser rekogniziert wurden als Fische, $F(1,210) = 6.13$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .03$, und giftige Tiere besser rekogniziert wurden als ungiftige Tiere, $F(1,210) = 3.92$, $p = .05$, $\eta_p^2 = .02$. Jüngere Teilnehmer hatten eine höhere Alt-Neu-

Rekognition als ältere Teilnehmer, $F(1,210) = 28.12$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .12$. Keine der Interaktionen erreichte statistische Signifikanz ($p \geq .22$) (siehe Tabelle 2 aus Meyer, Buchner, et al., 2014).

Im Gegensatz zu den Experimenten 1-3 wurde in Experiment 4 das in Abbildung 1 dargestellte Modell aus Meyer, Buchner, et al. (2014) verwendet. Die zugrundeliegende Parametrisierung des verwendeten Modells soll im Folgenden am Beispiel eines giftigen Tieres veranschaulicht werden. Parameter D_{Poi} repräsentiert die Wahrscheinlichkeit, ein giftiges Tier korrekt als „alt“ zu klassifizieren. Parameter d_{Poi} repräsentiert die konditionale Wahrscheinlichkeit, die mit dem Tier assoziierte Information (in diesem Fall giftig) zu erinnern, vorausgesetzt dieses Tier wurde korrekt erinnert. Wenn die mit dem Tier assoziierte Information nicht erinnert wurde (mit Wahrscheinlichkeit $1 - d_{Poi}$), mussten die Teilnehmer raten. Der Parameter g_{Poi} repräsentiert die konditionale Wahrscheinlichkeit zu raten, ein Tier sei giftig. Mit der Komplementärwahrscheinlichkeit ($1 - g_{Poi}$) wird geraten, ein Tier sei ungiftig. Wenn das Tier nicht erkannt wurde (mit Wahrscheinlichkeit $1 - D_{Poi}$), musste mit Wahrscheinlichkeit b geraten werden, das Tier sei „alt“. In diesem Fall mussten die Teilnehmer weiterführend raten, ob ein Tier giftig (mit Wahrscheinlichkeit g_{Poi}) oder ungiftig (mit Wahrscheinlichkeit $1 - g_{Poi}$) war. Mit der Wahrscheinlichkeit ($1 - b$) wurde das Tier fälschlicherweise als „neu“ klassifiziert.

Wie in Experiment 2 wurden vier des in Abbildung 1 in Meyer, Buchner, et al. (2014) dargestellten Modellsets benötigt, da jeweils ein Set für Schlangen und ein Set für Fische in jeder Altersgruppe benötigt wurde. Das Modell hat mehr freie Antwortkategorien als unabhängige Datenkategorien. Daher wurde die Wahrscheinlichkeit einer korrekten Rekognition eines neuen Tieres mit der mittleren Wahrscheinlichkeit einer korrekten Rekognition eines Tieres aus der Lernphase gleichgesetzt (Bell, Mieth, & Buchner, in press), welches der Standardannahme des Zwei-Hochschwellen-Modells entspricht (Snodgrass & Corwin, 1988). Diese Restriktion wurde in das Basismodell mit null Freiheitsgraden aufgenommen, $G^2 = 0.00$.

Weder jüngere, $\Delta G^2(2) = 1.59$, $p = .45$, noch ältere Erwachsene, $\Delta G^2(2) = 0.81$, $p = .67$ hatten ein besseres Quellengedächtnis für giftige im Vergleich zu ungiftigen Quelleninformationen. Ebenso erinnerten weder jüngere, $\Delta G^2(2) = 0.81$, $p = .67$, noch ältere Erwachsene, $\Delta G^2(2) = 0.76$, $p = .68$, die mit Schlangen assoziierte Quelleninformation besser als die mit Fischen assoziierte Quelleninformation. In Einklang mit den Ergebnissen zu Experiment 2 war das Quellengedächtnis älterer Teilnehmer im Vergleich zu dem Quellengedächtnis jüngerer Teilnehmer gut erhalten, $\Delta G^2(4) = 3.64$, $p = .46$ (siehe Tabelle 2 aus Meyer, Buchner, et al., 2014).

Bei älteren Erwachsenen unterschied sich der Rateparameter g_{Poi} (welcher die Wahrscheinlichkeit repräsentiert giftig zu raten) signifikant zwischen Schlangen und Fischen, $\Delta G^2(1) = 49.50$, $p < .01$. Wenn kein Gedächtnis vorhanden war, rieten ältere Erwachsene mit einer höheren Wahrscheinlichkeit, dass Schlangen mit giftigen Informationen assoziiert waren als Fische. Für jüngere Erwachsene unterschied sich der Rateparameter g_{Poi} nicht signifikant zwischen Schlangen und Fischen, $\Delta G^2(1) = 2.56$, $p = .11$, und der resultierende Parameter entsprach der tatsächlichen Wahrscheinlichkeit, mit der ein Tier mit der Information giftig assoziiert war ($g_{Poi} = .50$; $CI = [.47 -.53]$; siehe Abbildung 2 aus Meyer, Buchner, et al., 2014).

Die Ergebnisse replizierten und erweiterten die Befunde der Experimente 1-3. Die Alt-Neu-Rekognition für emotionale Inhalte war erhöht. Zum einen wurden Schlangen besser rekogniziert als Fische, zum anderen wurden Tiere, die als giftig wahrgenommen wurden, besser rekogniziert als Tiere, die als ungiftig wahrgenommen wurden. Dies liefert neben Experiment 3 weitere Evidenz dafür, dass der Alt-Neu-Rekognitionsvorteil nicht stimuluspezifisch, sondern mit der Bedrohlichkeit des entsprechenden Stimulusmaterials assoziiert ist. Weiterhin zeigte sich wie in den bisher vorgestellten Experimenten kein verbessertes Quellengedächtnis für Schlangen im Vergleich zu Fischen. Auch giftige Quelleninformationen wurden nicht besser erinnert im Vergleich zu ungiftigen Quelleninformationen. Die Emotionalität der Quellen hatte keinen Einfluss auf das Befundmuster der Experimente 1-3.

Experiment 4 liefert weiterhin Evidenz für den Probability-Matching-Theorie (Bayen & Kuhlmann, 2011; Kuhlmann et al., 2012) und erweitert diese auf emotionales Material. Jüngere Erwachsene zeigen wie erwartet Probability-Matching. Das Rateverhalten ältere Erwachsene hingegen, die über eingeschränkte kognitive Ressourcen verfügen (Craik, 1982; Craik & Byrd, 1982), reflektiert die Überschätzung der Assoziation von Schlangen und bedrohlicher Information relativ zu der Assoziation von Fischen und bedrohlicher Information. Dies stellt eine illusionäre Korrelation dar.

Allgemeine Diskussion

In den vorgestellten Experimenten wurde der Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis untersucht. Hauptgegenstand war dabei die Testung der Vorhersagen des objektbasierten Ansatzes (Mather, 2007). Zwar hatte die Emotionalität eines Objektes Einfluss auf die Alt-Neu-Rekognition, aber nicht auf das intrinsische Quellengedächtnis. Die Ergebnisse liefern daher Evidenz gegen die Vorhersage des objektbasierten Ansatzes. Die Unterscheidung von intrinsischen und extrinsischen Stimulusmerkmalen scheint folglich unzureichend, um den Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis zu erfassen.

Konsistent zu vorhergehenden Studien bestätigen die vorliegenden Befunde die Existenz eines emotionalen Gedächtnisvorteils bezogen auf die Alt-Neu-Rekognition (Davidson et al., 2006; Kensinger & Schacter, 2006a), welcher mit der wahrgenommenen Bedrohlichkeit assoziiert ist. Bedrohliche Schlangen wurden besser re-kogniziert als unbedrohliche Fische (Experimente 1, 2 und 4). Dieses Befundmuster kehrte sich jedoch um, wenn Fische als bedrohlicher als Schlangen wahrgenommen wurden (Experiment 3). Zudem wurden als giftig wahrgenommene Tiere unabhängig von der Stimuluskategorie besser re-kogniziert als Tiere, die als ungiftig wahrgenommen wurden (Experiment 4).

Im Gegensatz zur Alt-Neu-Rekognition wurde das intrinsische Quellengedächtnis nicht durch die wahrgenommene Bedrohlichkeit der Tiere beeinflusst. In den Experimenten 1-3 zeigte sich, dass sich das Quellengedächtnis für bedrohliche und für unbedrohliche Objekte nicht unterscheidet. Ältere Erwachsene erinnerten die Farbe unbedrohlicher Fische sogar besser als die Farbe bedrohlicher Fische. Diese Befunde stehen im Widerspruch zu der zentralen Annahme des objektbasierten Ansatzes, dass die Aufmerksamkeit sich auf das emotional erregende Objekt fokussiere, dies zu verstärkten Bindungsprozessen innerhalb des Objektes führe und letztendlich in einem verbesserten intrinsischen Quellengedächtnis für emotionale Stimuli resultiere.

Die vorliegenden Befunde sind konsistent zu Studien, in denen kein Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis gefunden wurde (D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Davidson et al., 2006). Insgesamt sind die Befunde zum Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis jedoch sehr uneinheitlich. In einigen Studien wurde ein positiver Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis gezeigt (D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Doerksen & Shimamura, 2001), während in anderen Studien einen negativer Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis berichtet wurde (Cook et al., 2007; Maddock & Frein, 2009). Doerksen und Shimamura (2001) zeigten, dass das Quellengedächtnis für die Farbe von emotionalen Wörtern erhöht ist im Vergleich zu dem Quellengedächtnis für neutrale Wörter. Die Teilnehmer wurden instruiert, sich die Farbe der Wörter zu merken, da diese später abgefragt werde. Unter Verwendung der gleichen Instruktion konnten D'Argembeau und Van der Linden (2004) die Ergebnisse nicht replizieren. Sie fanden jedoch verbessertes Quellengedächtnis für die Farbe emotionaler Wörter bei inzidenteller Lernphase. Konsistent zu Davidson et al. (2006) konnte in den vorliegenden Experimenten kein Unterschied im intrinsischen Quellengedächtnis für bedrohliche und unbedrohliche Stimuli gefunden werden, unabhängig von der Intentionalität der Quellenenkodierung. Die Unterscheidung von intrinsischen und extrinsischen Quelleninformationen

scheint nicht ausreichend, um die unterschiedlichen Befunde erklären zu können. Weitere Faktoren sollten berücksichtigt werden.

In den Experimenten 1-3 wurde die Erinnerung an die Farbe der abgebildeten Tiere untersucht, welche explizit als intrinsisches Merkmal eines Objektes bezeichnet wird (Mather, 2007). Daher konnten die Vorhersagen des objektbasierten Ansatzes direkt getestet werden. Weitere Ansätze (Levine & Edelstein, 2009; Mather & Sutherland, 2011) beinhalten jedoch die Annahme, dass nicht nur die emotionale Relevanz der Objekte, sondern auch die der jeweiligen Merkmale darüber entscheide, ob diese besser erinnert werden oder nicht. Emotional relevant sei beispielsweise ein Merkmal, welches die eigene Sicherheit bedrohe. Merkmale, die stärker mit einer potentiellen Gefahr in Verbindung stehen als die Farbe, sollten von höherer Bedeutung sein. Derartige Merkmale könnten zum Beispiel die Bewegungsrichtung, die Körperhaltung und andere Zeichen von Aggression darstellen (z.B. gefletschte Zähne). Die Ergebnisse von Experiment 4 stellen jedoch auch diesen Ansatz teilweise in Frage. Während giftige Tiere besser rekonstruiert wurden als ungiftige Tiere, zeigte sich dies nicht in Bezug auf das Quellengedächtnis. Die über die Farbe assoziierte Information, dass ein Tier giftig war, wurde nicht besser erinnert als die Information, dass ein Tier ungiftig war. Die emotionale Relevanz des zu erinnernden Quellenattributs hatte keinen Einfluss auf die Befundlage der Experimente 1-3.

Sakaki, Niki und Mather (2012) betonen, dass auch die Art des emotionalen Stimulus entscheidend sein könnte, so zum Beispiel die Unterscheidung von Stimuli biologischer Relevanz (z.B. eine Schlange) und Stimuli sozialer Relevanz (z.B. ein Mitglied des KuKluxKlans). In ihrer fMRT-Studie zeigte sich, dass die Verarbeitung emotionaler Bilder mit biologischer Relevanz durch eine erhöhte funktionelle Konnektivität zwischen der Amygdala und dem Okzipitallappen charakterisiert war. Im Gegensatz dazu war die Verarbeitung emotionaler Bilder mit sozialer Relevanz durch eine erhöhte Konnektivität zwischen der Amygdala und dem präfrontalen Kortex charakterisiert, welcher stärker mit elaborativen Prozessen assoziiert ist. Das

Aktivierungsmuster von verbalem Material war ähnlich zu dem von sozialen Bildern. Parallel zu diesem Befund waren sozial relevante Bilder mit detailreicher, lebhafter Erinnerung (engl. *recollection*) verbunden, wenn bei der Enkodierung ausreichend Aufmerksamkeitsressourcen zur Verfügung standen. Biologisch relevante Bilder hingegen waren eher mit vertrautheitsbasierter (engl. *familiarity*) Rekognition assoziiert, unabhängig davon, ob Aufmerksamkeitsressourcen zur Verfügung standen oder nicht. Sakaki et al. (2012) gehen davon aus, dass physische Bedrohungen wie Tod oder Verletzung bei biologisch relevanten Bildern besonders salient sind im Vergleich zu Wörtern oder sozialen Bildern. Als Folge dessen könnten biologische Bilder automatisch und weniger elaborativ verarbeitet werden. Dies könnte erklären, warum biologisch relevante Bilder nicht mit einem positiven Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis assoziiert sind. Weitere Studien sollten das hier verwendete Quellengedächtnisparadigma auf biologisch und sozial relevante Bilder anwenden, um diesem Ansatz weiter nachzugehen.

Neben der Untersuchung des Quellengedächtnisses wurden auch die mit der Quellenklassifikation assoziierten Rateprozesse untersucht. Die Probability-Matching-Theorie sagt vorher, dass Rateprozesse sowohl kontingenz- als auch schemagesteuert sein können. Schemagesteuerte Rateprozesse treten allerdings nur dann auf, wenn die Item-Quelle-Kontingenzen aufgrund reduzierter kognitiver Ressourcen nicht wahrgenommen werden können. Illusorische Korrelationen basieren offensichtlich auf einer verzerrten Repräsentation vorhandener Kontingenzen. Experiment 4 ermöglichte die Untersuchung illusionärer Korrelationen anhand multinomialer Modelle. In der Forschung zur sozialen Stereotypbildung konnte gezeigt werden, dass illusionäre Korrelationen durch den mit der Quellenklassifikation assoziierten Rateparameter des Zwei-Hochschwellen-Modells des Quellengedächtnisses (e.g., Bayen et al., 1996) repräsentiert werden (Klauer & Meiser, 2000; Meiser & Hewstone, 2001). Die multinomiale Modellierung wurde in Experiment 4 angewendet, um angstrelevante illusionäre Korrelationen zu untersuchen. Während jüngere Erwach-

sene Probability-Matching zeigten, überschätzen ältere Erwachsene die Kontingenz bedrohlicher Objekte und bedrohlicher Information im Vergleich zu der Kontingenz von unbedrohlichen Objekten und bedrohlicher Information. Dieses Ergebnis stellt eine konzeptuelle Replikation von Bayen und Kuhlmann (2011) dar. Bayen und Kuhlmann (2011) präsentierten Aussagen, die entweder typisch für Anwälte oder Mediziner waren und entweder aus der erwarteten (z.B. eine anwaltschaftliche Aussage eines Anwalts) oder der unerwarteten Quelle (z.B. eine anwaltschaftliche Aussage eines Mediziners) stammten. Die Teilnehmer konnten auf diese Präsentation entweder ihre volle Aufmerksamkeit richten oder mussten parallel eine Sekundäraufgabe bearbeiten. Im Anschluss sollten die Quellen erinnert werden. Bei voller Aufmerksamkeit reflektierte der mit der Quellenklassifikation assoziierte Rateparameter die tatsächliche Nullkontingenz aus der Lernphase. Wurden die verfügbaren kognitiven Ressourcen in der Lernphase jedoch durch eine Sekundäraufgabe reduziert, wurde das Quellenraten in die Richtung bestehender Schemata verzerrt. Im hier vorgestellten Experiment 4 wurden jüngere und ältere Teilnehmer untersucht. Der kognitive Alterungsprozess ist gekennzeichnet durch einen Verlust kognitiver Ressourcen (Craik, 1982; Craik & Byrd, 1982). Parallel zu den Befunden von Bayen und Kuhlmann (2011) spiegelte das Rateverhalten älterer Teilnehmer eine verzerrte Kontingenzwahrnehmung zwischen Tiertyp und Giftigkeit wider. Das Rateverhalten jüngere Teilnehmer hingegen reflektierte die tatsächliche Kontingenz aus der Lernphase.

Allgemein scheinen die Ergebnisse von Experiment 4 das generelle Prinzip zu reflektieren, dass ältere Erwachsene sich stärker auf schematisches Wissen verlassen, während jüngere Erwachsene sich flexibel an Situationen anpassen, die nicht ihren Erwartungen entsprechen (Mather, Johnson, & De Leonardis, 1999). In diesem Fall könnte die Inflexibilität älterer Erwachsener zu einer inadäquaten Risikoeinschätzung führen, insofern als aufgrund der schematischen Erwartungen die Prävalenz bedrohlicher Ereignisse überschätzt wird. Straftaten sind in den Medien beispiels-

weise überrepräsentiert und parallel zu den vorliegenden Ergebnissen zu illusionären Korrelationen existieren Hinweise darauf, dass ältere Erwachsene die Häufigkeit von Straftaten überschätzen (O'Connell & Whelan, 1996).

Zusammenfassend bestätigen die Ergebnisse den positiven Einfluss von Emotion auf die Alt-Neu-Rekognition. Bedrohliche Objekte wurden konsistent besser erkannt als Objekte, die als weniger bedrohlich wahrgenommen wurden. Jedoch konnte in keinem der dargestellten Experimente Evidenz für die Vorhersage des objektbasierten Ansatzes gefunden werden, dass intrinsische Merkmale emotionaler Objekte besser erinnert werden als intrinsische Merkmale neutraler Objekte. Diese Vorhersage traf auch dann nicht zu, wenn intrinsische Merkmale emotionale Relevanz transportierten. Folglich sind führende Theorien zu dem Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis inkompatibel mit dem vorgestellten Ergebnissen. Dieser Befund ist von grundlegender Bedeutung hinsichtlich der Erkenntnis der Notwendigkeit weiterer empirischer Forschung zum Zweck einer differenzierteren Theorienbildung. In der Tat werden emotionale Ereignisse besonders gut erinnert, die Details emotionaler Ereignisse spielen dabei jedoch nicht automatisch eine Rolle.

Literaturverzeichnis

- Adolphs, R., Denburg, N. L., & Tranel, D. (2001). The amygdala's role in long-term declarative memory for gist and detail. *Behavioral Neuroscience*, 115, 983-992. doi:10.1037//0735-7044.115.5.983
- Amin, J. M., & Lovibond, P. F. (1997). Dissociations between covariation bias and expectancy bias for fear-relevant stimuli. *Cognition & Emotion*, 11, 273-289.
- Batchelder, W. H., & Riefer, D. M. (1990). Multinomial processing models of source monitoring. *Psychological Review*, 97, 548-564. doi:10.1037//0033-295x.97.4.548
- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Finkenauer, C., & Vohs, K. D. (2001). Bad is stronger than good. *Review of General Psychology*, 5, 323-370. doi:10.1037/1089-2680.5.4.323
- Bayen, U. J., & Kuhlmann, B. G. (2011). Influences of source-item contingency and schematic knowledge on source monitoring: Tests of the probability-matching account. *Journal of Memory and Language*, 64, 1-17. doi:10.1016/J.Jml.2010.09.001
- Bayen, U. J., Murnane, K., & Erdfelder, E. (1996). Source discrimination, item detection, and multinomial models of source monitoring. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 197-215. doi:10.1037/0278-7393.22.1.197
- Bell, R., Mieth, L., & Buchner, A. (in press). Appearance-based first impressions and personal memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*.
- Bell, R., Mund, I., Giang, T., & Buchner, A. (2013). Older adults' social source memory is quite good, but less flexible than that of young adults. *Journal of Psychophysiology*, 27, 10-11.
- Boywitt, C. D., & Meiser, T. (2012a). Bound context features are integrated at encoding. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65, 1484-1501. doi:10.1080/17470218.2012.656668

- Boywitt, C. D., & Meiser, T. (2012b). The role of attention for context-context binding of intrinsic and extrinsic features. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38, 1099-1107. doi:10.1037/A0026988
- Brown, R., & Kulik, J. (1977). Flashbulb memories. *Cognition*, 5, 73-99.
- Carstensen, L. L., Isaacowitz, D. M., & Charles, S. T. (1999). Taking time seriously - a theory of socioemotional selectivity. *American Psychologist*, 54, 165-181. doi:10.1037//0003-066x.54.3.165
- Cook, G. I., Hicks, J. L., & Marsh, R. L. (2007). Source monitoring is not always enhanced for valenced material. *Memory & Cognition*, 35, 222-230. doi:10.3758/Bf03193443
- Craik, F. I. M. (1982). Selective changes in encoding as a function of reduced processing capacity. In F. Klix, J. Hoffmann, & E. Van der Meer (Eds.), *Cognitive research in psychology* (pp. 152-161). Berlin, Germany: Deutscher Verlag der Wissenschaft.
- Craik, F. I. M., & Byrd, M. (1982). Aging and cognitive deficits: The role of attentional resources. In F. Craik, & S. Trehub (Eds.), *Aging and cognitive processes* (pp. 191-211). New York: Plenum Press.
- D'Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2004). Influence of affective meaning on memory for contextual information. *Emotion*, 4, 173-188.
- Dan-Glauser, E. S., & Scherer, K. R. (2011). The Geneva Affective Picture Database (GAPED): A new 730-picture database focusing on valence and normative significance. *Behavior Research Methods*, 43, 468-477. doi:10.3758/S13428-011-0064-1
- Davey, G. C. L. (1992). Classical-conditioning and the acquisition of human fears and phobias - a review and synthesis of the literature. *Advances in Behaviour Research and Therapy*, 14, 29-66. doi:10.1016/0146-6402(92)90010-L
- Davidson, P. S. R., McFarland, C. R., & Glisky, E. L. (2006). Effects of emotion on item and source memory in young and older adults. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 6, 306-322. doi:10.3758/Cabn.6.4.306

- De Jong, P. J., Van den Hout, M. A., & Merckelbach, H. (1995). Covariation bias and the return of fear. *Behaviour Research and Therapy*, 33, 211-213. doi:10.1016/0005-7967%2894%29E0024-D 7887881
- Doerksen, S., & Shimamura, A. P. (2001). Source memory enhancement for emotional words. *Emotion*, 1, 5-11.
- Easterbrook, J. A. (1959). The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychological Review*, 66, 183-201. doi:10.1037/H0047707
- Erdfelder, E., Auer, T. S., Hilbig, B. E., Assfalg, A., Moshagen, M., & Nadarevic, L. (2009). Multinomial processing tree models: A review of the literature. *Zeitschrift für Psychologie*, 217, 108-124. doi:10.1027/0044-3409.217.3.108
- Glanzer, M., & Adams, J. K. (1985). The mirror effect in recognition memory. *Memory & Cognition*, 13, 8-20. doi:10.3758/Bf03198438
- Johnson, M. K., Hashtroudi, S., & Lindsay, D. S. (1993). Source monitoring. *Psychological Bulletin*, 114, 3-28. doi:10.1037//0033-2909.114.1.3
- Kennedy, S. J., Rapee, R. M., & Mazurski, E. J. (1997). Covariation bias for phylogenetic versus ontogenetic fear-relevant stimuli. *Behaviour Research and Therapy*, 35, 415-422. doi:10.1016/S0005-7967(96)00128-3
- Kensinger, E. A. (2009a). *Emotional memory across the adults lifespan*. New York: Psychology Press.
- Kensinger, E. A. (2009b). Remembering the details: Effects of emotion. *Emotion Review*, 1, 99-113. doi:10.1177/1754073908100432
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2003). Memory enhancement for emotional words: Are emotional words more vividly remembered than neutral words? *Memory & Cognition*, 31, 1169-1180. doi:10.3758/Bf03195800
- Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2006a). Amygdala activity is associated with the successful encoding of item, but not source, information for positive and negative stimuli. *Journal of Neuroscience*, 26, 2564-2570. doi:10.1523/Jneurosci.5241-05.2006

- Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2006b). Processing emotional pictures and words: Effects of valence and arousal. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 6, 110-126. doi:10.3758/Cabn.6.2.110
- Klauer, K. C., & Meiser, T. (2000). A source-monitoring analysis of illusory correlations. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 26, 1074-1093. doi:10.1177/01461672002611005
- Kuhlmann, B. G., Vaterrodt, B., & Bayen, U. J. (2012). Schema bias in source monitoring varies with encoding conditions: Support for a probability-matching account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38, 1365-1376. doi:10.1037/A0028147
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). *International Affective Picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual* (Technical Report A-8). Gainesville, FL: University of Florida.
- Levine, L. J., & Edelstein, R. S. (2009). Emotion and memory narrowing: A review and goal-relevance approach. *Cognition & Emotion*, 23, 833-875.
- Maddock, R. J., & Frein, S. T. (2009). Reduced memory for the spatial and temporal context of unpleasant words. *Cognition & Emotion*, 23, 96-117. doi:10.1080/02699930801948977
- Mather, M. (2007). Emotional arousal and memory binding: An object-based framework. *Perspectives on Psychological Science*, 2, 33-52. doi:10.1111/J.1745-6916.2007.00028.X
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition: The positivity effect in attention and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 496-502. doi:10.1016/J.Tics.2005.08.005
- Mather, M., Johnson, M. K., & De Leonardis, D. M. (1999). Stereotype reliance in source monitoring: Age differences and neuropsychological test correlates. *Cognitive Neuropsychology*, 16, 437-458. doi:10.1080/026432999380870

- Mather, M., & Sutherland, M. R. (2011). Arousal-biased competition in perception and memory. *Perspectives on Psychological Science*, 6, 114-133. doi:10.1177/1745691611400234
- May, C. P., Rahhal, T., Berry, E. M., & Leighton, E. A. (2005). Aging, source memory, and emotion. *Psychology and Aging*, 20, 571-578. doi:10.1037/0882-7974.20.4.571
- Meiser, T., & Hewstone, M. (2001). Crossed categorization effects on the formation of illusory correlations. *European Journal of Social Psychology*, 31, 443-466. doi:10.1002/ejsp.55
- Meiser, T., Sattler, C., & Weisser, K. (2008). Binding of multidimensional context information as a distinctive characteristic of remember judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34, 32-49. doi:10.1037/0278-7393.34.1.32
- Meyer, M. M., Bell, R., & Buchner, A. (2014). *Remembering the snake in the grass: Threat enhances recognition, but not source memory*. Manuscript under review.
- Meyer, M. M., Buchner, A., & Bell, R. (2014). *Influences of age and emotion on source guessing: Are older adults more likely to show fear-relevant illusory correlations?* Manuscript submitted for publication.
- Moshagen, M. (2010). Multitree: A computer program for the analysis of multinomial processing tree models. *Behavior Research Methods*, 42, 42-54. doi:10.3758/Brm.42.1.42
- Naveh-Benjamin, M., Hussain, Z., Guez, J., & Bar-On, M. (2003). Adult age differences in episodic memory: Further support for an associative-deficit hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 826-837. doi:10.1037/0278-7393.29.5.826
- O'Connell, M., & Whelan, A. (1996). The public perception of crime prevalence, newspaper readership and "mean world" attitudes. *Legal and Criminological Psychology*, 1, 179-195. doi:10.1111/j.2044-8333.1996.tb00317.x

- Öhman, A., Flykt, A., & Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 466-478. doi:10.1037/0096-3445.130.3.466
- Öhman, A., & Mineka, S. (2003). The malicious serpent: Snakes as a prototypical stimulus for an evolved module of fear. *Current Directions in Psychological Science*, 12, 5-9. doi:10.1111/1467-8721.01211
- Rahhal, T. A., May, C. P., & Hasher, L. (2002). Truth and character: Sources that older adults can remember. *Psychological Science*, 13, 101-105. doi:10.1111/1467-9280.00419
- Sakaki, M., Niki, K., & Mather, M. (2012). Beyond arousal and valence: The importance of the biological versus social relevance of emotional stimuli. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 12, 115-139. doi:10.3758/S13415-011-0062-X
- Snodgrass, J. G., & Corwin, J. (1988). Pragmatics of measuring recognition memory - applications to dementia and amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 34-50. doi:10.1037//0096-3445.117.1.34
- Talarico, J. M., & Rubin, D. C. (2003). Confidence, not consistency, characterizes flashbulb memories. *Psychological Science*, 14, 455-461.
- Tomarken, A. J., Cook, M., & Mineka, S. (1989). Fear-relevant selective associations and covariation bias. *Journal of Abnormal Psychology*, 98, 381-394. doi:10.1037//0021-843x.98.4.381
- Tomarken, A. J., Sutton, S. K., & Mineka, S. (1995). Fear-relevant illusory correlations - what types of associations promote judgmental bias. *Journal of Abnormal Psychology*, 104, 312-326. doi:10.1037/0021-843x.104.2.312
- Treisman, A. (1999). Solutions to the binding problem: Progress through controversy and convergence. *Neuron*, 24, 105-110. doi:10.1016/S0896-6273(00)80826-0
- Wang, B., & Fu, X. L. (2011). Time course of effects of emotion on item memory and source memory for chinese words. *Neurobiology of Learning and Memory*, 95, 415-424. doi:10.1016/J.NlM.2011.02.001

Einzelarbeiten

Experimente 1-3:

Meyer, M., Bell, R., Buchner, A. (2014). *Remembering the snake in the grass: Threat enhances recognition, but not source memory.* Manuscript under review.

Experiment 4:

Meyer, M., Buchner, A., Bell, R. (2014). *Influences of age and emotion on source guessing: Are older adults more likely to show fear-relevant illusory correlations?* Manuscript submitted for publication.

Remembering the Snake in the Grass: Threat Enhances Recognition, but not Source Memory

Miriam Magdalena Meyer

Raoul Bell

Axel Buchner

Heinrich-Heine-University Düsseldorf

Corresponding Author

Miriam Magdalena Meyer

Institut für Experimentelle Psychologie

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

40225 Düsseldorf, Germany

E-Mail: Miriam.Meyer@hhu.de

Abstract

Research on the influence of emotion on source memory yielded inconsistent findings. The object-based framework (Mather, 2007) predicts that negatively arousing stimuli attract attention, resulting in enhanced within-object binding, and, thereby, enhanced source memory for intrinsic context features of emotional stimuli. To test this prediction, we presented pictures of threatening and harmless animals, the color of which had been experimentally manipulated. In a memory test, old-new recognition for the animals and source memory for their color was assessed. In all three experiments, old-new recognition was better for the more threatening material, which supports previous reports of an emotional memory enhancement. This recognition advantage was due to the emotional properties of the stimulus material, and not specific for snake stimuli. However, inconsistent with the prediction of the object-based framework, intrinsic source memory was not affected by emotion.

Keywords: Source Memory, Recognition, Emotion, Emotional Memory Enhancement, Threat

Introduction

People often think that memories for emotional events are particularly vivid and detailed (Brown & Kulik, 1977). For instance, people are extremely confident to have strong memory for traumatic events such as the terrorist attacks of 9/11 (Talarico & Rubin, 2003). However, negativity is not always associated with enhanced memory (Deffenbacher, Bornstein, Penrod, & McGorty, 2004). One reason for this discrepancy may be that the vividness and intensity of an emotional memory is not necessarily predictive of memory accuracy (Rimmele, Davachi, Petrov, Dougal, & Phelps, 2011; Talarico & Rubin, 2003). To understand the effects of emotion on memory, it is necessary not to solely rely on introspective judgments of the vividness or detailedness of memory, but to use a paradigm that allows for an objective assessment of memory accuracy. The source memory framework (Johnson, Hashtroudi, & Lindsay, 1993) allows for such an objective measurement of memory for various aspects of emotional events. In a typical source memory test, participants are not only asked to recognize a previously presented stimulus as old, but are also required to remember specific features of the stimulus or its context.

Studies on the influence of emotion on source memory yielded highly inconsistent results. Some studies report better source memory for emotional compared to neutral material (e.g., D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Doerksen & Shimamura, 2001; Kensinger & Corkin, 2003), but others report no difference (e.g., D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Davidson, McFarland, & Glisky, 2006; Kensinger & Schacter, 2006a). There are even some reports of detrimental effects of emotion on source memory (e.g., Cook, Hicks, & Marsh, 2007; Maddock & Frein, 2009). The question arises how to explain the heterogeneity of the results. An influential idea is that attention is closely focused on the emotional object, which leads to enhanced memory for the emotional object itself, but to impaired memory for peripheral background details (Easterbrook, 1959). Building on this idea, the object-based framework (Mather, 2007) implies that—due to the attention-grabbing nature of emo-

tional objects—within-object binding (i.e., the binding of intrinsic features of an object) should be enhanced for features of emotionally arousing objects in comparison to neutral objects (see Kensinger, 2009 for a related idea). Referring to Treisman's (1999) feature-integration theory, Mather (2007) assumes that separate object features such as color or shape are processed in parallel without the need of focused attention. However, focused attention is necessary to bind features into a coherent representation of the object. Emotion directs attention to the emotion-eliciting event. Most importantly, threatening stimuli such as snakes are quickly detected, and preferentially attended (Öhman, Flykt, & Esteves, 2001). Hence, perceptual binding should be enhanced for the emotional object's intrinsic features such as color, and this enhanced perceptual binding is assumed to result in enhanced intrinsic source memory (Mather, 2007). In contrast, the binding of an emotional object with peripheral background details should be either unaffected or impaired, with corresponding consequences for extrinsic source memory.

However, the inconsistencies in the literature cannot be entirely resolved by the object-based framework (Mather, 2007). For instance, memory for intrinsic stimulus features such as color or location was sometimes found to be enhanced (e.g., D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Doerksen & Shimamura, 2001), sometimes found to be decreased (e.g., Cook et al., 2007; Maddock & Frein, 2009), and sometimes found to be unaffected by emotion (e.g., D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Davidson et al., 2006). The interpretation of these results within the the object-based framework is not entirely straightforward. One problem is that it may sometimes be challenging to classify a stimulus feature of an emotional object unambiguously as intrinsic or extrinsic. For instance, location can be considered an intrinsic feature of the emotional object, but it is often defined by its spatial relationship to other neutral objects and might therefore be classified just as well as an extrinsic context feature. Furthermore, in most of the previous studies (Cook et al., 2007; D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Davidson et al., 2006; Doerksen & Shimamura, 2001; Kensinger &

Corkin, 2003) verbal stimulus material was presented in a particular location, font color, or voice. The emotionality of these stimulus words was determined by their semantic content. Consequently, attention may have been drawn to the semantic content of the words, and it is unclear whether the perceptual processing of the words should benefit from enhanced semantic processing. To elaborate on this issue, even if the word *snake* is written in black, it is perfectly possible that the word elicits the mental image of a green snake. While it is clear that memory for the intrinsic features of emotional objects should be enhanced, it is unclear whether the same applies to memory for the perceptual features of emotional words.

To test the predictions of the object-based framework more directly, we thought it necessary to use stimuli that elicit emotion, and capture attention, more directly. We used pictures of snakes because it has been argued that pictures with threatening content elicit emotional responses automatically (Kensinger & Schacter, 2006b). Snakes are potent attention-grabbers (Öhman et al., 2001) that have posed a deadly threat for humans throughout long periods of our evolutionary past (Öhman & Mineka, 2003). We assessed source memory for the skin color of the snake because this property can unambiguously be defined as intrinsic context feature, and should therefore benefit from enhanced within-object binding according to the object-based framework (Mather, 2007). We also assessed memory for the color of the background, which represents an extrinsic context feature.

Experiment 1

The first experiment was designed to test the central prediction of the object-based framework (Mather, 2007) that within-object binding is enhanced for emotional stimulus material. Emotionality was manipulated by presenting pictures of threatening and nonthreatening animals (snakes and fish). The color of the animals, and the color of the backgrounds were manipulated. Memory was assessed in a surprise memory test. In one group of participants, intrinsic source memory—memory for the

color of the animal—was assessed. The object-based framework predicts better source memory for the intrinsic features of threatening in comparison to nonthreatening stimuli. In another group, extrinsic source memory—memory for the color of the background—was assessed. Here, the predictions of the object-based framework were less clear because it predicts either no difference between threatening and nonthreatening stimuli, *or* lower extrinsic source memory for threatening than for nonthreatening stimuli.

Method

Participants were 123 Heinrich Heine University students (93 women). Their age ranged from 18 to 44 years ($M = 24$, $SD = 4$). The participants were sequentially assigned to either the intrinsic source-memory group or to the extrinsic source-memory group: the first participant was assigned to one of the two groups, the second participant was assigned to the other group, and so on.

Materials and Procedure

In Experiment 1, 36 pictures of snakes and 36 pictures of fish were used. Pictures of snakes were selected from the Geneva Affective Picture Database (GAPED; Dan-Glauser & Scherer, 2011) and from the International Affective Picture System (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008). Fish served as control stimuli and were taken from a variety of online image databases. In previous experiments examining the attention-grabbing effects of snakes, pictures of snakes were compared to pictures of other stimulus categories such as mushrooms or flowers (Öhman et al., 2001). Here, we used fish as control stimuli because they share a number of features with snakes (e.g., both are animals with scales), but at the same time are perceived as nonthreatening (see Table 2). All stimuli were equalized in resolution (300.125 pixel per inch) and size (640 x 480 pixels). Care was taken to match pictures of snakes and pictures of fish regarding peripheral details and the proportion of the picture covered by the animal, $t(70) = -0.089$, $p = .93$, $d = 0.02$. Images that contained human body parts or had characteristics that interfered with the color manipulation (e.g., a black back-

ground) were not used. To manipulate the source information, we separately changed the color of the animals and of the backgrounds to red, green, or blue using Photoshop® CS5 (see Figure 1). For each participant, a different subset of 36 pictures (18 snakes, 18 fish) was randomly drawn from the set of 72 pictures (36 snakes, 36 fish) for presentation in the incidental learning phase (henceforth referred to as “*rating phase*”). The other half of the pictures served as distractors in the memory test. In the rating phase, the pictures of the animals were presented one after another, in a random order, at the center of the screen. Each picture was shown for eight seconds. One second after the onset of each picture, a rating scale ranging from 0 (“*harmless*”) to 7 (“*threatening*”) appeared. Participants rated each picture by pressing a button on a response box. If participants failed to rate the picture within seven seconds, feedback was given prompting participants to respond more quickly.

The rating phase was followed by a surprise memory test. Grayscale pictures of the animals were presented on a uniformly gray background (i.e., without the original background pictures), in a random sequence. Participants indicated whether they thought that the animal was old or new by pressing a button on the response box. If the animal was classified as “old”, participants in the intrinsic source-memory group were asked to indicate whether the animal had been originally presented in red, green, or blue. Participants in the extrinsic source-memory group were asked to remember the background color. The color-to-button mappings varied randomly among participants. After the experiment, participants were asked to fill out questionnaires, and to perform a color vision test (see Table 1)¹.

Design

A 2×2 design was used with emotional content (snake vs. fish) as within-subject factor and type of test (intrinsic vs. extrinsic source memory test) as between-subjects factor. The dependent measures were the threat ratings, old-new recognition, and

¹ In Experiment 1-3, statistical conclusions do not change if participants who had difficulties to name the correct number of color plates in the Ishihara color vision test (Ishihara, 1972) were excluded from analysis. Therefore, we decided to report statistical values for the analysis including all participants.

source memory. Given a sample size of $N = 123$ and $\alpha = .05$, the statistical power to detect an effect of emotion on the source memory parameter (see the Multinomial Analysis section below) with an effect size of $w = .04$ was $1 - \beta = .95$ (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007). Thus, it was possible to detect even smaller than small effects according to the effect-size conventions of Cohen (1988).

Results

A multivariate approach was used for all general linear model within-subject comparisons. In the present application, all multivariate test criteria correspond to the same (exact) F statistic, which is reported. The level of alpha was set to $\alpha = .05$ for all analysis. Partial eta square (η_p^2) is reported as a measure of effect size. The descriptive statistics mentioned in the text below correspond to the arithmetic mean (M) $\pm$ standard error (SE).

Threat ratings

Threat ratings (Table 2) reflected the emotional content of the pictures. Snakes were rated as more threatening than fish, $F(1,121) = 1209.84$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .91$. Type of test should not, and did not, have an effect, $F(1,121) = 0.60$, $p = .81$, $\eta_p^2 < .01$, and there was no interaction, $F(1,121) = 1.67$, $p = .20$, $\eta_p^2 = .01$.

Old-new discrimination

We report P_r (hit rate minus false alarm rate), the sensitivity measure of the two-high threshold model (Snodgrass & Corwin, 1988). Old-new discrimination (see Figure 2) was affected by the emotional content of the pictures. Snakes were better recognized ($.43 \pm .02$) than fish ($.33 \pm .02$), $F(1,121) = 27.58$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .19$. Type of test should not, and did not, have an effect, $F(1,121) = 0.81$, $p = .37$, $\eta_p^2 = .01$, and there was no interaction, $F(1,121) = 0.01$, $p = .93$, $\eta_p^2 < .01$.

Multinomial Analysis

Ad-hoc measures of source memory such as the average conditionalized source identification measure (ACSIM) have been criticized for confounding source memory

with old-new recognition and guessing (Bayen, Murnane, & Erdfelder, 1996; Bröder & Meiser, 2007). Thus, we used a multinomial model (see Figure 3) to distinguish between these types of cognitive processes². Multinomial models are commonly applied in source memory research (Batchelder & Riefer, 1990; Erdfelder et al., 2009), and it has been shown in validation studies that the source memory parameter d obtained with this model is independent of old-new recognition and guessing (Bayen et al., 1996). The source memory parameter d represents the conditional probability (ranging between 0 and 1) of remembering the color of the animal given that the animal is correctly recognized. This estimate is uncontaminated by guessing.

To illustrate, let us assume that the (intrinsic) source memory test required participants to remember the color of the animal, not the background. Parameter D represents the probability of correctly recognizing the animal as old. Parameter d represents the conditional probability of correctly remembering the animal's color provided that the animal is recognized. If the color of the animal is not remembered (which occurs with probability $1-d$), participants have to guess. The correct color (out of three) may be guessed with probability $g = 1/3$. If an animal is not recognized (which occurs with probability $1-D$), an item may be guessed to be old with probability b . Again, the correct color may be guessed with probability $g = 1/3$. A non-recognized animal is falsely classified as new with conditional probability $1-b$. The model includes the assumption that the probability of detecting targets as old equals the probability of detecting distractors as new. This is the standard assumption of the two-high threshold model, which is justified by the mirror effect (Glanzer & Adams, 1985). Models that make these assumptions were favorably evaluated in validation studies (Bayen et al., 1996; Snodgrass & Corwin, 1988).

² To simplify the model descriptions, and to keep the analyses of the results succinct, we used multinomial models that did not distinguish between the different types of colors presented at encoding. This seemed reasonable because the analyses using the more complex models showed that source memory did not differ across colors, and the analyses using the more complex models and the simpler models yielded virtually the same source memory parameter estimates.

The goodness-of-fit of model and data is tested using the goodness-of-fit statistic G^2 which is asymptotically χ^2 distributed with degrees of freedom indicated in parentheses. Hypothesis tests are performed by restricting the relevant parameters and testing the fit of the restricted model. Parameter restrictions generate additional degrees of freedom. The fit of the restricted model is tested using the difference in G^2 (denoted as ΔG^2) between the restricted model and the base model without that restriction. ΔG^2 is also asymptotically χ^2 distributed with degrees of freedom computed as the difference in degrees of freedom between the restricted model and the base model. Parameter estimations and goodness-of-fit tests were performed using Multi-Tree (Moshagen, 2010).

To analyze the present data, we needed four sets of the model trees shown in Figure 3 because separate model trees were required for snakes and fish, and for intrinsic and extrinsic source memory. The base model had zero degrees of freedom and was associated with $G^2 = 0.01$. The analysis of the old-new recognition parameters D confirmed the results of the analysis of P_r reported above. When we restricted the relevant D parameters to be equal, it was found that old-new recognition was not affected by the type of test, $\Delta G^2(2) = 1.83, p = .40$ (i.e., the fit of the model in which the D parameters for the intrinsic and extrinsic source memory tests were restricted to be equal was not significantly different from the fit of the base model), but snakes were better recognized than fish, $\Delta G^2(2) = 25.60, p < .01$ (i.e., the fit of the model in which the D parameters for the snakes and fish were restricted to be equal *was* significantly different from the fit of the base model). Estimates of D for snakes and fish were .43 and .33, respectively.

Source memory is represented by parameter d . The estimates of the d parameters are shown in Figure 4. Intrinsic source memory did not differ as a function of emotional content, $\Delta G^2(1) = 0.07, p = .79$. Source memory for intrinsic features was clearly better than source memory for extrinsic features, $\Delta G^2(2) = 44.45, p < .01$. Source

memory for extrinsic features was virtually nonexistent, and did not differ between snakes and fish, $\Delta G^2(1) = 0.32$, $p = .57$.

Discussion

The results indicate a recognition advantage for threatening compared to nonthreatening animals: Snakes were better recognized than fish. This replicates previous studies showing a positive influence of emotion on recognition (Davidson et al., 2006; Kensinger & Schacter, 2006a). Regarding source memory, the present results replicated previous findings of better memory for intrinsic than for extrinsic context features (e.g. Boywitt & Meiser, 2012). Nevertheless, intrinsic source memory did not differ between threatening and nonthreatening stimuli. Thus, the results disconfirm the assumption of the object-based framework that within-object binding should be enhanced for threatening material (Mather, 2007). Given this finding, the goal of the next experiments was to test whether this disconfirming evidence could be replicated across different encoding conditions, samples, and stimulus materials. Intrinsic source memory seemed theoretically most relevant because the predictions of the object-based framework are more straightforward for intrinsic than for extrinsic source memory.

Experiment 2

In Experiment 1, source encoding was incidental. For Experiment 2 our goal was to test whether significant effects of emotion on memory could be obtained under intentional learning instructions, which might produce better source memory (see Davidson et al., 2006). Participants received the instruction to encode intentionally the color of the objects in Experiment 2. Again, the object-based framework (Mather, 2007) predicts better intrinsic source memory for threatening than for nonthreatening information. However, given the results of Experiment 1 and previous observations that source memory is less affected by emotionality than old-new recognition

(Davidson et al., 2006), it is also possible to postulate that intrinsic source memory should not vary as a function of emotionality.

In addition, both older and younger adults were recruited for participation in Experiment 2 to examine potential age-related changes in item and source memory for emotional information. Memory performance is well known to decline in old age. The associative-deficit hypothesis (Naveh-Benjamin, Hussain, Guez, & Bar-On, 2003) postulates that older adults have pronounced difficulties in remembering associations among items, which results in source memory decrements in old age. However, there is evidence that emotional processing is relatively unaffected by cognitive aging, and that older adults' source memory for emotional material is well preserved (e.g., Bell, Mund, Giang, & Buchner, 2013; May, Rahhal, Berry, & Leighton, 2005; Rahhal, May, & Hasher, 2002). Furthermore, socioemotional selectivity theory (Carstensen, Isaacowitz, & Charles, 1999) postulates qualitative changes in memory for emotional information in old age. Specifically, it has been claimed that older adults show a positivity bias—they are assumed to engage voluntarily in cognitive control mechanisms that aim at enhancing the processing of positive information, which may result in better memory for positive in contrast to negative information.

Method

Participants

Seventy-six younger and 70 older adults participated in the experiment. Data from two participants were excluded because of a diagnosis of *mild cognitive impairment* in the dementia screening (Kalbe et al., 2004). The remaining samples consisted of 75 younger Heinrich Heine University students (61 women) who were between 18 and 30 years old ($M = 23$, $SD = 3$), and 69 older adults (43 women) who were between 60 and 89 years old ($M = 70$, $SD = 6$). Visual acuity was better for younger than for older adults, $t(139.38) = 10.74$, $p < .01$, $d = 1.79$, but older adults' visual acuity was good enough to identify the details of pictures such as those used in the experiment. The sample of older adults consisted of healthy, community-dwelling seniors. Older

adults performed better than younger adults in a vocabulary test (Lehrl, 1999), $t(141.53) = -8.35, p < .01, d = 1.40$. The depression screening (Martin, Rief, Klaiberg, & Braehler, 2006) resulted in lower values (i.e., higher emotional functioning) for older than for younger adults, $t(142) = 2.64, p < .01, d = 0.44$. Also, older adults had lower state and trait anxiety than younger adults, $t(142) = 3.57, p < .01, d = 0.60$ and $t(142) = 4.59, p < .01, d = 0.77$, respectively (see Table 1).

Materials and Procedure

Materials and Procedure were identical to those used in Experiment 1, with the following exceptions. Thirty-two pictures (16 snakes, 16 fish) were presented during the learning phase. The other half (16 snakes, 16 fish) served as distractors at test. Animals were presented in yellow or red on green backgrounds. As in Experiment 1, the pictures of snakes and animals were matched for the amount of details in the background, and for the size of the area covered by the animal, $t(62) = -0.14, p = .89, d = -0.04$.

In contrast to Experiment 1, participants were informed about the source memory test before they entered the learning phase, and they were explicitly instructed to memorize the color of the animals. Only intrinsic source memory was tested. Subsequent to the experiment, additional questionnaires were administered (see Table 1).

Design

A 2×2 design was used with emotional content (fish vs. snake) as within-subject factor and age (younger adults vs. older adults) as between-subjects factor. Dependent measures were the same as those of Experiment 1. Given a sample size of $N = 144$, and $\alpha = .05$ the power to detect an effect of emotional content on the parameter representing source memory of $w = .04$ was $1 - \beta = .95$.

Results

Threat ratings

A 2×2 MANOVA revealed that threat ratings (see Table 2) differed as a function of emotional content. Snakes were rated as more threatening than fish, $F(1,142) = 1275.82$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .90$. There was no main effect of age, $F(1,142) = 0.88$, $p = .35$, $\eta_p^2 < .01$, and no interaction, $F(1,142) = 0.09$, $p = .77$, $\eta_p^2 < .01$.

Old-New discrimination

Old-new discrimination (see Figure 5) differed as a function of emotional content. As in Experiment 1, snakes were better recognized ($.35 \pm .02$) than fish ($.27 \pm .02$), $F(1,142) = 13.86$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .09$. Younger adults' recognition memory ($.38 \pm .02$) was better than that of older adults ($.24 \pm .02$), $F(1,142) = 30.07$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .18$. There was no interaction between emotional content and age group, $F(1,142) = 0.15$, $p = .70$, $\eta_p^2 < .01$.

Multinomial Analysis

We used the same source memory model as in Experiment 1. However, we now needed only the model trees for intrinsic source memory, and separate model trees for younger and older adults. Furthermore, given that only two colors were used in Experiment 2, the probability of guessing the correct color was $g = \frac{1}{2}$. Again, the base model had zero degrees of freedom and was associated with $G^2 = 0.00$. An analysis of the old-new recognition parameters confirmed the results of the analysis of P_r reported above. Snakes were better recognized than fish, $\Delta G^2(2) = 15.68$, $p < .01$, and younger adults' old-new recognition was better than that of older adults, $\Delta G^2(2) = 49.90$, $p < .01$. For the younger adults, the probability of correctly recognizing a snake was .42 while the probability of correctly recognizing a fish was .33. For the older participants, estimates of correct old-new recognition were .27 for snakes and .20 for fish.

Younger adults' intrinsic source memory did not differ as a function of emotional content, $\Delta G^2(1) = 0.35$, $p = .55$, replicating the results of Experiment 1. Older

adults, in contrast, had better intrinsic source memory for fish than for snakes, $\Delta G^2(1) = 4.27, p = .04$. The estimates of the source memory parameters are shown in Figure 6.

Discussion

As in Experiment 1, old-new recognition was enhanced for threatening compared to nonthreatening animals. Younger adults' intrinsic source memory, in contrast, did not differ between threatening and nonthreatening stimuli. This is inconsistent with the hypothesis of the object-based framework that enhanced within-object binding leads to enhanced intrinsic source memory for emotional stimuli. Given that these findings directly replicate the findings of Experiment 1, it is possible to conclude that the instructions to intentionally encode the color information did not change the pattern of results.

Older adults' old-new recognition was worse than that of younger adults, but their source memory was surprisingly good, consistent with previous findings showing that emotional source memory remains unaffected by age (e.g., Bell et al., 2013; May et al., 2005; Rahhal et al., 2002). According to socioemotional selectivity theory (Carstensen et al., 1999), older adults engage in cognitive control mechanisms that help them to prioritize the processing of positive relative to negative information. Considering that the encoding situation in Experiment 2 was intentional, this fits with the finding of enhanced source memory for nonthreatening stimuli in older adults. Note that enhanced source memory for nonthreatening stimuli is even the opposite of what the object-based framework predicts.

Experiment 3

Experiments 1 and 2 show no evidence of a source memory advantage for threatening over nonthreatening stimuli. However, consistent with several previous studies (e.g., Davidson et al., 2006), there was a beneficial effect of emotion on old-new recognition. Specifically, snakes were better recognized than fish. In Experiment 3, the

goal was to examine how specific this recognition advantage is. It could be speculated that this advantage may be specific to snake stimuli given that it has been hypothesized that “snakes remain special stimuli for humans” (p. 5) because of their evolutionary significance for survival (Öhman & Mineka, 2003). Öhman, Flykt and Esteves (2001) reported that the detection of a snake among neutral pictures of flowers or mushrooms is extremely fast, and does not depend on set size, suggesting that snake stimuli attract attention automatically. Hence, it may be tempting to speculate that snakes are represented differently than other information, which may lead to an old-new recognition advantage for snakes over fish in the present paradigm. However, given that many previous studies show a memory enhancement for negatively arousing stimuli, it is also possible that the pictures of snakes were better recognized simply because these animals are associated with negative arousal. In this case we should be able to reverse the recognition advantage for snakes over fish by using pictures of threatening fish and harmless snakes. This is what was done in Experiment 3. Additionally, source memory was again assessed to test the predictions of the object-based framework (Mather, 2007) with a different set of stimulus materials. According to this framework, intrinsic source memory should be better for threatening fish than for harmless snakes.

Method

Participants

One hundred eleven younger adults (85 women), most of whom were Heinrich Heine University students, participated in the study. Their age ranged from 17 to 35 years of age ($M = 23$, $SD = 3$; see Table 1 for more information about the sample).

Materials and Procedure

Materials and Procedure were identical to those used in Experiment 2, with the following exceptions. Thirty-two pictures of threatening fish and 32 pictures of comparatively nonthreatening snakes were used. For each participant, half of each picture set was randomly selected to be used for presentation in the encoding phase,

and the other half was used as distractors at test. Pictures of threatening fish (e.g., sharks, deep sea fish, or morays) came from a variety of online image databases. In contrast to the previous experiments, we now selected those pictures of snakes from the GAPED database that had received the least negative valence ratings in the norming study (Dan-Glauser & Scherer, 2011). The selected images contained no human body parts. Care was taken to match the pictures of snakes and the pictures of fish for peripheral details and for the size of the area covered by the animal, $t(62) = 0.15$, $p = .88$, $d = 0.04$. Each animal's color was manipulated to be either blue or red. All animals were presented on green backgrounds.

Results

Threat ratings

A repeated-measures MANOVA indicated that threat ratings (see Table 2) differed as a function of emotional content. As intended, and in contrast to Experiments 1 and 2, fish were rated as more threatening than snakes, $F(1,110) = 21.11$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .16$.

Old-New discrimination

Old-new discrimination (see Figure 7) differed as a function of emotional content. Fish were better recognized ($.64 \pm .02$) than snakes ($.37 \pm .02$), $F(1,110) = 175.99$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .62$, which indicates that the old-new discrimination effect was also reversed.

Multinomial Analysis

We used the same multinomial source memory model as in Experiment 2 which was associated with $G^2 = 0.00$. However, we no longer needed separate model trees for younger and older adults. The analysis of the old-new recognition parameters confirmed the result of the analysis of P_r (reported above) that fish were better recognized than snakes, $\Delta G^2(1) = 180.05$, $p < .01$. Estimates of D for fish and snakes were .64 and .37, respectively. Replicating the results of the younger adults in Experiments 1 and 2, source memory did not differ as a function of emotional content, $\Delta G^2(1) = 0.86$, $p = .36$ (see Figure 8).

Discussion

As intended, fish were rated as more threatening than snakes. Accordingly, old-new recognition was significantly better for threatening fish than for harmless snakes.

This suggests that the old-new recognition advantage for emotional stimuli is due to the emotionality of the stimulus material, and not due to a special representation of snake stimuli. Furthermore, Experiment 3 replicated the source memory results of Experiments 1 and 2. In contrast to old-new recognition, source memory was not affected by perceived threat. Thus, Experiment 3 provides additional evidence against the hypothesis that intrinsic source memory is enhanced for emotional material.

General Discussion

Experiments 1, 2, and 3 consistently show enhanced old-new recognition for threatening compared to nonthreatening or less threatening material. Consistent with several previous experiments (Davidson et al., 2006; Kensinger & Schacter, 2006a), this memory advantage was restricted to old-new recognition. The predictions of the object-based framework (Mather, 2007) that enhanced within-object binding should lead to better intrinsic source memory for emotional material was not supported.

The finding that old-new recognition for threatening animals was enhanced is consistent with previous research showing memory benefits for emotional material (e.g., Adolphs, Denburg, & Tranel, 2001; D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Kensinger & Corkin, 2003; Kensinger, Gutchess, & Schacter, 2007; Kensinger & Schacter, 2006a). The recognition enhancement was due to perceived threat, and not specific to snake stimuli because threatening fish were better remembered than harmless snakes in Experiment 3. Hence, the present results do not support the idea that the memory enhancement is due to an evolved special representation of snake stimuli in the brain. Rather, stimuli that are threatening may be associated with negative arousal, which may have beneficial effects on memory for the emotional material (Kensinger, 2009).

In contrast to old-new recognition, source memory did not benefit from emotional content. Across three experiments, younger adults' intrinsic source memory for color did not differ between fish and snakes. Furthermore, older adults remembered the color of (nonthreatening) fish even better than the color of (threatening) snakes. These results stand in contrast to the central assumption of the object-based framework that attention is closely focused on a negatively arousing event, leading to enhanced within-object binding, and, as a consequence, to enhanced intrinsic source memory for emotional stimuli.

The present results are consistent with previous studies that found no influence of emotion on intrinsic source memory (e.g., D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Davidson et al., 2006). However, generally the results in this area are highly inconsistent, with some studies showing enhanced intrinsic source memory (e.g., D'Argembeau & Van der Linden, 2004; Doerksen & Shimamura, 2001), and others showing decreased intrinsic source memory for emotional objects (e.g., Cook et al., 2007; Maddock & Frein, 2009). Doerksen and Shimamura (2001) reported enhanced memory for the associated color of emotional words compared to neutral words when participants were instructed to study intentionally the words and the associated color. With the same instructions, D'Argembeau and Van der Linden (2004) were not able to replicate this finding, but they found enhanced memory for the color of emotional words under incidental encoding instructions. In the present study, intrinsic source memory did not differ between threatening and nonthreatening stimuli, independent of whether incidental or intentional encoding instructions were used, which replicates findings of Davidson et al. (2006).

Thus, it seems that the distinction between intrinsic and extrinsic source memory mentioned in the introduction is not sufficient for explaining the differential influence of emotion on intrinsic source memory. Other factors have to be considered to resolve the seemingly inconsistent patterns of findings. A fruitful approach might be to focus on the emotional characteristics of the source information. According to

Levine and Edelstein (2009), goal relevance drives the memory advantage for details of emotional information. Often, the emotional relevance of events is determined by the likelihood that these stimuli facilitate or interfere with individual goals such as the general goal of survival. Stimulus characteristics may be defined as being more or less relevant for reaching goals such as avoiding harm from these stimuli, relative to others. For determining the imminent danger posed by an animal, features that correlate with the animal's immediate tendency to attack, such as moving direction, body posture, and other displays of aggression such as bared teeth may be relatively more important than color. Furthermore, spacial proximity and location may be relevant for avoiding these objects in some situations (see Mather & Sutherland, 2011, for a further discussion of the potential role of saliency and goal relevance of context features).

The relationship between memory and emotion may also be determined by the type of emotional stimulus. Sakaki, Niki, and Mather (2012) proposed that it is important to distinguish between stimuli with immediate biological relevance (e.g., a snake), and stimuli with social relevance (e.g., a KuKluxKlan member). A functional magnetic resonance imaging study showed that the processing of emotional pictures with biological relevance was characterized by an enhanced functional connectivity between the amygdala and the occipital lobe. The processing of emotional pictures with social relevance, in contrast, was characterized by an enhanced functional connectivity between the amygdala and the prefrontal cortex, which is associated with elaborative processing. The activation pattern elicited by verbal material was similar to that of social pictures. Accordingly, socially relevant stimuli were associated with enhanced recollection if attentional resources were available at encoding, whereas biologically relevant stimuli were associated with enhanced familiarity-based recognition, regardless of whether attentional resources were available or not. This finding fits with the present results showing enhanced old-new recognition, but not source memory, for biologically relevant stimuli, independent of whether encoding instruc-

tions were intentional or incidental. Sakaki et al. (2012) explain their results by arguing that physical outcomes such as death or injury are especially salient in biologically relevant pictures as compared to social stimuli or words. In consequence, biologically relevant pictures may be processed quickly and automatically, but may receive less elaborate processing, which may explain why beneficial effects of emotion on source memory are absent for these stimuli. Therefore, it may be interesting to examine the distinction between emotional stimuli with social and biological relevance more directly in future experiments.

In summary, the present experiments consistently show enhanced old-new recognition for threatening material. This effect was not specific to snake stimuli: threatening fish were better remembered than comparatively nonthreatening snakes. However, inconsistent with the predictions of the object-based framework (Mather, 2007), intrinsic source memory was not affected by emotion. Thus, enhanced memory for emotional material does not automatically involve increased memory for the details of emotional objects.

References

- Adolphs, R., Denburg, N. L., & Tranel, D. (2001). The amygdala's role in long-term declarative memory for gist and detail. *Behavioral Neuroscience*, 115, 983-992. doi:10.1037//0735-7044.115.5.983
- Batchelder, W. H., & Riefer, D. M. (1990). Multinomial processing models of source monitoring. *Psychological Review*, 97, 548-564. doi:10.1037//0033-295x.97.4.548
- Bayen, U. J., Murnane, K., & Erdfelder, E. (1996). Source discrimination, item detection, and multinomial models of source monitoring. *Journal of Experimental Psychology-Learning, Memory, and Cognition*, 22, 197-215. doi:10.1037/0278-7393.22.1.197
- Bell, R., Mund, I., Giang, T., & Buchner, A. (2013). Older adults' social source memory is quite good, but less flexible than that of young adults. *Journal of Psychophysiology*, 27, 10-11.
- Boywitt, C. D., & Meiser, T. (2012). The role of attention for context-context binding of intrinsic and extrinsic features. *Journal of Experimental Psychology-Learning, Memory, and Cognition*, 38, 1099-1107. doi:10.1037/A0026988
- Bröder, A., & Meiser, T. (2007). Measuring source memory. *Zeitschrift für Psychologie*, 215, 52-60. doi:10.1027/0044-3409.215.1.52
- Brown, R., & Kulik, J. (1977). Flashbulb memories. *Cognition*, 5, 73-99.
- Carstensen, L. L., Isaacowitz, D. M., & Charles, S. T. (1999). Taking time seriously - a theory of socioemotional selectivity. *American Psychologist*, 54, 165-181. doi:10.1037//0003-066x.54.3.165
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for behavioural sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cook, G. I., Hicks, J. L., & Marsh, R. L. (2007). Source monitoring is not always enhanced for valenced material. *Memory & Cognition*, 35, 222-230. doi:10.3758/Bf03193443

- D'Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2004). Influence of affective meaning on memory for contextual information. *Emotion, 4*, 173-188.
- Dan-Glauser, E. S., & Scherer, K. R. (2011). The Geneva Affective Picture Database (GAPED): A new 730-picture database focusing on valence and normative significance. *Behavior Research Methods, 43*, 468-477. doi:10.3758/S13428-011-0064-1
- Davidson, P. S. R., McFarland, C. R., & Glisky, E. L. (2006). Effects of emotion on item and source memory in young and older adults. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 6*, 306-322. doi:10.3758/Cabn.6.4.306
- Deffenbacher, K. A., Bornstein, B. H., Penrod, S. D., & McGorty, E. K. (2004). A meta-analytic review of the effects of high stress on eyewitness memory. *Law and Human Behavior, 28*, 687-706. doi:10.1007/S10979-004-0565-X
- Doerksen, S., & Shimamura, A. P. (2001). Source memory enhancement for emotional words. *Emotion, 1*, 5-11.
- Easterbrook, J. A. (1959). The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychological Review, 66*, 183-201. doi:10.1037/H0047707
- Erdfelder, E., Auer, T. S., Hilbig, B. E., Assfalg, A., Moshagen, M., & Nadarevic, L. (2009). Multinomial processing tree models a review of the literature. *Zeitschrift für Psychologie, 217*, 108-124. doi:10.1027/0044-3409.217.3.108
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods, 39*, 175-191. doi:10.3758/Bf03193146
- Glanzer, M., & Adams, J. K. (1985). The mirror effect in recognition memory. *Memory & Cognition, 13*, 8-20. doi:10.3758/Bf03198438
- Ishihara, S. (1972). *Tests for colour-blindness*. Tokyo, Japan: Kanehara Shuppan Co., Ltd.
- Johnson, M. K., Hashtroudi, S., & Lindsay, D. S. (1993). Source monitoring. *Psychological Bulletin, 114*, 3-28. doi:10.1037//0033-2909.114.1.3

- Kalbe, E., Kessler, J., Calabrese, P., Smith, R., Passmore, A. P., Brand, M., & Bullock, R. (2004). Demtect: A new, sensitive cognitive screening test to support the diagnosis of mild cognitive impairment and early dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 19, 136-143. doi:10.1002/Gps.1042
- Kensinger, E. A. (2009). Remembering the details: Effects of emotion. *Emotion Review*, 1, 99-113. doi:10.1177/1754073908100432
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2003). Memory enhancement for emotional words: Are emotional words more vividly remembered than neutral words? *Memory & Cognition*, 31, 1169-1180. doi:10.3758/Bf03195800
- Kensinger, E. A., Gutchess, A. H., & Schacter, D. L. (2007). Effects of aging and encoding instructions on emotion-induced memory trade-offs. *Psychology and Aging*, 22, 781-795. doi:10.1037/0882-7974.22.4.781
- Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2006a). Amygdala activity is associated with the successful encoding of item, but not source, information for positive and negative stimuli. *Journal of Neuroscience*, 26, 2564-2570. doi:10.1523/Jneurosci.5241-05.2006
- Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2006b). Processing emotional pictures and words: Effects of valence and arousal. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 6, 110-126. doi:10.3758/Cabn.6.2.110
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). *International Affective Picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual* (Technical Report A-8). Gainesville, FL: University of Florida.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. D. (1981). *Das State-Trait-Angstinventar. Theoretische Grundlagen und Handanweisung* [The State-Trait Anxiety Inventory: Theoretical background and manual]. Weinheim, Germany: Beltz Test GmbH.
- Lehrl, S. (1999). *Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest* [Multiple Choice Vocabulary Intelligence Test]. Balingen, Germany: Spitta Verlag GmbH.

- Levine, L. J., & Edelstein, R. S. (2009). Emotion and memory narrowing: A review and goal-relevance approach. *Cognition & Emotion*, 23, 833-875.
- Maddock, R. J., & Frein, S. T. (2009). Reduced memory for the spatial and temporal context of unpleasant words. *Cognition & Emotion*, 23, 96-117.
doi:10.1080/02699930801948977
- Martin, A., Rief, W., Klaiberg, A., & Braehler, E. (2006). Validity of the brief patient health questionnaire mood scale (phq-9) in the general population. *General Hospital Psychiatry*, 28, 71-77. doi:10.1016/J.Genhosppsych.2005.07.003
- Mather, M. (2007). Emotional arousal and memory binding: An object-based framework. *Perspectives on Psychological Science*, 2, 33-52.
doi:10.1111/J.1745-6916.2007.00028.X
- Mather, M., & Sutherland, M. R. (2011). Arousal-Biased Competition in Perception and Memory. *Perspectives on Psychological Science*, 6, 114-133. doi:10.1177/1745691611400234
- May, C. P., Rahhal, T., Berry, E. M., & Leighton, E. A. (2005). Aging, source memory, and emotion. *Psychology and Aging*, 20, 571-578. doi:10.1037/0882-7974.20.4.571
- Moshagen, M. (2010). multiTree: A computer program for the analysis of multinomial processing tree models. *Behavior Research Methods*, 42, 42-54.
doi:10.3758/Brm.42.1.42
- Naveh-Benjamin, M., Hussain, Z., Guez, J., & Bar-On, M. (2003). Adult age differences in episodic memory: Further support for an associative-deficit hypothesis. *Journal of Experimental Psychology-Learning, Memory, and Cognition*, 29, 826-837. doi:10.1037/0278-7393.29.5.826
- Öhman, A., Flykt, A., & Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology-General*, 130, 466-478.
doi:10.1037/0096-3445.130.3.466

- Öhman, A., & Mineka, S. (2003). The malicious serpent: Snakes as a prototypical stimulus for an evolved module of fear. *Current Directions in Psychological Science*, 12, 5-9. doi:10.1111/1467-8721.01211
- Rahhal, T. A., May, C. P., & Hasher, L. (2002). Truth and character: Sources that older adults can remember. *Psychological Science*, 13, 101-105. doi:10.1111/1467-9280.00419
- Reinecke, A., Hoyer, J., Rinck, M., & Becker, E. S. (2009). Zwei Kurzscreenings zur Messung von Angst vor Schlangen: Reliabilität und Validität im Vergleich zum SNAQ [Two short screenings to measure snake phobia: Reliability and validity in comparison to the SNAQ]. *Klinische Diagnostik und Evaluation*, 2, 221-239.
- Rimmele, U., Davachi, L., Petrov, R., Dougal, S., & Phelps, E. A. (2011). Emotion enhances the subjective feeling of remembering, despite lower accuracy for contextual details. *Emotion*, 11, 553-562. doi:10.1037/A0024246
- Sachsenweger, M. (1982). *Nahsehproben und ergoophthalmologische Sehtest* [Close-up vision tests and ergoophthalmological vision tests]. Stuttgart, Germany: Fischer.
- Sakaki, M., Niki, K., & Mather, M. (2012). Beyond arousal and valence: The importance of the biological versus social relevance of emotional stimuli. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 12, 115-139. doi:10.3758/S13415-011-0062-X
- Snodgrass, J. G., & Corwin, J. (1988). Pragmatics of measuring recognition memory - applications to dementia and amnesia. *Journal of Experimental Psychology-General*, 117, 34-50. doi:10.1037//0096-3445.117.1.34
- Talarico, J. M., & Rubin, D. C. (2003). Confidence, not consistency, characterizes flashbulb memories. *Psychological Science*, 14, 455-461.
- Treisman, A. (1999). Solutions to the binding problem: Progress through controversy and convergence. *Neuron*, 24, 105-110. doi:10.1016/S0896-6273(00)80826-0

Author Notes

Miriam Magdalena Meyer, Raoul Bell, and Axel Buchner, Department of Experimental Psychology, Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany. Correspondence concerning this article should be addressed to Miriam Meyer, Institut für Experimentelle Psychologie, Heinrich-Heine-Universität, D-40225 Düsseldorf, Germany. Electronic mail may be sent to Miriam.Meyer@hhu.de.

Table 1

Characteristics of the samples in Experiment 1-3: snake phobia (Reinecke, Hoyer, Rinck, & Becker, 2009), state anxiety and trait anxiety (Laux, Glanzmann, Schaffner, & Spielberger, 1981), a vocabulary test (Lehrl, 1999), depression (Martin et al., 2006), and visual acuity (Sachsenweger, 1982). To measure visual acuity subjects were asked to identify numbers on a chart at a distance of one meter. Also, knowledge about snakes and fish was assessed using a self-designed questionnaire. State anxiety was tested immediately after the test phase.

	Experiment 1		Experiment 2		Experiment 3
	Intrinsic	Extrinsic	Younger Adults	Older Adults	
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
State-Anxiety (Min = 20, Max = 80)	35.54 (8.07)	36.51 (8.45)	37.55 (6.37)	33.17 (8.26)	37.54 (8.96)
Trait-Anxiety (Min = 20, Max = 80)	39.33 (10.27)	38.75 (9.42)	40.91 (8.65)	34.48 (8.11)	40.11 (9.91)
Screening for snake phobia (Min = 0, Max = 24)	8.00 (5.99)	8.68 (6.28)	9.96 (6.16)	11.84 (7.06)	6.38 (5.14)
Knowledge about snakes (Min = 0, Max = 4)	0.16 (0.52)	0.23 (0.64)	0.32 (0.76)	0.16 (0.44)	0.26 (0.71)
Knowledge about fish (Min = 0, Max = 4)	0.30 (0.74)	0.17 (0.53)	0.27 (0.60)	0.25 (0.50)	0.46 (0.83)
Vocabulary test (Min = 0, Max = 37)	-	-	28.07 (3.63)	33.06 (3.54)	-
Screening for depression (Min = 0, Max = 27)	-	-	5.84 (3.29)	4.09 (4.63)	-
Visual acuity	-	-	1.65 (0.40)	1.01 (0.32)	-

Table 2

Mean threat ratings on a scale ranking from zero to seven in Experiment 1-3.

	Experiment 1		Experiment 2		Experiment 3
	Intrinsic	Extrinsic	Younger Adults	Older Adults	
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
Mean Snake Rating	5.20 (1.29)	5.40 (1.07)	5.34 (1.07)	5.48 (1.13)	3.91 (1.42)
Mean Fish Rating	1.05 (0.94)	0.92 (0.78)	0.99 (0.84)	1.06 (0.96)	4.57 (1.17)

Figure 1

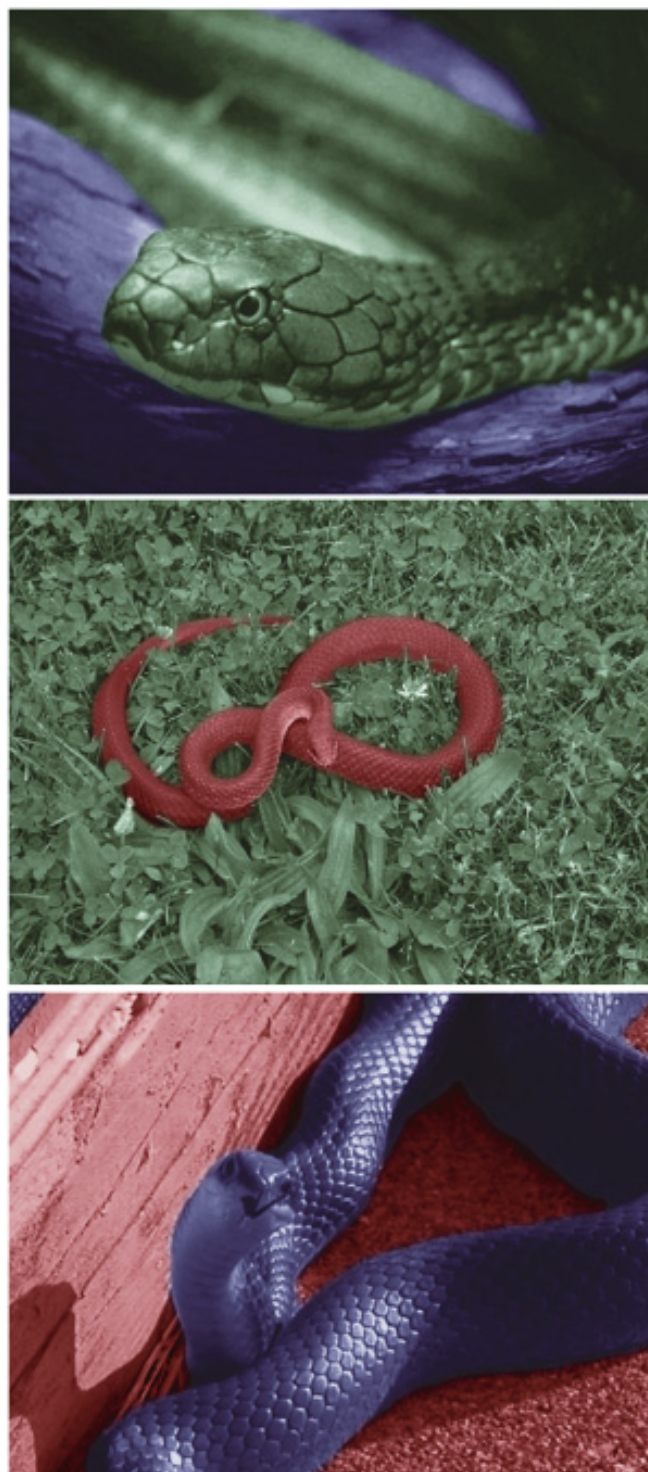


Figure 1: Examples of the possible color manipulations of pictures of snakes and of fish in Experiment 1. The original pictures were taken from the Geneva Affective Picture Database (Dan-Glauser & Scherer, 2011).

Figure 2

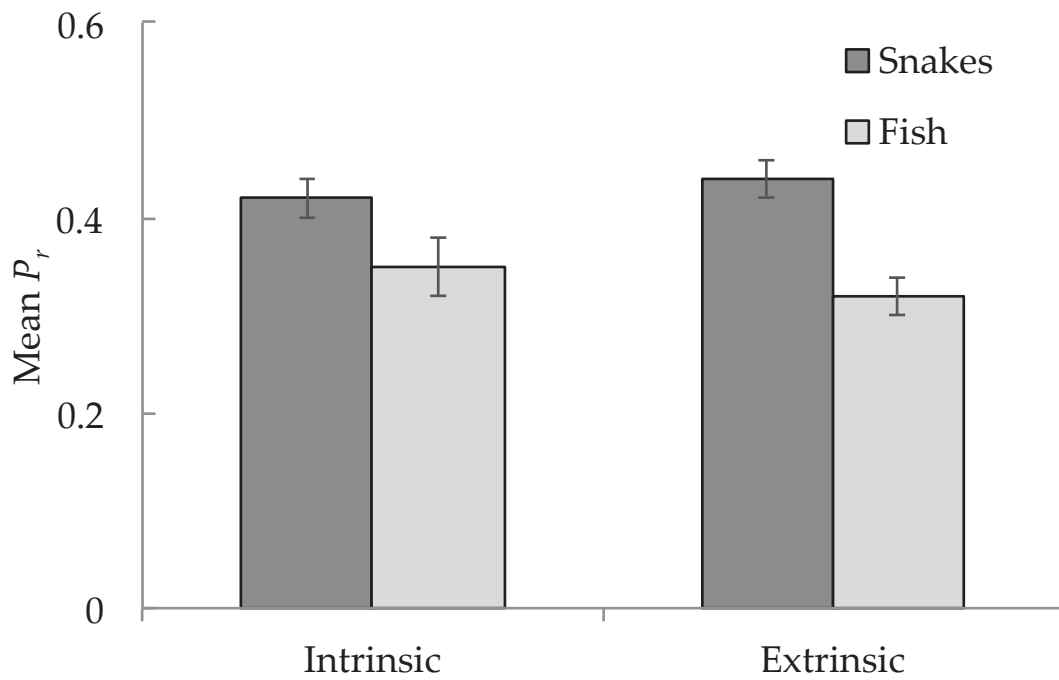


Figure 2: Mean old-new discrimination in terms of P_r as a function of emotional content (snakes vs. fish) and type of test (intrinsic vs. extrinsic). The error bars represent the standard errors.

Figure 3

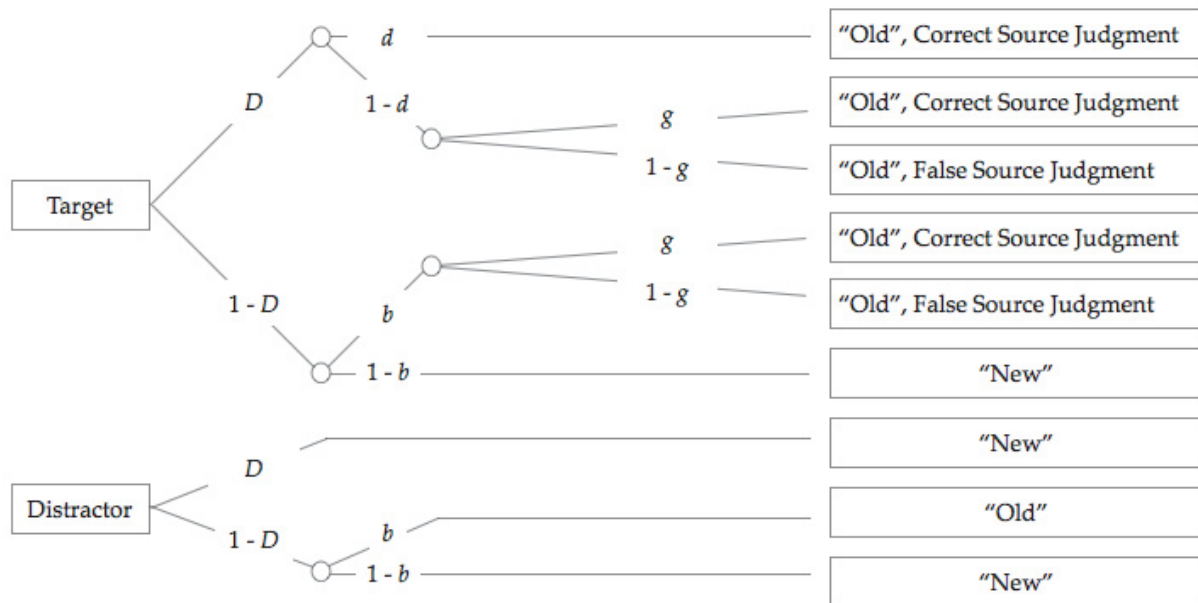


Figure 3: The multinomial model collapsed across sources. Rectangles on the left side represent targets (i.e., pictures which have already been presented during the learning phase) and distractors (i.e., pictures which are presented for the first time in the test phase). Rectangles on the right side represent categories of participant's answers. The probabilities of certain cognitive states are represented by D (probability of correctly identifying an animal as old or new), d (probability of correctly identifying the source of an old animal), g (probability of correctly guessing the source of an animal, and b (probability of guessing an animal as old).

Figure 4

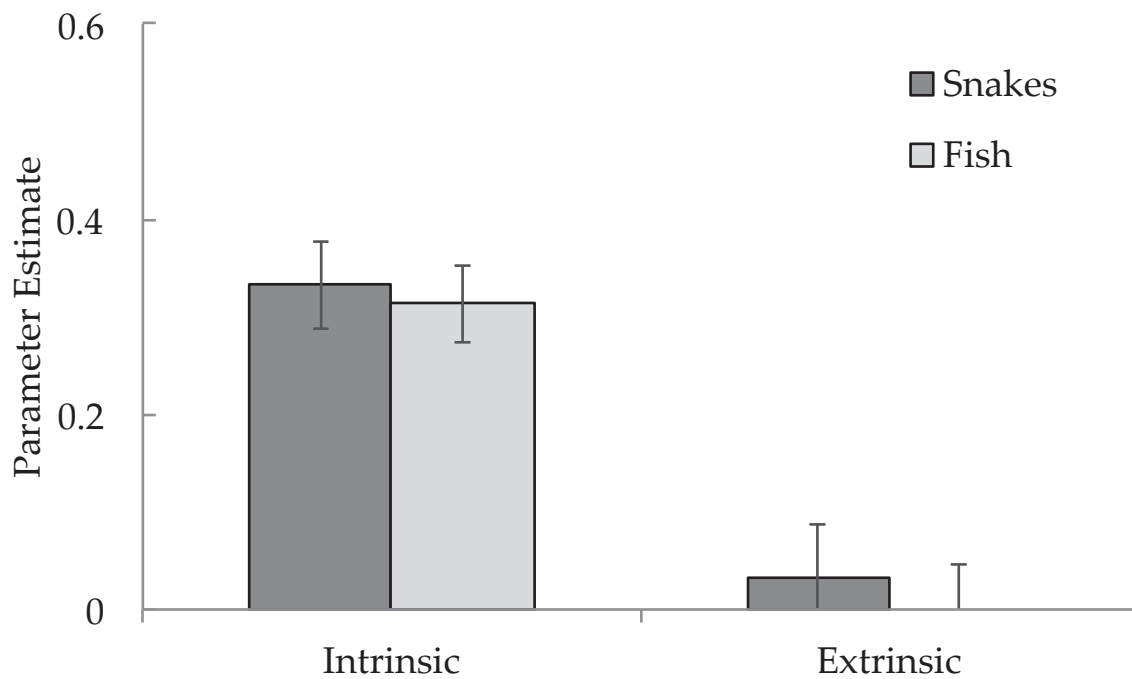


Figure 4: Mean source memory in terms of d as a function of emotional content (snakes vs. fish) and type of test (intrinsic vs. extrinsic). The error bars represent the standard errors.

Figure 5

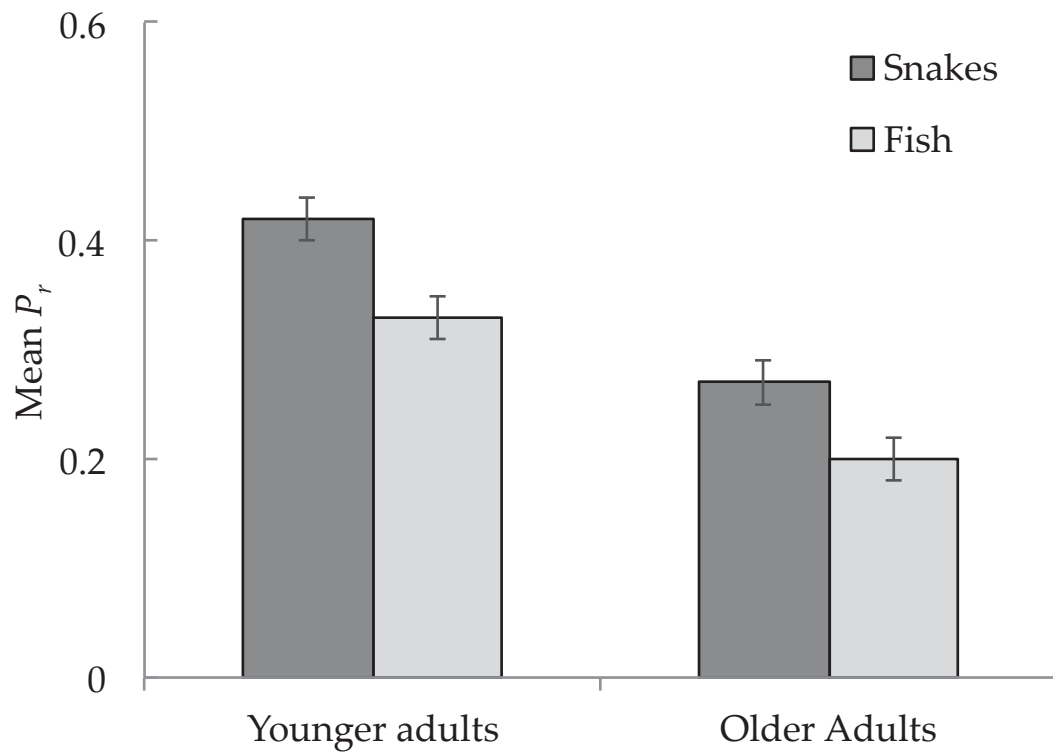


Figure 5: Mean old-new discrimination in terms of P_r as a function of emotional content (snakes vs. fish) and age (younger adults vs. older adults). The error bars represent the standard errors.

Figure 6

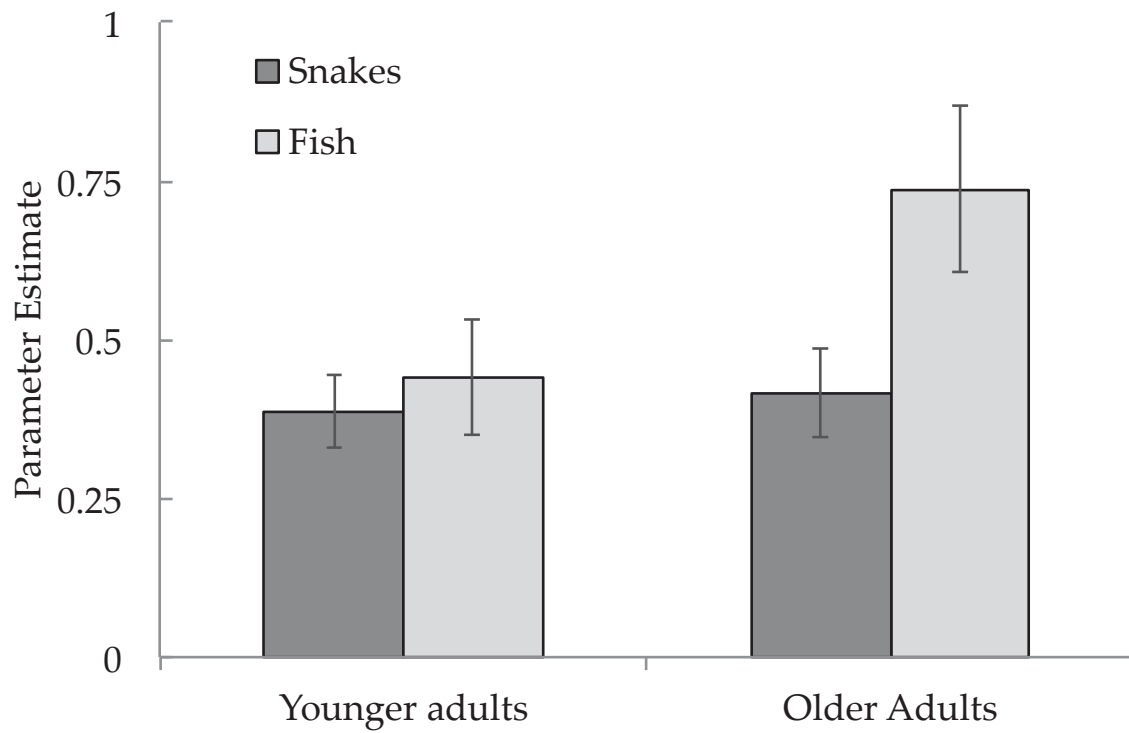


Figure 6: Mean source memory in terms of d as a function of emotional content (snakes vs. fish) and age (younger adults vs. older adults). The error bars represent the standard errors.

Figure 7

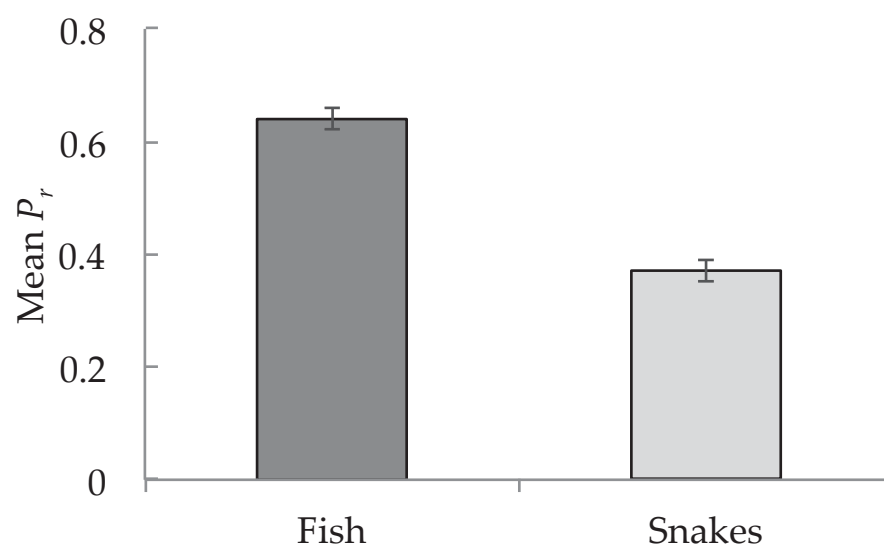


Figure 7: Mean old-new discrimination in terms of P_r as a function of emotional content. The error bars represent the standard errors.

Figure 8

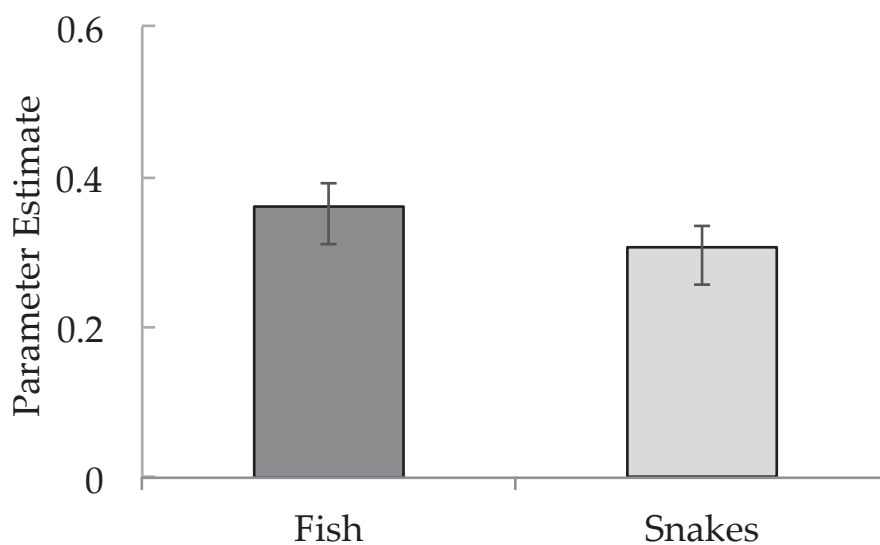


Figure 8: Mean source memory in terms of d as a function of emotional content. The error bars represent the standard errors.

Influences of age and emotion on source guessing: Are older adults more likely to show fear-relevant illusory correlations?

Miriam Magdalena Meyer

Axel Buchner

Raoul Bell

Heinrich Heine University Düsseldorf

Corresponding Author

Miriam Meyer

Institut für Experimentelle Psychologie

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

40225 Düsseldorf, Germany

E-Mail: Miriam.Meyer@hhu.de

Abstract

The present study investigates age differences in the vulnerability to illusory correlations between fear-relevant stimuli and threatening information. Younger and older adults saw pictures of threatening snakes and nonthreatening fish, paired with threatening and nonthreatening context information (“poisonous” and “nonpoisonous”) with a null contingency between animal type and poisonousness. In a source monitoring test, participants were required to remember whether an animal was associated with poisonousness or nonpoisonousness. Illusory correlations were implicitly measured via a multinomial model. One advantage of this approach is that memory and guessing processes can be assessed independently. An illusory correlation would be reflected in a higher probability of guessing that a snake rather than a fish was poisonous if the poisonousness of the animal was not remembered. Older adults showed evidence of illusory correlations in source guessing while younger adults did not; instead they showed evidence of probability matching. Moreover, snake fear was associated with increased vulnerability to illusory correlations in older adults. The findings confirm that older adults are more susceptible to fear-relevant illusory correlations than younger adults.

Keywords: Source monitoring, schemata, illusory correlations, multinomial model, covariation bias

Introduction

The present experiment examined the influence of age on the vulnerability to illusory correlations between emotional stimuli and threatening and nonthreatening context information. *Illusory correlations* occur when people perceive a relationship between two types of events (e.g., membership in a minority group and negative behavior) while these events are actually unrelated. There is evidence that older adults are more vulnerable to illusory correlations than younger adults (Mutter & Pliske, 1994; Mutter, Strain, & Plumlee, 2007). For example, Mutter and Pliske (1994) investigated illusory correlations between person descriptions (e.g., *homosexual*) and responses from the Rorschach Inkblot Test (e.g., of the category *anal*). These studies suggest that older adults seem to have difficulties to update and to integrate new information in their existing knowledge about the relationship between events. In consequence, they overestimate the frequency with which the expected pairings occur. These findings have been attributed to a reduction in the availability of cognitive resources in old age (Craik, 1982; Craik & Byrd, 1982; Mutter, 2000) that might limit older adults' ability to correctly represent contingencies that are inconsistent with their expectations. The present study extends the previous findings in two ways. First, we examined the influence of age on the vulnerability to fear-relevant illusory correlations, which may play a role in the prevalence of phobias (De Jong, Van den Hout, & Merckelbach, 1995). Second, we used a different methodological approach to measure illusory correlations. Instead of asking participants to verbalize the introspectively accessible contingency judgements, we assessed the fear-relevant illusory correlations implicitly by assessing participants' biases in source monitoring. This approach has been successfully applied to measure illusory correlations in social stereotyping (Klauer & Meiser, 2000; Meiser & Hewstone, 2001), and it allowed us to distinguish between different underlying processes (Klauer & Meiser, 2000).

Illusory correlations between phobic stimuli and threatening events have been extensively studied (Amin & Lovibond, 1997; De Jong et al., 1995; Kennedy, Rapee, & Mazurski, 1997; Tomarken, Cook, & Mineka, 1989; Tomarken, Sutton, & Mineka, 1995). It is well known that associations between fear-relevant stimuli and negative events, such as the association between pictures of snakes and electric shocks, are easily acquired (Öhman & Mineka, 2003). Even when fear-relevant and fear-irrelevant stimuli are followed by negative events with the same probability, people tend to overestimate the contingency between fear-

relevant stimuli and negative events. Fear-relevant illusory correlations were most reliably found in highly anxious individuals, and it has been suggested that they play a role in the prevalence of phobias (De Jong et al., 1995). It is reasonable to assume that fear is not only acquired as a consequence of a direct negative experience with a fear-relevant stimulus (e.g., a snake bite) but also more indirectly via social communication (cf. Davey, 1992). That is, people may easily acquire associations between fear-relevant stimuli and verbal warnings. In the present study we examined illusory correlations between pictures of snakes and threatening information (i.e., information about poisonousness).

Traditionally, illusory correlations have been measured by simply asking participants post-experimentally to indicate the estimated contingencies between fear-relevant and fear-irrelevant pictures and negative events (Amin & Lovibond, 1997; Kennedy et al., 1997; Tomarken et al., 1989; Tomarken et al., 1995). These judgments rely on introspective judgments that can be verbalized, and may be susceptible to demand characteristics (e.g., older or younger adults may be reluctant to give a null contingency judgment in both conditions). Furthermore, from a cognitive point of view, the verbal judgment can be influenced by memory as well as by (more or less biased) guessing processes (Klauer & Meiser, 2000). It is therefore unclear whether illusory correlations are the result of selective memory processes, biased guessing, or both. To disentangle these processes, multinomial models can be used (Batchelder & Riefer, 1990; Erdfelder et al., 2009). Multinomial source-monitoring models have been previously used to examine illusory correlations in social stereotyping (Klauer & Meiser, 2000; Meiser & Hewstone, 2001). Here, we introduce the source-monitoring model as a tool to examine illusory correlations between fear-relevant stimuli and threatening information.

In the present study, we paired pictures of fear-relevant and fear-irrelevant animals (snakes and fish) with threatening and nonthreatening information about the poisonousness or nonpoisonousness of the animals. In a memory test, old pictures of snakes and fish were presented together with new pictures, and younger and older participants were required to make an old-new recognition judgment. In addition, they were required to make a source judgment, that is, they were required to indicate whether the animal was associated with threatening or nonthreatening information (poisonousness or nonpoisonousness). Based on the observed response frequencies, the multinomial source-monitoring model of Bayen, Murnane and Erdfelder (1996) allows one to estimate independent parameters of source memory and source

guessing. While the source memory parameter reflects the probability to remember the poisonousness of an animal, source guessing represents the probability to guess that an animal was poisonous in the absence of memory. It is well known that the source guessing parameter reflects the internal representation of the perceived item-source contingency (Arnold, Bayen, Kuhlmann, & Vaterrodt, 2013). Usually guessing is determined by probability matching (e.g., Buchner, Erdfelder, & Vaterrodt-Plünnecke, 1995). In source memory tasks, this means that the probability of guessing that items of category X were associated with source A corresponds to the actual probability with which items of category X were paired with source A in the encoding phase (Bayen & Kuhlmann, 2011; Kuhlmann, Vaterrodt, & Bayen, 2012). However, there is evidence that the built-up of an accurate representation of an item-source contingency depends on the availability of cognitive resources. As a result, younger adults with full attention show probability matching while younger adults with divided attention show a biased representation of the contingencies (Bayen & Kuhlmann, 2011).

In the present study, we examined age differences in the vulnerability to fear-relevant illusory correlations. It has been shown that older adults are more susceptible to illusory correlations between schematically associated events than younger adults (Mutter & Pliske, 1994; Mutter et al., 2007). We therefore predicted that older adults would show a stronger overestimation of the association of snakes and poisonousness than younger adults. In terms of the multinomial model's source guessing parameters, guessing should reflect probability matching in young adults and should be even more pronounced in older adults (Klauer & Meiser, 2000; Meiser & Hewstone, 2001). Further, previous studies have shown that illusory correlations are more reliably observed in highly anxious individuals (e.g., Tomarken et al., 1995). Therefore, the influence of snake phobia on fear-relevant illusory correlations was taken into account in a subsidiary analysis.

It has been discussed that illusory correlations might, at least partly, be due to a memory advantage for the unique pairings of specific stimuli with schema-congruent context information (Mutter & Pliske, 1994). The present paradigm allowed us to separately assess source guessing (which is assumed to reflect a representation of the perceived contingency between a *category* of stimuli with poisonousness) and source memory (which reflects memory for *specific* item-source pairings). While it seems possible to postulate that older adults have worse memory for the specific item-source pairings due to a global deficit in associative

memory (Naveh-Benjamin, Hussain, Guez, & Bar-On, 2003), there is mounting evidence that older adults' source memory for emotional material is comparatively well preserved (May, Rahhal, Berry, & Leighton, 2005; Meyer, Bell, & Buchner, 2014; Rahhal, May, & Hasher, 2002). This leads to the prediction that source memory for the poisonousness associated with animals should not differ between younger and older adults.

Method

Participants

A total of 114 younger adults and 113 older adults participated in the experiment. Data of four younger adults and four older adults were excluded because the dementia screening did not indicate age-appropriate cognitive functioning (Kalbe et al., 2004). One older adult had difficulties using the response box and one younger adult decided to terminate participation because of a self-reported snake phobia. Five older adults were excluded from the analyses because they had accidentally received the post-experimental information about the study's purpose before the experiment. The remaining sample consisted of 109 (80 women) younger and 103 (69 women) healthy, community-dwelling older adults. Younger adults' age ranged from 18 to 31 ($M = 23$, $SD = 3$) and older adults' age ranged from 60 to 95 ($M = 71$, $SD = 6$). Visual acuity was better for younger adults than for older adults, $t(201.26) = 10.70$, $p < .01$, $d = 1.48$. Older adults performed better than younger adults on a vocabulary test (Lehrl, 1999), $t(146.45) = -11.28$, $p < .01$, $d = -1.52$; this test can be taken as a measure of crystallized intelligence. In contrast, performance in the backward digit span task of the dementia screening (Kalbe et al., 2004) — which is associated with fluid intelligence and working-memory functioning — was better for younger than for older adults, $t(209) = 2.79$, $p < .01$, $d = 0.38$. Snake anxiety (Reinecke, Hoyer, Rinck, & Becker, 2009) was higher in older adults than in younger adults, $t(209) = -3.04$, $p < .01$, $d = -0.42$. State and trait anxiety (Laux, Glanzmann, Schaffner, & Spielberger, 1981) were lower in older than in younger adults, $t(209) = 4.71$, $p < .01$, $d = 0.65$ and $t(206.75) = 5.06$, $p < .01$, $d = 0.69$, respectively. Older adults had lower depression scores (Martin, Rief, Klaiberg, & Braehler, 2006) than younger adults, $t(206.58) = 4.40$, $p < .01$, $d = 0.60$. For descriptive statistics see Table 1.

Materials and Procedure

Stimuli were 32 pictures of snakes and 32 pictures of fish. The pictures of snakes were selected from the International Affective Picture System (Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008) and the Geneva Affective Picture Database (Dan-Glauser & Scherer, 2011) and were associated with negative valence ratings in the respective norming studies. Pictures of fish served as control stimuli and were chosen from a variety of online image databases. The stimuli were equalized in resolution (300.125 pixel per inch) and size (640 x 480 pixels). Care was taken to match pictures of both animal categories regarding peripheral details. Pictures that depicted human body parts, or had features that prevented color manipulation (e.g., a black background), were not included. The proportion of the picture covered by the animal was the same for snakes and fish, $t(62) = -0.14$, $p = .89$, $d = -0.04$. Photoshop® CS5 was used to change the color of the foreground (i.e., of the animal) independent of the picture background. The animals were either presented in yellow (8 snakes, 8 fish) or red (8 snakes, 8 fish) in front of a green background. Half of the participants were told red would indicate a poisonous animal and that yellow would indicate a nonpoisonous animal, the other half was informed that yellow would indicate poisonousness and that red would indicate nonpoisonousness.

For each participant, a different set of thirty-two pictures (16 snakes, 16 fish) was randomly determined to be presented in the encoding phase in random order. Participants were instructed to memorize the color of each animal, because they would be tested on it later. Each picture appeared at the center of the screen. After a one-second delay, a scale appeared underneath the picture ranking from 0 (*harmless*) to 7 (*threatening*). Participants had to rate the picture within seven seconds or else a feedback was given prompting him or her to give faster responses.

At test, the 32 old pictures and 32 new pictures (16 snakes, 16 fish in each set) were presented in a random sequence. The animals were presented in grayscale on a uniform gray background. First, participants were asked to classify the animal as *old* (i.e., was among the animals of the rating phase) or *new* (i.e., was not among the animals of the rating phase). Second, if participants classified an animal as *old*, they were asked to indicate whether the

animal was poisonous or nonpoisonous. The test was self-paced. Additional questionnaires (Table 1) were administered at the end of the experiment, and color vision was assessed¹.

Design

A 2 (animal type: snake vs. fish) x 2 (poisonousness: poisonous vs. nonpoisonous) x 2 (age: younger adults vs. older adults) design was used with animal type and poisonousness as within-subject factors and age as between-subjects factor. The main aim of the present study was to compare the source guessing parameters in the multinomial analysis. Therefore, a sensitivity analysis was conducted using G*Power (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007). Given a sample size of $N = 212$, and $\alpha = .05$ it was possible to detect an effect of the size $w = .03$ of poisonousness on source guessing with a power of $1 - \beta = .95$ (thus it was possible to detect even smaller than small effects according to the conventions of Cohen, 1988).

¹ We report statistical results of the analyses including all participants. Statistical conclusions do not change if participants who had difficulties in naming the correct number of color plates (Ishihara, 1972) were excluded from the analyses, unless otherwise specified.

Results and Interpretation

A multivariate approach was used for all general linear model within-subject comparisons. In the present application, all multivariate test criteria correspond to the same (exact) F statistic, which is reported. The level of alpha was set to $\alpha = .05$ for all analyses. Partial eta square (η_p^2) is reported as a measure of effect size. The descriptive statistics of the dependent measures are reported in Table 2.

Threat Ratings

The analysis of the threat ratings indicated main effects of animal type, $F(1,210) = 536.74$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .72$, poisonousness $F(1,210) = 366.56$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .64$, and age, $F(1,210) = 9.62$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .04$. There was a significant interaction between animal type and age, $F(1,210) = 18.11$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .08$. Both older and younger adults rated snakes as more threatening than fish, $F(1,102) = 200.67$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .66$, and $F(1,108) = 343.69$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .76$, respectively, but this difference was somewhat more pronounced for younger adults. There was an interaction between poisonousness and age, $F(1,210) = 14.80$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .07$. Both older and younger adults rated poisonous animals as more threatening than nonpoisonous animals, $F(1,102) = 267.23$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .72$, and $F(1,108) = 116.26$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .52$, respectively, but this difference was somewhat more pronounced for older adults. The two-way interaction between animal type and poisonousness was significant, $F(1,210) = 12.81$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .06$. The threat ratings of fish were more affected by the poisonousness manipulation than those of snakes. The three-way interaction was not significant, $F(1,210) = 1.78$, $p = .18$, $\eta_p^2 = .01$.

Old-new discrimination

We report the hit rate – false alarm rate as a measure of old-new recognition (Snodgrass & Corwin, 1988). Snakes were better recognized than fish, $F(1,210) = 6.13$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .03$, and poisonous animals were better recognized than nonpoisonous animals, $F(1,210) = 3.92$, $p = .05$, $\eta_p^2 = .02$. Younger adults' old-new recognition was better than older adults' old-new recognition, $F(1,210) = 28.12$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .12$. The interactions were not significant ($p \geq .22$), indicating that the emotional enhancement effect was similar for younger and older adults. This replicates and extends previous findings of Meyer et al. (2014). Participants showed better recognition of the more threatening animal type (i.e., snakes). Furthermore, the animals were better recognized when associated with poisonousness than when associated

with nonpoisonousness. These findings strengthen the hypothesis that old-new recognition is enhanced as a function of the emotionality of the stimulus material (cf. Meyer et al., 2014).

Source classification performance

Source classification was analyzed using the conditional source identification measure (CSIM) which is calculated as the proportion of correct source classifications given correct old-new recognition (Bröder & Meiser, 2007; Murnane & Bayen, 1996). There were main effects of poisonousness, $F(1,209) = 17.62, p < .01, \eta_p^2 = .08$, and age, $F(1,209) = 12.42, p < .01, \eta_p^2 = .06$. There was no main effect of animal type, $F(1,209) = 0.63, p = .43, \eta_p^2 < .01$. Furthermore, there was an interaction of poisonousness and age, $F(1,209) = 7.37, p < .01, \eta_p^2 = .03$. The interaction between animal type and poisonousness just missed the preset level of significance, $F(1,209) = 3.22, p = .07, \eta_p^2 = .02$. The three-way interaction was significant, $F(1,209) = 13.95, p < .01, \eta_p^2 = .06$. To further investigate this interaction, separate repeated measures analyses with animal type and poisonousness as within-subjects factors for each of the two age groups were performed. For older adults, the interaction between animal type and poisonousness was significant, $F(1,101) = 10.21, p < .01, \eta_p^2 = .09$. This interaction indicates that older adults were best at classifying source information that was congruent with expectations. In contrast, younger adults were best at classifying information that was incongruent with expectations, although not significantly so, $F(1,108) = 3.36, p = .07, \eta_p^2 = .03$.

Multinomial Analysis

We were mainly interested in guessing processes. However, the CSIM confounds source memory with guessing processes (Bröder & Meiser, 2007). To disentangle guessing processes from source memory processes, the source classifications were analyzed using the multinomial source monitoring model depicted in Figure 1. Multinomial models make assumptions about the cognitive processes underlying observed data, and the model parameters represent the probabilities with which these processes occur. The parameters reflect probabilities and can thus take any value between zero and one. The model depicted in Figure 1 decomposes observed source classification performance into old-new recognition, source memory, and guessing processes (Bayen et al., 1996). Validation studies have shown that these processes can be estimated independently (Bayen et al., 1996). To illustrate, imagine that at test participants are confronted with pictures of snakes and fish in grayscale that had been presented in the rating phase. In this case, D represents the probability of correctly recognizing an animal

as old. The conditional probability of correctly remembering the source (the poisonousness) of an animal classified as old is represented by d . If the source is not remembered with probability $1 - d$, participants may guess that the animal was *poisonous* with the conditional probability g . The conditional probability of guessing that the animal was presented as *nonpoisonous* is represented by $1 - g$. If an animal is not recognized with probability $1 - D$, it may be guessed to be *old* with conditional probability b . Then it has to be guessed whether the animal was poisonous (with probability g) or nonpoisonous (with probability $1 - g$). Equivalent processes are assumed to occur when participants are confronted with new animals.

MultiTree (Moshagen, 2010) was used to perform the goodness-of-fit tests, and to estimate the parameters. To analyze the present data, we need four sets of the model trees shown in Figure 1, because we need one model tree for snake stimuli and one model tree for fish stimuli for each of the two age groups. The model has more free parameters than independent data categories. Therefore, we restricted the probability of correctly recognizing a new animal to correspond to the mean probability of correctly recognizing a previously presented animal as old, $D_{\text{New}} = (D_{\text{Poi}} + D_{\text{NonPoi}}) / 2$ (see Bell, Mieth, & Buchner, in press), which corresponds to the standard assumption of the two-high threshold model that the recognition of new items mirrors that of old items (Snodgrass & Corwin, 1988). The degree to which the model fit the data is tested by the goodness-of-fit statistic G^2 which is asymptotically χ^2 distributed with degrees of freedom indicated in parentheses. The base model had zero degrees of freedom and in the present case was associated with $G^2 = 0.00$. The parameter estimates for the memory parameters D and d of the baseline model are reported in Table 2.

Hypotheses tests are performed by restricting the relevant parameters and testing the fit of the restricted model compared to the baseline model. Parameter restrictions generate additional degrees of freedom. The fit of the restricted model is tested using the difference in G^2 (denoted as ΔG^2) between the restricted and the base model which is also asymptotically χ^2 distributed with degrees of freedom indicated in parentheses. This analysis indicated that source memory did not differ as a function of animal type, neither for younger adults nor for older adults, $\Delta G^2(2) = 0.81, p = .67$, and $\Delta G^2(2) = 0.76, p = .68$, respectively. Furthermore, source memory did not differ as a function of poisonousness, neither for younger nor for older adults, $\Delta G^2(2) = 1.59, p = .45$, and $\Delta G^2(2) = 0.81, p = .67$, respectively. Consistent with previous findings (Meyer et al., 2014), older adults' source memory for the emotional

material was well preserved, and did not differ significantly from younger adults' source memory, $\Delta G^2(4) = 3.64, p = .46$.

For older adults, the guessing parameter g (representing the probability of guessing that a recognized animal was associated with poisonousness) differed significantly between snakes and fish, $\Delta G^2(1) = 49.50, p < .01$ (Figure 2). In other words, older adults were more likely to guess that snakes were associated with poisonousness than fish, which is evidence of an illusory correlation. For younger adults, in contrast, the guessing parameter g did not differ between snakes and fish, $\Delta G^2(1) = 2.56, p = .11$. The resulting parameter, which represents the joint probability of guessing snakes and fish to be poisonous, approximately corresponded to the actual probability that either animal type was associated with poisonousness ($g_{\text{Poi}} = .50$; $\text{CI} = [.47 - .53]$). This is evidence in favor of the probability-matching account (Bayen & Kuhlmann, 2011; Kuhlmann et al., 2012), according to which younger adults with full attentional resources are able to accurately represent the item-source contingency at encoding, and adjust guessing accordingly.

Considering that illusory correlations between snakes and aversive outcomes are more reliably observed in high snake anxious participants, snake anxiety, as indicated by the SCANS (Reinecke et al., 2009), was taken into consideration in a complementary analysis. Here, we compared low-anxious participants whose snake anxiety score was below the median of their age group with high-anxious participants whose snake anxiety score was above that median. The parameter restrictions paralleled those described above and were incorporated in a baseline model, $G^2 = 0.02$. The parameter estimates are shown in Figure 3. Descriptively, the pattern is very similar for younger and older adults. In both age groups, high-anxious individuals have a somewhat stronger tendency than low-anxious individuals to guess, in the absence of memory, that a snake was poisonous. Similarly, in both age groups high-anxious individuals have a somewhat more pronounced tendency than low-anxious individuals to guess that a fish was nonpoisonous, but (again for both age groups) the effect for fish is descriptively even smaller than the effect for snakes. The statistical analyses showed that for older adults, the difference between high-anxious and low-anxious individuals in the probability of guessing that a snake was poisonous is significant, $\Delta G^2(1) = 6.18, p < .01$. For younger adults this difference approached but did not attain significance, $\Delta G^2(1) = 3.84, p =$

.05². In contrast, the difference between high-anxious and low-anxious individuals in the probability of guessing that a fish was nonpoisonous was not significant for younger and older adults, $\Delta G^2(1) = 1.66, p = .20$ and $\Delta G^2(1) = 3.24, p = .07$, respectively. Consistent with previous results (e.g., Tomarken et al., 1995), this subsidiary analysis indicates that younger and older adults high in snake anxiety show a higher tendency towards guessing that a snake was associated with poisonousness than younger and older adults low in snake anxiety. This difference between high-anxious and low-anxious individuals was quite moderate overall, and similar for younger and older adults.

² When excluding participants who had difficulties in naming the correct number of color plates (Ishihara, 1972) this difference was significant, $\Delta G^2(1) = 4.63, p = .03$.

General Discussion

Consistent with previous research, the present findings confirm the existence of an emotional enhancement effect on old-new recognition (Davidson, McFarland, & Glisky, 2006; Kensinger & Schacter, 2006; Meyer et al., 2014) which is evident from the findings that (a) snakes were better recognized than fish, and (b) animals associated with poisonousness were better recognized than animals associated with nonpoisonousness. No age differences were evident in this emotional enhancement effect: both age groups recognized emotional information better than non-emotional information. In contrast to old-new recognition, source memory was not influenced by emotion which is evident from the findings that (a) source memory did not vary as a function of animal type, and (b) source memory did not vary as a function of poisonousness. This is consistent with previous studies showing no influence of emotion on intrinsic source memory (Davidson et al., 2006; Meyer et al., 2014). The findings also replicate previous findings showing that older adults' source memory for emotional materials is well preserved (May et al., 2005; Meyer et al., 2014; Rahhal et al., 2002) in that older and younger adults' source memory did not differ. The analysis of the source judgments showed that older adults were better at classifying information that fit into established knowledge whereas younger adults seemed to focus on information that was inconsistent with expectations and could not be derived from established knowledge. Given that these judgments reflect both source memory and guessing processes (Bröder & Meiser, 2007), this dissociation can, at least partly, be attributed to older adults' increased reliance on emotional expectations when guessing.

Previous studies have shown that older adults may be more vulnerable to illusory correlations than younger adults, and less likely to integrate new information into their knowledge about the associations between events (Mutter & Pliske, 1994; Mutter et al., 2007). Given that emotional processing is often spared from age-related decline, it was, a priori, unclear whether the same pattern would be found for fear-relevant illusory correlations between animals and poisonousness. The present study extends those earlier findings to emotional material. A source-monitoring paradigm was applied, and the resulting data were analyzed with a multinomial model that allows examining the cognitive processes underlying the illusory correlations. Guessing parameters of multinomial source monitoring models are known to reflect illusory correlations in social stereotyping (Klauer & Meiser, 2000; Meiser & Hew-

stone, 2001). To our knowledge, this procedure has not yet been applied to measure fear-relevant illusory correlations such as those between threatening animals and negative events. Older adults' source guessing differed between fear-relevant and fear-irrelevant stimuli, reflecting an illusory correlation. In contrast to older adults, younger adults did not show illusory correlations. Instead, younger adults' source guessing parameter reflected the zero contingency between snakes and poisonousness.

Previous studies have shown that the built-up of an accurate representation of contingencies depends on the availability of cognitive resources. For instance, Bayen and Kuhlmann (2011) asked participants to study statements that were either expected of a lawyer or of a doctor. Then they were required to assign these statements to the correct source (either a lawyer or a doctor) in a source memory test. If attention was fully available at encoding, participants' guessing bias correctly reflected the zero contingency. However, if attention was divided at encoding, source guessing was biased by their schematic expectations. The pattern obtained here looks very similar given that older adults—who are known to suffer from an age-related decline in central attentional resources (Craik, 1982; Craik & Byrd, 1982)—showed evidence of an illusory correlation whereas younger adults—with full attentional resources—did not. Thus, it seems possible to speculate that the increased susceptibility to illusory correlations may be caused by decreased attentional resources (Mutter, 2000). At a general level, the present results seem to reflect the ubiquitous principle that older adults rely more on established schematic knowledge (e.g., Mather, Johnson, & De Leonardis, 1999) while younger adults use their cognitive resources to flexibly adapt to situations which do not confirm their expectations (Mutter et al., 2007).

This inflexibility of older adults may lead to inadequate risk perception when the prevalence of threatening events is under- or overestimated based on schematic knowledge. Illusory correlations have been discussed in the context of inadequate emotional reactions to phobic stimuli (e.g., Hermann, Ofer, & Flor, 2004; Pauli, Montoya, & Martz, 1996; Tomarken et al., 1995). It is possible to speculate that older adults' biased perception of the correlations between fear-relevant and security-relevant events could result in problematic consequences, such as unnecessary fear of harmless stimuli in some situations, and unwarranted carelessness in others. As an example, it has been suggested that older adults overestimate crime prevalence in real life because serious crimes are highly overrepresented in the media (O'Connell & Whelan, 1996). Furthermore, Mutter, Strain and Plumlee (2007) re-

ported preliminary evidence showing that older adults may be more susceptible to illusory correlations regarding health-related information (resulting in an misestimation of the correlation between smoking and lung diseases).

To summarize, we applied the source-monitoring paradigm to investigate age differences in the vulnerability to illusory correlations between fear-relevant stimuli and threatening information. Older, but not younger, adults showed an illusory correlation even though there was actually a zero contingency. This confirms that older adults are more susceptible to fear-relevant illusory correlations than younger adults.

Word count: 4858

References

- Amin, J. M., & Lovibond, P. F. (1997). Dissociations between covariation bias and expectancy bias for fear-relevant stimuli. *Cognition & Emotion, 11*, 273-289.
- Arnold, N. R., Bayen, U. J., Kuhlmann, B. G., & Vaterrodt, B. (2013). Hierarchical modeling of contingency-based source monitoring: A test of the probability-matching account. *Psychonomic Bulletin & Review, 20*, 326-333. doi:10.3758/S13423-012-0342-7
- Batchelder, W. H., & Riefer, D. M. (1990). Multinomial processing models of source monitoring. *Psychological Review, 97*, 548-564. doi:10.1037//0033-295x.97.4.548
- Bayen, U. J., & Kuhlmann, B. G. (2011). Influences of source-item contingency and schematic knowledge on source monitoring tests of the probability-matching account. *Journal of Memory and Language, 64*, 1-17. doi:10.1016/J.Jml.2010.09.001
- Bayen, U. J., Murnane, K., & Erdfelder, E. (1996). Source discrimination, item detection, and multinomial models of source monitoring. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 22*, 197-215. doi:10.1037/0278-7393.22.1.197
- Bell, R., Mieth, L., & Buchner, A. (in press). Appearance-based first impressions and personal memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*.
- Bröder, A., & Meiser, T. (2007). Measuring source memory. *Zeitschrift für Psychologie, 215*, 52-60. doi:10.1027/0044-3409.215.1.52
- Buchner, A., Erdfelder, E., & Vaterrodt-Plünnecke, B. (1995). Toward unbiased measurement of conscious and unconscious memory processes within the process dissociation framework. *Journal of Experimental Psychology: General, 124*, 137-160. doi:10.1037/0096-3445.124.2.137
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for behavioural sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Craik, F. I. M. (1982). Selective changes in encoding as a function of reduced processing capacity. In F. Klix, J. Hoffmann, & E. Van der Meer (Eds.), *Cognitive research in psychology* (pp. 152-161). Berlin, Germany: Deutscher Verlag der Wissenschaft.
- Craik, F. I. M., & Byrd, M. (1982). Aging and cognitive deficits: The role of attentional resources. In F. Craik, & S. Trehub (Eds.), *Aging and cognitive processes* (pp. 191-211). New York: Plenum Press.

- Dan-Glauser, E. S., & Scherer, K. R. (2011). The Geneva Affective Picture Database (GAPED): A new 730-picture database focusing on valence and normative significance. *Behavior Research Methods*, 43, 468-477. doi:10.3758/S13428-011-0064-1
- Davey, G. C. L. (1992). Classical-conditioning and the acquisition of human fears and phobias - a review and synthesis of the literature. *Advances in Behaviour Research and Therapy*, 14, 29-66. doi:10.1016/0146-6402(92)90010-L
- Davidson, P. S. R., McFarland, C. R., & Glisky, E. L. (2006). Effects of emotion on item and source memory in young and older adults. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 6, 306-322. doi:10.3758/Cabn.6.4.306
- De Jong, P. J., Van den Hout, M. A., & Merckelbach, H. (1995). Covariation bias and the return of fear. *Behaviour Research and Therapy*, 33, 211-213. doi:10.1016/0005-7967(95)00024-D 7887881
- Erdfelder, E., Auer, T. S., Hilbig, B. E., Assfalg, A., Moshagen, M., & Nadarevic, L. (2009). Multinomial processing tree models a review of the literature. *Zeitschrift für Psychologie*, 217, 108-124. doi:10.1027/0044-3409.217.3.108
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175-191. doi:10.3758/Bf03193146
- Hermann, C., Ofer, J., & Flor, H. (2004). Covariation bias for ambiguous social stimuli in generalized social phobia. *Journal of Abnormal Psychology*, 113, 646-653. doi:10.1037/0021-843x.113.4.646
- Ishihara, S. (1972). *Tests for colour-blindness*. Tokyo, Japan: Kanehara Shuppan Co., Ltd.
- Kalbe, E., Kessler, J., Calabrese, P., Smith, R., Passmore, A. P., Brand, M., & Bullock, R. (2004). Demtect: A new, sensitive cognitive screening test to support the diagnosis of mild cognitive impairment and early dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 19, 136-143. doi:10.1002/Gps.1042
- Kennedy, S. J., Rapee, R. M., & Mazurski, E. J. (1997). Covariation bias for phylogenetic versus ontogenetic fear-relevant stimuli. *Behaviour Research and Therapy*, 35, 415-422. doi:10.1016/S0005-7967(96)00128-3
- Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2006). Amygdala activity is associated with the successful encoding of item, but not source, information for positive and negative stimuli. *Journal of Neuroscience*, 26, 2564-2570. doi:10.1523/Jneurosci.5241-05.2006

- Klauer, K. C., & Meiser, T. (2000). A source-monitoring analysis of illusory correlations. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 26, 1074-1093. doi:10.1177/01461672002611005
- Kuhlmann, B. G., Vaterrodt, B., & Bayen, U. J. (2012). Schema bias in source monitoring varies with encoding conditions: Support for a probability-matching account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38, 1365-1376. doi:10.1037/A0028147
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). *International Affective Picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual* (Technical Report A-8). Gainesville, FL.: University of Florida.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. D. (1981). *Das State-Trait-Angstinventar. Theoretische Grundlagen und Handanweisung* [The State-Trait Anxiety Inventory: Theoretical background and manual]. Weinheim, Germany: Beltz Test GmbH.
- Lehrl, S. (1999). *Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest* [Multiple Choice Vocabulary Intelligence Test]. Balingen, Germany: Spitta Verlag GmbH.
- Martin, A., Rief, W., Klaiberg, A., & Braehler, E. (2006). Validity of the brief patient health questionnaire mood scale (PHQ-9) in the general population. *General Hospital Psychiatry*, 28, 71-77. doi:10.1016/J.Genhosppsych.2005.07.003
- Mather, M., Johnson, M. K., & De Leonardis, D. M. (1999). Stereotype reliance in source monitoring: Age differences and neuropsychological test correlates. *Cognitive Neuropsychology*, 16, 437-458. doi:10.1080/026432999380870
- May, C. P., Rahhal, T., Berry, E. M., & Leighton, E. A. (2005). Aging, source memory, and emotion. *Psychology and Aging*, 20, 571-578. doi:10.1037/0882-7974.20.4.571
- Meiser, T., & Hewstone, M. (2001). Crossed categorization effects on the formation of illusory correlations. *European Journal of Social Psychology*, 31, 443-466. doi:10.1002/ejsp.55
- Meyer, M. M., Bell, R., & Buchner, A. (2014). *Remembering the snake in the grass: Threat enhances recognition, but not source memory*. Manuscript submitted for publication.
- Moshagen, M. (2010). MultiTree: A computer program for the analysis of multinomial processing tree models. *Behavior Research Methods*, 42, 42-54. doi:10.3758/Brm.42.1.42

- Murnane, K., & Bayen, U. J. (1996). An evaluation of empirical measures of source identification. *Memory & Cognition*, 24, 417-428. doi:10.3758/Bf03200931
- Mutter, S. A. (2000). Illusory correlation and group impression formation in young and older adults. *Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences*, 55, 224-237.
- Mutter, S. A., & Pliske, R. M. (1994). Aging and illusory correlation in judgments of cooccurrence. *Psychology and Aging*, 9, 53-63. doi:10.1037/0882-7974.9.1.53
- Mutter, S. A., Strain, L. M., & Plumlee, L. F. (2007). The role of age and prior beliefs in contingency judgment. *Memory & Cognition*, 35, 875-884. doi:10.3758/Bf03193462
- Naveh-Benjamin, M., Hussain, Z., Guez, J., & Bar-On, M. (2003). Adult age differences in episodic memory: Further support for an associative-deficit hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 826-837. doi:10.1037/0278-7393.29.5.826
- O'Connell, M., & Whelan, A. (1996). The public perception of crime prevalence, newspaper readership and "mean world" attitudes. *Legal and Criminological Psychology*, 1, 179-195. doi:10.1111/j.2044-8333.1996.tb00317.x
- Öhman, A., & Mineka, S. (2003). The malicious serpent: Snakes as a prototypical stimulus for an evolved module of fear. *Current Directions in Psychological Science*, 12, 5-9. doi:10.1111/1467-8721.01211
- Pauli, P., Montoya, P., & Martz, G. E. (1996). Covariation bias in panic-prone individuals. *Journal of Abnormal Psychology*, 105, 658-662.
- Rahhal, T. A., May, C. P., & Hasher, L. (2002). Truth and character: Sources that older adults can remember. *Psychological Science*, 13, 101-105. doi:10.1111/1467-9280.00419
- Reinecke, A., Hoyer, J., Rinck, M., & Becker, E. S. (2009). Zwei Kurzscreenings zur Messung von Angst vor Schlangen: Reliabilität und Validität im Vergleich zum SNAQ [Two short screenings to measure snake phobia: Reliability and validity in comparison to the SNAQ]. *Klinische Diagnostik und Evaluation*, 2, 221-239.
- Snodgrass, J. G., & Corwin, J. (1988). Pragmatics of measuring recognition memory - applications to dementia and amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 34-50. doi:10.1037//0096-3445.117.1.34
- Tomarken, A. J., Cook, M., & Mineka, S. (1989). Fear-relevant selective associations and covariation bias. *Journal of Abnormal Psychology*, 98, 381-394. doi:10.1037//0021-843x.98.4.381

Tomarken, A. J., Sutton, S. K., & Mineka, S. (1995). Fear-relevant illusory correlations - what types of associations promote judgmental bias. *Journal of Abnormal Psychology*, 104, 312-326. doi:10.1037/0021-843x.104.2.312

Author Notes

Miriam Magdalena Meyer, Axel Buchner, and Raoul Bell, Department of Experimental Psychology, Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany. Correspondence concerning this article should be addressed to Miriam Meyer, Institut für Experimentelle Psychologie, Heinrich-Heine-Universität, D-40225 Düsseldorf, Germany. Electronic mail may be sent to Miriam.Meyer@hhu.de.

Table 1

Further description of the sample regarding snake phobia (Reinecke et al., 2009), state anxiety and trait anxiety (Laux et al., 1981). State anxiety was tested immediately after the test phase. Participants further reported their knowledge about snake and fish using a self-designed questionnaire. The range of each scale (Min, Max) is indicated, respectively.

	Younger adults		Older adults	
	<i>M</i>	(<i>SE</i>)	<i>M</i>	(<i>SE</i>)
Screening for snake phobia (Min = 0, Max = 24)	8.23	(0.63)	10.96	(0.64)
State-Anxiety (Min = 20, Max = 80)	38.43	(0.86)	32.88	(0.80)
Trait-Anxiety (Min = 20, Max = 80)	40.55	(0.96)	34.12	(0.84)
Knowledge about snakes (Min = 0, Max = 4)	0.30	(0.06)	0.04	(0.02)
Knowledge about fish (Min = 0, Max = 4)	0.26	(0.06)	0.25	(0.07)
Vocabulary test (Min = 0, Max = 37)	28.17	(0.42)	33.33	(0.18)
Backward digit span (Min = 2, Max = 6)	5.19	(0.08)	4.86	(0.09)
Screening for depression (Min = 0, Max = 27)	5.56	(0.36)	3.48	(0.31)
Visual Acuity	1.49	(0.04)	0.93	(0.03)

Table 2

Mean threat ratings and old-new discrimination (P_r) for both age groups. Source classification is indicated by the conditional source identification measure (CSIM). The parameter estimates (PE) for old-new recognition (D) and source memory (d) were provided by the multinomial analysis.

	Snake				Fish			
	Poisonous		Nonpoisonous		Poisonous		Nonpoisonous	
	PE	(SE)	PE	(SE)	PE	(SE)	PE	(SE)
Threat ratings								
Younger adults	5.47	(0.14)	3.62	(0.17)	2.81	(0.18)	0.62	(0.07)
Older adults	5.91	(0.09)	2.96	(0.16)	4.03	(0.17)	0.93	(0.08)
P_r								
Younger adults	.38	(0.02)	.35	(0.02)	.31	(0.02)	.32	(0.02)
Older adults	.26	(0.02)	.22	(0.02)	.23	(0.02)	.20	(0.02)
CSIM								
Younger adults	.59	(0.02)	.67	(0.02)	.63	(0.02)	.61	(0.03)
Older adults	.58	(0.03)	.55	(0.03)	.43	(0.03)	.69	(0.03)
D								
Younger adults	.39	(0.03)	.34	(0.03)	.30	(0.03)	.32	(0.03)
Older adults	.28	(0.03)	.20	(0.03)	.26	(0.03)	.18	(0.03)
d								
Younger adults	.37	(0.09)	.57	(0.11)	.49	(0.12)	.49	(0.10)
Older adults	.27	(0.14)	.45	(0.17)	.37	(0.11)	.19	(0.27)

Figure Captions

Figure 1: The multinomial model used to measure source memory independent of old-new recognition and guessing processes (Bayen *et al.*, 1996). Rectangles on the left side represent *old items* (*poisonous*, *nonpoisonous*), that is, items which have been already shown to the participants during the study phase, and *distractors*, that is, new items which have been presented at test only. Rectangles on the right side represent participants' answers. Assumed underlying cognitive processes are represented by the following parameters: D (probability of correctly identifying an item as either old or new), d (conditional probability of correctly identifying the source, i.e. poisonousness, of an item classified as old), b (conditional probability of guessing that an item is old), g (conditional probability of guessing that an item classified as old is poisonous).

Figure 2: Mean probability estimates of guessing an animal to be poisonous in terms of g as a function of animal type (fish vs. snakes) and age (younger adults vs. older adults). The error bars represent the standard errors.

Figure 3: Mean probability estimates of guessing an animal to be poisonous in terms of g as a function of animal type (fish vs. snakes) and snake anxiety (low vs. high) for younger (top panel) and older adults (bottom panel). The error bars represent the standard errors.

Figure 1

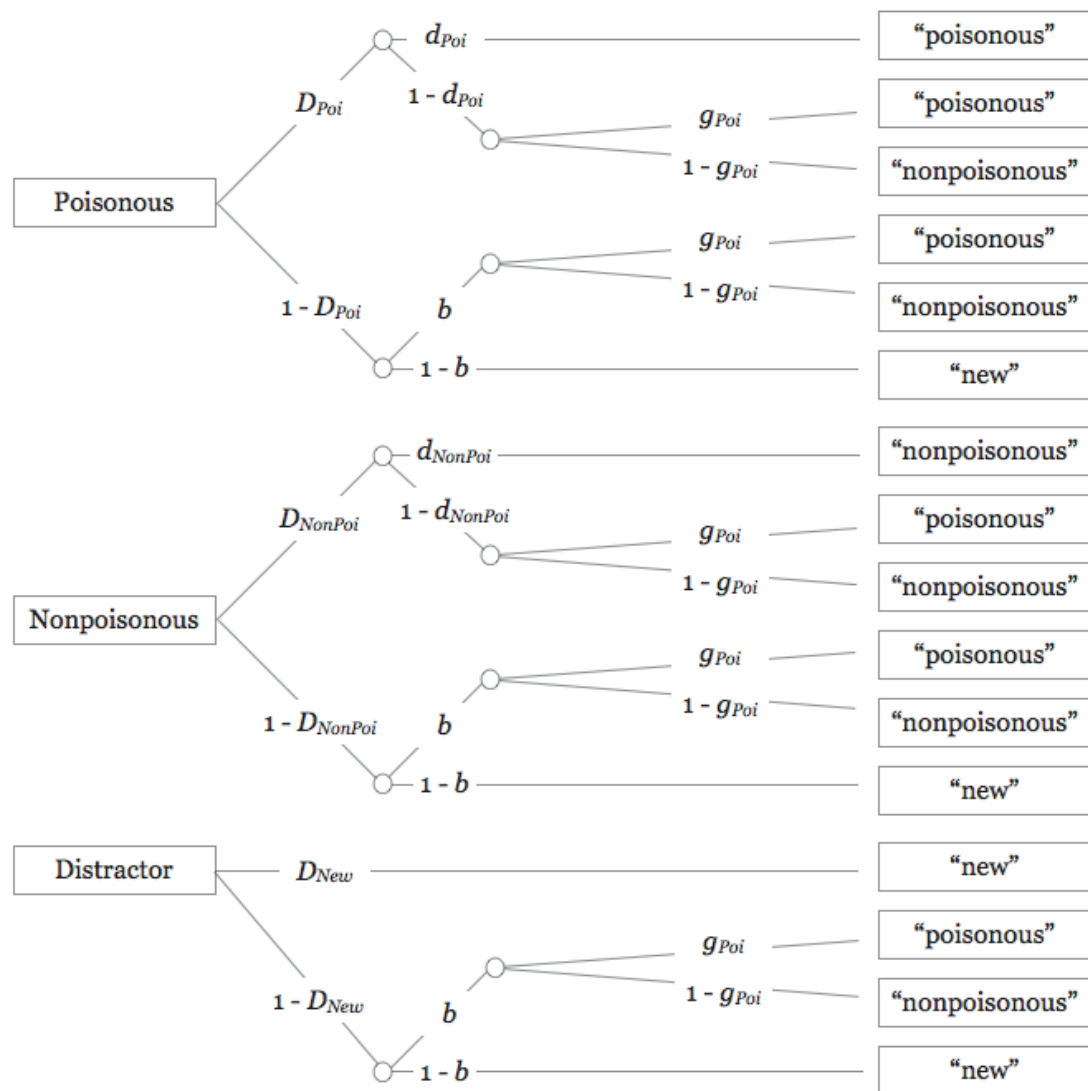


Figure 2

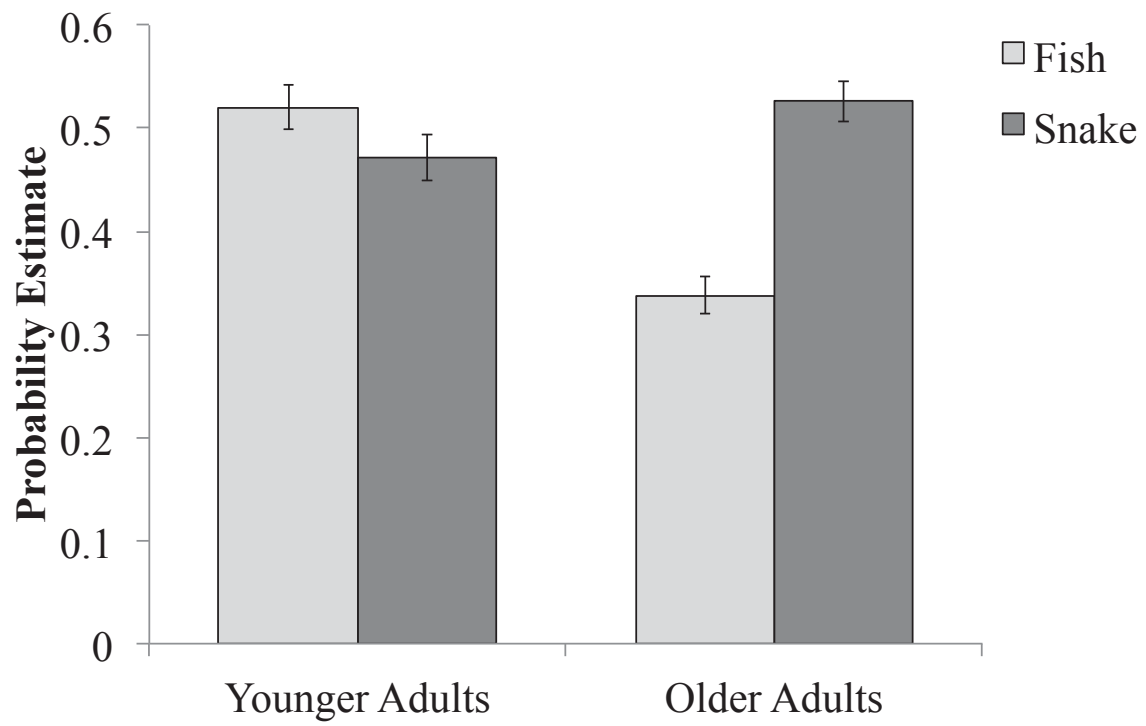
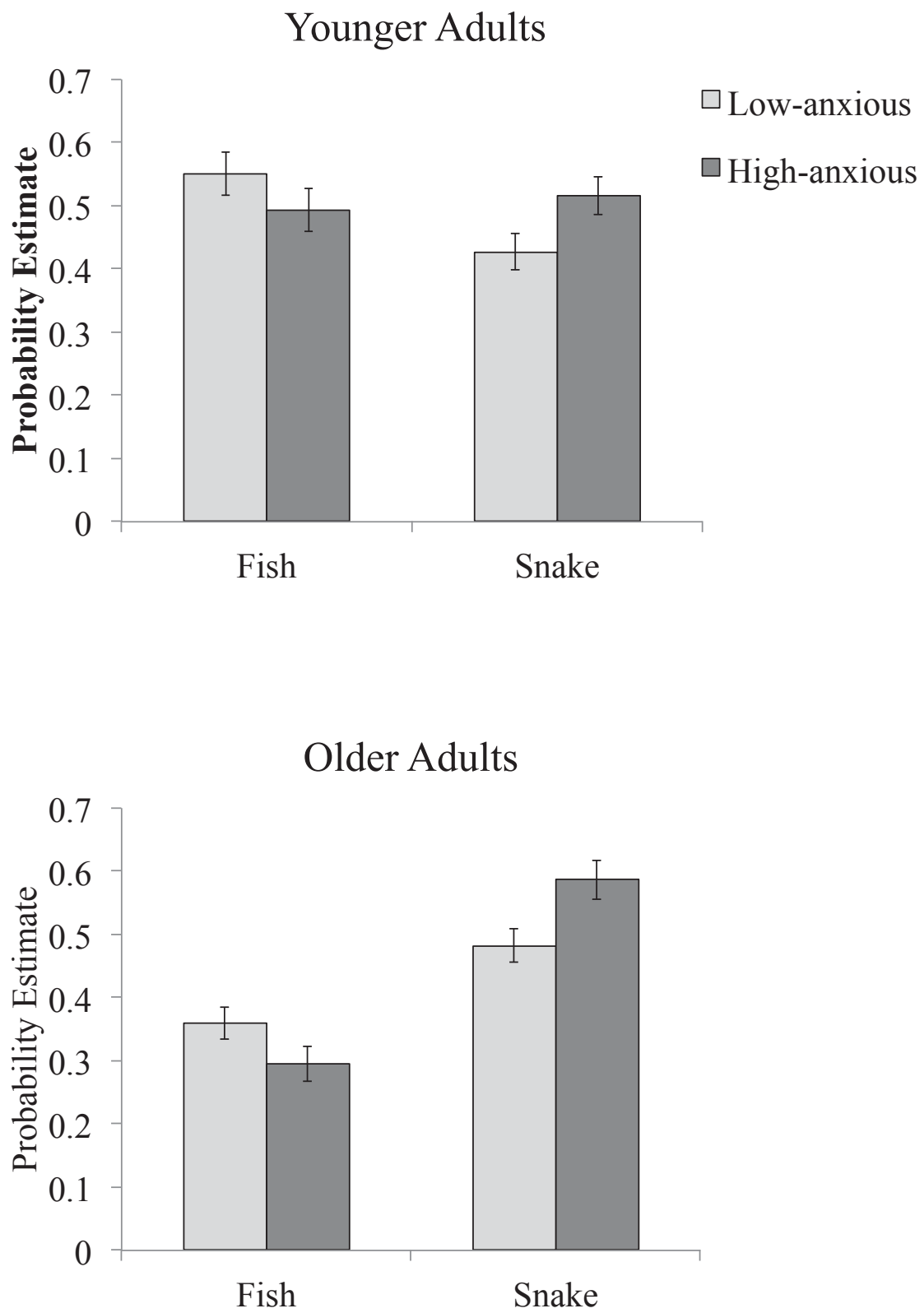


Figure 3



Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere an Eides Statt, dass die Dissertation mit dem Titel „Der Einfluss von Emotion auf das Quellengedächtnis“ von mir selbstständig und ohne unzulässig fremde Hilfe unter Beachtung der Grundsätze zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf erstellt worden ist. Die Dissertation wurde in der vorgelegten oder in ähnlicher Form noch bei keiner anderen Institution eingereicht. Ich habe bisher keine erfolglosen Promotionsversuche unternommen.

Datum: 3. September 2014

Name: Miriam Meyer

Unterschrift: