

# Die kognitive Regulation von Handlungskonflikten

Peter Wühr und Wilfried Kunde

**Zusammenfassung.** Eine zentrale Aufgabe der menschlichen Handlungssteuerung besteht in der flexiblen Regulation von Handlungskonflikten. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit den Ergebnissen der neuro-kognitiven Forschung zu den Prozessen der Konfliktregulation. Bei der reaktiven Konfliktregulation wird das Vorhandensein widersprüchlicher Handlungstendenzen registriert und die Informationsverarbeitung so angepasst, dass nur solche Handlungen ausgeführt werden, die den gegenwärtigen Zielen des Akteurs entsprechen. Ergebnisse von empirischen Arbeiten deuten darauf hin, dass das primäre Werkzeug der reaktiven Konfliktregulation in einer Verstärkung der selektiven Aufmerksamkeit gegenüber zielrelevanten Reizattributen besteht. Die Ergebnisse von neuro-wissenschaftlichen Studien legen nahe, dass anteriore Anteile des cingulären Cortex bei der Entdeckung und präfrontale Strukturen bei der Regulation von Handlungskonflikten beteiligt sind. Im Unterschied zur reaktiven Konfliktregulation haben sich nur wenige Studien mit den Prozessen der antizipativen Konfliktregulation beschäftigt. Die Ergebnisse dieser Studien deuten darauf hin, dass die bloße Erwartung von Handlungskonflikten – im Gegensatz zu ihrer vorangehenden Bewältigung – nur eine sehr eingeschränkte Anpassung an Konfliktsituationen ermöglicht. Schlüsselwörter: Reaktionskonflikt, Konfliktregulation, Kongruenzeffekte, Vorbereitung

The cognitive regulation of response conflicts

**Abstract.** The flexible regulation of action conflict is a central challenge to human action control. The present article deals with the results of neuro-cognitive research on the processes of conflict regulation. The reactive type of conflict regulation is assumed to respond to the occurrence of action conflict by modifying the information-processing system such that it selects only stimuli or responses that correspond to the present goals of the perceiver/actor. Results of empirical studies suggest that the primary tool of reactive conflict regulation consists of increasing selective attention towards goal-relevant stimuli. Results of neuro-cognitive studies suggest that anterior parts of the cingulate cortex are important for the registration of action conflict, whereas prefrontal structures are involved in the regulation of conflict. In contrast to the large number of studies on reactive conflict regulation, only a few studies have investigated processes of anticipatory conflict regulation. The results suggest that the mere expectation of action conflict, in contrast to the successful overcoming of conflict, allows only limited adaptation to conflict situations.

Key words: response conflict, conflict regulation, congruency effects, preparation

## Handlungskonflikt und Konfliktaufgaben

### Handlungskonflikte und Konfliktregulation

Unsere Wahrnehmung versorgt uns ständig mit Informationen über aktuell vorhandene Handlungsmöglichkeiten. In vielen Situationen finden wir mehrere Objekte vor, die jeweils mit einer eigenen Handlungsoption verknüpft sind. In manchen Situationen ist das für die Handlungssteuerung günstig, weil die vorhandenen Reize gleiche Handlungen nahe legen. An einer Bushaltestelle können uns zum Beispiel gleichzeitig die Durchsage des Fahrers sowie das Öffnen der Türen zum Einsteigen auffordern. Andere Situationen, in denen gleichzeitig vorhandene Reize mit

unvereinbaren (inkompatiblen) Optionen assoziiert sind, stellen dagegen höhere Anforderungen an die Handlungssteuerung. An einem Zebrastreifen mag die rote Ampel gegen das Überqueren der Fahrbahn sprechen, während uns das schlechte Vorbild eines anderen Passanten zum Überqueren der Straße verlockt. In einer solchen Situation entstehen Handlungskonflikte dadurch, dass die kognitiven Repräsentanten widersprüchlicher Handlungsmöglichkeiten aktiv sind. Mit solchen Konflikten flexibel umzugehen ist eine zentrale Aufgabe der menschlichen Handlungssteuerung.

Es lassen sich zwei Formen des Umgangs mit Handlungskonflikten unterscheiden. Prozesse der *reaktiven* Konfliktregulation registrieren das Konfliktausmaß in einer Situation und passen das System nachträglich an diese Situation an. Wenn wir beispielsweise jemanden beim Überqueren der Straße trotz roter Ampel beobachten, dann könnte das kognitive System versuchen unsere Aufmerksamkeit gegenüber anderen Passanten zu reduzieren, um nicht ihrem möglicherweise schlechten Beispiel zu folgen. Prozesse der *antizipativen* Konfliktregulation versuchen dagegen, das Konfliktpotenzial einer zukünftigen

---

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Unterstützung unserer Forschungsarbeiten durch die Sachbeihilfen WU 357/2-1 und KU 1964/2-1. Wir danken Frau Dr. Bianca Pösse, Herrn Dipl.-Psych. Rupert Biebl und drei anonymen Gutachtern für konstruktive Kommentare zu früheren Versionen dieses Artikels.

Situation zu antizipieren und das System von vornherein optimal einzustellen.

Es entsteht leicht der Eindruck, bei der „Konfliktregulation“ handle es sich um bewusste und intentionale Kontrollprozesse, die auf „untergeordnete“ Prozesse der Informationsverarbeitung einwirken. Dieser Eindruck muss jedoch in keiner Weise zutreffen. Vielmehr ist es genauso gut vorstellbar, dass die Prozesse der Konfliktregulation „ballistisch“ ablaufen und zur Konfliktregulation weder die bewusste Wahrnehmung von Konflikten noch eine entsprechende Absicht nötig ist. Aus diesen Gründen sprechen wir im Folgenden auch nicht von „Mechanismen“ sondern von „Prozessen“ der Konfliktregulation, da der Begriff „Mechanismus“ eine stereotype und unwillkürliche Form der Verarbeitung suggeriert. Der Begriff „Prozess“ ist in dieser Hinsicht neutraler. Es wurden bereits eine Reihe von Untersuchungen zur Rolle bewusster Prozesse für die Konfliktregulation durchgeführt; die Ergebnisse erlauben jedoch bisher noch keine eindeutigen Schlussfolgerungen.

Die kognitionspsychologische Forschung der letzten 25 Jahre hat sich sowohl mit reaktiver als auch mit antizipativer Konfliktregulation beschäftigt, wobei die Forschung zur reaktiven Konfliktregulation deutlich überwog. Wir wollen im Folgenden einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zum Thema Konfliktregulation geben. Zunächst behandeln wir die zum Teil lebhaft diskutierten Vorstellungen zur reaktiven Regulation von Handlungskonflikten, bevor wir uns den Prozessen der antizipativen Regulation zuwenden. Zum Schluss wollen wir einige Entwicklungslinien für die zukünftige Forschung aufzeigen.

## Konfliktaufgaben

Handlungs- bzw. Reaktionskonflikte<sup>1</sup> lassen sich experimentell mit so genannten Konfliktaufgaben untersuchen. In diesen Aufgaben werden den Versuchspersonen (Vpn) relevante und irrelevante Reize dargeboten und es wird die Übereinstimmung (Kongruenz) zwischen dem irrelevanten Reiz und der Reaktion manipuliert. Die prominenteste Konfliktaufgabe ist die *Stroop-Aufgabe* (Stroop, 1935; Überblick bei MacLeod, 2005). Im Regelfall sollen Vpn hier die Farbe eines Farbwortes benennen, die Bedeutung des Farbwortes aber ignorieren. Manipuliert wird die Übereinstimmung zwischen der Farbe und der Bedeutung des Farbwortes. Das Wort „schwarz“ in schwarzer Farbe

<sup>1</sup> Wir sprechen im Folgenden von „Reaktionen“, wenn wir uns auf Befunde aus Wahlreaktionsaufgaben beziehen. Die Abgrenzung zum allgemeineren Begriff der „Handlung“ ist allerdings eher technischer als grundsätzlicher Natur. Auch Reaktionen in Wahlreaktionsexperimenten sind Handlungen, also zielgerichtete Verhaltensweisen. Die Wahlreaktionsaufgabe zeichnet sich lediglich dadurch aus, dass es einen offenkundigen Reiz gibt, der die Vp auffordert möglichst schnell ein bestimmtes Ziel zu erreichen (z.B. die linke Taste zu betätigen). Es gibt daher nach unserer Auffassung keine grundsätzlichen Einwände dagegen, Prozesse der Handlungsregulation mithilfe von Wahlreaktionsaufgaben zu untersuchen (vgl. Prinz, 1998, für eine ausführliche Diskussion).

	Stroop	Eriksen	Simon
<b>Instruktion</b>	Benenne die Farbe des Reizes.	A im Zentrum = linke Taste, B im Zentrum = rechte Taste.	A = linke Taste, B = rechte Taste.
<b>Kongruenter Reiz</b>	Schwarz	AAAAA	A +
<b>Inkongruenter Reiz</b>	Weiß	AABAA	+ A

Abbildung 1. Beispiele für kongruente und inkongruente Bedingungen in drei prominenten Konfliktaufgaben (Stroop-Aufgabe; Eriksen-Aufgabe; Simon-Aufgabe).

repräsentiert eine kongruente Bedingung, während das Wort „weiß“ in schwarzer Farbe eine inkongruente Bedingung bildet (vgl. Abbildung 1). In der *Eriksen-Aufgabe* manipuliert man die Kompatibilität zwischen irrelevanten Flankierreizen und der Reaktion auf einen zentral präsentierten Zielreiz (Überblick bei Eriksen, 1995). In den kongruenten Bedingungen sind die Distraktoren und der Zielreiz mit der gleichen Reaktion assoziiert, in den inkongruenten Bedingungen sind die Distraktoren und der Zielreiz mit verschiedenen Reaktionen assoziiert. In der *Simon-Aufgabe* manipuliert man die Korrespondenz zwischen der irrelevanten Reizposition und der Position von Reaktionen auf ein nicht-räumliches Reizmerkmal. Beispielsweise kann man die Vpn instruieren, auf den Buchstaben „A“ eine linke Taste und auf den Buchstaben „B“ eine rechte Taste zu drücken. Durch Variation der irrelevanten (horizontalen) Reizposition erzeugt man räumlich kongruente und räumlich inkongruente Bedingungen (Überblick bei Proctor & Vu, 2006). Das typische Ergebnis in all diesen Konfliktaufgaben besteht in kürzeren Reaktionszeiten und niedrigeren Fehlerraten in den kongruenten Bedingungen, verglichen mit den inkongruenten Bedingungen.

Kongruenzeffekte werden in der Regel dadurch erklärt, dass neben der relevanten Information auch die irrelevante Information unwillkürlich verarbeitet wird und zur Aktivierung einer korrespondierenden Reaktion führt. Im kongruenten Fall ko-aktiviert der irrelevante Reiz die korrekte Reaktion auf den relevanten Reiz, die dann schnell ausgeführt werden kann. Im inkongruenten Fall aktiviert der irrelevante Reiz dagegen eine falsche Reaktion und es entsteht ein Reaktionskonflikt. Die Lösung des Konflikts benötigt Zeit und manchmal setzt sich auch die falsche Reaktion durch.

## Reaktive Konfliktregulation

Von reaktiver Konfliktregulation wird gesprochen, wenn das Auftreten eines Konfliktes die Verarbeitung nachfolgender Informationen so verändert, dass später auftretende Reaktionskonflikte in ihrer Ausprägung gemindert wer-

den. Erste Evidenz für diese reaktive Form der Konfliktregulation stellen sequenzielle Modulationen von Kongruenzeffekten dar, die wir im Folgenden beschreiben.

## Die sequenzielle Modulation von Kongruenzeffekten

In einer mittlerweile als klassisch zu bezeichnenden Studie machten Gratton, Coles und Donchin (1992) eine auf den ersten Blick unscheinbare Beobachtung, die eine Vielzahl weiterer Arbeiten stimuliert hat. Die Autoren untersuchten Verhaltenskonflikte mithilfe der Eriksen-Aufgabe. Die interessante Beobachtung war, dass die Größe der Kongruenzeffekte, also der Reaktionszeitunterschied zwischen kongruenten und inkongruenten Bedingungen, davon abhing, welche Reizeanordnung die Vpn im jeweils vorausgegangenen Versuchsdurchgang erlebt hatten. Der Kongruenzeffekt war deutlich geringer ausgeprägt, wenn die Vpn im vorangehenden Durchgang eine inkongruente anstatt einer kongruenten Situation erlebt hatten. Die Autoren interpretierten diesen Befund so, dass das Erlebnis von Reaktionskonflikt in einem inkongruenten Durchgang zu einer Fokussierung der Aufmerksamkeit auf den zentral dargebotenen Zielreiz führt. Dagegen verlockt das Ausbleiben von Reaktionskonflikt in einem kongruenten Durchgang zum Wechsel in einen parallelen Verarbeitungsmodus, bei dem auf den „erstbesten“ Reiz reagiert wird, sei dies der Zielreiz oder ein Distraktor. In einer Eriksen-Aufgabe führt eine parallele Strategie zu großen Kongruenzeffekten, weil die parallele Verarbeitung kongruenter Reize die Reaktionsauswahl stark erleichtert, während die parallele Verarbeitung inkongruenter Reize die Reaktionsauswahl stark behindert. Die fokussierte Strategie führt dagegen zu kleinen Kongruenzeffekten. Offenbar passen die Vpn ihre Verarbeitungsstrategie an das Ausmaß des aktuell erlebten Reaktionskonfliktes an.

In den letzten Jahren konnte die von Gratton et al. (1992) beschriebene sequenzielle Modulation des Eriksen-Effekts auch für andere Kongruenzeffekte nachgewiesen werden. Sequenzielle Modulationen des Simon-Effekts wurden beispielsweise von Praamstra, Kleine und Schnitzler (1999) beschrieben (siehe auch Stürmer, Leuthold, Soetens, Schröter & Sommer, 2002; Wühr & Ansorge, 2005; Wühr, 2004). Sequenzielle Modulationen des Stroop-Effekts wurden erst kürzlich von Kerns et al. (2004) sowie von Notebaert, Gevers, Verbruggen und Liefvooghe (2006) demonstriert. Sequenzielle Modulationen von Kongruenzeffekten zeigen sich nicht nur in manuell-räumlichen Reaktionen, sondern auch in Augenbewegungen (Fieding et al., 2005; Leuthold & Schröter, 2006) sowie in Sprechreaktionen (z. B. Wühr, 2006).

## Modelle der reaktiven Konfliktregulation

Viele Autoren erklären die sequenzielle Modulation von Kongruenzeffekten durch Prozesse der (reaktiven) Konfliktregulation. Allerdings wurden verschiedene Prozesse

für verschiedene Kongruenzeffekte vorgeschlagen. Wie bereits erwähnt, haben Gratton et al. (1992) den Wechsel zwischen einer parallelen und einer fokussierten Verarbeitung als Erklärung für die sequenzielle Modulation des Eriksen-Effekts vorgeschlagen. Weitere Prozesse der Konfliktregulation wurden von Matthew Botvinick sowie Hartmut Leuthold und Kollegen vorgeschlagen.

Botvinick und Kollegen postulierten zwei zusammenhängende Hypothesen über die Prozesse der Konfliktregulation (Botvinick et al., 1999; Botvinick, Cohen & Carter, 2004). Die erste Hypothese besagt, dass spezifische Hirnareale, insbesondere dorsale Teile des *anterioren cingulären Cortex* (ACC), das Auftreten von Konflikten in der Informationsverarbeitung registrieren. Dieser Prozess stellt den afferenten Aspekt der Konfliktregulation dar. Die zweite Hypothese besagt, dass das Konfliktsignal des ACC Maßnahmen der kognitiven Kontrolle auslöst, die Konflikte in der (nahen) Zukunft vermeiden sollen. Die Maßnahmen der reaktiven Konfliktvermeidung bestehen nach Botvinick und Kollegen vor allem darin, mehr Aufmerksamkeitsressourcen für die Verarbeitung der relevanten Reizdimension zu mobilisieren (Botvinick et al., 2001). Es handelt sich also um ein Modell der frühen Selektion, das von einer Modulation der Informationsaufnahme ausgeht. Dieser Prozess repräsentiert den efferenten Aspekt der Konfliktregulation.

Auf der Grundlage einer Untersuchung zum Simon-Effekt postulierten Stürmer und Kollegen (Stürmer et al., 2002; Stürmer & Leuthold, 2003) einen Prozess der Konfliktregulation, der das Ausmaß an Reaktionsaktivierung durch irrelevante Reizinformation reguliert. Nach dieser Hypothese reagiert die Konfliktregulation auf einen Reaktionskonflikt, indem sie die Reaktionsaktivierung durch irrelevante Reizinformation unterdrückt (Suppressions-Hypothese). Das bedeutet, dass die Konfliktregulation nach kongruenten Durchgängen einer Simon-Aufgabe nicht tätig wird, während sie nach inkongruenten Durchgängen einer Simon-Aufgabe die Reaktionsaktivierung durch die irrelevante Reizposition vorübergehend unterdrückt. Es handelt sich um ein Modell der späten Selektion, bei dem nicht die Aufnahme irrelevanter Information, sondern erst die Reaktion darauf unterdrückt wird.

Die soeben beschriebenen Prozesse der Konfliktregulation schließen sich nicht gegenseitig aus. Tatsächlich ist es möglich, dass das kognitive System auf Reaktionskonflikte reagiert, indem die Verarbeitung relevanter Information verstärkt *und* die Verarbeitung irrelevanter Informationen unterdrückt wird. Wir werden später auf diese Möglichkeit zurückkommen.

## Sequenzielle Modulation von Kongruenzeffekten: Konfliktregulation oder Bahnung?

Die Annahme einer reaktiven Konfliktregulation ist nicht unumstritten geblieben. Die Debatte hat eine gewisse Brisanz durch Befunde erhalten, die nahe legen, dass se-

quenzielle Modulationen von Kongruenzeffekten möglicherweise gar nichts mit kognitiver Kontrolle zu tun haben, sondern das Resultat wesentlich einfacherer Bahnungsprozesse (Priming) sein könnten (z. B. Hommel, Proctor & Vu, 2004; Mayr, Awh & Laurey, 2003). Nach dieser Auffassung können sequenzielle Modulationen von Kongruenzeffekten alleine durch die selektive Wiederholung von Reizen bzw. von Reaktionen erklärt werden. Tatsächlich wurden sequenzielle Modulationen meistens in Wahlreaktionsaufgaben mit zwei Reaktionen auf zwei Reize untersucht. Daraus ergibt sich das Problem, dass bei der Wiederholung sowohl kongruenter als auch inkongruenter Bedingungen die Reizanordnung entweder komplett wiederholt wird (z. B. AAA → AAA bzw. ABA → ABA in einer Eriksen-Aufgabe) oder die Reizanordnung komplett wechselt (z. B. AAA → BBB bzw. ABA → BAB in einer Eriksen-Aufgabe). Dagegen werden beim Wechsel zwischen kongruenten und inkongruenten Bedingungen nie alle Reize wiederholt. Da die Wiederholung aller Reize zu besonders schnellen Reaktionen führt, vermuteten Mayr et al. (2003), dass dies die Kongruenzeffekte nach kongruenten Durchgängen vergrößern und nach inkongruenten Durchgängen reduzieren könnte. Tatsächlich fanden Mayr et al. keine sequenzielle Modulation in einer Eriksen-Aufgabe mit zwei Reaktionen, wenn komplette Wiederholungen von Reizanordnungen aus der Auswertung ausgeschlossen wurden.

Hommel und Mitarbeiter haben eine ähnliche Erklärung für die sequenzielle Modulation von Kongruenzeffekten vorgeschlagen (Hommel et al., 2004). Nach diesen Autoren erleichtert nicht nur die komplette Wiederholung einer Reiz-Reaktions-Episode die Verarbeitung, sondern auch der komplette Wechsel. Nach dieser Auffassung beseitigt also selbst der Ausschluss von kompletten Wiederholungen von der Auswertung nicht das Problem. Denn die Beobachtung von sequenziellen Modulationen kann auch dann noch auf Bahnungseffekte zurückgeführt werden, wenn die Wiederholungen von kongruenten bzw. von inkongruenten Bedingungen auf dem kompletten Wechsel aller Reize beruhen, während sich die Reize beim Wechsel zwischen Kongruenzbedingungen nur teilweise verändern.

Diese methodenkritischen Arbeiten machen darauf aufmerksam, dass sequenzielle Veränderungen von Kongruenzeffekten nicht allein Ausdruck kognitiver Kontrollprozesse, sondern auch einfacherer Bahnungsvorgänge sein könnten. Es wurden daher Studien durchgeführt, um Prozesse der Konfliktregulation von anderen Ursachen sequenzieller Modulationen zu isolieren. Um einen von Bahnungseffekten bereinigten Indikator für Konfliktregulation zu erhalten, bietet sich zunächst die Verwendung von mehr als zwei Reizen und/oder mehr als zwei Reaktionen an. Dadurch entstehen Bedingungen, in denen sich keine Reize oder Reaktionen wiederholen und daher die unterstellte Beteiligung von Reiz- oder Reaktionswiederholung ausgeschlossen werden kann. Beispielsweise variierte Wühr (2005) in einer Simon-Aufgabe mit vertikal angeordneten Reaktionstasten sowohl die vertikale als auch die horizontale Reizposition. Durch diese Manipula-

tion ergaben sich für jede der vier interessierenden Abfolgen von Kongruenzbedingungen Sequenzen mit einem vollständigen Wechsel der Reiz-Reaktions-Episode. Dennoch wurden sequenzielle Modulationen des Simon-Effekts beobachtet. Ullsperger, Bylsma und Botvinick (2005, Experiment 2) verwendeten eine Eriksen-Aufgabe mit den Ziffern von 1 bis 9 als Reize, wobei auf jede Zahl eine eigene Taste gedrückt werden musste. Auch in diesem Experiment zeigten sich sequenzielle Modulationen des Eriksen-Effekts (d. h. größere Eriksen-Effekte nach kongruenten als nach inkongruenten Durchgängen), obwohl ausschließlich Trialfolgen mit vollständigem Wechsel der Reiz-Reaktions-Episode betrachtet wurden. Vergleichbare Ergebnisse wurden von Kunde und Wühr (2006, Experiment 1) in einer Vierfach-Wahl-Reaktionsaufgabe mit vollständigen Wechseln der Reiz-Reaktions-Episoden berichtet.

Kunde und Wühr (2006, Experiment 2) beobachteten außerdem, dass sequenzielle Modulationen auch zwischen verschiedenen Konfliktaufgaben auftreten. In ihrer Studie reagierten die Vpn auf Pfeile durch einen räumlich kongruenten Tastendruck (← linke Taste, → rechte Taste). Die Pfeile erschienen zufällig an einer linken oder rechten Position, wodurch kongruente und inkongruente Bedingungen einer Simon-Aufgabe definiert wurden. Des Weiteren wurde vor jedem seitlich dargebotenen Pfeil („Target“) noch ein irrelevanter Pfeilreiz („Prime“) gezeigt. Der Prime konnte zum Target kongruent oder inkongruent sein (Prime-Target-Kongruenz). Kunde und Wühr fanden sequenzielle Modulationen sowohl innerhalb als auch zwischen Kongruenzeffekten. Das heißt, nach einem räumlich inkongruenten Durchgang fielen sowohl der Simon-Effekt als auch der Prime-Target-Kongruenzeffekt kleiner aus als nach einem räumlich kongruenten Durchgang.

Die Beobachtung der sequenziellen Modulation von Kongruenzeffekten mit vollständig wechselnden Reizanordnungen sowie die Beobachtung der sequenziellen Modulation zwischen Kongruenzeffekten zeigen, dass sequenzielle Modulationen von Kongruenzeffekten nicht allein durch die Wiederholung einfacher Reiz- oder Reaktionsmerkmale, d. h. Bahnungseffekte, erklärt werden können. Diese Befunde stützen vielmehr die ursprüngliche Annahme, dass sequenzielle Modulationen von Kongruenzeffekten Ausdruck kognitiver Kontrollprozesse sind. Die Gesamtschau der Befunde legt die Schlussfolgerung nahe, dass sequenzielle Modulationen weder allein durch Kontrollprozesse noch allein durch Bahnungseffekte (Priming) erklärt werden können. Für die gleichzeitige Beteiligung beider Prozesse haben mittlerweile Notebaert et al. (2006) Evidenz vorgelegt. Die Autoren untersuchten die Hypothese, dass wiederholungs-induzierte Modulationen schneller entstehen als konflikt-induzierte Modulationen. Sie verwendeten dazu eine Stroop-Aufgabe mit drei möglichen Reizen (und Reaktionen) und manipulierten den zeitlichen Abstand zwischen aufeinander folgenden Stimuli. Wurden komplette Wiederholungen von Reizen mit ausgewertet, fanden sich sequenzielle Modulationen sowohl bei kurzen als auch bei langen Zeitabständen zwischen aufeinander folgenden Stimuli. Wurden komplette

Wiederholungen von Reizen dagegen von der Auswertung ausgeschlossen, fanden sich sequenzielle Modulationen nur bei langen Zeitabständen. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass sequenzielle Modulationen durch unterschiedliche Prozesse erzeugt werden können.

## Eigenschaften der reaktiven Konfliktregulation

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse von empirischen Studien diskutiert, die verschiedene Eigenschaften der reaktiven Konfliktregulation untersucht haben. Es werden Befunde zu fünf Forschungsfragen diskutiert. Die erste Frage bestand darin, welche Ereignisse die reaktive Konfliktregulation auslösen. Die zweite Gruppe von Studien beschäftigte sich mit der Frage, wie auf den registrierten Konflikt reagiert wird. Die dritte Forschungsfrage lautete, welche Rolle das Bewusstsein von Reaktionskonflikten für deren Regulation spielt. Eine vierte Gruppe von Studien untersuchte die Frage, ob die Maßnahmen der Konfliktregulation lokal (aufgaben-spezifisch) oder global (aufgaben-unspezifisch) wirken. Abschließend diskutieren wir Befunde zu hirn-anatomischen Korrelaten der reaktiven Konfliktregulation.

### Welche Ereignisse lösen die Konfliktregulation aus?

Wühr (2004) untersuchte die Frage, welches Ereignis die sequenzielle Modulation von Simon-Effekten auslöst. Die Theorien der Konfliktregulation besagen, dass die sequenzielle Modulation durch eine Inkongruenz zwischen der auf die Reizfarbe ermittelten Reaktion und der durch die Reizposition automatisch aktivierten Reaktion ausgelöst wird (Reaktionskonflikt-Hypothese). Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass die sequenzielle Modulation einfach durch eine Inkongruenz zwischen der Reizposition und der Reaktionsposition ausgelöst wird (Positionskonflikt-Hypothese). In der normalen Simon-Aufgabe sind beide Variablen konfundiert. Um zwischen den beiden Faktoren zu unterscheiden, untersuchte Wühr die sequenzielle Modulation von invertierten Simon-Effekten. Der Simon-Effekt kehrt sich um, wenn eine inkompatible Zuordnung zwischen dem relevanten Reizmerkmal (z. B. Farbe) und den Reaktionen eingeführt wird (Hedge & Marsh, 1975; Überblick bei Proctor & Vu, 2006). Lässt man Vpn beispielsweise auf grüne Reize eine rote linke Taste und auf rote Reize eine grüne rechte Taste drücken, dann erzeugen räumlich kongruente Bedingungen *langsamere* Reaktionen als räumlich inkongruente Bedingungen. Diese Beobachtung wurde von Hedge und Marsh so erklärt, dass die Vpn zur Reiz-Reaktions-Übersetzung logische Regeln verwenden (hier: Tu das Gegenteil), die unwillkürlich auch auf die irrelevante Reizposition angewandt werden. Auf der Grundlage dieser Theorie sagt die Reaktionskonflikt-Hypothese bei inkompatibler Farbzuordnung eine Reduktion von invertierten Simon-Effekten nach kongruenten Trials vorher, während die Positionskonflikt-Hypothese eine Reduktion von invertierten Simon-Effekten

nach inkongruenten Trials erwarten lässt. Die Ergebnisse bestätigten die Reaktionskonflikt-Hypothese.

### Welche Auswirkungen hat die Registrierung von Reaktionskonflikten?

Theoretisch stehen der reaktiven Konfliktregulation drei Möglichkeiten zur Anpassung der Informationsverarbeitung zur Verfügung. Zum ersten könnte die Verarbeitung irrelevanter Information nach einer kongruenten Situation, d. h. wenn sich die irrelevante Information als potenziell nützlich erwiesen hat, verstärkt werden. Zum zweiten könnte die Verarbeitung irrelevanter Information nach einer inkongruenten Situation, in der sich die irrelevante Information als störend erwiesen hat, unterdrückt werden. Zum dritten könnte die Verarbeitung von relevanter Information nach einer inkongruenten Situation verstärkt werden. Alle drei Prozesse hätten größere Kongruenzeffekte nach kongruenten Durchgängen als nach inkongruenten Durchgängen zur Folge.

Wühr und Ansorge (2005) untersuchten die „Werkzeuge“ der Konfliktregulation in einer horizontalen Simon-Aufgabe mit kongruenten, neutralen und inkongruenten Bedingungen. In der räumlich neutralen Bedingung erschien der imperative Reiz an einer zentralen Position, während die Vpn an einer linken oder rechten Position reagierten. Die Autoren gingen davon aus, dass nach einem neutralen Durchgang keine Konfliktregulation erfolgt. Somit stellen Simon-Effekte nach neutralen Durchgängen eine „Baseline“ dar. Interessanterweise waren Simon-Effekte nach kongruenten Durchgängen größer als nach neutralen Durchgängen. Dieses Ergebnis kann durch die verstärkte Verarbeitung irrelevanter Information nach kongruenten Durchgängen erklärt werden. Gleichzeitig waren Simon-Effekte nach inkongruenten Durchgängen kleiner als nach neutralen Durchgängen. Dieses Ergebnis kann sowohl durch Verstärkung relevanter Information als auch durch Unterdrückung irrelevanter Information nach inkongruenten Durchgängen erklärt werden. Die Ergebnisse von Wühr und Ansorge konnten kürzlich von Leuthold und Schröter (2006) repliziert werden.

Egner und Hirsch (2005) untersuchten die Werkzeuge der Konfliktregulation mittels fMRI in einer Variante der Stroop-Aufgabe. Den Vpn wurde die Portraitaufnahme eines prominenten Politikers oder eines Schauspielers zusammen mit dem gedruckten Namen eines Politikers oder Schauspielers dargeboten. In einer Aufgabenstellung sollten die Bilder, in der anderen Aufgabenstellung die Namen den Berufsgruppen Politiker/Schauspieler zugeordnet werden. Die Bilder wurden entweder mit dem Namen einer Person aus der gleichen Berufsgruppe (kongruente Bedingung, z. B. ein Bild von Robert De Niro mit dem Namen „Al Pacino“) oder mit dem Namen einer Person aus der anderen Berufsgruppe (inkongruente Bedingung, z. B. ein Bild von Robert De Niro mit dem Namen „Bill Clinton“) präsentiert. Beim Klassifizieren der Gesichter fanden sich Kongruenzeffekte der irrelevanten Namen und beim Klassifizieren der Namen fanden sich Kongruenzeffekte der

irrelevanten Bilder. In beiden Aufgaben waren die Kongruenzeffekte nach kongruenten Durchgängen stärker ausgeprägt als nach inkongruenten Durchgängen. Um die Ursache der sequenziellen Modulationen zu ermitteln, maßen Egner und Hirsch in beiden Aufgaben die Aktivität eines Gehirnareals, das bekanntermaßen an der Verarbeitung von Gesichtern beteiligt ist (FFA, *fusiform face area*). Interessanterweise hing die Aktivität des FFA nur dann von der Kongruenz im vorausgegangenen Durchgang ab, wenn die Gesichter relevant waren. Aus diesen Ergebnissen schlossen Egner und Hirsch, dass Konfliktregulation die Verarbeitung der relevanten Reizaspekte (hier Gesichter) nach inkongruenten Situationen verstärkt, während die Verarbeitung der irrelevanten Reizaspekte nicht moduliert wird.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen liefern Belege dafür, dass die Konfliktregulation nach *kongruenten* Durchgängen die Verarbeitung *irrelevanter* Reizattribute und nach *inkongruenten* Durchgängen die Verarbeitung *relevanter* Reizattribute verstärkt. Für eine Unterdrückung der Verarbeitung irrelevanter Reizattribute nach inkongruenten Durchgängen liegen bislang noch keine eindeutigen Belege vor.

## Welche Rolle spielt Bewusstsein für die Konfliktregulation?

Eine weitere interessante Frage ist, ob das bewusste Erleben des Konfliktes eine notwendige Bedingung für die Konfliktregulation darstellt. Das bereits erwähnte Modell von Botvinick et al. (2001) zum Beispiel entfaltet seinen Charme dadurch, dass es Konfliktregulation als einen vollkommen autonomen Prozess beschreibt. Der Verhaltenskonflikt wird registriert und als Konsequenz erfolgt eine stärkere Fokussierung der Aufmerksamkeit auf die relevante Reizinformation. An keiner Stelle des Modells bedarf es dazu einer bewussten Repräsentation des konfliktauslösenden Ereignisses oder eines bewussten Eingriffs des Akteurs. Andererseits stimmen zahlreiche Autoren darin überein, dass kognitive Kontrollprozesse an die bewusste Verfügbarkeit der zu kontrollierenden Information gebunden sind (Baars, 2002; Dehaene & Nacchache, 2001; Umiltà, 1988). Es ist daher denkbar, dass sequenzielle Modulationen von Kongruenz-Effekten ausgeprägter sind, wenn den Vpn das Konfliktereignis bewusst wird, als wenn dies nicht der Fall ist. Im Einklang mit dieser Vermutung beobachteten Greenwald, Draine und Abrams (1996) sowie Kunde (2003) sequenzielle Modulationen nur dann, wenn die konflikt erzeugende Reizinformation bewusst sichtbar war. Dagegen traten keine bzw. deutlich reduzierte sequenzielle Modulationen auf, wenn die konflikt erzeugende Reizinformation maskiert dargeboten wurde und den Vpn daher verborgen blieb (siehe auch Praamstra & Seiss, 2005). Auch wenn diese Beobachtungen dafür sprechen, dass die Prozesse der Konfliktregulation eher auf den Plan gerufen werden, wenn die Konfliktursache bewusst zugänglich ist, bedeutet dies nicht, dass die Regulationsprozesse selbst willentlich steuerbar sind.

Tatsächlich sprechen die im Abschnitt 3 noch zu diskutierenden Befunde eher gegen diese Auffassung. Darüber hinaus war der durch unterschwellige Stimulation erzeugte Reaktionskonflikt in einigen Studien kleiner als der durch überschwellige Stimulation erzeugte Konflikt. Für eine Klärung der Rolle des Bewusstseins an der Konfliktregulation bedarf es daher weiterer Studien, in denen die bewusste Verfügbarkeit von Konfliktinformation bei besserer Kontrolle des Konfliktausmaßes untersucht wird (vgl. Mayr, 2004; Schütz & Vorberg, 2003).

## Wirkt sich Konfliktregulation lokal oder global aus?

Eine Reihe von Studien beschäftigte sich mit der Frage, ob sich die Maßnahmen der Konfliktregulation nur gegen die aktuell konflikt-auslösenden Reize wenden oder gegen jede Art von Reaktionskonflikt gerichtet sind. In einer ersten Studie zu dieser Frage ließen Stürmer, Seiss und Leuthold (2005) ihre Vpn abwechselnd eine Simon-Aufgabe und eine Eriksen-Aufgabe bearbeiten. Die Autoren beobachteten sequenzielle Modulationen innerhalb jeder Aufgabe (d. h. Simon modulierte Simon, Eriksen modulierte Eriksen) trotz intervenierender Durchgänge der jeweils anderen Aufgabe. Dagegen beobachteten die Autoren keine sequenzielle Modulation zwischen den Aufgaben (d. h. Simon modulierte nicht Eriksen und Eriksen modulierte nicht Simon). Eine ähnliche Beobachtung machten Kunde und Stöcker (2002). Diese Autoren variierten die Kongruenz zwischen Reizen und Reaktionen gleichzeitig hinsichtlich der Position und der Dauer. Mit anderen Worten, diese Autoren untersuchten gleichzeitig einen Simon-Effekt der Position und einen Simon-Effekt der Dauer. Die Studie ergab zwei interessante Befunde. Erstens, im Gegensatz zum räumlichen Simon-Effekt unterlag der zeitliche Simon-Effekt keiner sequenziellen Modulation. Dieses Ergebnis ist für existierende Modelle der Konfliktregulation schwer zu erklären. Zweitens, es fand sich auch keine sequenzielle Modulation zwischen den Kongruenzeffekten. Ähnliche Ergebnisse wurden von Kiesel, Kunde und Hoffmann (2006) berichtet. Hier hatten die Vpn eine von zwei Aufgaben zu bearbeiten, nämlich Ziffern entweder hinsichtlich ihrer numerischen Größe (kleiner oder größer 5) oder ihrer Parität (gerade oder ungerade) zu klassifizieren. Wenn gerade Ziffern und Ziffern größer 5 der linken Reaktion zugeordnet sind, dann ist die 6 ein kongruenter Reiz (gleiche Reaktion in beiden Aufgaben) während die 7 inkongruent ist (verschiedene Reaktionen). Sequenzielle Modulationen dieses Kongruenzeffektes wurden bei Aufgabenwiederholung beobachtet (z. B. Parität-Parität) aber nicht bei Aufgabenwechsel (z. B. Parität-numerische Größe). Dies spricht ebenfalls für aufgabenspezifische Konfliktregulation.

Demgegenüber fanden Kunde und Wühr (2006) erste Belege für die globale Modulation von Reaktionskonflikten. Diese Autoren beobachteten sequenzielle Modulationen nicht nur innerhalb eines Kongruenztyps, sondern auch zwischen zwei Kongruenztypen. Das heißt, die Prime-Target-Kongruenz modulierte die räumliche Kongruenz im nachfolgenden Durchgang und umgekehrt. Aus

diesem Ergebnis folgerten Kunde und Wühr, dass die Maßnahmen der reaktiven Konfliktregulation global wirksam werden. Eine neuere Studie von Notebaert und Verguts (2008) legt eine Erklärung der widersprüchlichen Befunde nahe. Möglicherweise tritt eine aufgabenübergreifende Modulation von Kongruenz-Effekten nur dann auf, wenn sich beide Aufgaben auf dieselbe relevante Reizdimension beziehen. Diese Autoren wiesen darauf hin, dass die von Kunde und Wühr (2006) manipulierten Kongruenzbeziehungen die gleiche relevante Information beinhalteten (räumliche Information über die Richtung von Pfeilen). Geht man davon aus, dass sich die Maßnahmen der Konfliktregulation vor allem auf die relevante Reizdimension beziehen, dann würden Interaktionen zwischen Kongruenz-Effekten nur dann auftreten, wenn es sich um die Kongruenz unterschiedlicher irrelevanter Reizmerkmale (*räumliche* Richtung und *räumliche* Position eines Prime-Pfeiles bei Kunde und Wühr, 2006) mit demselben relevanten Reizmerkmal des Zielreizes handelt (*räumliche* Richtung eines Target-Pfeiles). Notebaert und Verguts testeten diese Überlegungen in zwei Bedingungen, in denen die Vpn unvorhersehbar zwei verschiedene Konfliktaufgaben bearbeiten mussten. In der ersten Bedingung war die relevante Dimension für beide Aufgaben gleich: Die Vpn reagierten in beiden Aufgaben auf die Orientierung eines imperativen Reizes. In Übereinstimmung mit Kunde und Wühr fanden Notebaert und Verguts sequenzielle Modulationen zwischen den beiden Konfliktaufgaben. In der zweiten Bedingung unterschieden sich die relevanten Reizattribute für die beiden Aufgaben (Farbe vs. Orientierung). In diesem Fall fand sich keine sequenzielle Modulation zwischen den Konfliktaufgaben.

Zusammengefasst deuten die Ergebnisse der bislang vorliegenden Studien darauf hin, dass sich die Maßnahmen der reaktiven Konfliktregulation eher lokal auswirken. Diese Maßnahmen scheinen also nicht darauf zu zielen, die Verarbeitung von Störreizen pauschal zu unterdrücken, sondern die Verarbeitung bestimmter Reizattribute zu verbessern.

### Hirnanatomische Korrelate der Konfliktregulation

Die neurokognitive Forschung beschäftigte sich vor allem mit der Rolle des ACC (*anterioren cingulären Cortex*) für die reaktive Konfliktregulation (siehe Botvinick et al., 2004, für einen Überblick). Für eine Rolle des ACC als „Messinstrument“ für Reaktionskonflikte sprechen Beobachtungen aus drei verschiedenen Forschungsbereichen. Zum ersten wurde eine systematische Aktivierung des ACC in Aufgaben beobachtet, in denen eine präpotente Reaktionstendenz zu Gunsten einer relativ schwachen Reaktion unterdrückt werden musste. Beispielsweise berichten mehrere Studien eine stärkere Aktivierung des ACC in inkongruenten Durchgängen einer Stroop-Aufgabe als in kongruenten Durchgängen (z. B. Botvinick et al., 1999). Zum zweiten wurde eine starke Aktivierung des ACC in Aufgaben beobachtet, in denen die Vpn aus mehreren gleichwertigen Möglichkeiten eine Reaktion auswählen mussten. So fand sich starke Aktivierung des ACC bei der

Wortstamm-Ergänzung (Palmer et al., 2001). Zum dritten wurde in einer Gruppe von Arbeiten eine starke Aktivierung des ACC bei der Ausführung von Reaktionsfehlern festgestellt (z. B., Carter et al., 1998). Während der ACC primär die Entdeckung von Konflikten vermittelt, scheint die nachfolgende Regulation eng an präfrontale Strukturen gebunden zu sein. Beispielsweise fanden Kerns und Kollegen (2004), dass die Aktivität des PFC sowohl mit der Größe von Handlungskonflikten als auch mit der Aktivität des ACC korreliert. Die Autoren werten dies als ein Indiz für ein spezifisches neuronales Netzwerk, das die Entdeckung von Konflikten (ACC) und ihre Regulation (PFC) vermittelt.

### Zusammenfassung: Reaktive Konfliktregulation

Zusammengefasst können wir davon ausgehen, dass reaktive Konfliktregulation ein notwendiges Konstrukt darstellt, ohne das die Gesamtheit der empirischen Befunde nicht erklärt werden kann. Daher besitzen Studien zu den Eigenschaften dieser Prozesse ihre Berechtigung und konnten bereits eine Reihe von Merkmalen reaktiver Konfliktregulation identifizieren. So scheinen Prozesse der Konfliktregulation durch bewusst erlebte Reaktionskonflikte – und nicht durch perzeptuelle Inkongruenzen – auf den Plan gerufen zu werden. Die Maßnahmen der Konfliktregulation bestehen vor allem in der stärkeren Fokussierung der Aufmerksamkeit auf aufgabenrelevante Reizattribute. Diese Fokussierung erfolgt aufgabenspezifisch und lässt sich in der Aktivierung spezifischer neuronaler Verarbeitungspfade nachweisen. Für die Unterdrückung der Verarbeitung irrelevanter Reize als Bestandteil der Konfliktregulation liegen noch keine (eindeutigen) Belege vor.

### Antizipative Konfliktregulation

Während die Prozesse der reaktiven Konfliktregulation erst dann aktiv werden, wenn ein Konflikt aufgetreten ist, könnte es auch Prozesse geben, die den Organismus auf zukünftige Konflikte vorbereiten. Die Untersuchung dieser Frage ist vor allem deshalb wichtig, weil die Fähigkeit zur Vorbereitung auf Handlungskonflikte nahe legen würde, dass die Prozesse der Konfliktregulation willentlich steuerbar sind. Zur antizipativen Konfliktregulation liegen erst wenige Befunde vor, die wir im Folgenden kurz diskutieren wollen.

### Prozesse der antizipativen Konfliktregulation: Empirische Ergebnisse

Logan und Zbrodoff (1982) untersuchten die Vorbereitung auf Reaktionskonflikte in einer Stroop-Aufgabe. Die Vpn sollten ein Positionswort vorlesen („oben“ vs. „unten“), das zufällig an einer oberen oder unteren Posi-

tion erschien. Die Autoren verglichen die Kongruenzeffekte in Bedingungen mit und ohne Vorinformation über die Kongruenz im nächsten Trial. Das Ergebnis war, dass valide Hinweisreize die Reaktionszeiten sowohl in kongruenten als auch in inkongruenten Bedingungen verkürzten. Logan und Zbrodoff erklärten ihre Ergebnisse durch einen Wechsel des Antwortkriteriums. Die Autoren nahmen an, dass Hinweise auf kongruente Bedingungen die Vpn veranlassten, kompatibel auf die Reizposition zu reagieren, während Hinweise auf inkongruente Bedingungen die Vpn verleiteteten, inkompatibel auf die Reizposition zu reagieren. Allerdings könnten die Ergebnisse auch auf dimensionale Gewichtung zurückgehen. In diesem Fall hätten die Vpn die Bedeutung und die Position der Wörter immer parallel verarbeitet, wobei das „attentionale“ Gewicht der Reizposition vor kongruenten Bedingungen erhöht und vor inkongruenten Bedingungen reduziert wurde.

Gratton und Kollegen (1992) untersuchten den Einfluss von unzuverlässigen Hinweisreizen (80 % valide vs. 20 % invalide Trials) auf die Größe von Flankierreiz-Effekten. Sie beobachteten eine Vergrößerung des Flankierreiz-Effekts nach Hinweisreizen auf kongruente Trials. Gratton und Kollegen erklärten ihren Befund durch die Annahme, dass die Erwartung von kongruenten Durchgängen die Vpn zu räumlich paralleler Reizverarbeitung animierte, während die Erwartung von inkongruenten Durchgängen die Vpn zu räumlich fokussierter Verarbeitung veranlasste. Allerdings sind auch hier Alternativerklärungen denkbar. Zunächst ist es möglich, dass die Vpn in angekündigten kongruenten Durchgängen einfach auf die Flankierreize anstatt auf die Zielreize reagierten, wie dies von Logan und Zbrodoff (1982) angenommen wurde. Außerdem können Überraschungs- und Übungseffekte, die bei der Verwendung unzuverlässiger Hinweisreize zu erwarten sind, ebenfalls einen Einfluss auf die Leistung gehabt haben. Das unerwartete Auftreten eines inkongruenten Ereignisses nach Ankündigung eines kongruenten Ereignisses wird vermutlich die Reaktionen zusätzlich verzögern und kann damit ebenfalls die Erhöhung von Kongruenz-Effekten nach Ankündigung eines kongruenten Durchgangs erklären.

In einer neueren Studie versuchten Wühr und Kunde (in press) den strategischen Wechsel des Antwortkriteriums und die Veränderung dimensionaler Gewichte bei der Nutzung von Hinweisreizen über Kongruenzbeziehungen zu unterscheiden. Dazu analysierten Wühr und Kunde den Einfluss von Vorinformation auf den Nutzen durch kongruente Bedingungen und auf die Kosten durch inkongruente Bedingungen in einer Simon-Aufgabe. Im Vergleich zu einer Bedingung ohne Vorinformation vergrößerten zuverlässige Hinweisreize den Nutzen durch kongruente Bedingungen in Aufgaben mit zwei und drei Reaktionsmöglichkeiten. Dagegen reduzierten zuverlässige Hinweisreize die Kosten durch inkongruente Bedingungen nur in der Zweifach-Wahlreaktionsaufgabe. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass zur antizipatorischen Konfliktregulation nur die Strategie der Reaktion auf die nominell irrelevante Reizdimension (die Reizposition in der

Simon-Aufgabe) zur Verfügung steht, sofern sie die richtige Reaktion verlässlich signalisiert. Eine graduelle Veränderung der attentionalen Gewichte von relevanten und irrelevanten Reizdimensionen scheint dagegen nicht möglich zu sein.

## Zusammenfassung: Antizipative Konfliktregulation

Die bislang vorliegende Evidenz legt nahe, dass der Vorbereitung auf Handlungskonflikte Grenzen gesetzt sind. Es deutet sich an, dass Vpn auf die bloße Ankündigung einer inkongruenten Bedingung hin ihre Aufmerksamkeit für die relevanten Reizattribute nicht erhöhen können, während dieser Prozess bei der reaktiven Konfliktregulation offenbar eine wichtige Rolle spielt. Die Gründe hierfür sind noch klärungsbedürftig. Man kann hier Parallelen zur Forschung zum sog. Aufgabenwechsel erkennen, die gezeigt hat, dass eine willentliche Vorbereitung auf eine neue Aufgabe nur eingeschränkt möglich ist (Monsell, 2003). Auch die rechtzeitige Ankündigung eines Aufgabenwechsels verhindert nicht, dass bei der ersten Bearbeitung der neuen Aufgabe Reaktionszeitkosten entstehen. Eine Erklärung dieser residualen Wechselkosten geht dahin, dass das System erst durch die einmalige Bearbeitung der neuen Aufgabe optimal für die Bearbeitung der Aufgabe „präpariert“ ist (z. B. Rogers & Monsell, 1995). Beim Umgang mit Reaktionskonflikten könnte sich die Sache ähnlich verhalten. Erst die Überwindung eines tatsächlichen Verhaltenskonfliktes erzeugt eine Anpassung an nachfolgende Konfliktsituationen, während die bloße Erwartung oder die gedankliche Vorwegnahme eines Konflikts nicht zur Vorbereitung genügt. Die Tragfähigkeit dieser Analogie muss durch weitere Forschung untermauert werden.

## Zusammenfassung und Ausblick

Eine Verhaltenswissenschaft wie die Psychologie untersucht die kognitiven Prozesse der Handlungskontrolle. Der Umgang mit widersprüchlichen Handlungstendenzen ist sicher eine wichtige Kontrollfunktion. Ein Verlust dieser Fähigkeiten hat dramatische Konsequenzen, wie das Beispiel von Patienten mit Frontallhirnläsion zeigt, die solche Konflikte nicht mehr bewältigen können und stattdessen jedem spontanen Handlungsimpuls nachgeben (sog. *utilization behavior*; Lhermitte, 1983). Wir haben zu zeigen versucht, dass sich Konfliktregulation mit sehr einfachen Versuchsanordnungen studieren lässt und mittlerweile eine Reihe von Eigenschaften dieser Prozesse isoliert werden konnten. Gleichzeitig sieht sich die Forschung noch vielen offenen Fragen gegenüber. Wir wollen nur drei dieser offenen Fragen nennen: Erstens, findet Konfliktregulation vornehmlich als Konsequenz eines erlebten Konfliktes statt oder gibt es auch Bedingungen, die eine Vorbereitung auf erwartete Konfliktsituationen erlauben? Die Befundlage zur antizipativen Regulation ist bislang eher enttäuschend. Zweitens, handelt es sich bei

der Konfliktregulation um eine homogene Kompetenz oder lassen sich verschiedene, aufgabenspezifische Regulationsprozesse unterscheiden? Sind beispielsweise in emotional neutral scheinenden Konfliktsituationen, wie der klassischen Farb-Stroop-Aufgabe, dieselben Prozesse der Konfliktregulation aktiv wie in emotional aufgeladenen Situationen (z. B. im emotionalen Stroop-Test; vgl. Kunde & Mauer, 2008). Drittens, hängt die Fähigkeit zur Regulation von Konflikten auf unteren Ebenen der Verhaltenshierarchie mit der Fähigkeit zur Lösung von komplexeren Entscheidungsproblemen zusammen? Derartige Fragen können gegebenenfalls durch die Aufnahme differenziell-psychologischer Ansätze untersucht werden.

## Literatur

- Baars, B. J. (2002). The conscious access hypothesis: Origins and recent evidence. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 47–52.
- Botvinick, M. M., Cohen, J. D. & Carter, C. S. (2004). Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: An update. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 539–546.
- Botvinick, M., Braver, T., Barch, D., Carter, C. & Cohen, J. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108, 625–652.
- Botvinick, M. M., Nystrom, L., Fissel, K., Carter, C. S. & Cohen, J. D. (1999). Conflict monitoring versus selection-foraction in anterior cingulate cortex. *Nature*, 401, 179–181.
- Carter, C. S., Braver, T. S., Barch, D. M., Botvinick, M. M., Noll, D. C. & Cohen, J. D. (1998). Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of performance. *Science*, 280, 747–749.
- Dehaene, S. & Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, 79, 1–37.
- Egner, T. & Hirsch, J. (2005). Cognitive control mechanisms resolve conflict through cortical amplification of task-relevant information. *Nature Neuroscience*, 8, 1784–1790.
- Eriksen, C. W. (1995). The flankers task and response competition: A useful tool for investigating a variety of cognitive problems. In C. Bundesen & H. Shibuya (Eds.), *Visual selective attention* (pp. 101–118). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Fielding, J., Georgiou-Karistianis, N., Bradshaw, J., Millist, L. & White, O. (2005). No sequence dependent modulation of the Simon effect in Parkinson's disease. *Cognitive Brain Research*, 25, 251–260.
- Gratton, G., Coles, M. G. & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121, 480–506.
- Greenwald, A. G., Draine, S. C. & Abrams, R. L. (1996). Three cognitive markers of unconscious semantic activation. *Science*, 273, 1699–1702.
- Hedge, A. & Marsh, N. W. (1975). The effect of irrelevant spatial correspondence on two-choice response-time. *Acta Psychologica*, 39, 427–439.
- Hommel, B., Proctor, R. W. & Vu, K.-P. L. (2004). A feature-integration account of sequential effects in the Simon task. *Psychological Research*, 68, 1–17.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A. & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, 303, 1023–1026.
- Kiesel, A., Kunde, W. & Hoffmann, J. (2006). Evidence for task-specific resolution of response conflict. *Psychonomic Bulletin and Review*, 13, 800–806.
- Kunde, W. (2003). Sequential modulations of stimulus-response correspondence effects depend on awareness of response conflict. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 198–205.
- Kunde, W. & Stoecker, C. (2002). A Simon effect for stimulus-response duration. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A, 581–592.
- Kunde, W. & Wühr, P. (2006). Sequential modulations of correspondence effects across spatial dimensions and tasks. *Memory & Cognition*, 34, 356–367.
- Kunde, W. & Mauer, N. (2008). Sequential modulations of valence processing in the Emotional Stroop task. *Experimental Psychology*, 55, 151–156.
- Leuthold, H. & Schröter, H. (2006). Electrophysiological evidence for response priming and conflict regulation in the auditory Simon task. *Brain Research*, 1097, 167–180.
- Lhermitte, F. (1983). 'Utilization behavior' and its relation to lesions of the frontal lobes. *Brain*, 106, 237–255.
- Logan, G. D. & Zbrodoff, N. J. (1982). Constraints on strategy construction in a speeded discrimination task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 502–520.
- MacLeod, C. M. (2005). The Stroop task in cognitive research. In A. Wenzel & D. C. Rubin (Eds.), *Cognitive methods and their application to clinical research* (pp. 17–40). Washington, DC: American Psychological Association.
- Mayr, U. (2004). Conflict, consciousness, and control. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 141–148.
- Mayr, U., Awh, E. & Laurey, P. (2003). Conflict adaptation effects in the absence of executive control. *Nature Neuroscience*, 6, 450–452.
- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 134–140.
- Notebaert, W., Gevers, W., Verbruggen, F. & Liefooghe, B. (2006). Top-down and bottom-up sequential modulations of congruency effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 112–117.
- Notebaert, W. & Verguts, T. (2008). Cognitive control acts locally. *Cognition*, 106, 1071–1080.
- Palmer, E. D., Rosen, H. J., Ojemann, J. G., Buckner, R. L., Kelley, W. M. & Petersen, S. E. (2001). An event-related fMRI study of overt and covert word stem completion. *Neuroimage*, 14, 182–193.
- Praamstra, P., Kleine, B. U. & Schnitzler, A. (1999). Magnetic stimulation of the dorsal premotor cortex modulates the Simon effect. *Neuroreport*, 10, 3671–3674.
- Praamstra, P. & Plat, F. M. (2001). Failed suppression of direct visuomotor activation in Parkinson's disease. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 31–43.
- Praamstra, P. & Seiss, E. (2005). The neurophysiology of response competition: Motor cortex activation and inhibition following subliminal response priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 483–493.
- Prinz, W. (1998). Die Reaktion als Willenshandlung. *Psychologische Rundschau*, 49, 10–20.
- Proctor, R. W. & Vu, K.-P. L. (2006). *Stimulus-Response compatibility principles. Data, theory, and practice*. Boca-Raton, FL: Taylor & Francis.
- Rogers, R. D. & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 207–231.
- Schütz, K. & Vorberg, D. (2003). Auf der Suche nach sequentiellen Effekten in Primingaufgaben: Welche Rolle spielt der zeitliche Abstand zwischen Prime und Target? In J. Gollwitzer, F. Faul & R. Mausfeld (Hrsg.), *Experimentelle Psychologie: Abstracts der 45. Tagung experimentell arbeitender Psychologen* (S. 137). Lengerich: Pabst.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643–662.
- Stürmer, B. & Leuthold, H. (2003). Control over response priming in visuomotor processing: A lateralized event-related potential study. *Experimental Brain Research*, 153, 35–44.

- Stürmer, B., Leuthold, H., Soetens, E., Schröter, H. & Sommer, W. (2002). Control over location-based response activation in the Simon task: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 28, 1345–1363.
- Stürmer, B., Seiss, E. & Leuthold, H. (2005). Executive control in the Simon task: A dual-task examination of response priming and its suppression. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17, 590–618.
- Ullsperger, M., Bylsma, L. M. & Botvinick, M. M. (2005). The conflict adaptation effect: It's not just priming. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 5, 467–472.
- Umla, C. (1988). The control operations of consciousness. In A. J. Marcel & E. Bisiach (Eds.), *Consciousness in contemporary science* (pp. 334–356). Oxford: Oxford University Press.
- Wühr, P. (2004). Sequential modulations of logical-recoding operations in the Simon Task. *Experimental Psychology*, 51, 98–108.
- Wühr, P. (2005). Evidence for gating of direct response activation in the Simon task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 282–288.
- Wühr, P. (2006). The Simon effect in vocal responses. *Acta Psychologica*, 121, 210–226.
- Wühr, P. & Ansorge, U. (2005). Exploring trial-by-trial modulations of the Simon effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58A, 705–731.
- Wühr, P. & Kunde, W. (in press). Pre-cueing spatial S-R correspondence: Is there anticipatory regulation of response conflict? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception of Performance*.

---

PD Dr. Peter Wühr

Institut für Psychologie I  
Universität Erlangen  
Kochstraße 4  
91054 Erlangen  
E-Mail: peter.wuehr@psy.phil.uni-erlangen.de