

Kopfzeile: Verstehen kontroverser wissenschaftlicher Themen

**Verstehen kontroverser wissenschaftlicher Themen: Probleme, zugrundeliegende kognitive
Prozesse und psychologische Interventionen**

Tobias Richter & Johanna Maier

Universität Würzburg

Zur Veröffentlichung angenommen bei der Zeitschrift *Psychologische Rundschau* (2017)

Teile der hier dargestellten Forschung wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des SPP 1409 "Wissenschaft und Öffentlichkeit" (Projekt RI 1100/5-3) und im Projekt RI 1100/8-1 sowie durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF; 01PK11017B und 01PK15009B) unterstützt.

Adresse für Korrespondenz:

Tobias Richter

Universität Würzburg

Lehrstuhl für Psychologie IV

Röntgenring 10

97070 Würzburg

Tel.: 0931/31 – 83755

E-Mail: tobias.richter@uni-wuerzburg.de

Zusammenfassung

Wenn Rezipient(inn)en sich z.B. im Internet zu einem öffentlich diskutierten wissenschaftlichen Thema informieren, lesen sie meist mehrere Texte, die widersprüchliche empirische Evidenz oder konkurrierende Annahmen enthalten können. Zugleich verfügen sie in der Regel über inhaltliche (Vor-)Überzeugungen, die die Verarbeitung der gelesenen Informationen beeinflussen können. Diese Bedingungen können (1) zu verzerrten Bewertungen wissenschaftlicher Argumente führen, erschweren (2) den Aufbau einer ausgewogenen und angemessenen Repräsentation wissenschaftlicher Sachverhalte und begünstigen (3) die Entstehung und Aufrechterhaltung fehlerhafter und einseitiger Vorstellungen. In unserem Beitrag illustrieren wir diese Probleme mit empirischen Beispielen und beschreiben die selektive Aktivierung von Gedächtnisinhalten und die automatische Validierung von Textinhalten als kognitive Mechanismen, die allen drei Problemen zugrunde liegen. Abschließend diskutieren wir, wie Trainings und eine entsprechende Gestaltung der Wissenschaftskommunikation Rezipient(inn)en dabei unterstützen können, ein adäquates und ausgewogenes Verständnis wissenschaftlicher Informationen zu erzielen.

Schlagwörter: konfligierende wissenschaftliche Informationen, Textverständnis, Textverstehen, Validierung, wissenschaftliche Grundbildung, Wissenschaftskommunikation

Abstract

People interested in publically debated scientific issues are often confronted with multiple texts that provide contrary empirical evidence and that take opposed argumentative stances. Such readers often possess only low prior knowledge but tend to have strong prior beliefs that influence the processing of new information. These circumstances may (1) lead to a biased evaluation of scientific arguments, (2) hamper the construction of a balanced and rich mental representation of the scientific discourse and (3) promote the construction and maintenance of flawed and one-sided mental representations. We will illustrate these problems of science communication with examples of empirical evidence. Afterwards, we will discuss two types of cognitive processes that might contribute to these problems: selective activation of information from memory and an automatic validation of text contents. We will then describe how recipients might be assisted in gaining a successful and balanced understanding of controversial science texts by training aspects of scientific literacy and by communicating scientific information effectively.

Schlagwörter: conflicting scientific information, science communication, scientific literacy, text comprehension, validation

Einleitung

Das Internet bietet eine Vielfalt leicht zugänglicher Quellen mit Informationen über wissenschaftliche Themen, wie z.B. wissenschaftliche Fachzeitschriften oder populärwissenschaftliche und wissenschaftsjournalistische Angebote. In der breiten Öffentlichkeit stoßen vor allem wissenschaftliche Themen auf Interesse, die nicht nur in der Wissenschaft selbst diskutiert werden, sondern auch eine Relevanz für gesellschaftliche oder individuelle Entscheidungsprobleme haben (z.B. Klimawandel, Energieversorgung, Gesundheitsthemen; socio-scientific issues, Sadler, 2004). Zu derartigen Themen haben Rezipient(inn)en oft starke Überzeugungen, selbst wenn es sich um hoch komplexe Themen handelt, deren Bewertung ein hohes Vorwissen erfordert. Zur Nutzen-Kosten-Bilanz von Atomenergie beispielsweise beziehen viele Menschen eine klare Position, ohne jedoch genau zu wissen, wie ein Atomkraftwerk funktioniert, und ohne im Einzelnen begründen zu können, wie die Kosten und Risiken der Atomenergie einzuschätzen sind. Auch bei sozialwissenschaftlichen Themen, wie etwa zu der kontrovers diskutierten Frage nach negativen Einflüssen digitaler Medien auf die Entwicklung von Kindern, existieren auf beiden Seiten der Kontroverse starke Überzeugungen, die aber selten durch Vorwissen über einschlägige empirische Befunde oder psychologische Wirkmechanismen fundiert sind (Appel & Schreiner, 2014). Kennzeichnend für solche Themen ist es weiterhin, dass Rezipient(inn)en, wenn sie sich (meist im Internet) über das Thema näher informieren möchten, mehrere Texte lesen (multiple Texte, Perfetti, Rouet & Britt, 1999). Diese Texte vermitteln dann meist unterschiedliche Standpunkte und konfligierende Argumente. Das MD-TRACE-Modell (Multiple-Document Task-based Relevance Assessment and Content Extraction Model; Rouet & Britt, 2011) beschreibt die allgemeinen kognitiven

Prozesse, die an der Suche, Auswahl, Verarbeitung und Anwendung multipler Texte beteiligt sind, sowie die internalen (z.B. Vorwissen, Überzeugungen) und externalen Ressourcen (z.B. Textmaterialien), die diese Prozesse beeinflussen. So nimmt das MD-TRACE-Modell eine rekursive Abfolge der Schritte Konstruktion eines mentalen Modells der Aufgabe, Definition des Informationsbedarfs, Beurteilung der Relevanz und Verarbeitung der Informationen an. Daraus resultiert schließlich ein Dokumentenmodell, das Informationen aus multiplen Texten beinhaltet und in seiner Qualität variieren kann (vgl. Britt, Perfetti, Sandak & Rouet, 1999). Wenn das Dokumentenmodell den Verarbeitungszielen des Rezipienten bzw. der Rezipientin entspricht, ist der Prozess beendet.

Die skizzierte Rezeptionssituation begünstigt das Auftreten von drei Problemen, die einem angemessenen Verständnis wissenschaftlicher Informationen entgegenstehen: (1) eine fehlerhafte Bewertung wissenschaftlicher Argumente, (2) eine einseitige Repräsentation kontroverser wissenschaftlicher Standpunkte und (3) das Festhalten an fehlerhaften Vorstellungen. Im Folgenden illustrieren wir diese drei Probleme mit empirischen Befunden und argumentieren, dass an allen drei Problemen zwei Arten kognitiver Prozesse beteiligt sind: die selektive Aktivierung von Gedächtnisinhalten durch passive Gedächtnisprozesse und eine routinisierte Prüfung der Plausibilität von Informationen beim Textverstehen (Validierung; Richter, 2015; Singer, 2013). Auf dieser Basis diskutieren wir Ansätze für eine verbesserte Vermittlung wissenschaftlicher Informationen, die den geschilderten Problemen entgegenwirken können.

Problem 1: Fehlerhafte Bewertung wissenschaftlicher Argumente

Wissenschaftliche Texte sind argumentativ strukturiert: Für theoretische Annahmen, deren Wahrheitswert unklar oder strittig ist, werden unterstützende Gründe angeführt. In den Erfahrungswissenschaften sind die theoretischen Annahmen in der Regel wissenschaftliche Erklärungen, und die zur Stützung angeführten Gründe sind empirische Belege.

Wissenschaftliche Argumente und Gegenargumente, die alternative Erklärungen und entkräftende oder differenzierende empirische Daten präsentieren, bilden die Grundbausteine wissenschaftlicher Kontroversen. Für ein angemessenes Verständnis aktuell beforschter wissenschaftlicher Themen ist es daher entscheidend, dass Rezipient(inn)en wissenschaftliche Argumente verstehen und ihre Stichhaltigkeit beurteilen können (Britt, Richter & Rouet, 2014).

Argumentationstheoretisch betrachtet sind wissenschaftliche Argumente meist informelle Argumente. Informelle Argumente werden in alltags- oder bildungssprachlicher Form präsentiert (nicht in der normierten Sprache der formalen Logik) und können nicht allein anhand logischer Regeln auf ihre Gültigkeit hin beurteilt werden (im Unterschied zu deduktiven Argumenten der formalen Logik; Johnson-Laird & Byrne, 1991; Rips, 1983). Sie beinhalten nach Toulmin (1958) mindestens eine Behauptung (claim) und einen oder mehrere stützende Gründe (data). Daneben kann ein informelles Argument weitere Elemente wie die (oft implizite) Schlussregel (warrant) enthalten, die Gründe und Behauptung verknüpft, oder Bedingungen, welche die Gültigkeit des Arguments einschränken (rebuttal). Vor allem die Unterscheidung von Behauptungen und Gründen ist der Schlüssel dafür, eine korrekte mentale Repräsentation wissenschaftlicher Argumente aufbauen zu können. Um diese Unterscheidung treffen zu können, müssen Rezipient(inn)en die strittigen Behauptungen, für oder gegen die argumentiert wird, erkennen

(Britt & Larson, 2003), was inhaltliches und textstrukturelles Vorwissen voraussetzt (Britt et al., 2014). Zudem werden in wissenschaftlichen Darstellungen Argumente in sehr unterschiedlicher Weise sprachlich umgesetzt, und die strukturellen Elemente können in verschiedenen Reihenfolgen präsentiert werden. Diese Umstände erschweren die Identifikation der strukturellen Grundelemente von Argumenten.

Die korrekte Identifikation und Repräsentation der strukturellen Elemente von Argumenten ist auch eine Voraussetzung für ihre normativ angemessene Bewertung. Normativ betrachtet bemisst sich die Stichhaltigkeit informeller Argumente daran, ob die Gründe relevant für die Gültigkeit des Arguments sind (Kriterium der Relevanz) und ob sie die Behauptung ausreichend stützen, und z.B. auch Gründe berücksichtigt wurden, die gegen die Behauptung sprechen könnten (Kriterium der Vollständigkeit, Blair & Johnson, 1987). Bei der spontanen Bewertung informeller Argumente stützen sich Rezipient(inn)en jedoch oft auf das einfacher zu bewertende Kriterium, wie plausibel ihnen die genannte Behauptung vorkommt, und vernachlässigen die Kriterien der Relevanz und Vollständigkeit, also die interne Konsistenz von Argumenten (Shaw, 1996). Psychologisch betrachtet ergibt sich die wahrgenommene Plausibilität von Informationen aus der Passung von Vorwissen und Überzeugungen der Rezipient(inn)en mit den beurteilten Informationen (Connell & Keane, 2006; Isberner & Richter, 2014). Die wahrgenommene Plausibilität der Behauptung scheint auch das vorherrschende Kriterium bei der Bewertung wissenschaftlicher Argumente zu sein, wenn die Rezipient(inn)en keine wissenschaftliche Ausbildung genossen haben. Von der Mühlen, Richter, Schmid, Schmidt und Berthold (2016) untersuchten anhand von Protokollen lauten Denkens die Strategien, die von Psychologiestudierenden im ersten Semester und wissenschaftlich arbeitenden

Psycholog(inn)en zur Bewertung von Argumenten mit variabler Qualität in wissenschaftlich-psychologischen Texten angewandt werden. Bei den Erstsemestern herrschten intuitive Plausibilitätseinschätzungen vor (44% aller Einschätzungen), während die Relevanz und Vollständigkeit der Gründe kaum beurteilt wurden (12%). Die Wissenschaftler(innen) dagegen zogen am häufigsten die Relevanz und Vollständigkeit der Gründe für eine Beurteilung heran (47%). Intuitive Plausibilitätseinschätzungen waren bei ihnen seltener (27%).

Warum greifen Menschen bei der Bewertung wissenschaftlicher Informationen oft auf normativ inadäquate Bewertungsstrategien zurück und lassen die interne Konsistenz von Argumenten außer Acht? Eine mögliche Erklärung besteht darin, dass die Beurteilung der Relevanz und Vollständigkeit von wissenschaftlichen Argumenten kognitiv aufwendig ist. Denn diese Beurteilung macht es erforderlich, mentale Modelle für mögliche alternative Erklärungen zu konstruieren und diese gemeinsam mit potenziell stützenden Belegen und entkräftenden Gegenbelegen im Arbeitsgedächtnis verfügbar zu halten (Shaw, 1996). Die Bewertung von Argumenten auf Basis von intuitiven Plausibilitätseinschätzungen ist dagegen kognitiv unaufwendig. Hierbei muss lediglich beurteilt werden, ob eine Behauptung mit vorhandenen Überzeugungen bzw. dem bereits vorhandenen mentalen Modell der wissenschaftlichen Kontroverse konsistent ist oder nicht. Wenn starke bewertungsrelevante Überzeugungen vorliegen, erfolgen derartige Einschätzungen auf Basis schneller und automatischer Validierungsprozesse, die parallel zum Verstehen der Behauptung ablaufen (Voss, Fincher-Kiefer, Wiley & Silfies, 1993; Wyer & Radvansky, 1999) und Teil des regulären Verstehensprozesses sind (Isberner & Richter, 2014; Singer, 2013).

Problem 2: Einseitiges Verständnis wissenschaftlicher Kontroversen

Auch das Verständnis unterschiedlicher Positionen einer wissenschaftlichen Kontroverse kann durch Überzeugungen von Rezipient(inn)en verzerrt sein. In einem Experiment von Maier und Richter (2013a) lasen Studierende beispielsweise allgemeinverständliche Texte zu öffentlich diskutierten Wissenschaftsthemen (Ursachen des Klimawandels und Nutzen vs. Risiken von Regelimpfungen). Die Texte präsentierten Argumente für eine bestimmte Position in der Kontroverse (z.B. natürliche vs. menschengemachte Ursachen des Klimawandels). Nach der Lektüre zeigten Rezipient(inn)en ein deutlich besseres Verständnis der Texte, die mit ihren Überzeugungen übereinstimmten, im Vergleich zu den Texten, die diesen Überzeugungen zuwiderliefen (Effekt der *Text-Überzeugungskonsistenz*). Dies war zumindest dann der Fall, wenn die Texte zu einer argumentativen Position blockweise präsentiert wurden, wodurch die Koaktivierung und Einbindung konträrer Informationen in das mentale Modell des Textinhalts erschwert werden. Bei einer alternierenden Präsentation von Texten unterschiedlicher argumentativer Positionen war das Verständnis der beiden Seiten der wissenschaftlichen Kontroverse dagegen ausgeglichen (s. auch Wiley, 2005).

Eine nahe liegende Erklärung für den Effekt der Text-Überzeugungskonsistenz lautet, dass eine inhaltliche Passung von eigenen Überzeugungen und Textinformationen die Interpretation und Enkodierung von Textinformationen generell erleichtert (Kintsch, 1988). Darüber hinaus tragen vermutlich aber auch spontane Plausibilitätseinschätzungen zu dem Effekt bei. So scheint die wahrgenommene Plausibilität von Informationen beim Textverstehen als eine Art Heuristik genutzt zu werden, die bestimmt, wie intensiv Informationen verarbeitet werden. Schroeder, Richter und Hoever (2008) konnten in einer Untersuchung mit psychologischen

Sachtexten (z.B. zu Ursachen des Rauchens) zeigen, dass plausible Informationen im Vergleich zu unplausiblen Informationen zu einem deutlich höheren Anteil als Basis für vorwissensgestützte Inferenzen genutzt wurden, die in der Psychologie des Textverstehens als wesentlich für die Konstruktion eines mentalen Modells des Textinhalts angesehen werden (O'Brien, Cook & Lorch, 2015). Die Plausibilität wurde manipuliert, indem in die Texte auch typische Argumentationsfehler eingestreut wurden (z.B. zirkuläre Definitionen: *Das theoretische Konstrukt der Nikotinsensitivitätstheorie besagt, dass manche Menschen sensibler auf Nikotin reagieren, weil sie sensibler auf Nikotin ansprechen*). Für das reine Textgedächtnis, operationalisiert über die Wiedererkennung von explizit im Text genannten Informationen, spielte die Plausibilität in der Untersuchung von Schroeder et al. dagegen keine Rolle.

Ein enger positiver Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Plausibilität wissenschaftlicher Informationen und ihrer Integration in ein mentales Modell der dargestellten Sachverhalte hat sich auch in mehreren Untersuchungen mit multiplen Texten zu öffentlich diskutierten wissenschaftlichen Kontroversen gezeigt. Die dabei verwendeten Texte deckten erziehungs-, natur- und neurowissenschaftliche Themen ab (z.B. Maier & Richter, 2013b; Lombardi, Sinatra & Nussbaum, 2013). Ein Experiment von Richter und Maier (2016) konnte darüber hinaus einen kausalen Effekt der Plausibilität auf das Verstehen konfligierender wissenschaftlicher Informationen belegen. Studierende lasen allgemeinverständliche Texte, in denen für oder gegen die Annahme argumentiert wurde, dass Spinnenseide zur Regeneration geschädigter Nervenstränge genutzt werden kann. Zuvor sah die Hälfte der Probandinnen und Probanden (Pbn) ein Video zum Thema Spinnenseide, in dem mehrmals die Behauptung wiederholt wurde, dass Spinnenseide zur Neuroregeneration genutzt werden kann. Die andere

Hälfte der Pbn sah dasselbe Video, in dem aber die gegenteilige Behauptung – ebenfalls mehrfach – präsentiert wurde. Im Hinblick auf die vermittelten Informationen unterschieden sich die beiden Varianten des Videos nicht, und es wurden auch keinerlei Argumente für die strittige Behauptung vermittelt. Trotz des minimalistischen Charakters dieser Überzeugungsmanipulation zeigte sich ein Effekt der Text-Überzeugungskonsistenz: Das mentale Modell für den Text, der mit den zuvor vermittelten Überzeugungen übereinstimmte, war stärker als das mentale Modell für den überzeugungsinkonsistenten Text. Die Stärke des mentalen Modells für die beiden Texte wurde anhand einer Rekognitionsaufgabe gemessen, in der Inferenzen aus dem Text (gemischt mit Paraphrasen und Distraktoritens) daraufhin beurteilt werden mussten, ob sie im Text vorkamen (vgl. Schmalhofer & Glavanov, 1986). Dieser Effekt war vollständig durch die wahrgenommene Plausibilität der Textinformationen vermittelt.

Wenn Rezipient(inn)en über eigene Überzeugungen zu öffentlich diskutierten wissenschaftlichen Themen verfügen, kann es also zu einem einseitig verzerrten mentalen Modell von konfligierenden wissenschaftlichen Informationen kommen. Diese Verzerrung lässt sich als eine spezielle Form des Bestätigungsfehlers (confirmation bias) interpretieren (z.B. Lord, Ross & Lepper, 1979), der aber bereits auf der Ebene des Textverstehens ansetzt und auf einer tieferen Verarbeitung von überzeugungskonsistenten Informationen beruht.

Problem 3: Schwierigkeiten bei der Korrektur von Fehlvorstellungen

Die Überzeugungen von Menschen zu öffentlich diskutierten wissenschaftlichen Fragen sind manchmal nicht nur einseitig, sondern auch fehlerhaft. Fehlvorstellungen über wissenschaftliche Fragen können z.B. durch wissenschaftlich nicht oder nur unzureichend

belegte Informationen geschaffen werden, die im Internet und in anderen Medien kursieren. In einer Veröffentlichung von Wakefield et al. (1998) in einer medizinischen Fachzeitschrift wurde z.B. behauptet, dass die übliche Kombinationsimpfung gegen Mumps, Masern und Röteln Autismus auslösen könne. Die Ergebnisse der Studie, auf denen diese Behauptung beruhte, stellten sich wenige Jahre später als wahrscheinlich gefälscht heraus, und die fragliche Studie wurde unter großer medialer Aufmerksamkeit zurückgezogen. Dennoch hielt sich die Überzeugung, dass es einen kausalen Zusammenhang zwischen Regelimpfungen und Autismus gibt, auch in den folgenden Jahren, was zu einem messbaren Rückgang der Impfraten führte (Ecker, Swire & Lewandowsky, 2014). Auch zum Thema Klimawandel existieren viele Fehlvorstellungen, die von einfachen falschen Überzeugungen ("Die Wissenschaftler(innen) sind sich uneins, ob sich das Erdklima überhaupt erwärmt") bis hin zu fehlerhaften kausalen mentalen Modellen ("Das Ozonloch verursacht den Treibhauseffekt") reichen (Gore, 2011).

Wie kommt es, dass manche Fehlvorstellungen so schwer korrigierbar sind? Eine Antwort gibt die pädagogisch-psychologische Forschung zur Umstrukturierung von Überzeugungen (conceptual change; für einen Überblick s. die Beiträge in Vosniadou, 2013; Richter & Singer, in Druck). Diese Forschung hat gezeigt, dass isolierte falsche Überzeugungen relativ leicht durch die Präsentation der korrekten Alternative korrigiert werden können. Sobald eine falsche Überzeugung jedoch in ein mentales Modell kausaler Zusammenhänge eingebunden ist, ist sie schwer veränderbar (Chi, 2008).

Kognitions- und sozialpsychologische Experimente, in denen zunächst Informationen als wahr dargestellt und im späteren Verlauf korrigiert werden, legen ähnliche Schlüsse nahe. Diese Experimente haben mit verschiedenen Arten von Texten (von Nachrichtenmeldungen bis hin zu

Fallgeschichten) wiederholt gezeigt, dass zunächst vermittelte Fehlinformationen auch nach einer expliziten Korrektur einen sehr robusten Einfluss auf die Sicht der Pbn haben können (continued influence of misinformation effect, Johnson & Seifert, 1994; s. auch Anderson, Lepper, & Ross, 1980; Wilkes & Leatherbarrow, 1988). Bei Johnson und Seifert (1994) lasen die Pbn z.B. nacheinander eine Abfolge von Nachrichtentexten über ein Feuer in einem Lagerhaus. Dabei wurde in einem der ersten Texte erwähnt, dass in dem Raum, in dem das Feuer ausgebrochen war, normalerweise Farb- und Gasbehälter aufbewahrt wurden. In einer späteren Nachricht wurde klargestellt, dass der fragliche Raum zum Zeitpunkt des Feuers leer war. Trotz dieser expliziten Korrektur nahmen die Pbn in einer späteren Befragung weiterhin auf die Farb- und Gasbehälter als potenzielle Ursache des Feuers Bezug. Wenn den Pbn allerdings zusätzlich eine plausible alternative Erklärung für den Brandausbruch angeboten wurde (Brandstiftung), war die Korrektur der Fehlinformation wirksam.

Einige der dargestellten Experimente geben auch klare Hinweise auf die Bedingungen, die die Korrektur von Fehlinformationen erschweren. In einer Untersuchung von Anderson, Lepper und Ross (1980) lasen Pbn beispielsweise Fallstudien, die einen Zusammenhang zwischen Risikobereitschaft und beruflicher Leistung von Feuerwehrleuten nahelegten. Ein Teil der Pbn sollte Erklärungen für diesen Zusammenhang formulieren. Später wurde den Pbn mitgeteilt, dass die Fallstudien frei erfunden waren. Vor allem die Pbn, die Erklärungen für den Zusammenhang zwischen Risikobereitschaft und Leistung formuliert hatten, hielten an der Überzeugung fest. Dies geschah, obwohl diese Pbn wussten, dass die präsentierten Fallgeschichten frei erfunden waren. Fehlerhafte Informationen lassen sich also durch die Einbettung in ein kausales mentales Modell gegen eine Korrektur immunisieren.

Die Einbindung von fehlerhaften bzw. wissenschaftlich nur unzureichend belegten Informationen in ein kausales mentales Modell hat zwei wahrscheinliche psychologische Konsequenzen, die für die Hartnäckigkeit von inadäquaten Vorstellungen zu wissenschaftlichen Themen ausschlaggebend sein können. Erstens schaffen kausale Verknüpfungen effiziente Abrufstrukturen im Langzeitgedächtnis (O'Brien & Myers, 1987), so dass fehlerhafte Informationen mit hoher Wahrscheinlichkeit auch nach einer Korrektur noch automatisch aktiviert werden, wann immer das fragliche Thema angesprochen wird. Eine eventuelle korrigierende Information wird dagegen womöglich nicht automatisch aktiviert, sofern sie nicht ebenfalls in effiziente Abrufstrukturen eingebunden ist. Diese Asymmetrie der Zugänglichkeit im Langzeitgedächtnis kann dazu führen, dass in bestimmten Situationen nur die ursprüngliche Information ("Impfungen können Autismus hervorrufen"), nicht aber ihre Korrektur ("Die Annahme, dass Impfungen Autismus hervorrufen, beruht auf einer gefälschten Studie") erinnert wird. Zweitens führt die Einbindung von wissenschaftlich nicht belegten Informationen in ein kausales mentales Modell oft dazu, dass ansonsten schwer verständliche Sachverhalte (wie im Beispiel die Entstehung von Autismus) nachvollziehbar werden. Dadurch gewinnen diese Informationen an Plausibilität. Da leicht abrufbare und verständliche Informationen per se aufgrund ihrer höheren Verarbeitungsflüssigkeit als plausibler empfunden werden (Schwarz, 2004), wird dieser Effekt zusätzlich verstärkt (für Beispiele aus der Wissenschaftskommunikation s. auch Scharrer, Britt, Stadtler & Bromme, 2012; Scharrer, Bromme, Britt & Stadtler, 2012).

Zusammengenommen legen die diskutierten Untersuchungen nahe, dass fehlerhafte bzw. wissenschaftlich nur unzureichend belegte Informationen durch ihre Einbindung in ein kausales

mentales Modell leichter zugänglich beim Gedächtnisabruf sind, eine höhere Plausibilität besitzen und sich sehr widerstandsfähig gegenüber einer Korrektur zeigen.

Grundlegende kognitive Prozesse tragen zu Problemen bei der Rezeption wissenschaftlicher Informationen bei

Den skizzierten Problemen, die einem angemessenen Verständnis kontrovers diskutierter wissenschaftlicher Themen entgegenstehen, liegen ähnliche kognitive Prozesse zugrunde. Ein Typus von kognitiven Prozessen, der bei allen drei Problemen (fehlerhafte Bewertung von Argumenten, einseitiges Verständnis kontroverser Themen und Festhalten an fehlerhaften Vorstellungen) eine Rolle spielt, sind *passive Gedächtnisprozesse* (memory-based processing, O'Brien, Rizzella, Albrecht & Halleran, 1998), für die Wörter und größere Textsegmente als Abrufreize fungieren. Solche passiven Gedächtnisprozesse haben eine wichtige Funktion für das Textverstehen, weil sie ressourcenschonend, schnell und inkrementell Informationen aus dem Langzeitgedächtnis (Vorwissen und Informationen aus vorangegangenen Textabschnitten) zur Verfügung stellen, die für die Interpretation und Bewertung der eingehenden Textinformationen benötigt werden (Kintsch, 1988). Allerdings sind passive Gedächtnisprozesse selektiv, weil gut zugängliche Gedächtnisinhalte mit starken Assoziationen zu Hinweisreizen aus dem gerade gelesenen Text mit einer größeren Wahrscheinlichkeit aktiviert werden und so die weitere Verarbeitung des Texts bestimmen. Diese an sich funktionale Eigenschaft passiver Gedächtnisprozesse kann zu den drei skizzierten Problemen beim Verständnis von öffentlich diskutierten wissenschaftlichen Themen beitragen: Wenn aufseiten der Rezipient(inn)en starke Überzeugungen oder gut zugängliche Fehlvorstellungen vorliegen, werden diese bevorzugt

aktiviert und können so einen verzerrenden Einfluss auf das Verstehen und die Bewertung wissenschaftlicher Argumente ausüben.

Der zweite Typus kognitiver Prozesse, der vermutlich an allen drei Problemen beteiligt ist, ist die *Validierung* von Informationen beim Textverstehen (Richter, 2015; Singer, 2013). Der Begriff der Validierung bezeichnet eine routinisierte, unwillkürliche und schnelle Überprüfung der Konsistenz von Textinformationen mit dem Vorwissen bzw. den Überzeugungen von Rezipient(inn)en. Die Existenz derartiger Validierungsprozesse wird durch zahlreiche Untersuchungen mit unterschiedlichen experimentellen Paradigmen (von Lesezeiten über Blickbewegungen bis hin zu ereigniskorrelierten Potenzialen) nahegelegt (z.B. Ferretti, Singer & Patterson, 2008; Matsuki, Chow, Hare, Elman, Scheepers & McRae, 2011; Singer, 2006; für einen Überblick s. Isberner & Richter, 2014). Experimente mit einem Stroop-ähnlichen Paradigma haben z.B. gezeigt, dass Textinformationen automatisch zurückgewiesen werden, wenn sie bei der Validierung als inkonsistent mit dem eigenen Vorwissen erkannt werden (Isberner & Richter, 2013; Richter, Schroeder & Wöhrmann, 2009). Da die Validierung eingehender Textinformationen selektiv auf Basis der Informationen vorgenommen wird, die zu einem bestimmten Zeitpunkt gerade im Arbeitsgedächtnis verfügbar sind, kann sie zu einer verzerrten Bewertung von Argumenten beitragen. Die Konsequenzen sind eine bevorzugte Verarbeitung überzeugungskonsistenter Informationen und eine Vernachlässigung von Informationen, die Fehlvorstellungen korrigieren könnten.

Die beiden beschriebenen Typen kognitiver Prozesse – passive Gedächtnisprozesse und die routinisierte Validierung von eingehenden Informationen – sind nicht auf die Verarbeitung wissenschaftlicher Informationen beschränkt und nicht per se dysfunktional. Im Gegenteil

handelt es sich grundsätzlich um funktionale und ressourcenschonende Komponenten der Sprachverarbeitung (O'Brien et al., 1998; Richter, 2015). Im Kontext der Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Kontroversen, zu denen Rezipient(inn)en starke Überzeugungen oder sogar Fehlvorstellungen haben, können sie jedoch als "Nebenprodukt" die skizzierten Verständnisprobleme verursachen.

Wie kann das Verständnis öffentlich diskutierter wissenschaftlicher Themen bei Laien verbessert werden?

Ein vielversprechender Weg, um das Verständnis wissenschaftlicher Themen auf breiter Basis zu verbessern, ist eine Stärkung der wissenschaftlichen Grundbildung (scientific literacy) durch geeignete Trainingsmaßnahmen. Wenn den Rezipient(inn)en das nötige Hintergrundwissen und die relevanten Strategien für einen effektiven Umgang mit konfligierenden wissenschaftlichen Argumenten vermittelt werden, führt dies in der Regel schon nach einem kurzen Training zu einer messbaren Reduktion der skizzierten Probleme. Als vielversprechend haben sich z.B. Trainingsmaßnahmen erwiesen, die auf die Identifikation der strukturellen Komponenten von Argumenten abheben und den Fokus bei der Bewertung der Argumente auf deren interne Konsistenz richten (Larson, Britt & Kurby, 2010). Der verzerrende Einfluss von Überzeugungen auf das Verständnis kontroverser wissenschaftlicher Positionen kann zudem effektiv vermieden werden, wenn Studierende metakognitive Strategien vermittelt bekommen, mit denen sie die verzerrenden Einflüsse der eigenen Überzeugungen bewusst überwachen und diesen Einflüssen aktiv begegnen können (Maier & Richter, 2014). Sowohl die Identifikation der strukturellen Komponenten von Argumenten als auch Strategien gegen den

verzerrenden Einfluss von Überzeugungen sind wichtige Aspekte wissenschaftlicher Grundbildung (Britt et al., 2014), kommen aber unseres Wissens nach in den Curricula des (natur-)wissenschaftlichen Unterrichts bislang nicht vor.

Ein zweiter Weg kann an einer Verbesserung der Kommunikation konfligierender wissenschaftlicher Informationen ansetzen. Das Verständnis wie auch die Bewertung wissenschaftlicher Argumente lassen sich dadurch unterstützen, dass die Struktur der kommunizierten Argumente sprachlich explizit gemacht wird. Dabei ist es wichtig, Behauptungen (z.B. Erklärungshypothesen) sprachlich zu kennzeichnen und von unterstützenden Gründen (z.B. empirischen Daten) klar zu trennen (Britt & Larson, 2003). Eine Möglichkeit der Kennzeichnung strittiger Behauptungen sind sprachliche Marker, die den epistemischen Status von Informationen signalisieren (z.B. durch epistemische Adverbien wie *vielleicht*, *sicherlich*, *möglicherweise*, konjunktivische Formulierungen wie *es könnte sein*, *dass* oder durch die Modifikation von Aussagen durch epistemische Verben wie *man weiß/vermutet*, *dass*). Zweitens kann die Verwendung von Konnektoren (z.B. kausale und konzessive Konnektoren wie *weil*, *daher* oder *obwohl*) Rezipient(inn)en darin unterstützen, die Beziehungen zwischen Argumentbestandteilen zu erkennen und in die Bewertung von Argumenten einzubeziehen (Britt & Larson, 2003; Larson, Britt & Larson, 2004).

Auf der Textebene scheint eine abwechselnde Präsentation von Argumenten bzw. Texten zu konträren Positionen (eher als eine blockweise Präsentation) ein effektiverer Ansatz zu sein. Eine alternierende Präsentation kontroverser Texte erleichtert die Gegenüberstellung und Integration von Argumenten und Gegenargumenten, wodurch Laien besser in der Lage sind, konfligierende Argumente zueinander in Beziehung zu setzen und eine ausgewogene

Repräsentation kontrovers diskutierter wissenschaftlicher Themen aufzubauen (Maier & Richter, 2013a; Wiley, 2005).

Zur Korrektur von Fehlvorstellungen (unter die hier auch wissenschaftlich nicht oder nur unzureichend belegte Vorstellungen gefasst werden) haben sich explizite Widerlegungen (refutation texts) als vergleichsweise effektiv erwiesen (vgl. Tippet, 2010). Bei dieser Textform wird die Fehlvorstellung explizit benannt, als fehlerhaft gekennzeichnet und unmittelbar durch die Beschreibung einer korrekten Alternative berichtigt. Durch diese Textstruktur wird die Korrektur von Fehlvorstellungen in zwei Hinsichten erleichtert. Erstens werden durch explizite Widerlegungen passive Gedächtnisprozesse so gesteuert, dass die fehlerhafte Überzeugung und die korrekte Alternative gleichzeitig aktiviert sind, wodurch ein kognitiver Konflikt ausgelöst wird (van den Broek & Kendeou, 2008). Zweitens wird die Auflösung des kognitiven Konflikts und letztlich die Korrektur der fehlerhaften Überzeugung erleichtert, indem den Rezipient(inn)en unmittelbar eine alternative Sichtweise (in der Regel ein alternatives kausales mentales Modell) angeboten wird.

Eine weitere Verbesserungsmöglichkeit für die Kommunikation von kontrovers diskutierten wissenschaftlichen Themen lässt sich aus der Forschung der Überzeugungsänderung durch Geschichten ableiten. Geschichten haben eine besonders starke und nachhaltige persuasive Kraft (selbst wenn sie explizit als fiktiv gekennzeichnet sind, z.B. Appel & Richter, 2007) und bilden einen Kontext, in dem gute Argumente eine größere Wirkung entfalten können (Schreiner, Appel, Isberner & Richter, in Druck). Diese persuasive Kraft beziehen Geschichten unter anderem daraus, dass sie eine klare kausale Struktur haben und somit die vermittelten Informationen besonders leicht in ein kausales mentales Modell eingebunden werden können.

Tatsächlich werden Fehlvorstellungen zu wissenschaftlichen Themen oft durch gute Geschichten erzeugt und am Leben erhalten. Praktisch alle pseudowissenschaftlichen Ansätze, vom Kreationismus über wissenschaftlich zweifelhafte medizinische Therapien oder psychotherapeutische Ansätze bis hin zu esoterischen Lehren wie dem Ufogleuben, können mit faszinierenden (Fall-)Geschichten aufwarten, die entscheidend zu ihrer Überzeugungskraft beitragen (für eine kritische Diskussion der Rolle von Fallgeschichten in der Psychologie s. z.B. Stanovich, 2012). Eine Möglichkeit zur Korrektur von Fehlvorstellungen könnte darin bestehen, dass gute Geschichten vermehrt auch dazu genutzt werden, wissenschaftliche Erkenntnisse einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln. Allerdings geht dabei in der Regel der diskursive Charakter des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns verloren, so dass sich Geschichten aus unserer Sicht in erster Linie zur Korrektur populärer Fehlvorstellungen, aber vermutlich weniger zur Vermittlung der Konflikthaftigkeit und Fragilität wissenschaftlichen Wissens eignen.

Ausblick und Fazit

Mit der zunehmenden Verfügbarkeit wissenschaftlicher Informationen für eine breite Öffentlichkeit steht die Wissenschaftskommunikation vor neuen Herausforderungen. Die psychologische Forschung legt nahe, dass die fehlerhafte Bewertung wissenschaftlicher Argumente, die einseitige Repräsentation kontroverser wissenschaftlicher Standpunkte und das Festhalten an fehlerhaften bzw. wissenschaftlich nur unzureichend belegten Vorstellungen Probleme der Wissenschaftskommunikation sind, die ihre Wurzeln in prinzipiell funktionalen passiven Gedächtnisprozessen und routinisierten Validierungsprozessen haben. Da eine Veränderung routinierter Prozesse, die in anderen Kontexten durchaus verstehensförderlich

bzw. sogar verstehensnotwendig sind, weder sinnvoll noch praktikabel wäre, sollten psychologische Interventionen darauf abzielen, die negativen Auswirkungen dieser Prozesse auf die Verarbeitung konfligierender wissenschaftlicher Informationen abzumildern. Ansatzpunkte für entsprechende Interventionen, deren breite Wirksamkeit allerdings insgesamt noch durch weitere Forschung belegt werden muss, finden sich bei den Rezipient(inn)en selbst (z.B. durch eine Stärkung der wissenschaftlichen Grundbildung und die Vermittlung geeigneter metakognitiver Strategien) und in der Art und Weise, wie kontroverse wissenschaftliche Informationen präsentiert werden.

Eine wichtige Frage betrifft dabei die Verallgemeinerbarkeit der hier vorgestellten Ideen über verschiedene Wissenschaftsbereiche hinweg. Unsere Argumentation bezieht sich lediglich auf empirische Wissenschaften, also Natur- und Sozialwissenschaften, in denen die Gültigkeit theoretischer Annahmen anhand von empirischen Daten überprüft bzw. belegt wird. Es gibt allerdings auch innerhalb der empirischen Wissenschaften große Unterschiede, was die Verständlichkeit, Spezialisierung und die Komplexität von theoretischen Annahmen angeht. Die hier vorgestellten Überlegungen beziehen sich auf Inhaltsbereiche, in denen auch Nicht-Expert(inn)en die Möglichkeit haben, eine entsprechend aufbereitete wissenschaftliche Argumentation zumindest im Ansatz nachzuvollziehen und die präsentierten Argumente auf ihre Stichhaltigkeit hin zu beurteilen. Dies gilt z.B. für einen Großteil der sozialwissenschaftlichen Forschung, aber auch für Teile der naturwissenschaftlichen Forschung (z.B. die medizinische Forschung zur Wirksamkeit von therapeutischen Ansätzen). Viele Forschungsbereiche sind hingegen aufgrund der epistemischen Arbeitsteilung in der modernen Wissensgesellschaft stark spezialisiert. Die in diesen Bereichen durchgeführte Forschung kann im Grunde nur von

Expertinnen und Experten nachvollzogen werden, die sich intensiv mit dem jeweiligen Problem beschäftigt haben und über ausreichendes technisches und methodisches Wissen verfügen (z.B. die Experimentalphysik, Nano- oder Gentechnik, aber auch etwa methodisch anspruchsvolle oder theoretisch ausdifferenzierte Bereiche der Psychologie). In diesen Bereichen ist die inhaltliche Bewertung von Argumenten durch Nicht-Expert(inn)en schwierig oder gar unmöglich, so dass diese sich rationaler verhalten, wenn sie sich bei der Beurteilung kontroverser wissenschaftlicher Themen auf Expertenurteile verlassen (Scharrer, Bromme et al., 2012). Umso wichtiger werden dann die Fähigkeiten, Expert(inn)en und zuverlässige Quellen für wissenschaftlichen Informationen auch als solche zu erkennen und von Pseudo-Expert(inn)en und unzuverlässigen Quellen zu unterscheiden (Bromme & Thomm, 2016; Stadtler et al., in Druck; von der Mühlen, Richter, Schmid, Berthold & Schmidt, 2016).

Literatur

Anderson, C.A., Lepper, M.R. & Ross, L. (1980). Perseverance of social theories: The role of explanation in the persistence of discredited information. *Journal of Personality and Social Psychology*, *39*, 1037–1049.

Appel, M. & Richter, T. (2007). Persuasive effects of fictional narratives increase over time. *Media Psychology*, *10*, 113–134.

Appel, M. & Schreiner, C. (2014). Digitale Demenz? Mythen und wissenschaftliche Befundlage zur Auswirkung von Internetnutzung. *Psychologische Rundschau*, *65*, 1–10.

Blair, J.A. & Johnson, R.H. (1987). Argumentation as dialectical. *Argumentation*, *1*, 41–56.

Britt, M.A. & Larson, A. (2003). Construction of argument representations during on-line reading. *Journal of Memory and Language*, *48*, 749–810.

Britt, M. A., Perfetti, C. A., Sandak, R. & Rouet, J. F. (1999). Content integration and source separation in learning from multiple texts. In S. R. Goldman, A. C. Graesser, & P. van den Broek (Eds.). *Narrative comprehension, causality, and coherence: Essays in honor of Tom Trabasso* (pp. 209-233). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Britt, M.A., Richter, T. & Rouet, J.-F. (2014). Scientific Literacy: The role of goal-directed reading and evaluation in understanding scientific information. *Educational Psychologist*, *49*, 104–122.

Bromme, R. & Thomm, E. (2016). Knowing who knows: Laypersons' capabilities to judge experts' pertinence for science topics. *Cognitive Science*, *40*, 241–252.

Chi, M.T.H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shifts. In S. Vosniadou (Ed.), *Handbook of research on conceptual change* (pp. 61–82). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Connell, L. & Keane M. T. (2006). A model of plausibility. *Cognitive Science*, 30, 95–120.

Ecker, U.K.H., Swire, B. & Lewandowsky, S. (2014). Correcting misinformation: A challenge for education and cognitive science. In D.N. Rapp & J.L.G. Braasch (Eds.), *Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences* (pp. 13–18). Cambridge, MA: MIT Press.

Ferretti, T.R., Singer, M. & Patterson, C. (2008). Electrophysiological evidence for the timecourse of verifying text ideas. *Cognition*, 108, 881–888.

Gore, A. (2011). *10 common misconceptions about climate change* [Online document]. Retrieved on February 13, 2016, from <http://www.prevention.com/health/healthy-living/10-global-warming-misconceptions>

Isberner, M.-B. & Richter, T. (2013). Can readers ignore implausibility? Evidence for nonstrategic monitoring of event-based plausibility in language comprehension. *Acta Psychologica*, 142, 15–22.

Isberner, M.-B. & Richter, T. (2014). Comprehension and validation: Separable stages of information processing? A case for epistemic monitoring in language comprehension. In D.N. Rapp & J. Braasch (Eds.), *Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences* (pp. 245–276). Boston, MA: MIT Press.

Johnson, H.M. & Seifert, C.M. (1994). Sources of the continued influence effect: When discredited information in memory affects later inferences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *20*, 1420–1436.

Johnson-Laird, P.N. & Byrne, R.M.J. (1991). *Deduction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, *95*, 163–182.

Larson, A., Britt, M.A. & Kurby, C. (2010). Students' evaluation of informal arguments. *Journal of Experimental Education*, *77*, 339–366.

Larson, M., Britt, M.A. & Larson, A. (2004). Disfluencies in comprehending argumentative texts. *Reading Psychology*, *25*, 205–224.

Lombardi, D., Sinatra, G. & Nussbaum, E.M. (2013). Plausibility reappraisals and shifts in middle school students' climate change conceptions. *Learning and Instruction*, *27*, 50–62.

Lord, C.G., Ross, L. & Lepper, M.R. (1979). Biased assimilation and attitude polarization: The effects of prior theories on subsequently considered evidence. *Journal of Personality and Social Psychology*, *37*, 2098–2109.

Maier, J. & Richter, T. (2013a). Text-belief consistency effects in the comprehension of multiple texts with conflicting information. *Cognition and Instruction*, *31*, 151–175.

Maier, J. & Richter, T. (2013b). How nonexperts understand conflicting information on social science issues: The role of perceived plausibility and reading goals. *Journal of Media Psychology*, *25*, 14–26.

Maier, J. & Richter, T. (2014). Training multiple text comprehension: How metacognitive strategies and motivation moderate the text-belief consistency effect. *Metacognition and Learning, 9*, 54–71.

Matsuki, K., Chow, T., Hare, M., Elman, J. L., Scheepers, C. & McRae, K. (2011). Event-based plausibility immediately influences on-line language comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 37*, 913–934.

O'Brien, E., Cook, A. & Lorch, R. (Eds.). (2015). *Inferences during reading*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

O'Brien, E. J., Rizzella, M. L., Albrecht, J. E. & Halleran, J. G. (1998). Updating a situation model: A memory-based text processing view. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 24*, 1200-1210.

O'Brien, E. & Myers, J. (1987). The role of causal connections in the retrieval of text. *Memory & Cognition, 15*, 419–427.

Perfetti, C.A., Rouet, J.-F. & Britt, M.A. (1999). Toward a theory of documents representation. In H. van Oostendorp & S.R. Goldman (Eds.), *The construction of mental representations during reading* (pp. 99–122). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Richter, T. (2015). Comprehension and validation of text information: Two sides of the same coin. *Discourse Processes, 52*, 337–352.

Richter, T. & Maier, J. (2016). *Plausibility effects in the comprehension of controversial science texts*. Manuskript in Vorbereitung.

Richter, T., Schroeder, S. & Wöhrmann, B. (2009). You don't have to believe everything you read: Background knowledge permits fast and efficient validation of information. *Journal of Personality and Social Psychology*, *96*, 538–558.

Richter, T. & Singer, M. (in Druck). Discourse updating: Acquiring and revising knowledge through discourse. In D. Rapp, M.A. Britt & M. Schober (Eds.), *Handbook of discourse processes* (2nd ed.). New York: Routledge.

Rips, L. J. (1983). Cognitive processes in propositional reasoning. *Psychological Review*, *90*, 38–71.

Rouet, J. & Britt, M. A. (2011). Relevance processes in multiple document comprehension. In M. T. McCrudden, J. P. Magliano & G. Schraw (Eds.), *Text relevance and learning from text* (pp. 19–52). Greenwich, CT: Information Age.

Sadler, T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*, 513–536.

Scharrer, L., Britt, M.A., Stadtler, M. & Bromme, R. (2012). Beyond one's own understanding: How text comprehensibility affects laypeople's decision about scientific claims. In N. Miyake, D. Peebles & R. P. Cooper (Eds.), *Proceedings of the 34th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 965–970). Austin, TX: Cognitive Science Society.

Scharrer, L., Bromme, R., Britt, M. A. & Stadtler, M. (2012). The seduction of easiness: How science depictions influence laypeople's reliance on their own evaluation of scientific information. *Learning and Instruction*, *22*, 231–243.

Schmalhofer, F. & Glavanov, D. (1986). Three components of understanding a programmer's manual: Verbatim, propositional, and situational representations. *Journal of Memory and Language*, 25, 279–294.

Schreiner, C., Appel, M., Isberner, M.-B. & Richter, T. (in Druck). Argument strength and the persuasiveness of stories. *Discourse Processes*.

Schroeder, S., Richter, T. & Hoever, I. (2008). Getting a picture that is both accurate and stable: Situation models and epistemic validation. *Journal of Memory and Language*, 59, 237–259.

Schwarz, N. (2004). Metacognitive experiences in consumer judgment and decision making. *Journal of Consumer Psychology*, 14, 332–348.

Shaw, F.W. (1996). The cognitive processes in informal reasoning. *Thinking and Reasoning*, 2, 51–80.

Singer, M. (2006). Verification of text ideas during reading. *Journal of Memory and Language*, 54, 574–591.

Singer, M. (2013). Validation in reading comprehension. *Current Directions in Psychological Science*, 22, 361–366.

Stadtler, M., Winter, S., Scharrer, L., Thomm, E., Krämer, N. & Bromme, R. (in Druck). Selektion, Integration und Evaluation: Wie wir das Internet nutzen, wenn wir uns über Wissenschaft informieren wollen. *Psychologische Rundschau*.

Stanovich, K.E. (2012). *How to think straight about psychology* (10th ed.). Boston, MA: Pearson.

Tippett, C.D. (2010). Refutation text in science education: A review of two decades of research. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 9513–970.

Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

van den Broek, P. & Kendeou, P. (2008). Cognitive processes in comprehension of science texts: The role of co-activation in confronting misconceptions. *Applied Cognitive Psychology*, 22, 335–351.

von der Mühlen, S., Richter, T., Schmid, S., Berthold, K. & Schmidt, L.M. (2016). The use of source-related strategies in evaluating multiple psychology texts: A student-scientist comparison. *Reading and Writing*, 8, 1677–1698.

von der Mühlen, S., Richter, T., Schmid, S., Schmidt, L.M. & Berthold, K. (2016). Judging the plausibility of argumentative statements in scientific texts: A student-scientist comparison. *Thinking and Reasoning* 22, 221–246.

Vosniadou, S. (Ed.). (2013). *International handbook of research on conceptual change* (2nd ed.). New York: Routledge.

Voss, J.F., Fincher-Kiefer, R., Wiley, J. & Silfies, L.N. (1993). On the processing of arguments. *Argumentation*, 7, 165–181.

Wakefield, A., Murch, S.H., Anthony, A., Linnell, J., Casson, D.M., Malik, M. et al. (1998). Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children [retracted article]. *Lancet*, 351, 637–641.

Wiley, J. (2005). A fair and balanced look at the news: What affects memory for controversial arguments? *Journal of Memory and Language*, 53, 95–109.

Wilkes, A.L. & Leatherbarrow, M. (1988). Editing episodic memory following the identification of error. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 361–387.

Wyer, R.S. & Radvansky, G.A. (1999). The comprehension and validation of social information. *Psychological Review*, 106, 89–118.