

Unbewusste Wahrnehmung

Handlungsdeterminierende Reizerwartungen bestimmen die Wirksamkeit subliminaler Reize

Andrea Kiesel

Zusammenfassung. Die Wirkungsweise unbewusster Reize wird unter anderem mit der Methode des subliminalen Primings untersucht. Subliminal präsentierte Prime-Reize beeinflussen die Verarbeitung eines Targets, wenn ihre Verarbeitung intendiert ist und diese Reize im Experimentalkontext erwartet werden können. Zur Erklärung dieser Befunde haben wir existierende Konzepte zur Handlungsvorbereitung weiterentwickelt. Das Erklärungskonzept der handlungsdeterminierenden Reizerwartungen postuliert einen zweistufigen Prozess für Vorbereitung und Ausführung intendierter Handlungen. Zunächst werden handlungsdeterminierende Reizerwartungen spezifiziert entsprechend der aktuell instruierten Aufgabe bzw. des erlebten Aufgabenkontextes. Als zweiter Prozess findet ein Abgleich des tatsächlichen Reizes mit den Reizerwartungen statt. Stimmt der Reiz mit den handlungsdeterminierenden Reizerwartungen überein, wird die entsprechende Reaktion automatisch aktiviert.

Dieser Ansatz kann viele Befunde zum subliminalen Priming erklären, die bisher widersprüchlich erschienen. Er ist nicht nur auf übliche Experimentalkontexte mit Zweifachwahlreaktionen anwendbar, sondern gilt auch für Aufgabenkontexte mit mehrfachen Handlungsbereitschaften und für die freie Wahl zwischen zwei Handlungsalternativen. Ob das Erklärungskonzept der handlungsdeterminierenden Reizerwartungen ausreicht, um alle Arten des subliminalen Primings zu erklären ist unklar. Hier ist weitere Forschung notwendig um zu klären ob und gegebenenfalls unter welchen Bedingungen unbewusste Reize komplexere Verarbeitungsprozesse, wie semantische Verarbeitung oder exekutive Kontrollprozesse beeinflussen.
Schlüsselwörter: unbewusste Wahrnehmung, subliminales Priming, Handlungsvorbereitung

Unconscious cognition: action triggers determine effects of subliminal primes

Abstract. Research on unconscious cognition applies the subliminal priming paradigm. Subliminally presented prime-stimuli influence target processing when participants intend to processes these stimuli and when they expect these stimuli in the current task context. To account for these findings, we developed existing theories on action preparation further. Our “action trigger account” postulates a 2-step process for preparation and execution of intended actions. First, participants specify action-triggers, that is, they build up expectations regarding imperative stimuli for the required responses according to task instructions and task contexts. Second, stimuli that match these “action triggers” directly activate the corresponding responses.

This account allows to explain contradictory findings in subliminal priming research. The action trigger account is not restricted to typical forced choice tasks with two response alternatives. Instead the account likewise applies to task contexts with multiple task sets and for free choice tasks. An open question is whether the account is suitable to explain all types of subliminal priming. Here more research is required to reveal whether subliminal stimuli impact on more complex cognitive function like semantic processing or executive control functions.

Key words: unconscious cognition, subliminal priming, action trigger account

Mit dem Begriff „unbewusste Wahrnehmung“ wird in der Psychologie die Wirkung unterschwelliger, d. h. nicht bewusst wahrnehmbarer Reize auf das Verhalten bezeichnet. Die Vorstellung, das eigene Handeln könnte durch nicht wahrnehmbare Reize, also unwissentlich und möglicherweise entgegen den eigenen Absichten beeinflusst werden, ist beunruhigend. Diese Befürchtung ist umso mehr gegeben, wenn kolportiert wird, dass etwa die unmerkliche Einblendung von entsprechender Werbung in Kinofilmen geeignet sei, den Cola-Konsum in der Kinopause zu steigern. Auch wenn dieser Einfluss unter kontrollierten

Bedingungen nie bestätigt werden konnte, hat sich der Mythos von der Wirksamkeit unbewusster Werbebotschaften in der Öffentlichkeit erhalten (Pratkanis, 1992).

Die wissenschaftliche Untersuchung des Phänomens der „unbewussten Wahrnehmung“ hat sich lange Zeit auf die Frage konzentriert, ob unbewusste Reize Einfluss auf das Verhalten haben können (Holender, 1986; Reingold & Merikle, 1993). Einen wichtigen Beitrag für die Etablierung des Phänomens leisteten Berichte und Untersuchungen von Patienten mit neurologischen Ausfällen wie Neglekt, Blindsight oder Extinktion (z. B. Pöppel, Held & Frost, 1973; Fuentes & Humphreys, 1996; Schweinberger & Stief, 2000; Weiskrantz, 1986, 2002; Young, A. & de Haan, 1993). Durch diese neurologischen Ausfälle können die Patienten Stimuli, die in einem bestimmten Teil des visuellen Fel-

Diese Arbeit wurde durch eine Sachbeihilfe der Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG KI 1388/1-2) unterstützt. Ich danke Joachim Hoffmann und Wilfried Kunde für hilfreiche Anmerkungen zu einer früheren Version des Manuskripts.

des präsentiert werden, nicht sehen, d. h. sie können diese Stimuli weder identifizieren, noch können sie angeben, ob überhaupt Stimuli präsentiert wurden. Trotzdem haben diese unbewusst bleibenden Stimuli Einfluss auf das Verhalten. Wird ein Patient gebeten die Identität der Stimuli zu erraten, so antwortet er überzufällig richtig (z. B. Weiskrantz, 1986), oder er ist schneller beim Lesen eines Wortes, wenn ihm zuvor dasselbe Wort im blinden visuellen Halbfelds präsentiert wurde (Schweinberger & Stief, 2000).

Neben Untersuchungen an Patienten mit neurologischen Ausfällen wurde das Phänomen der unbewussten Wahrnehmung bei gesunden Probanden gezeigt. Dazu wurde die Wirksamkeit von Reizen unter Bedingungen untersucht, unter denen die Reizverarbeitung dermaßen erschwert ist, dass diese Reize nicht bewusst wahrgenommen werden. Hierbei wurden verschiedene Methoden verwendet, die im Folgenden kurz erläutert werden.

In Untersuchungen mit parafovealer Darbietung beobachtete Bradshaw (1974), dass Versuchspersonen foveal präsentierte Target-Wörter schneller identifizierten, wenn ihnen zuvor semantisch ähnliche Wörter außerhalb des visuellen Fokus, also parafoveal präsentiert wurden, obwohl die Versuchspersonen angaben, diese Wörter nicht gesehen zu haben (siehe auch Underwood, 1976). Im Paradigma des „inattention blindness“ wurde gezeigt, dass sogar foveal präsentierte Wörter zuweilen nicht bewusst wahrgenommen werden, wenn die Aufmerksamkeit durch Konzentration auf parafoveale Reize gebunden ist. Trotzdem wurden diese Wörter zu einem gewissen Grad verarbeitet, denn die Wahrscheinlichkeit, dass diese Wörter in einer nachfolgenden Wortstammerngzungsaufgabe verwendet wurden, stieg durch die vorherige, unbewusst gebliebene Darbietung (Mack & Rock, 1998). Ein ähnliches Phänomen wurde auch in der akustischen Modalität mit der Methode des dichotischen Hörens gezeigt (z. B. Moray, 1969). Konzentrierten sich Personen auf auditive Information, die einem Ohr präsentiert wurden, so erzeugten schockassoziierte Worte, die im abgewandten Ohr präsentiert wurden, einen galvanischen Hautreflex, obwohl die Personen diese Wörter nicht bewusst wahrnahmen (Corteen & Wood, 1972). Selbst unter Narkose, einem Zustand in dem überhaupt keine bewusste Wahrnehmung erfolgt, verarbeiteten Versuchspersonen Reize, die ihnen über Kopfhörer dargeboten wurden. Hörten Versuchspersonen während der Narkose wiederholt dieselben Wörter, so verwendeten sie diese Wörter häufiger in einer Wortstammerngzungsaufgabe, die nach der Narkose durchgeführt wurde (Merikle & Daneman, 1996). Die Reizverarbeitung unter Narkose scheint aber eingeschränkt. In einem kürzlich erschienenen Übersichtsartikel erläuterten Deeprose und Andrade (2006) den Einfluss der Tiefe der Narkose und schlussfolgerten, dass ohne bewusste Wahrnehmung zwar perzeptuelle, nicht aber konzeptuelle (semantische) Verarbeitung stattfindet.

Neben diesen Methoden wurden visuelle Reize in Priming-Experimenten durch Maskierung unkenntlich gemacht (z. B. Dehaene et al., 1998; Eimer & Schlaghecken, 1998; Marcel, 1983; Neumann & Klotz, 1994; Vorberg,

Mattler, Heinecke, Schmidt & Schwarzbach, 2003). Das Phänomen der unbewussten Wahrnehmung kann mit diesem Paradigma überzeugend demonstriert werden, vor allem weil die „Unbewusstheit“ der Reize empirisch überprüft wird, anstatt lediglich durch einmalige Befragung und damit subjektive Bestätigungen der Versuchspersonen erfasst zu werden (Holender, 1986; Kouider & Dehaene, 2007). Die obige Auflistung zeigt jedoch, dass Wirkungen unbewusster Reize bei verschiedenen Untersuchungsbedingungen und für visuelle und auditive Modalität bestehen.

Die Methode des Subliminalen Primings

In Experimenten zum subliminalen¹ Priming führen die Versuchspersonen gewöhnlich eine Zweifachwahlreaktion aus. Beispielsweise geben sie durch das Betätigen einer linken oder rechten Reaktionstaste an, ob eine Target-Ziffer größer oder kleiner als fünf ist. Vor dem Target wird ein weiterer Reiz, der sogenannte Prime dargeboten. Erfordert der Prime dieselbe Reaktion wie das Target, so spricht man von einem kongruenten Prime. Erfordert der Prime dagegen eine andere Reaktion als das Target, so spricht man von einem inkongruentem Prime. Die Darbietung des Primes beeinflusst die Verarbeitung des Targets, denn Versuchspersonen reagieren langsamer (und mit mehr Fehlern) auf das Target nach inkongruenten als nach kongruenten Primes. Dieser Unterschied in den Reaktionszeiten (und Fehlerraten) wird als Kongruenzeffekt bezeichnet; er ist Indiz für die Verarbeitung des Primes.

Um sicherzustellen, dass der Prime nicht bewusst wahrgenommen werden kann, seine Präsentation also nur subliminal ist, werden erstens sehr kurze Darbietungszeiten im Bereich von 10 bis 50 ms gewählt. Zweitens wird der Prime maskiert, z. B. durch zufällige Buchstabenketten, die unmittelbar vor und nach der Primedarbietung eingeblendet werden². Zusätzlich wird empirisch meist am Ende des Experiments überprüft, dass die Primedarbietung tatsächlich subliminal ist. Dazu werden die Versuchspersonen zunächst über die Darbietung des Primes und der Masken aufgeklärt. Dann sehen sie einige Versuchsdurchgänge, die den Experimentaldurchgängen gleichen, sind aber instruiert den Prime (und nicht das Target) zu identifizieren oder in Bezug auf die Aufgabe zu kategorisieren, also im vorherigen Beispiel anzugeben, ob der jeweilige Prime kleiner oder größer 5 ist. Diese empirische Überprüfung er-

¹ Der Begriff „subliminal“ wurde von Johann Herbart (1776–1841) eingeführt, um Gedanken zu bezeichnen, die unterhalb der Schwelle (des Limes) für Bewusstheit, miteinander konkurrieren (Kouider & Dehaene, 2007).

² Es gibt verschiedene Techniken zur Maskierung, auf die im folgenden aber nicht genauer eingegangen wird, da für das vorliegende Projekt nur wichtig ist, dass die Maskierung die bewusste Identifikation des Prime-Reizes verhindert. Für eine aktuelle Übersicht der Maskierungstechniken sei hier auf Breitmeyer und Ögmen (2006) verwiesen.

möglicht eine „objektive“ Bestimmung, ob der Prime-Reiz subliminal präsentiert wird, da durch die Anwendung der Signalentdeckungstheorie (Green & Swets, 1966) ein objektives Signalentdeckungsmaß (d') getrennt von subjektiven Beantwortungstendenzen berechnet werden kann.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass im Paradigma des subliminalen Priming Kongruenzeffekte zeigen, dass Primes, die nicht bewusst wahrnehmbar sind, trotzdem Einfluss auf die Verarbeitung des Targets haben. Subliminales Priming ist somit durch eine Dissoziation gekennzeichnet (Holender, 1986): Das indirekte Maß „Kongruenzeffekt“ belegt, dass Primes wirksam werden. Die Leistung im direkten Maß „Identifikation“ oder „Kategorisierung“ des Primes weicht dagegen nicht vom Zufallsniveau ab.³

Das Phänomen des subliminalen Primings wurde vielfach repliziert und gilt als gut etabliert. Es wurde für einfache Reize wie Ziffern (z. B. Dehaene et al., 1998) und Buchstaben (Reynvoet, Gevers & Caessens, 2005), Farbreize (Schmidt, 2002), Symbole wie Rauten und Quadrate (Neumann & Klotz, 1994) oder Pfeile (Eimer & Schlaghecken, 1998; Vorberg et al., 2003) gezeigt. Aber auch komplexere Reize, wie Wörter (Klauer, Eder, Greenwald & Abrams, 2007) und Bilder (z. B. Dell'Acqua & Grainger, 1999) erzeugen Kongruenzeffekte, wenn sie als subliminale Primes präsentiert werden. Dementsprechend hat sich das Forschungsinteresse in den letzten Jahren verlagert von der Frage, ob es Einflüsse unbewusster Reize gibt, hin zu den Mechanismen unbewusster Verhaltensdetermination, also den Fragen, wie und unter welchen Bedingungen subliminale Reize das Verhalten beeinflussen. In diesem Übersichtsartikel erläutere ich einen theoretischen Ansatz zur Erklärung subliminaler Reizwirkungen, das Konzept „handlungsdeterminierender Reizerwartungen“. Empirische Evidenz für dieses Konzept und Ergebnisse zu seiner Spezifizierung werden in den anschließenden Abschnitten besprochen.

Erklärungskonzept der „handlungsdeterminierenden Reizerwartungen“

Das Erklärungskonzept der handlungsdeterminierenden Reizerwartungen ist auf die Grundüberzeugung aufgebaut, dass menschliches Handeln intentional ist und somit zielorientiert erfolgt (z. B. Ach, 1905, 1910). Menschen (und auch viele Tiere) reagieren nicht automatisch

auf bestimmte Ereignisse in der Umwelt, sondern sie agieren, um bestimmte Ziele zu erreichen. Dies entspricht unserem Alltagserleben, trifft aber auch für die „künstlichen“ Laborbedingungen beim Experiment zu. Beispielsweise drückt eine Versuchsperson in einem Experiment eine Taste, wenn der Buchstabe „A“ präsentiert wird, nur weil sie so instruiert ist (und weil sie die experimentelle Instruktion befolgt; diese also zu ihrem eigenen Handlungsziel macht); lediglich die Darbietung eines „A“ lässt den Finger nicht zucken (Neumann & Prinz, 1987).

Ziele können aber nur dann erreicht werden, wenn die entsprechenden Umweltgegebenheiten vorliegen, die zur Zielerreichung notwendig sind⁴. Wird ein Ziel angestrebt, das heißt eine bestimmte Handlungsbereitschaft implementiert, muss bestimmt werden zu welchem Zeitpunkt welche Aktion ausgeführt werden soll (z. B. Allport, 1987). Deshalb ist es notwendig Erwartungen über die erforderlichen Reizkonstellationen zu haben, die vorliegen müssen, so dass die Ausführung der Aktion dem Erreichen des Ziels dient (Ach, 1905; Hoffmann, 1993; Neumann & Prinz, 1987). In einer Reihe von Arbeiten haben wir untersucht, welchen Einfluss Handlungsbereitschaften und die damit verbundenen Reizerwartungen für die Verarbeitung subliminal präsentierter Reize haben (z. B. Kiesel, Kunde, Pohl & Hoffmann, 2006; Elsner, Kunde & Kiesel, 2008; Kunde, Elsner & Kiesel, 2007; Kunde, Kiesel & Hoffmann, 2003; Pohl, Kiesel, Kunde & Hoffmann, 2009).

Das Erklärungskonzept der „handlungsdeterminierenden Reizerwartungen“ (Kiesel, Kunde & Hoffmann, 2007a; Kunde et al., 2007; Kunde et al., 2003) geht davon aus, dass unterschwellige Reize nur dann Einfluss auf das Verhalten haben, wenn handlungsdeterminierende Reizerwartungen existieren zu denen sie passen. Die Wirksamkeit von Primes wird nach dieser Auffassung durch einen zweistufigen Prozess bestimmt. Zunächst werden handlungsdeterminierende Reizerwartungen spezifiziert entsprechend der aktuell instruierten Aufgabe bzw. des erlebten Aufgabenkontextes. Dazu werden Gedächtnisrepräsentationen der Umweltereignisse, die nachfolgend eine spezifische motorische Reaktion auslösen sollen, bereitgestellt. Im Versuchskontext bedeutet dies, dass Versuchspersonen die zu erwartenden imperativen Stimuli in passende oder nicht-passende Auslösebedingungen für die geforderten Reaktionsalternativen kategorisieren. Wir bezeichnen diese handlungsdeterminierenden Reizerwartungen auch als „Aktions-Trigger“.

Als zweiter Prozess findet ein Vergleich des tatsächlichen Reizes mit den Reizerwartungen statt. Die „online“-Verarbeitung des Reizes im Versuchsdurchgang ist auf den Vergleich mit den existierenden Reizerwartungen beschränkt. Wenn ein Reiz den handlungsdeterminierenden

³ Untersuchungen, die die Sichtbarkeit des Primereizes variierten, zeigten, dass die Sichtbarkeit (das direkte Maß) und der Kongruenzeffekt (das indirekte Maß) zumindest für eingeschränkte Sichtbarkeitsbereiche nicht linear zusammenhängen. Beispielsweise fanden Vorberg und Kollegen (2003), dass Kongruenzeffekte nicht ansteigen, wenn die Primes besser erkannt werden. In einer Bedingung fanden sie interessanterweise sogar steigende Kongruenzeffekte bei abnehmender Sichtbarkeit der Primes (siehe auch Schmidt & Vorberg, 2006).

⁴ Zur Erreichung eines Zieles ist es ebenfalls unumgänglich zu wissen, welche Aktionen notwendig für seine Erreichung sind (z. B. Hoffmann, 1993). Dieser Teil der Handlungssteuerung wird hier nicht berücksichtigt. Hier sei lediglich auf den ersten Teil einer Arbeit von Kunde, Elsner und Kiesel (2007) verwiesen, in dem diese Frage thematisiert wird.

Reizerwartungen (d. h. den Auslösebedingungen eines Aktions-Triggers) entspricht, wird die zugeordnete Aktion automatisch aktiviert (und verursacht Kongruenzeffekte, wenn der Reiz ein Prime war). Folglich aktivieren Reize nur dann Aktionen, wenn passende Reizerwartungen (Aktions-Trigger) vorliegen.

Grundlage für den Ansatz handlungsdeterminierender Reizerwartungen ist die Annahme von Prozessen zur Aufgabenvorbereitung. Vorbereitung hat die Funktion notwendige Verarbeitungsschritte der Reizverarbeitung und der Handlungsplanung bereits vorwegzunehmen, und dadurch eine schnellere Handlungsausführung zu ermöglichen. Im Versuchskontext bereiten sich Versuchspersonen auf die instruierte Aufgabe vor, um schnell auf Reize reagieren zu können, die sie im Experimentalkontext erwarten und können dadurch weitere Verarbeitungsschritte (wie z. B. semantische Kategorisierung) umgehen, die notwendig wären, wenn ein Reizereignis unerwartet einträte. Der spezifische Vorteil der Aufgabenvorbereitung in diesem Kontext ist eine schnelle Reizverarbeitung, da sie sich darauf beschränkt den aktuellen Reiz mit den existierenden Reizerwartungen zu vergleichen.

Mit diesem Ansatz handlungsdeterminierender Reizerwartungen wird „klassisches“ Gedankengut der Psychologie aufgegriffen: Narziß Ach (1905, 1910) hat bereits Anfang des letzten Jahrhundert ähnliche Ideen der Aufgabenvorbereitung formuliert: „die auf den Reiz (Bezugsvorstellung) gerichtete Zielvorstellung (Bewegung) [erlaubt es] alle zwischen Bezugsvorstellung und Zielvorstellung liegende Inhalte möglichst auszuschalten“ (Ach, 1905, S. 147). Verwandt dazu sind auch das Konzept des Aufforderungscharakters von Lewin (1928) und das Konzept der Affordances von Gibson (1979). In neuerer Zeit spricht Hoffmann (1993, 2001, 2003) im Modell der antizipativen Verhaltenssteuerung in diesem Zusammenhang von Startantizipationen und Hommel (2000) belebte den Begriff „prepared reflex“ wieder, der ursprünglich von Exner (1879) eingeführt worden war. Im Bereich des subliminalen Primings hat Neumann (1990) den Ansatz der direkten Parameterspezifikation formuliert um deutlich zu machen, dass unbewusste Reize lediglich fehlende Parameter einer ansonsten vollständig geplanten Handlung spezifizieren (siehe auch Ansoorge, 2006). Das Erklärungskonzept der handlungsdeterminierenden Reizerwartungen ist als Weiterentwicklung dieser Ansätze zu verstehen. Im Vergleich zur direkten Parameterspezifikation von Neumann liegt der Schwerpunkt unseres Ansatzes auf der Untersuchung, welche Reize motorische Aktionen auslösen, bzw. wie Reizerwartungen gebildet und repräsentiert werden.

In den folgenden Abschnitten bespreche ich empirische Befunde, die das Erklärungskonzept handlungsdeterminierender Reizerwartungen im Vergleich zu weiteren Erklärungsansätzen bewerten. Anschließend erläutere ich Arbeiten, die durchgeführt wurden, um das Konzept der handlungsdeterminierenden Reizerwartungen zu spezifizieren. Dabei werde ich Experimente besprechen, die Hinweise darauf geben, wie handlungsdeterminierender Reizerwartungen repräsentiert sind und wie sie gebildet wer-

den. Anschließend werde ich die Frage erläutern, ob mehrfache und unterschiedliche Handlungsbereitschaften für die Verarbeitung subliminaler Reize zur Verfügung stehen können.

Bewertung des Ansatzes im Vergleich zu weiteren Erklärungsansätzen

In der Literatur lassen sich verschiedene Positionen zur Erklärung des Phänomens des subliminalen Primings identifizieren. Im Folgenden werde ich drei aktuell diskutierte Ansätze vorstellen und vergleichend mit dem Konzept handlungsdeterminierender Reizerwartungen diskutieren. Als erstes sei die Hypothese der „automatisierten Reiz-Reaktions-Verbindungen“ genannt. Diese nimmt an, dass im Laufe des Experiments Reiz-Reaktions-Verbindungen aufgebaut werden, da die Versuchspersonen wiederholt dieselbe Reaktion auf ein Target ausführen (z. B. Abrams & Greenwald, 2000; Damian, 2001). Subliminale Reize können, so die Annahme, nur über diese bereits bestehenden Verbindungen Reaktionen aktivieren. Deshalb, so die Schlussfolgerung, wirken nur Primes, die im Experimentalkontext als Targets erlebt wurden. Beispielsweise erzeugen Wörter bzw. Wortfragmente nur dann Kongruenzeffekte, wenn sie auch als Target präsentiert worden sind (Abrams & Greenwald, 2000). Der Ansatz postuliert somit, dass ohne Bewusstsein keine elaborierte Verarbeitung stattfinden kann.

Die zweite Hypothese nimmt eine „elaborierte Verarbeitung unbewusster Reize“ an (Dehaene et al., 1998; Reynvoet et al., 2005). Hier wird postuliert, dass subliminale Primes, ebenso wie bewusst wahrnehmbare Targets, semantisch kategorisiert werden und entsprechend der Kategorisierung die durch die Aufgabeninstruktion zugeordneten, motorischen Reaktionen aktivieren. Primes erzeugen also dann Kongruenzeffekte, wenn sie im Sinne der erforderlichen Kategorisierung verarbeitet werden können; sie müssen nicht als Targets erlebt werden.

Die dritte Hypothese geht von „zwangsläufiger semantischer Verarbeitung unbewusster Reize“ (Kiefer, 2002; Kiefer & Spitzer, 2000; Marcel, 1980, 1983) aus. Subliminale Primes aktivieren, ebenso wie supraliminale Reize, all ihre semantischen Nachbarn. Die prime-induzierte Aktivierung des semantischen Netzes erleichtert die geforderte Verarbeitung des Targets. Ein Prime beeinflusst demnach immer die Verarbeitung des Targets, wenn er mit diesem in semantischer Beziehung steht, auch wenn die aktuelle Aufgabeninstruktion eine andere Verarbeitung erfordert (siehe jedoch Kiefer, 2007).

Im Gegensatz zur letztgenannten Hypothese zwangsläufiger semantischer Verarbeitung postuliert das Konzept handlungsdeterminierender Reizerwartungen, dass subliminale Primes nur dann Einfluss haben, wenn entsprechende Handlungsbereitschaften vorliegen. Im Einklang mit dieser Annahme haben wir gezeigt, dass die Aufgabeninstruktion determiniert, ob Ziffernreize die Verarbeitung ihrer numerischen Nachbarn erleichtern

(Kunde et al., 2003). Eine Gruppe von Versuchspersonen wurde instruiert Ziffern hinsichtlich ihrer numerischen Größe zu kategorisieren, und bei Ziffern kleiner als fünf eine linke Reaktionstaste und bei Ziffern größer als fünf eine rechte Reaktionstaste zu drücken. Eine andere Gruppe von Versuchspersonen wurde instruiert auf einzelne Ziffernexemplare zu reagieren, also die linke Reaktionstaste zu drücken, wenn die Ziffer „1“ oder die Ziffer „4“ präsentiert wird und die rechte Reaktionstaste zu drücken, wenn die Ziffer „6“ oder die Ziffer „9“ präsentiert wird. In beiden Gruppen wurden lediglich die Ziffern „1“, „4“, „6“ und „9“ als Targets präsentiert. Die Prime-Ziffern „2“, „3“, „7“ und „8“ erzeugten Kongruenzeffekte in der Versuchspersonengruppe, die instruiert war die numerische Größe zu kategorisieren (Kunde et al., 2003, Exp. 1). Zum Beispiel trafen Versuchspersonen die Entscheidung, ob die Target-Ziffer „1“ kleiner oder größer als fünf ist, schneller, wenn zuvor die benachbarte (und reaktionskongruente) Prime-Ziffer „2“ anstelle der weiter entfernten (und reaktionsinkongruenten) Prime-Ziffer „7“ präsentiert wurde. Waren die Versuchspersonen anstelle der Größenkategorisierung instruiert auf einzelne Ziffernexemplare zu reagieren, dann blieben die Prime-Ziffern, die nicht als Targets verwendet wurden (also die Ziffer „2“, „3“, „7“ und „8“) wirkungslos (Kunde et al., 2003, Exp. 3), d. h. die Reaktion auf die Target-Ziffer „1“ war in diesem Fall nicht schneller, wenn die Nachbarziffer „2“ im Vergleich zur „7“ als Prime dargeboten wurde. Ähnliche Evidenz gegen zwangsläufige semantische Verarbeitung unbewusster Reize wurde in verschiedenen Arbeitsgruppen erbracht (z. B. Ansorge, Heumann & Scharlau, 2002; Bodner & Dypvik, 2005; Klinger, Burton & Pitts, 2000; Schlaghecken & Eimer, 2004). In diesen Studien reichte ebenfalls alleinige semantische Ähnlichkeit zwischen Prime und Target nicht aus, um die Verarbeitung des Targets zu beeinflussen. Eine Gemeinsamkeit dieser Studien ist, dass die Versuchspersonen jeweils instruiert waren Zweifachwahlreaktionsentscheidungen auf das Target zu treffen. Es scheint somit, dass eine vollständige und unvermeidbare semantische Verarbeitung unbewusster Prime-Reize in Zweifachwahlreaktionsaufgaben nicht reliabel gezeigt werden kann. Inwiefern semantische Verarbeitung unbewusster Reize bei Verwendung anderer Aufgaben, wie z. B. Wortstammgänzungen (z. B. Schütz, Schendzielarz, Zwitterlood & Vorberg, 2007) oder lexikalischen Entscheidungen (z. B. Kiefer, 2002; Kiefer & Spitzer, 2000), zwangsläufig erfolgt, muss zukünftige Forschungsarbeit klären (für eine Metaanalyse zu diesem Thema siehe Van den Bussche, Van den Noortgate & Reynvoet, 2009).

Um zwischen den Hypothesen der automatisierten Reiz-Reaktions-Verbindungen und der elaborierten Verarbeitung unbewusster Reize zu unterscheiden, wurde die Wirksamkeit von sogenannten Non-Target-Primes betrachtet, also von Reizen, die im Experiment nie als Targets präsentiert wurden. Für solche neuen Prime-Reize können keine Reiz-Reaktions-Verbindungen erworben werden, da im Experiment nie auf sie reagiert wird. Dementsprechend fanden beispielsweise Abrams und Greenwald (2000) und Damian (2001), dass nur Primes, die als Targets erlebt werden, Kongruenzeffekte erzeugen und folgerten, dass sub-

liminale Primes nur wirken, wenn automatisierte Reiz-Reaktions-Verbindungen im Experimentalverlauf erworben worden sind. Doch die Befundlage zur Wirksamkeit von Non-Target-Primes ist uneinheitlich. Mit leicht unterschiedlichen Methoden konnten Dehaene und Kollegen (1998), Dell'Acqua und Grainger (1999), sowie Klauer, Eder, Greenwald und Abrams (2007) zeigen, dass auch Primes, die nicht als Targets erlebt werden, wirksam sind. Diese Autoren sahen deshalb die Hypothese elaborierter Verarbeitung unbewusster Reize bestätigt.

Der Erklärungsansatz handlungsdeterminierender Reizerwartungen kann den Widerspruch dieser Befunde aufheben. Die Wirksamkeit von Primes ist nicht auf Reize beschränkt, für die Reiz-Reaktions-Verbindungen erworben wurden. Non-Target-Primes können Kongruenzeffekte erzeugen – aber nur dann, wenn sie im Handlungskontext erwartet werden, d. h. wenn dementsprechende handlungsdeterminierende Reizerwartungen gebildet wurden. Jedoch wirken Non-Target-Primes nicht zwangsläufig, wenn sie zur geforderten semantischen Kategorisierung passen, sondern wie bereits erläutert nur dann, wenn diese Reize im aktuellen Aufgabenkontext erwartet werden. Welche Faktoren determinieren, ob Reizerwartungen für Non-Target-Primes gebildet werden oder ob Reizerwartungen auf Target-Primes beschränkt bleiben, wird in späteren Abschnitten erläutert.

Zusammenfassend möchte ich an dieser Stelle festhalten, dass das Erklärungskonzept handlungsdeterminierender Reizerwartungen die Befunde zur Wirkung von Primes, die nicht als Targets verwendet werden, schlüssiger erklären kann als die alternativen Hypothesen. Gegenwärtig ist die Idee der Handlungsvorbereitung aber nur heuristisch formuliert; es fehlen genauere Angaben dazu, wie diese Reizerwartungen repräsentiert sind und wie sie gebildet werden. Im Weiteren werde ich Untersuchungen vorstellen, die eine genauere Spezifikation des Ansatzes handlungsdeterminierender Reizerwartungen ermöglichen.

Repräsentation „handlungsdeterminierender Reizerwartungen“

Bezüglich der Repräsentation handlungsdeterminierender Reizerwartungen hat mich interessiert, ob Reizerwartungen semantisch oder sensorisch repräsentiert sind. Sind handlungsdeterminierende Reizerwartungen semantisch repräsentiert, so sollte die Darbietungsart der Primes und Targets keinen Einfluss haben. Sind sie dagegen sensorisch repräsentiert, so sollten Primes nur dann wirken, wenn sie sensorisch zu den präsentierten Targets und damit zu den Reizerwartungen passen.

Zur Untersuchung dieser Frage haben wir überprüft, ob Prime-Reize nur dann wirksam sind, wenn sie im erlebten Target-Format dargeboten werden (Kunde et al., 2003, Exp. 4). Kategorisieren Versuchspersonen Ziffern als größer oder kleiner 5, so erzeugen nur Ziffern, nicht aber Zahlworte Kongruenzeffekte. Werden den Versuchspersonen dagegen nur Zahlworte als Targets präsentiert, so sind

Kongruenzeffekte auf Zahlworte beschränkt und Ziffern bleiben wirkungslos. Semantisch gleiche Reize, in einem anderen als dem erlebten Target-Format bleiben unwirksam. Dies weist darauf hin, dass die Reizerwartungen sensorisch repräsentiert sind, denn nur Prime-Reize im erlebten Target-Format sind wirksam. Erst wenn die maskierten Reize nicht mehr subliminal dargeboten werden, sondern zumindest teilweise sichtbar sind, sind Prime-Reize in einem anderen als dem Target-Format wirksam (Kunde, Kiesel & Hoffmann, 2005).

Auf den ersten Blick scheinen unsere Befunde früheren Resultaten zum Beispiel von Naccache und Dehaene (2001) zu widersprechen. Diese Autoren berichteten Kongruenzeffekte bei der Kategorisierung von Zahlen als größer oder kleiner fünf unabhängig davon, ob die Prime-Zahl und die Target-Zahl im selben Format (beides Ziffer oder beides Zahlwörter) oder in unterschiedlichen Formaten (Ziffer primt Zahlwort, oder Zahlwort primt Ziffer) dargeboten wurden. Allerdings wurden den Versuchspersonen in dieser Studie beide Target-Formate, also sowohl Ziffern als auch Zahlworte als Targets präsentiert und sie konnten deshalb für beide Formate Reizerwartungen ausbilden, so dass diese Ergebnisse im Einklang mit unseren Interpretationen sind.

In einer weiteren Arbeit konnten wir zeigen, dass nicht nur das Darbietungsformat, sondern auch die Orientierung der Target-Reize determiniert, welche Prime-Reize wirksam werden (Elsner, Kunde & Kiesel, 2008). Sehen Versuchspersonen alle Target-Ziffern aufrecht stehend, so erzeugen nur aufrecht stehende Ziffern Kongruenzeffekte. Prime-Ziffern, die 90° nach links oder rechts geneigt sind oder „auf dem Kopf stehen“ sind wirkungslos (Elsner et al., 2008; Exp. 1). Werden die Targets „auf dem Kopf stehend“ dargeboten, sind Primes in dieser Orientierung wirksam. Interessanterweise sind dann aufrechte Primes ebenfalls wirksam – aber nur in den ersten Experimentblöcken. Im Verlaufe des Experiments verschwindet ihre Wirkung (Elsner et al., 2008; Exp. 3). Wir vermuten, dass die Versuchspersonen zu Beginn des Versuchs erwarten, dass Reize in aufrechter Orientierung dargeboten werden. Erleben sie dann nur auf dem Kopf stehende Reize, so ändern sich die Reizerwartungen und somit auch die Wirksamkeit der Primes.

Auch hier ist die Sichtbarkeit der Primes ausschlaggebend, ob Kongruenzeffekte auf die Target-Orientierung begrenzt sind. Werden die Primes nicht maskiert, also überschwellig dargeboten, so erzeugen nach rechts und links geneigte und auf dem Kopf stehende Primes Kongruenzeffekte, auch wenn die Targets nur in aufrechter Orientierung präsentiert werden (Elsner et al., 2008; Exp. 2). Für den Befund, dass sichtbare Primes unabhängig vom Format oder der Orientierung Kongruenzeffekte erzeugen, gibt es zwei Erklärungen zwischen denen aktuell nicht unterschieden werden kann. Einerseits könnten sichtbare Reize zwangsläufig semantisch verarbeitet werden und deshalb im Sinne der instruierten Aufgabe Reaktionen aktivieren. Andererseits könnten sichtbare Prime-Reize, ebenso wie Targets, die Bildung entsprechender Reizerwartungen induzieren.

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass subliminale Primes nur wirken, wenn sie sensorisch zu den Reizerwartungen passen; lediglich semantische Übereinstimmung zwischen Prime und Target genügt nicht für die Induktion von Priming-Effekten. Ob sich die Schlussfolgerung, dass handlungsdeterminierende Reizerwartungen sensorisch entsprechend den perzeptuellen Merkmalen der erwarteten Reize repräsentiert seien, generell halten lässt, ist noch unklar. In den berichteten Untersuchungen war die Anzahl der möglichen Reize immer sehr gering, da nur jeweils acht einstellige Ziffern als Reize in Frage kommen⁵. Deshalb ist es einfach spezifische sensorische Erwartungen für jeden möglichen Reiz zu bilden. Werden andere Kategorisierungen gefordert, wie beispielsweise eine Einordnung in große oder kleine Objekte (Kiesel, Kunde, Pohl & Hoffmann, 2006), ist die Menge der möglichen Reize nicht mehr einfach überschaubar. Gegenwärtig ist es unklar, ob bei einer großen Anzahl möglicher Reize ebenfalls spezifische sensorische Erwartungen für jedes mögliche Target gebildet werden, oder ob in diesem Fall handlungsdeterminierende Reizerwartungen für semantische Kategorien gebildet werden.

Als Argument gegen spezifische sensorische Erwartungen kann angeführt werden, dass die Menge der notwendigen sensorischen Repräsentationen zu groß sei, wenn alle zu erwartenden imperativen Stimuli in passende oder nicht-passende Auslösebedingungen für die geforderten Reaktionsalternativen eingeteilt würden. Stattdessen wäre es erheblich einfacher Prototypen oder semantische Kategorien als Auslösebedingungen zu spezifizieren. Allerdings gibt es meines Wissens keine empirische Evidenz für die Grenzen der Anzahl möglicher sensorischer Repräsentationen. Stattdessen zeigt beispielsweise eine Studie von Bates, Devescovi, Pizzamiglio, D'Amico und Hernandez (1995), dass überschwellig präsentierte Primes sehr breite Kategorien, wie alle Wörter mit übereinstimmendem Genus (Maskulinum oder Femininum), voraktivieren können.

Auf der anderen Seite ist die Hypothese semantisch repräsentierter Reizerwartungen bei großen, unüberschaubaren Reiz-Sets von theoretischer Perspektive gesehen wenig sparsam, da zur Erklärung der Befunde zwei verschiedene Repräsentationsarten angenommen werden müssen, zwischen denen je nach Anzahl der tatsächlich präsentierten Target-Reize hin und her gewechselt wird. In diesem Zusammenhang haben wir in Experimenten, in denen wir die Anzahl der Targets variierten, ein kritisches Ergebnismuster gefunden (Kiesel, Kunde, Pohl & Hoffmann, 2006; Pohl et al., in Druck). In diesen Experimenten konnten die Versuchspersonen aufgrund der Aufgabeninstruktion Objekte als kleiner oder größer als ein Referenzobjekt zu kategorisieren, viele mögliche Reizelemente erwarten. War die Menge der tatsächlichen präsentierten Targets gut überschaubar, da nur vier verschiedene Tar-

⁵ Bei der Aufgabe eine Ziffer als kleiner oder größer 5 zu kategorisieren, können nur die Ziffern 1 bis 4 und 6 bis 9 als Stimuli verwendet werden.

gets verwendet wurden, wirkten nur Primes, die als Targets präsentiert wurden. War die Menge der präsentierten Targets dagegen nicht überschaubar, da vierzig verschiedene Targets verwendet wurden, so wirken auch Non-Target-Primes. Da die Versuchspersonen zu Beginn dieser Experimente jeweils gleich instruiert waren, und somit nicht wussten, wie viele Target-Reize sie erwarten konnten, würde man annehmen, dass sie zu Beginn jedes Experiments zunächst semantische Repräsentationen der Reizerwartungen entsprechend der instruierten Aufgabe gebildet haben. Um zu erklären, weshalb Non-Target-Primes unwirksam sind, wenn nur wenige Reize als Targets erlebt werden, würden man weiterhin vermuten, dass die Reizerwartungen im Verlaufe des Experiments auf wenige, sensorisch repräsentierte Reize eingeschränkt würden⁶. Das Format der Reizerwartungen würde nach dieser Auffassung also im Verlaufe des Experiments von semantisch zu sensorisch geändert.

Auf Grundlage der aktuellen Datenlage kann nicht entschieden werden, ob Repräsentationen handlungsdeterminierender Reizerwartungen durchgängig sensorisch repräsentiert sind. Die experimentellen Befunde lassen aber vermuten, dass die sensorische Repräsentation Vorzug vor der semantischen erhält, wenn eine Einschränkung der Reizerwartungen aufgrund eines kleinen, gut überschaubaren Target-Sets möglich ist.

Bildung „handlungsdeterminierender Reizerwartungen“

Im letzten Abschnitt habe ich bereits erwähnt, dass die Menge der präsentierten Reize Einfluss darauf hat, welche Prime-Reize Kongruenzeffekte erzeugen. Dieser Befund steht im Einklang mit der Annahme, dass handlungsdeterminierende Reizerwartungen entsprechend der aktuell instruierten Aufgabe bzw. des erlebten Aufgabenkontextes gebildet werden. Dazu, so die Annahme, werden Gedächtnisrepräsentationen der Umwelt Ereignisse bereitgestellt, die nachfolgend eine spezifische motorische Reaktion auslösen sollen. Oder anders ausgedrückt: Personen kategorisieren diejenigen Reize, die sie in einer Situation erwarten, in angemessene und unangemessene Auslösereize für die möglichen Aktionsalternativen dieser Situation. Deshalb vermuten wir, dass der Handlungskontext die Bildung von Reizerwartungen und damit die Wirksamkeit von Primes beeinflusst (z. B. Kiesel, Kunde, Pohl & Hoffmann, 2006; Kunde et al., 2003; Pohl et al., in Druck).

Im Folgenden gebe ich einen Überblick über die erarbeitete Evidenz für diese These. Zunächst konnten wir experimentell zeigen, dass nur Prime-Reize, die in den aktu-

ellen Aufgabenkontext passen, wirksam sind. Wie bereits zuvor erwähnt, erzeugten subliminal präsentierte Prime-Ziffern, die nie als Targets präsentiert wurden, nur dann Kongruenzeffekte, wenn die Versuchspersonen instruiert waren, Ziffern als größer oder kleiner 5 zu kategorisieren, nicht aber, wenn die Versuchspersonen auf einzelne Ziffern exemplare reagierten (Kunde et al., 2003, Exp. 1 und 3). Einen ähnlichen Befund berichtet Heinecke (2000), der als Prime- und Target-Reize nach rechts und links zeigende Pfeile in den Farben rot oder grün präsentierte. Je nachdem, ob die Versuchspersonen instruiert waren auf Form oder Farbe zu reagieren, erzeugte die jeweils aufgabenrelevante Dimension Kongruenzeffekte während die irrelevante Dimension wirkungslos blieb (siehe auch Klinger et al., 2000, für ähnliche Befunde mit Wörtern, die in die Kategorien belebt-unbelebt oder positiv-negative kategorisiert werden).

Weiterhin erzeugen auch nur solche Reize Kongruenzeffekte, die im Aufgabenkontext erwartet werden können. Wie bereits in vorherigen Abschnitten angesprochen, ist die Anzahl der verwendeten Target-Reize eine wichtige Determinante für das Ausbilden von Reizerwartungen. Die Menge der verwendeten Target-Reize beeinflusst, ob handlungsdeterminierende Reizerwartungen für Reize, die nicht als Targets präsentiert werden, gebildet werden (Kiesel, Kunde, Pohl & Hoffmann, 2006). In dieser Studie gaben die Versuchspersonen durch Drücken entsprechender Reaktionstasten an, ob Target-Wörter Objekte benennen, die kleiner oder größer als ein Fußball sind. Die Target-Wörter beschrieben gängige Objekte, für die einfach bestimmt werden kann, ob sie kleiner oder größer als das Referenzobjekt sind (z. B. Knopf und Messer für „klein“ und Tisch und Haus für „groß“). Einer Gruppe von Versuchspersonen wurden 40 verschiedene Target-Wörter präsentiert, einer anderen Gruppe lediglich vier verschiedene Target-Wörter. Die verwendeten Primes waren in beiden Gruppen gleich: es wurden jeweils Wörter dargeboten, die als Targets erschienen (Knopf und Haus), die zu einzelnen Target-Wörtern in enger semantischer Beziehung stehen (Gabel und Stuhl steht in enger Beziehung zu Messer und Tisch) und schließlich Prime-Wörter, die gängige Objekte beschreiben, die aber nicht unmittelbar mit den Targets in Beziehung stehen (Brille und Zug). In der Gruppe mit 40 Targets erzeugten alle Primes Kongruenzeffekte, in der Gruppe mit nur vier Target-Wörtern erzeugten nur die Target-Wörter Kongruenzeffekte, die anderen Primes blieben wirkungslos. Wir vermuten, dass die Versuchspersonen Reizerwartungen spezifisch auf die präsentierten Targets einschränken, wenn die Menge der Targets gut überschaubar ist. In Übereinstimmung mit dieser Annahme sind die schon erwähnten Befunde von Abrams und Greenwald (2000, Exp. 3) und Damian (2001). Bei Verwendung von 16 bzw. 12 Target-Wörtern erzeugten nur die Prime-Wörter, die auch als Targets präsentiert wurden Kongruenzeffekte, während andere Primes unwirksam blieben.

Neben der Menge der Targets hat auch die Art der Targets Einfluss auf die Bildung von handlungsdeterminierenden Reizerwartungen (Pohl et al., in Druck). In die-

⁶ Alternativ könnte man auch vermuten, dass zu Beginn des Experiments nur wenige Reizerwartungen für sehr geläufige Exemplare einer Kategorie sensorisch repräsentiert waren. Wurden den Versuchspersonen dann viele Targets präsentiert, müsste man annehmen, dass sich das Repräsentationsformat von sensorisch zu semantisch änderte, um zu erklären, weshalb Non-Target-Primes wirkten, wenn viele verschiedene Targets dargeboten wurden.

ser Experimentreihe waren Versuchspersonen instruiert Bilder von Objekten hinsichtlich ihrer realen Größe zu kategorisieren, wobei lediglich Bilder von Tieren als Targets präsentiert wurden. Bei Darbietung von vier Target-Bildern erzeugten nur diese vier Bilder als Primes Kongruenzeffekte. Bei Verwendung von 40 Target-Bildern erzeugten alle Bilder von Tieren Kongruenzeffekte, auch wenn sie nicht als Targets dargeboten wurden. Bilder von Objekten blieben dagegen unwirksam, obwohl sie leicht im Sinne der instruierten Aufgabe als klein oder groß kategorisiert werden konnten. Diese Befunde replizieren zunächst, dass die Bildung handlungsdeterminierender Reizerwartungen auf Target-Reize beschränkt ist, wenn nur wenige Targets präsentiert werden. Wichtiger ist hier allerdings, dass auch dann, wenn viele Targets präsentiert werden, nicht alle Primes automatisch im Sinne der instruierten Aufgabe bearbeitet werden, sondern dass nur solche Primes, die aufgrund des verwendeten Target-Set erwartet werden können, Kongruenzeffekte erzeugen. Die Bildung handlungsdeterminierender Reizerwartungen erfolgt nur für Reize, die entsprechend des Aufgabenkontextes (Anzahl und Art der Targets) erwartet werden können.

Interessanterweise determiniert bei der Kategorisierung von Ziffern als größer oder kleiner 5 selbst der Umfang des Zahlenraums der Target-Ziffern, ob Primes, die nicht als Targets präsentiert werden, Kongruenzeffekte erzeugen. Sehen die Versuchspersonen die Ziffern 1, 4, 6 und 9 als Targets, so erzeugen die Non-Targets 2, 3, 7 und 8 Kongruenzeffekte (Kunde et al., 2003, Exp. 1, siehe auch Naccache & Dehaene, 2001). Werden die Ziffern 3, 4, 6 und 7 als Targets präsentiert, so sind die Non-Targets 1, 2, 8 und 9 wirkungslos, obwohl sie im Sinne der Aufgabe leicht als größer oder kleiner 5 klassifiziert werden könnten (Kunde et al., 2003, Exp. 2). Handlungsdeterminierende Reizerwartungen werden folglich nur innerhalb des erlebten Zahlenraums gebildet. Dies kann zwei Ursachen haben. Entweder bilden die Versuchspersonen intentional immer für den erlebten Zahlenraum Reizerwartungen aus. Oder aber die Wirksamkeit nicht erlebter Ziffern beruht auf einer beiläufigen Mitaktivierung von Ziffern-Repräsentationen, die den erlebten Target-Ziffern auf dem mentalen Zahlenstrahl numerisch benachbart sind. Werden die Targets 1 und 4 verwendet, erfährt die Repräsentation der nicht erlebten Ziffer 2 Aktivierungen von zwei Seiten (von Target-Ziffern die größer und kleiner sind als sie). Bei Verwendung der Target-Ziffern 3 und 4 erfährt die 2 dagegen nur einseitige Aktivierung von Ziffern größer als sie selbst. Die zweite Erklärung postuliert somit, dass Reize auch nicht-intendiert oder beiläufig aufgrund ihrer engen semantischen Nähe zu Target-Reizen in die Menge der handlungsdeterminierenden Reizerwartungen eingeschlossen werden können.

Mehrfache Handlungsbereitschaften

In den bisher berichteten Untersuchungen wurde die Wirkung subliminaler Primes in sehr beschränkten Handlungskontexten, nämlich in einfachen Zweifachwahlreaktionsaufgaben untersucht (für einen Überblick siehe Kou-

der & Dehaene, 2007). In diesen Experimenten führten die Versuchspersonen dieselbe Aufgabe in vielen Versuchsdurchgängen aus, d.h. sie mussten jeweils nur Handlungsbereitschaften für eine Aufgabe ausbilden und diese über lange Zeit aufrecht erhalten. Dieses aus experimenteller Sicht notwendige Vorgehen ist extrem künstlich. Im Alltag ist es häufig erforderlich zwischen verschiedenen Handlungsbereitschaften zu wechseln oder mehrere Handlungsbereitschaften parallel zu verfolgen. Dementsprechend haben wir untersucht, ob subliminale Reize in Bezug auf unterschiedliche Handlungsbereitschaften wirksam sein können, wenn Versuchspersonen zufällig zwischen zwei verschiedenen Aufgaben wechseln (Kiesel, Kunde & Hoffmann, 2007b). Als Aufgaben kategorisierten die Versuchspersonen entweder Ziffern als größer oder kleiner 5 oder Buchstaben als Vokal oder Konsonant. In Experiment 1 gehörten die präsentierten Primes immer zur gerade irrelevanten Aufgabenregel, d.h. der Prime war ein Buchstabe, wenn aktuell Ziffern zu kategorisieren waren, und eine Ziffer, wenn aktuell Buchstaben zu klassifizieren waren. In Experiment 2 passte der dargebotene Prime in 50 % zur relevanten Aufgabe, während er in 50 % der Fälle zur irrelevanten Aufgabe gehörte. In beiden Experimenten erzeugten die „irrelevanten Primes“ Kongruenzeffekte in der gleichen Größenordnung wie die aktuell „relevanten Primes“ (für ähnliche Befunde siehe auch Reynvoet et al., 2005). Handlungsdeterminierende Reizerwartungen für verschiedene Aufgabeneinstellung können danach gleichzeitig vorliegen.

In zwei weiteren Arbeiten beobachteten wir, dass Primes, die einer relevanten und einer aktuell irrelevanten Aufgabeneinstellung zugehören, gleichzeitig wirken. In Experiment 3 der Arbeit von Kiesel, Kunde & Hoffmann (2007b) wurden in jedem Versuchsdurchgang gleichzeitig eine Ziffer und ein Buchstabe als Prime dargeboten. Die beiden Prime-Reize erzeugten jeweils Kongruenzeffekte, unabhängig davon, ob aktuell eine Ziffer oder ein Buchstabe als Target präsentiert wurde (und damit unabhängig davon, ob aktuell die Ziffern- oder die Buchstabenaufgabe auf den Target-Reiz ausgeführt wurde). In einer weiteren Studie (Kiesel, Kunde & Hoffmann, 2006) wechselten die Versuchspersonen zwischen den Aufgaben eine Ziffer als größer oder kleiner 5 oder als gerade oder ungerade zu kategorisieren. Als Prime wurde *eine* Ziffer dargeboten, die ja sowohl hinsichtlich der Größen- und der Paritätsentscheidung klassifiziert werden kann. Waren die Versuchspersonen beispielsweise instruiert, in der Größenaufgabe eine linke Taste zu drücken für Ziffern kleiner 5 und eine rechte Taste für Ziffern größer 5, und in der Paritätsaufgabe eine linke Taste zu drücken für ungerade Ziffern und eine rechte Taste für gerade Ziffern, so war z.B. die Prime-Ziffer 3 für beide Aufgabenregeln mit derselben Reaktion verknüpft, während z.B. die Prime-Ziffer 2 in den Aufgabenregeln mit unterschiedlichen Reaktionen verknüpft waren. Auch in dieser Studie beobachteten wir Priming-Effekte hinsichtlich der relevanten und irrelevanten Aufgabenregel. Interessanterweise waren die Priming-Effekte in Bezug auf die relevante und irrelevante Aufgabenregel statistisch voneinander unabhängig, d.h. die Priming-Effekte interagierten nicht miteinander. Dies lässt vermuten,

dass Primes in Bezug auf beide Aufgabenregeln unabhängig voneinander motorische Reaktionen bahnen. Zusammengefasst legen diese Befunde nahe, dass handlungsdeterminierende Reizerwartungen relevanter und irrelevanter Aufgabenstellungen gleichzeitig aktiv sein können, wenn die Versuchspersonen ständig zwischen den Aufgaben wechseln.

Evidenz für mehrfache Handlungsbereitschaften lassen sich auch mit einer anderen Methode nachweisen, der Betrachtung von Kongruenzeffekten in Bezug auf ein überschwellig dargebotenes Target beim Wechsel zwischen zwei Aufgaben (Kiesel, Wendt & Peters, 2007). Targetkongruenzeffekte entstehen, wenn dieselben Targets und Reaktionen für beide Aufgaben verwendet werden, aber die Reiz-Reaktions-Zuordnungen zwischen den Aufgaben teilweise wechseln (Fagot, 1994; Meiran, 1996; Rogers & Monsell, 1995). Typische Aufgaben sind z. B. eine Ziffer entweder als größer oder kleiner 5 oder als gerade oder ungerade zu klassifizieren. Sind die Versuchspersonen beispielsweise instruiert für „kleiner 5“ und für „ungerade“ die linke Reaktionstaste zu betätigen und für „größer 5“ und „gerade“ die rechte, so erfordern die Target-Ziffern 1, 3, 6 und 8 unter beiden Aufgaben dieselbe Reaktion (sie sind kongruent) und die Target-Ziffern 2, 4, 7 und 9 erfordern unterschiedliche Reaktionen (sie sind inkongruent). Versuchspersonen reagieren langsamer und fehlerhafter in Trials mit inkongruenten im Vergleich zu kongruenten Targets. Dieser Targetkongruenzeffekt kommt aufgrund zwei verschiedener Mechanismen zustande. Ein Teil der Kongruenzeffekte entsteht, da für die Targets Reiz-Reaktions-Verbindungen erworben werden. Im Falle inkongruenter Targets widersprechen die Reiz-Reaktions-Verbindungen, die bei Ausführung der anderen Aufgabe gelernt wurden, den Reaktionen, die in der aktuellen Aufgabe auf den Reiz gefordert sind (siehe auch Wendt & Kiesel, 2008). Jedoch haben wir auch für Reize, die nur unter einer Aufgabe präsentiert wurden, für die also keine widersprechenden Reiz-Reaktions-Verbindungen gelernt werden konnten, Targetkongruenzeffekte beobachtet. Diese Targetkongruenzeffekte, die deutlich kleiner sind als die Effekte für Targets, auf die unter beiden Aufgaben reagiert wurde, weisen auf einen zweiten Mechanismus zur Determination von Targetkongruenzeffekten hin. Wir vermuten, dass ein Teil der Targetkongruenzeffekte entstehen, da für alle Reize handlungsdeterminierende Reizerwartungen in Bezug auf beide Aufgaben ausgebildet wurden, die im Falle inkongruenter Reize interferierten.

Zusammenfassend möchte ich hier festhalten, dass das Erklärungskonzept handlungsdeterminierender Reizerwartungen über den Kontext einfacher Zweifachwahlreaktionsaufgaben hinaus anwendbar ist. Bisher konnten wir zeigen, dass das Erklärungskonzept bei Aufgabenwechselexperimenten gilt, in denen zwei verschiedene Zweifachwahlreaktionen in zufälligem Wechsel gefordert werden. Inwiefern das Konzept auch für noch komplexere Handlungsziele gilt, ist gegenwärtig nicht geklärt.

Möglichkeiten und Grenzen unbewusster Reizwirkungen

Im folgenden Abschnitt werde ich Arbeiten vorstellen, die die Möglichkeiten und Grenzen der Wirkung unbewusst präsentierter Reize elaborieren. Zunächst werde ich Grenzen der Wirksamkeit subliminaler Primes zeigen, wenn diese Prime-Reize die Integration von Stimulusmerkmalen erfordern. Anschließend stelle ich eine Studie vor, die zeigt, dass subliminale Primes nicht nur in festgelegten Aufgabekontexten wirken, sondern auch die freie Entscheidung zwischen zwei Aktionsalternativen beeinflussen. Schließlich diskutiere ich die gegenwärtig noch ungeklärte Frage, ob subliminale Reize Prozesse der kognitiven Kontrolle induzieren können.

Integration von Stimulusmerkmalen

Erstaunlicherweise ist die Wirkung unbewusster Reize nicht davon abhängig, wie komplex die Reize sind. Subliminales Priming wurde bei Verwendung einfacher Stimuli, wie beispielsweise Symbole (z. B. Rauten und Quadrate bei Neumann & Klotz, 1994; oder Pfeile bei Vorberg et al., 2003) oder Ziffern (z. B. Dehaene et al., 1998) gezeigt. Subliminales Priming tritt aber ebenso auf, wenn komplexere Stimuli verwendet werden, wie beispielsweise Wörter (Klauer et al., 2007) oder Bilder (z. B. Dell'Acqua und Grainger, 1999; Van den Bussche, Notebaert & Reynvoet, 2009). Deshalb liegt es zunächst nahe zu vermuten, dass die Wirkung der extrem kurz präsentierten Prime-Reize nicht davon abhängt, wie komplex diese sind (für schnelle Klassifikationen von Bildern siehe z. B. auch Thorpe, Fize & Marlot, 1996). Andererseits sind aber all die bisher verwendeten Reize den Versuchspersonen hochvertraut und diese Vertrautheit ermöglicht, dass spezifische Erwartungen für die Reize ausgebildet werden.

Um zu prüfen, ob Vertrautheit beziehungsweise Expertise mit dem Stimulusmaterial eine Voraussetzung für die Verarbeitung komplexer, unbewusster Reize ist, haben wir die Wirkung subliminaler Reize bei Schach-Experten und Novizen in einer Schachdetektionsaufgabe verglichen (Kiesel, Kunde, Pohl, Berner & Hoffmann, 2009). In diesem Experiment wurden den Versuchspersonen Ausschnitte eines Schachbretts mit 3×3 Feldern präsentiert. Der König stand immer im linken oberen Feld und wurde entweder von einem gegnerischen Turm oder Springer attackiert. Aufgabe der Versuchspersonen war es, anzugeben, ob der König im Schach steht oder nicht, indem sie eine linke oder rechte Reaktionstaste betätigten. Die Lösung der Aufgabe erfordert die XOR-Verknüpfung der Merkmale Lokation und Identität des Angreifers, da beispielsweise ein Turm im rechten oberen Feld Schach bietet, im mittleren unteren Feld dagegen nicht, während der Springer im mittleren unteren Feld Schach bietet, im rechten oberen Feld aber nicht. Vor dem Target-Reiz wurde ein Prime-Reiz präsentiert, der entweder dieselbe oder eine andere Antwort als das Target in Bezug auf die Schachdetektionsaufgabe erforderte. Schachexperten bearbeiteten die Schach-

detektionsaufgabe ca. 100 ms schneller als Schachnovizen, doch auch Novizen konnten sie unproblematisch bearbeiten. Interessanterweise jedoch erzeugte die subliminal präsentierte Schachkonfiguration nur bei Schachexperten, nicht aber bei Schachnovizen Kongruenzeffekte.

Ein zweites Experiment zeigte, dass Schach-Experten nicht in der Lage sind die Merkmale Identität und Lokation einer Schachfigur zu integrieren, wenn diese Integration außerhalb gewohnter Schachkonfigurationen erfordert wird. In diesem Experiment wurden Schachexperten instruiert, eine Taste zu drücken, wenn der Turm auf weiß oder der Springer auf schwarz steht und eine andere Taste, wenn der Turm auf schwarz und der Springer auf weiß steht. Den Versuchspersonen wurden dieselben Ausschnitte eines Schachbretts präsentiert wie in Experiment 1, jedoch war jeweils nur Turm oder Springer, aber nie ein König abgebildet. Die subliminal präsentierte Schachbrettausschnitte erzeugten hier keine Kongruenzeffekte, obwohl die Verarbeitung der Reize einfacher sein sollte als in Experiment 1, da insgesamt weniger Schachfiguren, also weniger visuelle Information präsentiert wurde. Wir vermuten, dass isolierte Merkmale subliminaler Reize auch von Schachexperten nicht integriert werden können, solange die Kombination der Merkmale keine vertrauten Konstellationen darstellen. Wenn hohe Vertrautheit/Expertise mit der Aufgabe vorliegt, erzeugen subliminale Reizkonfigurationen Kongruenzeffekte, weil die Versuchspersonen über Gedächtnisstrukturen verfügen, in denen die einzelnen Reizmerkmale bereits gemeinsam repräsentiert sind. Beim Schachspielen sind dies vermutlich „chunks“ häufiger Schachkonstellationen. Gleichfalls vermuten wir, dass beispielsweise Wörter beim subliminalen Priming wirksam sind, da beim Lesen Wörter als Ganzes erkannt und nicht einzelne Buchstaben identifiziert und zusammengesetzt werden.

Die Annahme, dass Merkmale unbewusst präsentierte Reize nicht integriert werden können, ist im Einklang mit Ergebnissen von Tapia und Breitmeyer (2006), die kein Priming für die konjunktive Verknüpfung von Form- und Farbinformation beobachteten. Diese empirische Beobachtung passt zu einer aktuellen Theorie zur Integration von Reizmerkmalen. Einzelne Reizmerkmale wie Farbe, Identität oder Lokation sind in verschiedenen Neuronenpopulationen repräsentiert (Treisman, 1996). Die Repräsentation von Objekten, die aus verschiedenen Reizkombinationen wie Form, Farbe, Bewegung oder anderen Merkmalen bestehen, erfordert die Integration dieser Merkmale. Nach einer Theorie von Engel und Singer (2001; Engel, Fries & Singer, 2001) erfolgt die Integration der verschiedenen Merkmale durch die zeitliche Synchronisation der neuronalen Aktivität im Gamma-Bandbereich. Die Gamma-Synchronisation wurde als neuronales Korrelat für bewusste Repräsentation vorgeschlagen. Deshalb erscheint es innerhalb dieser Theorie plausibel, dass die Integration verschiedener Reizmerkmale nur für bewusst repräsentierte Reize erfolgt, und ohne Bewusstsein keine komplexe Verarbeitung der Perzeption möglich ist. Unsere Ergebnisse haben gezeigt, dass diese Einschränkung nur gilt, solange keine ausreichende Expertise mit dem Stimu-

lusmaterial vorliegt (Kiesel et al., 2009). Expertise ermöglicht die Bildung von handlungsdeterminierenden Reizerwartungen, in denen die einzelnen Reizmerkmale bereits integriert sind.

Einfluss auf freie Entscheidungen

In der Einleitung hatte ich bereits kurz auf den Mythos subliminaler Werbebotschaften hingewiesen. Obwohl die angebliche Studie von Vicary nie repliziert werden konnte (Pratkanis, 1992; siehe jedoch Karreman, Stroebe & Claus, 2006; für den Einfluss eines subliminal präsentierten Getränkeamens, wenn durstige Vpn zwischen Getränken auswählen), gibt es vor allem im Bereich der Werbung Befürchtungen, Kunden könnten durch unbewusste Einflüsse in ihren freien Entscheidungen beeinflusst werden. Um dem entgegenzuwirken, gibt es in vielen Ländern freiwillige Selbstbeschränkungen der Werbeverbände auf subliminale Werbebotschaften zu verzichten und in manchen Ländern sind subliminale Werbemaßnahmen sogar per Gesetz verboten.

In einer eigenen Arbeit sind wir der Fragestellung nachgegangen, ob solche Befürchtungen tatsächlich gerechtfertigt sind. Wir haben untersucht, ob subliminale Reize nicht nur die Performanz eines nachfolgenden Targets beeinflussen, sondern auch Einfluss auf die freie Wahl zwischen zwei Aktionsalternativen haben können (Kiesel, Wagener, Kunde, Hoffmann, Fallgatter & Stöcker, 2006). Versuchspersonen waren instruiert auf die Ziffer 4 eine linke und auf die Ziffer 6 eine rechte Reaktionstaste zu betätigen (Kiesel, Wagener et al., 2006, Exp. 1). Zusätzlich wurde die Ziffer 0 als Target präsentiert. In diesen Trials sollten die Versuchspersonen frei und zufällig zwischen den beiden Tasten wählen. Vor Darbietung des Targets wurde entweder die Ziffer 4 oder die Ziffer 6 subliminal präsentiert. Die Versuchspersonen wählten die mit dem Prime übereinstimmende Reaktion überzufällig häufig in 54.5 % der Trials. Werden als Reize nach rechts und links zeigende Pfeile verwendet, die konzeptuell mit den rechten und linken Reaktionsalternativen überlappen, verstärkt sich der Effekt (Kiesel, Wagener, et al., 2006, Exp. 2) auf 59 % prime-konforme Wahlen (für ähnliche Befunde siehe Schlaghecken und Eimer, 2004). Subliminale Reize beeinflussen also die freie Wahl zwischen zwei Handlungsalternativen, wenn die Versuchspersonen vorbereitet sind auf diese Reize zu reagieren und sie im Experimentalkontext erwarten, weil sie ebenfalls als Targets auftreten. Die Befürchtungen vor unbewusster Beeinflussung durch Werbung scheinen aber überspitzt, da subliminale Primes nur einen Bias in der Wahl zwischen zwei Handlungsalternativen bewirken, wenn sowieso schon Handlungsalternativen für diese Alternativen vorliegen.

Doch in diesem Bereich sind noch viele Fragen offen, vor allem dahingehend, ob Personen willentlich einem unerwünschten Einfluss entgegenwirken können, wenn dieser Einfluss durch subliminal präsentierte Reize induziert wurde.

Induktion von exekutiven Prozessen

Gegenwärtig wird vor allem die Möglichkeit kontrovers diskutiert, ob unbewusste Reize neben einfachen motorischen Reaktionen auch komplexere Prozesse, wie exekutive Kontrollprozesse anstoßen können. Dies ist aus theoretischer Sicht bedeutsam, da eine subliminale Aktivierung von Kontrollprozessen den Mächtigkeitbereich unbewusst präsentierter Reize deutlich erweitern würde. Unser Konzept der handlungsdeterminierenden Reizerwartungen postuliert beispielsweise, dass unbewusste Reize nur dann Einfluss auf das Verhalten haben, wenn entsprechende Handlungsabsichten vorliegen (für ähnliche Einschränkungen siehe z. B. Ansorge & Neumann, 2005; Dehaene & Naccache, 2001; Neumann & Klotz, 1994). Daraus kann man ableiten, dass es nicht möglich sein sollte, übergeordnete exekutive Prozesse, die zur Implementierung und Ausführung einer Handlungsabsicht dienen, durch unbewusste Reize zu beeinflussen.

Übereinstimmend mit dieser Argumentation wurde beobachtet, dass Anpassungen an das Auftreten von Reaktionskonflikt in entsprechenden Wahlreaktionsexperimenten (z. B. Verringerungen des Kongruenzeffektes, wenn inkongruente Primes häufig sind oder Verringerungen des Kongruenzeffektes nach inkongruenten Versuchsdurchgängen) nur dann erfolgen, wenn der konfligierende Reiz überschwellig präsentiert wird (Kunde, 2003; Mayr, 2004; Merikle & Joordens, 1997; Van den Bussche, Segers & Reynvoet, 2008; für neuropsychologische Hinweise siehe Dehaene et al., 2003). Merikle und Joordens (1997) beispielsweise untersuchten Anpassungen an Reaktionskonflikt in einem Experiment mit Stroop-Priming. Das Farbwort „rot“ oder „grün“ wurde vor einer Sonderzeichenkette in roter oder grüner Schriftfarbe präsentiert. Aufgabe der Versuchsperson war die Schriftfarbe der Sonderzeichenkette anzugeben. Die Beziehung zwischen Farbwort und Schriftfarbe war häufig (in 75% der Versuchsdurchgänge) inkongruent, so dass die Versuchspersonen das Farbwort als Hinweis für die gegenteilige Schriftfarbe nutzen konnten. Dementsprechend entstand ein umgedrehter Kongruenzeffekt; die Versuchspersonen reagierten schneller, wenn Farbwort und Schriftfarbe nicht übereinstimmten. Allerdings wurde dieser umgedrehte Kongruenzeffekt nur dann beobachtet, wenn das Farbwort überschwellig präsentiert wurde. Bei subliminaler Darbietung wurde ein normaler Kongruenzeffekt beobachtet (für ähnliche Befunde siehe Debner & Jacoby, 1994; Merikle, Joordens & Stolz, 1995; siehe jedoch Bodner & Dypvik, 2005 und Jaskowski, Skalska und Verleger, 2003).

Im Gegensatz zu diesen Befunden, die exekutive Kontrollprozesse bewusstseinspflichtig erscheinen lassen, berichtet Mattler (2003; 2007) nicht-motorische Priming-Effekte in Aufgabenwechselexperimenten. Wechseln die Aufgaben zufällig und ein Cue instruiert die aktuell auszuführende Aufgabe, reagieren Vpn schneller, wenn vor dem Cue ein Prime präsentiert wurde, der mit derselben anstelle der alternativen Aufgabe assoziiert ist. Mattler (2003; 2007) schlussfolgerte deshalb, dass subliminal präsentierte Primes die Aufgabeneinstellung aktivieren⁷. Weiterhin

wurden umgedrehte Kongruenzeffekte häufig als Indikator für die Hemmung der prime-induzierten Aktivierung gedeutet (Eimer, 1999; Eimer & Schlaghecken, 1998, 2002, 2003; Eimer, Schubö & Schlaghecken, 2002; Klapp & Hinkley, 2002; Lingnau & Vorberg, 2005; Schlaghecken & Eimer, 2000; 2002). Umgedrehte Kongruenzeffekte, d. h. verlängerte Reaktionszeiten und erhöhte Fehlerraten, wenn der zuvor präsentierte Prime kongruent im Vergleich zu inkongruent war, treten bei langem Intervall zwischen Prime und Target auf. Eimer und Schlaghecken (1998, 2002, 2003) nahmen an, dass der Prime zunächst die ihm zugeordnete Reaktion aktiviert. Um ein vorzeitiges Reagieren auf den Prime zu vermeiden, wird die motorische Aktivierung gehemmt. Hemmung einer gerade aktivierten Reaktion wird den Kontrollprozessen zugeordnet, ist in einer Hierarchie exekutiver Funktionen aber als einfacher Kontrollprozess zu verstehen (Logan, 1994). Deshalb erscheint es möglich, dass unbewusste Reize zwar keine „höheren“ exekutiven Funktionen aktivieren können, wohl aber einen „simplen“ Hemmprozess. Jedoch haben wir in einer methodenkritischen Arbeit (Kiesel, Berner & Kunde, 2008) keine Hinweise dafür gefunden, dass umgedrehte Kongruenzeffekte tatsächlich Hemmung der prime-induzierten Aktivierung widerspiegeln. Stattdessen lassen sich umgedrehte Kongruenzeffekte durch die Annahme masken-induzierter Aktivierung (Lleras & Enns, 2004, 2005; Verleger, Jaskowski, Aydemir, van der Lubbe & Groen, 2004) erklären⁸.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind die Grenzen unbewusster Reizwirkungen sicherlich noch nicht abschließend ausgelotet. Ob und inwiefern unbewusste Reize nicht nur aktuell intendierte motorische Reaktionen, sondern auch weitere kognitive Prozesse anstoßen, ist eine spannende Forschungsfrage der nächsten Jahre. Die Erforschung der Grenzen unbewusster Reizwirkungen verspricht Rückschlüsse zu geben auf eine Frage, die in den letzten 20 Jahren innerhalb der Kognitionspsychologie zunehmend diskutiert wird, der Frage nach der Rolle von Bewusstheit (z. B. Libet 1985). Als erste vorsichtige Schlussfolgerung aus den existierenden Befunden lässt sich ableiten, dass Bewusstheit der Reize kein Epiphäno-

⁷ Logan und Bundesen (2003) postulieren, dass Versuchspersonen beim geueten Aufgabenwechsel keine Aufgabeneinstellung ausbilden, sondern Reaktionen entsprechend des Cue-Stimulus-Compounds wählen. Deshalb ist fraglich, ob in den Versuchen von Mattler tatsächlich subliminale Aktivierung von Aufgabeneinstellungen demonstriert wurde.

⁸ Lleras und Enns (2004) und Verleger und Kollegen (2004) vermuteten, dass nicht nur der Prime, sondern auch die Maske motorische Aktivierung induziert, wenn sie Merkmale enthält, die relevant im Sinne der aktuellen Aufgabe ist. Zum Beispiel wurden häufig die Zeichen „<<“ und „>>“ als Pfeile und die Zusammensetzung dieser Zeichen als Maske verwendet. Wird nun beispielsweise ein nach rechts zeigender Prime-Pfeil durch eine Zusammensetzung von rechten und linken Pfeilen maskiert, so kommt zur visuellen Szene durch Darbietung der Maske der nach links zeigende Pfeil neu hinzu. Der prime-induzierte Aktivierung der rechten Reaktion folgt eine masken-induzierte Aktivierung der linken Reaktion, so dass die Ausführung der ursprünglich durch den Prime aktivierten Reaktion erschwert wird.

men ist (wie z. B. von Libet angenommen), sondern eine Notwendigkeit für komplexere perzeptuelle Verarbeitung und für die Aktivierung exekutiver Kontrollprozesse.

Literatur

- Abrams, R. L. & Greenwald, A. G. (2000). Parts outweigh the whole (word) in unconscious analysis of meaning. *Psychological Science, 11*, 118–124.
- Ach, N. (1905). *Über die Willenstätigkeit und das Denken*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Ach, N. (1910). *Über die Willensakt und das Temperament*. Leipzig: Quelle & Meyer.
- Allport, A. (1987). Selection for action: Some behavioral and neurophysiological considerations of attention and action. In H. Heuer & A. F. Sanders (Eds.), *Perspectives on Perception and Action* (pp. 395–419). Hillsdale, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ansong, U. (2006). Die Rolle von Absichten bei der automatischen Verarbeitung visuell-räumlicher Information. *Psychologische Rundschau, 57*, 2–12.
- Ansong, U., Heumann, M. & Scharlau, I. (2002). Influences of visibility, intentions, and probability in a peripheral cuing task. *Consciousness and Cognition, 11*, 528–545.
- Ansong, U. & Neumann, O. (2005). Intentions determine the effect of invisible metacontrast-masked primes: Evidence for top-down contingencies in a peripheral cuing task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 31*, 762–777.
- Bates, E., Devescovi, A., Pizzamiglio, L., D'Amico, S. & Hernandez, A. (1995). Gender and lexical access in Italian. *Perception and Psychophysics, 57*, 847–862.
- Bodner, G. E. & Dypvik, A. T. (2005). Masked priming of number judgements depends on prime validity and task. *Memory & Cognition, 33*, 29–47.
- Bradshaw, J. L. (1974). Peripherally presented and unreported words may bias the perceived meaning of a centrally fixated homograph. *Journal of Experimental Psychology, 103*, 1200–1202.
- Breitmeyer, B. G. & Ögmen, H. (2006). *Visual masking*. New York: Oxford University Press.
- Corteen, R. S. & Wood, B. (1972). Autonomic responses to shock associated words in an unattended channel. *Journal of Experimental Psychology, 94*, 308–313.
- Damian, M. F. (2001). Congruity effects evoked by subliminally presented primes: Automaticity rather than semantic processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 27*, 154–165.
- Debner, J. A. & Jacoby, L. L. (1994). Unconscious perception: Attention, awareness, and control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 20*, 304–317.
- Dehaene, S., Artiges, E., Naccache, L., Martelli, C., Viard, A., Schürhoff, F., Recasens, C., Martinot, M. L. P., Leboyer M. & Martinot, J.-L. (2003). Conscious and subliminal conflicts in normal subjects and patients with schizophrenia: The role of the anterior cingulate. *Proceedings of the National Academy of Science, 100*, 13722–13727.
- Dehaene, S. & Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition, 79*, 1–37.
- Dehaene, S., Naccache, L., Le Clec'h, G., Koechlin, E., Mueller, M., Dehaene-Lambertz, G., van de Moortele, P.-F. & Le Bihan, D. (1998). Imaging unconscious semantic priming. *Nature, 395*, 597–600.
- Dell'Acqua, R. & Grainger, J. (1999). Unconscious semantic priming from pictures. *Cognition, 73*, B1–B15.
- Deepröse, C. & Andrade, J. (2006). Is Priming during Anesthesia Unconscious? *Consciousness and Cognition, 15*, 1–23.
- Eimer, M. (1999). Facilitatory and inhibitory effects of masked prime stimuli on motor activation and behavioural performance. *Acta Psychologica, 101*, 293–313.
- Eimer, M. & Schlaghecken, F. (1998). Effects of masked stimuli on motor activation: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 24*, 1737–1747.
- Eimer, M. & Schlaghecken, F. (2002). Links between conscious awareness and response inhibition: Evidence from masked priming. *Psychonomic Bulletin & Review, 9*, 514–520.
- Eimer, M. & Schlaghecken, F. (2003). Response facilitation and inhibition in subliminal priming. *Biological Psychology, 64*, 7–26.
- Eimer, M., Schubö, A. & Schlaghecken, F. (2002). Locus of inhibition in the masked priming of response alternatives. *Journal of Motor Behavior, 34*, 3–10.
- Elsner, K., Kunde, W. & Kiesel, A. (2008). Limited transfer of subliminal response priming to novel stimulus orientations and identities. *Consciousness and Cognition, 17*, 657–671.
- Engel, A. K., Fries, P. & Singer, W. (2001). Dynamic predictions: Oscillations and synchrony in top-down processing. *Nature, 2*, 704–716.
- Engel, A. K. & Singer, W. (2001). Temporal binding and the neural correlates of sensory awareness. *Trends in Cognitive Sciences, 5*, 16–25.
- Exner, S. (1879). Physiologie der Großhirnrinde. In L. Hermann (Hrsg.), *Handbuch der Physiologie, 2. Band, 2. Theil* (S. 189–350). Leipzig: Vogel.
- Fagot, C.-A. (1994). Chronometric investigations of task switching. *Ph.D. diss., University of California, 56* (2-B), 1134.
- Fuentes, L. J. & Humphreys, G. W. (1996). On the processing of „extinguished“ stimuli in unilateral visual neglect: An approach using negative priming. *Cognitive Neuropsychology, 13*, 111–136.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton.
- Green, D. M. & Swets J. A. (1966). *Signal Detection Theory and Psychophysics*. New York: Wiley.
- Heinecke, A. (2000). *Unbewusste Wahrnehmung: Einflüsse selektiver visueller Aufmerksamkeit auf die Verarbeitung maskierter primes*. Dissertation, Technische Universität Braunschweig, Naturwissenschaftliche Fakultät.
- Hoffmann, J. (1993). *Vorhersage und Erkenntnis. Die Funktion von Antizipationen in der menschlichen Verhaltenssteuerung und Wahrnehmung*. Göttingen: Hogrefe.
- Hoffmann, J. (2001). Das ideomotorische Prinzip, ABC, Closed Loops und Schemata. In J. R. Nitsch & H. Allmer (Hrsg.), *Denken, Sprechen, Bewegen. Bericht über die 32. Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Sportpsychologie* (S. 68–92). Köln: bps-Verlag.
- Hoffmann, J. (2003). Anticipatory Behavioral Control. In M. Butz, O. Sigaud & P. Gerard (Eds.), *Anticipatory behavior in adaptive learning systems* (pp. 44–65). Heidelberg: Springer.
- Holender, D. (1986). Semantic activation without conscious identification in dichotic listening, parafoveal vision, and visual masking: A survey and appraisal. *Behavioral and Brain Sciences, 9*, 1–66.
- Hommel, B. (2000). The prepared reflex: Automaticity and control in stimulus-response translation. In S. Monsell & J. Driver (Eds.), *Attention and performance 18: Control of Cognitive Processes. Attention and performance series* (pp. 247–273). Cambridge, MA: MIT Press.
- Jaskowski, P., Skalska, B. & Verleger, R. (2003). How the self controls its „automatic pilot“ when processing subliminal information. *Journal of Cognitive Neuroscience, 15*, 911–920.
- Kiefer, M. (2002). The N400 is modulated by unconscious perceived masked words: Further evidence for an automatic

- spreading activation account of N400 priming effects. *Cognitive Brain Research*, 13, 27–39.
- Kiefer, M. (2007). Top-down modulation of unconscious 'automatic' processes: A gating framework. *Advances in Cognitive Psychology*, 3, 289–306.
- Kiefer, M. & Spitzer, M. (2000). Time course of conscious and unconscious semantic brain activation. *NeuroReport*, 11, 2401–2407.
- Kiesel, A., Berner, M. P. & Kunde, W. (2008). Negative congruency effects: A test of the inhibition account. *Consciousness and Cognition*, 17, 1–21.
- Kiesel, A., Kunde, W. & Hoffmann, J. (2006). Evidence for task-specific resolution of response conflict. *Psychonomic Bulletin and Review*, 13, 800–806.
- Kiesel, A., Kunde, W. & Hoffmann, J. (2007a). Mechanisms of subliminal response priming. *Advances in Cognitive Psychology*, 3, 307–315.
- Kiesel, A., Kunde, W. & Hoffmann, J. (2007b). Unconscious priming according to multiple S-R rules. *Cognition*, 104, 89–105.
- Kiesel, A., Kunde, W., Pohl, C., Berner, M.P. & Hoffmann, J. (2009). Playing chess unconsciously. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35, 292–298.
- Kiesel, A., Kunde, W., Pohl, C. & Hoffmann, J. (2006). Priming from novel masked stimuli depends on target set size. *Advances in Cognitive Psychology*, 2, 37–45.
- Kiesel, A., Wagener, A., Kunde, W., Hoffmann, J., Fallgatter, A. J. & Stöcker, C. (2006). Unconscious manipulation of free choice in humans. *Consciousness & Cognition*, 15, 397–408.
- Kiesel, A., Wendt, M. & Peters, A. (2007). Task Switching: On the origins of response congruency effects. *Psychological Research*, 71, 117–125.
- Klapp, S. T. & Hinkley, L. B. (2002). The negative compatibility effect: Unconscious inhibition influences reaction time and response selection. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131, 255–269.
- Klauer, K. C., Eder, A. B., Greenwald, A. G. & Abrams, R. L. (2007). Priming of semantic classifications by novel subliminal prime words. *Consciousness and Cognition*, 16, 63–83.
- Klinger, M. R., Burton, P. C. & Pitts, G. S. (2000). Mechanisms of unconscious priming: I. Response competition, not spreading activation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 441–455.
- Kouider, S. & Dehaene, S. (2007). Levels of processing during non-conscious perception: a critical review of visual masking. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 362, 857–875.
- Kunde, W. (2003). Sequential modulations of stimulus-response correspondence effects depend on awareness of response conflict. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 198–205.
- Kunde, W., Elsner, K. & Kiesel, A. (2007). No anticipation – no action. The role of anticipation in action and perception. *Cognitive Progressing*, 8, 71–78.
- Kunde, W., Kiesel, A. & Hoffmann, J. (2003). Conscious control over the content of unconscious cognition. *Cognition*, 88, 223–242.
- Kunde, W., Kiesel, A. & Hoffmann, J. (2005). On the masking and disclosure of unconscious elaborate processing: A reply to Van Opstal, Reynvoet & Verguts. *Cognition*, 97, 99–105.
- Lewin, K. (1928). Wille, Vorsatz und Bedürfnis. *Psychologische Forschung*, 7, 330–385.
- Libet, B. (1985). Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *Behavioral and Brain Sciences*, 8, 529–566.
- Lingnau, A. & Vorberg, D. (2005). The time course of response inhibition in masked priming. *Perception & Psychophysics*, 67, 545–557.
- Lleras, A. & Enns, J. T. (2004). Negative compatibility or object updating? A cautionary tale of mask-dependent priming. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 475–493.
- Lleras, A. & Enns, J. T. (2005). Updating a cautionary tale of masked priming: Reply to Klapp (2005). *Journal of Experimental Psychology: General*, 134, 436–440.
- Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A users' guide to the stop signal paradigm. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language*. San Diego: Academic Press.
- Logan, G. D. & Bundesen, C. (2003). Clever homunculus: Is there an endogenous act of control in the explicit task-cuing procedure? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 575–599.
- Mack, A. & Rock, I. (1998). *Inattention blindness*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Marcel, A. J. (1983). Conscious and unconscious perception: Experiments on visual masking and word recognition. *Cognitive Psychology*, 15, 197–237.
- Marcel, T. (1980). Conscious and preconscious recognition of polysemous words: Locating the selective effects of prior verbal context. In J. Long & A. Baddeley (Eds.), *Attention and Performance VIII* (pp. 435–457). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mattler, U. (2003). Priming of mental operations by masked stimuli. *Perception & Psychophysics*, 65, 167–187.
- Mattler, U. (2007). Inverse Target- and Cue-Priming Effects of Masked Stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 83–102.
- Mayr, U. (2004). Conflict, consciousness, and control. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 145–148.
- Meiran, N. (1996). Reconfiguration of processing mode prior to task performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 1423–1442.
- Merikle, P. M. & Daneman, M. (1996). Memory for unconsciously perceived events: Evidence from anesthetized patients. *Consciousness and Cognition*, 5, 525–541.
- Merikle, P. M. & Joordens, S. (1997). Parallels between perception without attention and perception without awareness. *Consciousness and Cognition*, 6, 219–236.
- Merikle, P. M., Joordens, S. & Stolz, J. A. (1995). Measuring the relative magnitude of unconscious influences. *Consciousness & Cognition*, 4, 422–439.
- Moray, N. (1969). *Listening and attention*. Oxford: Penguin Books.
- Naccache, L. & Dehaene, S. (2001). The priming method: Imaging unconscious repetition priming reveals an abstract representation of number in the parietal lobes. *Cerebral Cortex*, 11, 966–974.
- Neumann, O. (1990). Direct parameter specification and the concept of perception. *Psychological Research*, 52, 207–215.
- Neumann, O. & Klotz, W. (1994). Motor responses to nonreportable, masked stimuli: Where is the limit of direct parameter specification? In C. Umiltà & M. Moscovitch (Eds.), *Attention and Performance XV. Conscious and Nonconscious Information Processing* (pp. 123–150). Cambridge: MIT Press.
- Neumann, O. & Prinz, W. (1987). Kognitive Antezedenzen von Willkürhandlungen. In H. Heckhausen, P. M. Gollwitzer & F. E. Weinert (Hrsg.), *Jenseits des Rubikon: Der Wille in den Humanwissenschaften* (S. 195–215). Berlin: Springer.
- Pohl, C., Kiesel, A., Kunde, W. & Hoffmann, J. (in Druck). Early and late selection in unconscious information processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*.
- Pöppel, E., Held, R. & Frost, D. (1973). Residual visual function after brain wounds involving the central visual pathways in man. *Nature*, 243, 295–296.
- Pratkanis, A. R. (1992). The cargo-cult science of subliminal persuasion. *Skeptical Inquirer*, 16, 260–272.
- Reingold, E. M. & Merikle, P. M. (1993). Theory and measurement in the study of unconscious processes. In M. Davies &

- G. Humphreys (Eds.), *Consciousness: Psychological and Philosophical Essays. Readings in Mind and Language, Vol. 2* (pp. 40–57). Malden, MA, US: Blackwell Publishers Inc.
- Reynvoet, B., Gevers, W. & Caessens, B. (2005). Unconscious primes activate motor codes through semantics. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 31*, 991–1000.
- Rogers, R. D. & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General, 124*, 207–231.
- Schlaghecken, F. & Eimer, M. (2000). A central-peripheral asymmetry in masked priming. *Perception & Psychophysics, 62*, 1367–1382.
- Schlaghecken, F. & Eimer, M. (2002). Motor activation with and without inhibition: Evidence for a threshold mechanism in motor control. *Perception & Psychophysics, 64*, 148–162.
- Schlaghecken, F. & Eimer, M. (2004). Masked prime stimuli can bias „free“ choices between response alternatives. *Psychonomic Bulletin & Review, 11*, 463–468.
- Schmidt, T. (2002). The finger in flight: Real-time motor control by visually masked color stimuli. *Psychological Science, 13*, 112–118.
- Schmidt, T. & Vorberg, D. (2006). Criteria for unconscious cognition: Three types of dissociation. *Perception & Psychophysics, 68*, 489–504.
- Schütz, K., Schendzielarz, I., Zwitserlood, P. & Vorberg, D. (2007). Nice wor_ if you can get the wor_. Subliminal semantic and form priming in fragment completion. *Consciousness & Cognition, 2*, 520–532.
- Schweinberger, S. R. & Stief, V. (2001). Implicit perception in patients with visual neglect: Lexical specificity in repetition priming. *Neuropsychologia, 39*, 420–429.
- Tapia, E. & Breitmeyer, B. G. (2006). Attentional processing capacities of the visual „zombie“ and „homunculus“. *Abstracts of the Psychonomic Society, 47th Annual Meeting, 11*, 8.
- Thorpe, S., Fize, D., Marlot, C. (1996). Speed of processing in the human visual system. *Nature, 381*, 520–522.
- Treisman, A. (1996). The binding problem. *Current Opinion in Neurobiology, 6*, 171–178.
- Underwood, G. L. (1976). Semantic interference from unattended printed words. *British Journal of Psychology, 67*, 327–338.
- Van den Bussche, E., Notebaert, K. & Reynvoet, B. (2009). Masked primes can be genuinely semantically processed: A picture prime study. *Experimental Psychology, 56*, 295–300.
- Van den Bussche, E., Segers, G. & Reynvoet, B. (2008). Conscious and unconscious proportion effects in masked priming. *Consciousness and Cognition, 17*, 1345–1358.
- Van den Bussche, E., Van den Noortgate W. & Reynvoet, B. (2009). Mechanisms of masked priming: A meta-analysis. *Psychological Bulletin, 135*, 452–477.
- Verleger, R., Jaskowski, P., Aydemir, A., van der Lubbe, R. H. J. & Groen, M. (2004). Qualitative differences between conscious and nonconscious processing? On inverse priming induced by masked arrows. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*, 494–515.
- Vorberg, D., Mattler, U., Heinecke, A., Schmidt, T. & Schwarzbach, J. (2003). Different time courses for visual perception and action priming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 100*, 6275–6280.
- Weiskrantz, L. (1986). *Blindsight. A case study and implications*. Oxford: University Press.
- Weiskrantz, L. (2002). Prime-sight and blindsight. *Consciousness and Cognition, 11*, 568–581.
- Wendt, M. & Kiesel, A. (2008). The impact of stimulus-specific practice and task instructions on response congruency effects between tasks. *Psychological Research, 72*, 425–432.
- Young, A. & de Haan, E. H. F. (1993). Impairments of visual awareness. In M. Davies & G. Humphreys (Eds.), *Consciousness: Psychological and Philosophical Essays. Readings in Mind and Language, Vol. 2* (pp. 58–73). Malden, MA, US: Blackwell Publishers Inc.

PD Dr. Andrea Kiesel

Julius-Maximilians-Universität Würzburg
 Institut für Psychologie
 Lehrstuhl für Psychologie III
 97070 Würzburg
 E-Mail: kiesel@psychologie.uni-wuerzburg.de