

# Zum Einfluß der Verknüpfungsstärke von Schemaelementen auf die Stärke der Überraschungsreaktion

Gernot Horstmann und Achim Schützwohl

Universität Bielefeld

**Zusammenfassung.** Ausgehend von der Annahme, daß Überraschung durch schemadiskrepante Ereignisse ausgelöst wird, wurde der Zusammenhang zwischen der Stärke der Verknüpfungen zwischen Schemaelementen und der Stärke der Überraschungsreaktion experimentell untersucht. Die Stärke der Verknüpfungen zwischen Schemaelementen wurde über die Wahrscheinlichkeit der Aufeinanderfolge experimenteller Ereignisse manipuliert. Als Komponenten der Überraschungsreaktion wurden Reaktionszeiten als Index für die Dauer der Handlungsunterbrechung und Angaben auf einer Ratingskala als Index für die Intensität des Gefühls der Überraschung erhoben. Die Ergebnisse zeigten, daß die unerwartete Veränderung eines Elementes einer Ereignissequenz zu einer signifikant länger andauernden Handlungsunterbrechung führte, wenn die Verknüpfung zwischen Schemaelementen stark ist als wenn sie schwach ist. Für das Ausmaß subjektiver Überraschung war dieser Zusammenhang allerdings nur in der Tendenz nachzuweisen. In einem zweiten Experiment konnte gezeigt werden, daß die schemadiskrepante Ereignisabfolge zu einer Veränderung des Schemas führte. Eine zweite Darbietung des neuen Elementes wurde als signifikant weniger überraschend beurteilt und seine Verarbeitung benötigte signifikant weniger Zeit als die erste Darbietung. Darüber hinaus konnte mit dem zweiten Experiment gezeigt werden, daß bei der Schemaveränderung die spezifischen Umstände der ersten Darbietung des diskrepanten Ereignisses berücksichtigt werden.  
Schlüsselwörter: Emotion, Schema, Schemadiskrepanz, Überraschung

Strength of interconnections between schema elements and intensity of the emotion of surprise

**Abstract.** This study examined the effects of the strength of the connection between elements of an event schema on the surprise reaction elicited by a schema-discrepant event sequence. The strength of the connection between schema elements was manipulated by the probability of an event in an event sequence given that a certain sequence had preceded that event. Strong connections between schema elements were expected to result from repeated exposure to an invariant event sequence. Weak connections were expected to result from repeated exposure to a variable event sequence. The results showed that an unexpected deviation from a strong connection led to a longer reaction time delay to a probe stimulus as compared to a deviation from a weak connection. This finding is consistent with the assumption that the modification of a strong connection is more effortful than the modification of a weak connection. Furthermore, there was a tendency towards higher surprise ratings when the unexpected event deviated from a strong connection, indicating that the discrepancy is more severe. A second experiment showed that the schema had changed in response to the first presentation of the schema-discrepant event: A second presentation of the schema-discrepant event was rated as less surprising and led to a shorter reaction time delay as compared to the first presentation. Furthermore, the results indicated that the specific circumstances of the first presentation are taken into account when the schema is changed.

Key words: Emotion, schema, schema-discrepancy, surprise

Wir danken Wulf-Uwe Meyer, Michael Niepel und Reiner Reisenzein sowie zwei anonymen Gutachtern für

ihre hilfreichen Anmerkungen zu früheren Versionen der vorliegenden Arbeit.

Die Emotion Überraschung wird als Reaktionssyndrom angesehen, dessen Komponenten in Veränderungen des subjektiven Erlebens (dem Gefühl der Überraschung; z. B. Shand, 1914; Weiner, 1986), der physiologischen Reaktion (z. B. Veränderungen der Hautleitfähigkeit; Siddle, 1991; Sokolov, 1990) sowie des Verhaltens bestehen (insbesondere des mimischen Ausdrucks, einer Unterbrechung ablaufender Aktivitäten und einer Fokussierung der Aufmerksamkeit auf das überraschende Ereignis; vgl. Darwin, 1872; Ekman & Friesen, 1975; G. Mandler, 1984; Meyer & Niepel, 1994). Die bisherige Forschung zur Überraschung beschäftigte sich primär mit der Untersuchung der *Komponenten* von Überraschung (z. B. Charlesworth, 1964; Desai, 1939; Meyer, Niepel, Rudolph & Schützwohl, 1991; Niepel, Rudolph, Schützwohl & Meyer, 1994). Zu den *Bedingungen* von Überraschung und dem Zusammenhang zwischen diesen Bedingungen und den verschiedenen Komponenten der Überraschung existiert dagegen bisher nur wenig systematische Forschung (Meyer, Reisenzein & Schützwohl, 1997; Schützwohl, im Druck). Der Zusammenhang zwischen einer dieser Bedingungen, nämlich der Schemastärke, und zwei Komponenten der Überraschung, und zwar dem Ausmaß erlebter Überraschung und der Dauer der Handlungsverzögerung, soll in der vorliegenden Arbeit untersucht werden.

## Ein Modell der Überraschung

Nach dem „Bielefelder Modell“ (z. B. Meyer, 1988; Meyer, Reisenzein & Schützwohl, 1997; Schützwohl & Horstmann, im Druck) wird Überraschung durch unerwartete Ereignisse<sup>1</sup> hervorgerufen, bzw. genauer durch solche Ereignisse, die von aktivierten Schemata abweichen. Nach der schematheoretischen Sichtweise (z. B. G. Mandler, 1985; Rumelhart, 1984; Rumelhart & Ortony, 1977) werden Wahrnehmung, Denken und Handlung in hohem Maße durch organisierte Wissensstrukturen, nämlich Schemata, kontrolliert. Schemata lassen sich als eine Art informelle Theorien über Objekte, Ereignisse und Ereignissequenzen sowie Handlungen und Handlungsfolgen auffassen (Rumelhart, 1984). Die zentrale Funktion von Schemata besteht darin, (a) eine Interpretation aktueller Ereignisse<sup>1</sup> sowie (b) eine Vorhersage zukünftiger Ereignisse zu ermöglichen (Rumelhart & Ortony, 1977). Um ihre Funktion effektiv zu erfüllen, müssen Schemata mit den tatsächlichen Gegebenheiten hinreichend genau übereinstimmen. Da das Wis-

sen über die Umwelt häufig unvollständig ist und sich die Umwelt darüber hinaus verändern kann, werden aktivierte Schemata ständig hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit den tatsächlichen Gegebenheiten überprüft (Rumelhart, 1984).

Solange die Gegebenheiten mit den aktivierten Schemata kompatibel sind, können Schemata ihre primäre Funktion der Interpretation und Vorhersage von Ereignissen sinnvoll ausführen. Ergibt sich dagegen eine Diskrepanz zwischen den Gegebenheiten und dem Schema wird diese Funktion in Frage gestellt und es muß geprüft werden, ob und wie das Schema zu verändern ist (siehe auch Holyoak, Koh & Nisbett, 1989; G. Mandler, 1984; Wagner, 1978). Eine solche Diskrepanz ruft Überraschung hervor. Die Funktion von Überraschung besteht darin, Prozesse zu ermöglichen und in Gang zu setzen, die das überraschende Ereignis zu analysieren und die Diskrepanz zu beseitigen helfen (siehe Meyer, Reisenzein & Schützwohl, 1995; 1997).

## Schemastärke

Wir nehmen an, daß zwei strukturelle Aspekte von Schemata in ihrer Stärke variieren können: *Beschränkungen* von Variablen und *Verknüpfungen* zwischen Variablen.

Schemata beinhalten *Variablen*, welche die wichtigen Komponenten des Konzeptes spezifizieren, das durch das Schema repräsentiert wird. Variablen nehmen einen *Wert* an, wenn ihnen entsprechende Gegebenheiten in der Umwelt wahrgenommen werden. Um eine Zuweisung angemessener Werte zu den verschiedenen Variablen zu gewährleisten, sind diese durch *Beschränkungen* spezifiziert, die den Bereich normaler oder typischer Ausprägungen dieser Variable definieren.

Wenn eine Variable *starke* Beschränkungen aufweist, sind nur wenige Merkmalsausprägungen als Variablenwerte zulässig. Im Unterschied dazu ist eine Variable mit *schwachen* Beschränkungen flexibler in Bezug auf akzeptablen Input (Rumelhart & Norman, 1978). Wenn eine Variable schwache Beschränkungen aufweist, sind viele Merkmalsausprägungen kompatibel mit dem Schema.

Desweiteren beinhaltet ein Schema *Verknüpfungen* zwischen Variablen, welche die Beziehungen zwischen den Variablen spezifizieren (Crocker, Fiske & Taylor, 1984; J. M. Mandler, 1984). In Ereignisschemata, die Konzepte über die Aufeinanderfolge, Ermöglichung oder Verursachung von Ereignissen repräsentieren, spezifizieren Verknüpfungen zeitliche Beziehungen zwischen Ereignissen. In ei-

<sup>1</sup> Zur Vereinfachung der Darstellung wird im folgenden allgemein von Ereignissen gesprochen.

nem Schema über einen Restaurantbesuch (vgl. Schank & Abelson, 1977) gibt es beispielsweise Verknüpfungen, die zwischen den Ereignissen „Erhalt des Essens“, „Verzehr des Essens“, und „Verlassen des Restaurants“ eine bestimmte zeitliche Abfolge spezifizieren.

Verknüpfungen variieren in der Stärke, wobei obligatorische Beziehungen durch starke Verknüpfungen repräsentiert werden, während optionale Beziehungen durch schwache Verknüpfungen repräsentiert werden (J. M. Mandler, 1984). Die zeitliche Verknüpfung von Variablen in Ereignisschemata ist *obligatorisch*, wenn ein Ereignis Ursache oder auslösende Bedingung eines anderen Ereignisses ist oder wenn Ereignisse aus anderen Gründen mit hoher Regelmäßigkeit in einer bestimmten invarianten Abfolge geschehen. In einem Schema für den Besuch eines Feinschmeckerrestaurants gibt es beispielsweise starke Verknüpfungen zwischen den Schema-komponenten, welche die Ereignisse „Erhalt des Essens“, „Verzehr des Essens“ und „Verlassen des Restaurants“ repräsentieren. Diese Verknüpfungen repräsentieren die Erfahrung, daß in einem Feinschmeckerrestaurant der Erhalt des Essens dem Verzehr desselben, und dieser dem Verlassen des Restaurants praktisch immer vorausgeht. Wenn dagegen die Abfolge von Ereignissen beliebig ist, wird dies im Ereignisschema durch eine *optionale* Verknüpfung repräsentiert. Ein Schema über den Besuch eines Fast-Food Restaurants weist beispielsweise weniger starke Verknüpfungen zwischen den Komponenten für den Erhalt des Essens, dem Verzehr des Essens sowie dem Verlassen des Restaurants auf: Nachdem eine Person das Essen erhalten hat, ist ungewiß, ob sie dieses zunächst verzehrt und erst danach das Restaurant verläßt, oder umgekehrt, zuerst das Restaurant verläßt und das Essen anschließend an einem anderen Ort verzehrt.

Zusammenfassend nehmen wir also an, daß sich ein Schema aufgrund zweier Merkmale als starkes Schema oder als schwaches Schema charakterisieren läßt (vgl. auch Abelson, 1981; Waldmann, 1990): ein starkes Schema weist (a) starke Beschränkungen seiner Variablen auf, die nur einen engen Bereich von Werten zulassen und weist (b) starke Verknüpfungen zwischen seinen Variablen auf, die jeweils nur bestimmte Konfigurationen von Variablenwerten als schemakompatibel zulassen. Ein schwaches Schema dagegen weist (a) schwache Beschränkungen seiner Variablen auf, die einen eher weiten Bereich von Werten zulassen und / oder weist (b) schwache Verknüpfungen zwischen seinen Variablen auf, die weitgehend beliebige Konfigurationen von Variablenwerten als schemakompatibel zulassen.

## Beziehung zwischen Schemastärke und Überraschung

Die Beschränkungen von Variablen und die Verknüpfungen zwischen Variablen stellen zwei potentielle Quellen für eine Schemadiskrepanz dar: Die Schemadiskrepanz eines Ereignisses kann sich daraus ergeben, daß (a) Merkmale des Ereignisses aus dem durch die Beschränkungen der Variablen definierten Bereich von Werten herausfallen und / oder daß (b) das Ereignis in seiner zeitlichen Abfolge oder räumlichen Position von der durch die Verknüpfungen vorgegebenen Abfolge oder Position abweicht (siehe auch Schützwohl, 1998).

Da Verknüpfungen und Beschränkungen darüber hinaus in ihrer Stärke variieren können, liegt es nahe anzunehmen, daß sie sich nicht nur auf die *Auslösung* von Überraschung, sondern darüber hinaus auch auf die *Stärke* der Überraschung auswirken können. Im nachfolgend beschriebenen Experiment werden als Komponenten der Überraschungsreaktion das Ausmaß erlebter Überraschung sowie die Dauer der Handlungsverzögerung erhoben. Wir werden uns daher im folgenden auf die Diskussion des Zusammenhangs zwischen der Schemastärke und diesen beiden Komponenten beschränken.

(1) Meyer et al. (1995; 1997) nehmen an, daß die Intensität erlebter Überraschung ausschließlich durch das Ausmaß der Schemadiskrepanz determiniert wird (siehe dazu auch Meyer, 1988; Stiensmeier-Pelster, Martini & Reizenzein, 1995; Schützwohl, im Druck). Damit sich die Schemastärke auf das Ausmaß des Erlebens von Überraschung auswirken kann, muß es demnach einen Zusammenhang zwischen Schemastärke und Stärke der Schemadiskrepanz geben. Wir nehmen an, daß dieser Zusammenhang darin besteht, daß die Schemadiskrepanz proportional zu der Stärke der betroffenen Schema-komponenten ist. Ein Ereignis ist demnach stärker schemadiskrepanz, wenn es von einer starken Beschränkung abweicht als wenn dieses Ereignis von einer schwachen Beschränkung abweicht (Schützwohl, im Druck). Analog gilt für die Stärke der Verknüpfungen, daß eine Ereignissequenz stärker schemadiskrepanz ist, wenn sie von einer starken Verknüpfung zwischen Variablen abweicht als wenn sie von einer schwachen Verknüpfung abweicht.

(2) Die Dauer der Handlungsunterbrechung wird nach Meyer et al. (1995; 1997) im wesentlichen durch die kognitiven Prozesse bestimmt, die der Analyse des diskrepanten Ereignisses sowie der Beseitigung der Diskrepanz dienen. Diese Prozesse umfassen (a) die Verifikation der Wahrnehmung oder Kognition des diskrepanten Ereignisses; (b) die Einschätzung der sich aus dem Ereignis ergebenden Im-

pplikationen für das Wohlbefinden des Individuums; (c) die Beurteilung der Handlungsrelevanz des überraschenden Ereignisses; (d) die Analyse der Ursachen des überraschenden Ereignisses; und (e) die Veränderung des Schemas.

Die Beziehung zwischen einem Aspekt der Schemastärke, nämlich der *Stärke der Beschränkungen*, und den beiden Komponenten von Überraschung wurde von Schützwohl (im Druck) bereits untersucht. Er ging davon aus, daß die Stärke der Beschränkungen zwei Determinanten hat, nämlich (a) die Häufigkeit der Anwendung des Schemas sowie (b) die Variabilität der Variablenwerte, mit denen die Variablen in der Vergangenheit verknüpft worden sind. Wenn die Variabilität der Werte gering ist, sollten die Beschränkungen mit zunehmender Anzahl von Anwendungen des Schemas zunehmend stärker werden. Im Unterschied dazu sollten bei hoher Variabilität der Variablenwerte die Beschränkungen auch dann schwach bleiben, wenn das Schema häufig angewendet wird.

In vier Experimenten konnte Schützwohl (im Druck) zeigen, daß die Stärke der Beschränkungen einen Einfluß auf die Überraschungsreaktion hat, die durch die unangekündigte Veränderung eines handlungsirrelevanten experimentellen Reizes hervorgerufen wurde: (1) Die Handlungsunterbrechung – gemessen über eine Reaktionszeitaufgabe – dauerte bei starken Schemata länger an als bei schwachen Schemata; dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß die Schemaveränderung bei starken Schemata aufwendiger ist und daher länger andauert als bei schwachen Schemata; (2) das Ausmaß subjektiv erlebter Überraschung war bei starken Schemata höher als bei schwachen Schemata; dieser Effekt war jedoch nur dann statistisch bedeutsam, wenn die Überraschungsskalierungen unmittelbar nach dem überraschenden Ereignis abgegeben wurden (Experiment 4).

In der vorliegenden Untersuchung soll nun der Einfluß der *Stärke der Verknüpfungen* (dem zweiten Aspekt der Schemastärke) auf die Überraschungsreaktion experimentell untersucht werden. Die allgemeine Hypothese lautet, daß die Stärke der Verknüpfungen in einem Ereignisschema einen ähnlichen Einfluß auf die Überraschungsreaktion ausübt, wie dies für die Stärke der Beschränkungen gezeigt werden konnte. Die Stärke der Verknüpfungen wurde zweistufig variiert, wobei angenommen wurde, daß eine obligatorische (starke) Verknüpfung zwischen Variablen resultiert, wenn wiederholt eine bestimmte invariante Abfolge zwischen Ereignissen wahrgenommen wird und eine optionale (schwache) Verknüpfung zwischen Variablen resultiert, wenn wiederholt eine variable Abfolge zwischen Ereignissen wahrgenommen wird.

Für die Untersuchung eines Ereignisschemas wurde nicht auf die Repräsentation vertrauter Abfolgen von alltäglichen Handlungen und deren Ergebnissen (Skripts, vgl. Schank & Abelson, 1977) zurückgegriffen. Vielmehr wurde ein Ereignisschema experimentell induziert und die Ereignisabfolgen, auf die es sich bezog, waren Reizdarbietungen auf dem Computermonitor. Wenn sich auch ein solches Ereignisschema hinsichtlich der Wissensdomäne von der großen Masse an Schemata unterscheidet, sehen wir keinen Grund anzunehmen, daß es sich in seiner Struktur grundsätzlich von alltäglichen Schemata unterscheidet. Darüber hinaus meinen wir, daß die mit diesem Vorgehen verbundene Alltagsferne des untersuchten Ereignisschemas durch das größere Ausmaß experimenteller Kontrolle über die Beschränkungen und Verknüpfungen der Variablen voll aufgewogen wird.

Der Einfluß einer *erstmaligen* Darbietung einer Ereignisabfolge, die diskrepant zu entweder einer obligatorischen oder einer optionalen Verknüpfung ist, wurde in zwei Experimenten untersucht. In *Experiment 1* wurde besonderer Wert darauf gelegt, daß die Genauigkeit der Erfassung der erlebten Überraschung nicht durch ein zeitliches Intervall zwischen überraschendem Ereignis und Befragung beeinträchtigt wird (vgl. Schützwohl, im Druck). Die Erfassung des Urteils über die erlebte Überraschung erfolgte daher unmittelbar im Anschluß an das überraschende Ereignis. In *Experiment 2* wurde als weitergehende Fragestellung untersucht, inwieweit eine *zweite* Darbietung des vormals überraschenden Ereignisses noch eine Überraschungsreaktion hervorruft. Erst nach dieser zweiten Darbietung wurde dann, getrennt für das erste und das zweite überraschende Ereignis, die Stärke der erlebten Überraschung erfragt.

Da die Vorgehensweise bis einschließlich der erstmaligen Darbietung der diskrepanten Ereignisabfolge in den Experimenten 1 und 2 vollständig identisch war, werden Hypothesen, Vorgehensweise und Ergebnisse von Experiment 1 und dem ersten Teil von Experiment 2 (Experiment 2a) gemeinsam dargestellt. Anschließend werden die erweiterte Fragestellung des zweiten Teils von Experiment 2 (Experiment 2b) sowie die dazugehörigen Ergebnisse dargestellt.

## Experiment 1 und Experiment 2a

Unser Ziel in Experiment 1 und Experiment 2a war die Herstellung einer schemadiskrepanten Ereignisabfolge, die von entweder einer starken (obligatorischen) oder schwachen (optionalen) zeitlichen Verknüpfung eines Ereignisschemas abweicht. Eine erste Phase des Experimentes diente der Etablierung

dieses Ereignisschemas. Die zweite Phase umfaßte einen einzigen kritischen Durchgang, in dem Überraschung hervorgerufen werden sollte.

Die erste Phase des Experimentes bestand aus aufeinanderfolgenden Darbietungen einer Farbe in Form eines rechteckigen Feldes. In dieser Phase wurden zwei Farben verwendet, die im weiteren als A und B bezeichnet werden. Die Abfolge dieser Farben in aufeinanderfolgenden Durchgängen stellte die Ereignisabfolge dar, über die die Versuchspersonen ein Ereignisschema ausbilden sollten.

Um ein Ereignisschema zu etablieren, das obligatorische und optionale Verknüpfungen beinhaltet, wurde diese Ereignisabfolge unter Verwendung folgender drei Regeln gebildet: (1) Wenn in zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen zuerst B und dann A (kurz: BA) dargeboten wurde, wird im darauffolgenden Durchgang stets A dargeboten (d. h.  $p(A/BA) = 1.0$  und  $p(B/BA) = 0.0$ ); (2) Wenn in zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen AA dargeboten wurde, wird im darauffolgenden Durchgang stets B dargeboten (d. h.  $p(A/AA) = 0.0$  und  $p(B/AA) = 1.0$ ); (3) Wenn die Sequenz aufeinanderfolgender Farben auf B endet (z. B. AB oder BB), ist im darauffolgenden Durchgang A ebenso wahrscheinlich wie B (d. h.  $p(A/AB) = p(B/AB) = p(A/BB) = p(B/BB) = 0.5$ ). Eine mit diesen Regeln kompatible Sequenz ist beispielsweise BBAABAABAABB-BAABBAABBBB.

Wir nehmen an, daß ein Ereignisschema<sup>2</sup>, das die in Phase 1 geltenden Bedingungen repräsentiert, unter anderem folgende Komponenten beinhaltet. Erstens enthält es *Variablen*, darunter eine Variable für die Sequenz vorausgegangener Darbietungen von A und B und eine Variable für die jeweils aktuelle Darbietung von A oder B. Zweitens enthält es eine *Beschränkung*, welche die Menge möglicher Ausprägungen der Variable für die aktuelle Darbietung auf A und B festlegt. Drittens enthält das Schema obligatorische und optionale *Verknüpfungen* zwischen den

genannten Variablen, welche die zwischen den Sequenzen vorangegangener Durchgänge und den aktuellen Darbietungen bestehenden bedingten Wahrscheinlichkeiten repräsentieren. Die invariante Abfolge zwischen den Sequenzen BA und A sowie AA und B wird dabei durch obligatorische Verknüpfungen repräsentiert. Die variierende Abfolge zwischen Sequenzen mit B als letztem Element und A sowie B wird dagegen durch optionale Verknüpfungen repräsentiert.

Die Versuchspersonen sollten vor jeder Darbietung des Farbfeldes eine Vorhersage darüber treffen, welche Farbe als nächstes erscheinen würde. Diese Vorhersageaufgabe erfüllte zwei Funktionen. Erstens sollte sie gewährleisten, daß die Versuchspersonen die Regelmäßigkeit in der Abfolge der Farben entdecken und somit das entsprechende Ereignisschema aufbauen. Zweitens dienten die Vorhersagen der indirekten Erhebung der Stärke der Verknüpfungen. Die Versuchspersonen waren nämlich instruiert, nur dann die Farbe vorherzusagen, wenn sie sich ihrer Vorhersage sicher sind. Wir nehmen an, daß dies der Fall sein würde, wenn die Verknüpfungsstärke hoch ist. Wenn sich die Versuchspersonen dagegen ihrer Vorhersage unsicher waren, sollten sie angeben, daß keine Vorhersage möglich sei.

Nachdem die Versuchsperson die Vorhersage abgegeben hatte, drückte sie eine beliebige Reaktions-taste. Nach einem Fixationskreuz erschien dann zuerst das Farbfeld und kurze Zeit später ein Punkt über oder unter dem Farbfeld. Auf die Position des Punktes hatten die Versuchspersonen so schnell wie möglich eine Wahlreaktion auszuführen. Diese Wahlreaktionsaufgabe diente – wie bereits in früheren Experimenten (z. B. Meyer et al., 1991) – der Erfassung der Dauer der Handlungsverzögerung.

Im kritischen Durchgang wurde unangekündigt erstmalig eine dritte Farbe, im weiteren als C bezeichnet, dargeboten. Die Darbietung von C folgte für die Hälfte der Versuchspersonen (Gruppe „Obligatorisch“) auf die Sequenz BA, für die andere Hälfte der Versuchspersonen (Gruppe „Optional“) auf die Sequenz AB. Wir nahmen an, daß die Darbietung von C in beiden Gruppen von der Beschränkung für die Farbe und von einer Verknüpfung abweicht. Während die Stärke der Beschränkungen für die Farbe in beiden Gruppen gleich sein sollte (vgl. Schützwohl, im Druck), sollten sich die Gruppen hinsichtlich der Stärke der betroffenen Verknüpfung unterscheiden. Die experimentellen Hypothesen für die erstmalige Darbietung von C waren im einzelnen:

(1) Die Darbietung von C löst in beiden Gruppen Überraschung aus, d. h. in beiden Gruppen ist die Reaktionszeit gegenüber den vorausgegangenen Durchgängen erhöht und die Darbietung von C wird

<sup>2</sup> Ein Gutachter dieser Arbeit kritisierte eine Abweichung von der üblichen Verwendung des Begriffs „Ereignisschema“, da alle Abfolgen von A und B, d. h. AA, AB, BA, BB, möglich und gleich wahrscheinlich sind. Es ist sicherlich zutreffend, daß sich nicht leicht ein alltäglicher Sachverhalt finden läßt, bei dem alle Abfolgen zweier Ereignisse möglich sind. Nichtsdestoweniger ist die Bezeichnung einer Repräsentation dieser Abfolge als Ereignisschema völlig kompatibel mit der Definition von Schemata, ob man nun Schemata als eine geeignete Repräsentationsform für generisches Wissen aller Art auffaßt (z. B. G. Mandler, 1985; Rumelhart, 1984; Rumelhart & Norman, 1978; Rumelhart & Ortony, 1977), oder in einem eingeschränkten Sinn als „structures that organize our spatial and / or temporal knowledge about objects, events and places“ (J. M. Mandler, 1984, S. 4).

in beiden Gruppen als überraschend beurteilt. Diese Vorhersage ergibt sich aus der Annahme, daß C in beiden Gruppen diskrepanz zu mindestens den Beschränkungen bezüglich der Farbe ist, die infolge der wiederholten Darbietung von nur zwei Farben relativ stark sind (vgl. Schützwohl, im Druck).

(2a) Die Darbietung von C ruft in der Gruppe „Obligatorisch“ eine länger andauernde Handlungsverzögerung hervor als in der Gruppe „Optional“. Diese Vorhersage ergibt sich aus der Annahme, daß sich starke Verknüpfungen weniger leicht als schwache Verknüpfungen verändern lassen und daß daher der Prozeß der Schemaveränderung in der Gruppe „Obligatorisch“ aufwendiger ist und länger andauert als in der Gruppe „Optional“ (vgl. Schützwohl, im Druck).

(2b) Die Darbietung von C ruft in der Gruppe „Obligatorisch“ ein höheres Ausmaß an subjektiv erlebter Überraschung hervor als in der Gruppe „Optional“. Diese Vorhersage ergibt sich aus den Annahmen, daß eine Ereignisabfolge stärker schemadiskrepanz ist, wenn sie diskrepanz zu einer starken Verknüpfung zwischen Schemaelementen ist und daß die Stärke der betroffenen Verknüpfung in der Gruppe „Obligatorisch“ höher ist als in der Gruppe „Optional“.

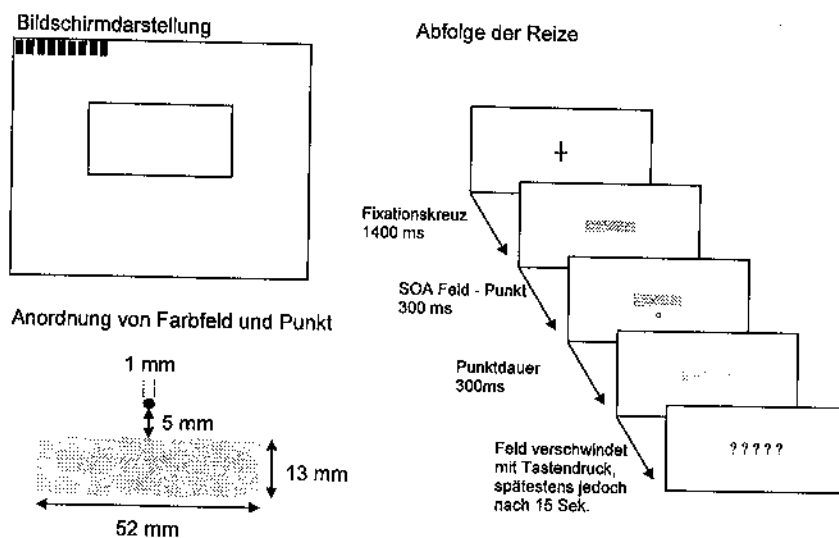
## Methode

*Versuchspersonen.* An der Untersuchung nahmen insgesamt 81 Studierende verschiedener Fakultäten

der Universität Bielefeld teil. Fünf Versuchspersonen wurden von der Datenauswertung ausgeschlossen, weil sie die Aufgabe nicht instruktionsgemäß bearbeiteten. Das mittlere Alter der 16 männlichen und 25 weiblichen Versuchspersonen von Experiment 1 betrug 23.8 Jahre ( $SD = 4.8$ ). Das mittlere Alter der 20 männlichen und 15 weiblichen Versuchspersonen von Experiment 2 betrug 24.3 Jahre ( $SD = 4.0$ ). Die Versuchspersonen nahmen unentgeltlich teil und wurden den jeweiligen experimentellen Bedingungen zufällig zugewiesen.

*Versuchsdurchführung.* Die Untersuchung wurde in Einzelsitzungen durchgeführt. Auf einem Tisch vor der Versuchsperson befand sich ein 15-Zoll Farbmonitor und eine Computermouse, die an einen IBM kompatiblen Personalcomputer angeschlossen waren. Der Versuchsleiter saß während des Versuches schräg hinter der Versuchsperson außerhalb ihres Blickfeldes.

In jedem Durchgang waren erst eine Vorhersageaufgabe und anschließend eine Wahlreaktionsaufgabe auszuführen. Die Vorhersageaufgabe bestand darin, die Farbe eines Feldes vorherzusagen (siehe genauer unten). Die Vorhersagen der Versuchspersonen wurden durch den Versuchsleiter protokolliert. Nachdem die Versuchsperson ihre Vorhersage bekanntgegeben hatte, startete sie mit einem Tastendruck die Reizdarbietung. Nach einem schwarzen Fixationskreuz (vgl. Abbildung 1, in der räumliche und zeitliche Verhältnisse der Reizdarbietung schematisch dargestellt sind) erschien dann die Farbe (auf die sich die Vorhersage bezog) in Form eines recht-



*Abbildung 1.* Schematische Darstellung der räumlichen (linke Hälfte) und zeitlichen (rechte Hälfte) Verhältnisse der Reizdarbietung. Links oben: Aufteilung der Bildschirmfläche während des Versuchs. Am oberen Bildschirmrand wurden die bisher erschienenen Farben dargeboten, innerhalb des inneren Rahmens wurden die Reize dargeboten. Links unten: relative Lage und Größenverhältnisse von Farbfeld und Punkt. Rechts: zeitliche Abfolge der Reize während eines Versuchsdurchgangs.



*Abbildung 1.* Schematische Darstellung der räumlichen (linke Hälfte) und zeitlichen (rechte Hälfte) Verhältnisse der Reizdarbietung. Links oben: Aufteilung der Bildschirmfläche während des Versuchs. Am oberen Bildschirmrand wurden die bisher erschienenen Farben dargeboten, innerhalb des inneren Rahmens wurden die Reize dargeboten. Links unten: relative Lage und Größenverhältnisse von Farbfeld und Punkt. Rechts: zeitliche Abfolge der Reize während eines Versuchsdurchgangs.

eckigen Feldes. In den Durchgängen 1–33 war dieses Feld stets entweder rot oder grün, in dem kritischen Durchgang (Durchgang 34) dagegen schwarz. Während der Darbietung des Farbfeldes erschien entweder über oder unter dem Farbfeld für kurze Zeit ein Punkt. Auf die Position dieses Punktes hatte die Versuchsperson möglichst schnell eine Wahlreaktion auszuführen, und zwar mußte die linke Maustaste gedrückt werden, wenn der Punkt oben erschien und die rechte Maustaste, wenn der Punkt unten erschien. Das Farbfeld verschwand mit dem Tastendruck oder, falls keine Reaktion erfolgte, nach 15 Sekunden. Danach erschien eine Reihe von Fragezeichen („? ? ? ?“) als Aufforderung, die nächste Vorhersage abzugeben. Für die Vorhersageaufgabe gab es keine zeitliche Begrenzung.

Für die Abfolge von A und B in den Durchgängen 1–33 wurden zunächst folgende Blöcke gebildet: 4 × BAA, 2 × BBAA, 1 × BBBAA, 1 × BBBBAA. Aus einer Reihe zufälliger Kombinationen dieser Blöcke wurde eine Abfolge ausgewählt, in der für Farbe B keine einfache Regel für die Anzahl von Wiederholungen erkennbar war. Für die Gruppe „Obligatorisch“ wurde hieran die Abfolge BA angehängt. Für die Gruppe „Optional“ wurde ein Durchgang mit B angehängt, und – um eine gleiche Anzahl von Durchgängen zu erreichen – der BBBAA Block durch einen weiteren BBBBAA Block ersetzt. Für beide Abfolgen war demnach  $p(A/B) = 1$  und  $p(A/AA) = 0$ . Nach einer Darbietung von B war eine Darbietung von A etwa gleich wahrscheinlich wie eine Darbietung von B. Hierbei war  $p(A/AB) = 0.56$  und  $p(A/BB) = 0.57$  in der Gruppe „Obligatorisch“ und  $p(A/AB) = 0.50$  und  $p(A/BB) = 0.50$  in der Gruppe „Optional“.

Den Versuchspersonen wurde in der einleitenden Instruktion weder mitgeteilt, welche Abfolge die Farben im Experiment haben würden, noch welche Farbe erscheinen würden. Ihnen wurde jedoch mitgeteilt, daß die Farben in einigen Versuchsdurchgängen vorhersagbar sein würden, und sie in diesem Falle die zu erwartende Farbe angeben sollten, während die Farbe in anderen Durchgängen nicht vorhersagbar sei. Für nicht vorhersagbare Durchgänge sollten sie angeben, daß keine Vorhersage möglich sei. Zur Illustration ihrer Aufgabe wurden ihnen zwei Symbolsequenzen (geometrische Figuren bzw. Buchstaben) vorgelegt und erläutert, die eine ähnliche Struktur aufwiesen wie die Abfolge der Farben. Um den Versuchspersonen ihre Aufgabe zu erleichtern, wurde zudem die Reihenfolge aller bis zum aktuellen Durchgang erschienenen Farben am oberen Bildschirmrand in Form kleiner farbiger Rechtecke dargestellt (vgl. Abbildung 1, links oben). Diese Darstellung war über den gesamten Versuch hinweg sichtbar. Die Farbe des letzten Durchgangs wurde an

diese Reihe jeweils zeitgleich mit dem Erscheinen der Fragezeichen angefügt.

Nach dem 34. Durchgang (Experiment 1) bzw. nach dem 39. Durchgang (Experiment 2) schätzten die Versuchspersonen ihre erlebte Überraschung über die Darbietung von Schwarz bzw. die erste Darbietung von Schwarz auf einer 11-stufigen Rating-skala ein. Die Endpunkte dieser Skala waren mit *überhaupt nicht überrascht* (0) und *so überrascht wie man nur sein kann* (10) gekennzeichnet.

Die Versuchspersonen von Experiment 1 schätzten zudem im Anschluß an die Überraschungsskalierung die Auftretenswahrscheinlichkeit von A bzw. B nach den Sequenzen AA, AB, BB und BA ein. Diese Wahrscheinlichkeitsschätzungen sollten Aufschluß darüber geben, wie gut die objektiven Wahrscheinlichkeiten von den Versuchspersonen entdeckt worden waren. Es wurde betont, daß sich diese Fragen auf die Durchgänge des Experimentes *vor* der Darbietung des schwarzen Feldes bezogen. Die Versuchsperson wurde gefragt: „In aufeinanderfolgenden Durchgängen gab es die Farbfolge rot – grün (bzw. rot – rot, grün – grün und grün – rot). Wie schätzen Sie die Wahrscheinlichkeit ein, daß im unmittelbar anschließenden Durchgang rot bzw. grün folgt?“ Jede der vier Fragen wurde auf einer 11-stufigen Skala beantwortet. Die Stufen 1–5 waren mit *100% rot* bis *60% rot* bezeichnet, die Stufen 7–11 mit *60% grün* bis *100% grün*. Der Mittelpunkt der Skala (die sechste Skalenstufe) war mit *50% rot* und *50% grün* bezeichnet.

*Versuchsplan.* In Experiment 1 und Experiment 2a wurde die Stärke der Verknüpfungen (obligatorisch vs. optional) zweistufig variiert. Die Zuordnung von rot und grün zu A und B, sowie die Punktposition im 34. Durchgang waren annähernd balanciert. Die Punktposition in den Durchgängen 1–33 war zufällig mit der Einschränkung, daß der Punkt in aufeinanderfolgenden Durchgängen maximal dreimal an der gleichen Position dargeboten wurde.

## Ergebnisse und Diskussion

*Manipulationskontrolle.* Alle 38 Versuchspersonen der Gruppe „Obligatorisch“ sagten für den kritischen Durchgang (34. Durchgang) korrekt A voraus. Von den 38 Versuchspersonen der Gruppe „Optional“ gaben 24 Personen an, daß keine Vorhersage möglich sei, 10 Personen nannten A und 4 Personen nannten B. Die Anzahl der Versuchspersonen, die für den 34. Durchgang eine Farbe nannten vs. diesen als nicht vorhersagbar klassifizierten, unterschied sich signifikant zwischen beiden Gruppen,  $\chi^2(1; N=76) = 35.08, p < .001$ . Eine Analyse des Vorhersageverhal-

Tabelle 1. Retrospektive Einschätzungen der Wahrscheinlichkeit von A in Abhängigkeit von der Sequenz vorangegangener Darbietungen von A oder B.

	p (A / BA)	p (A / AA)	p (A / AB)	p (A / BB)
<i>M</i>	.99	.02	.40	.54
<i>SD</i>	.06	.09	.14	.11
95%-Konfidenzintervall (untere Grenze; obere Grenze)	(.97; 1.0)	(-.01; .05)	(.35; .44)	(.50; .57)

tens in den Durchgängen 22–33 ergab, daß der unerwartet hohe Anteil von Versuchspersonen, die in der Gruppe „Optional“ für den kritischen Durchgang eine Farbe vorhersagten, nicht auf eine Besonderheit der Bedingungen vor dem kritischen Durchgang zurückzuführen ist. Auch in den Durchgängen 22–32 wurde von 22%–44% der Versuchspersonen für Durchgänge, die auf B folgten, eine Farbe vorhergesagt.

Die Versuchspersonen aus Experiment 1 beurteilten im Anschluß an die Überraschungsskalierung retrospektiv die Wahrscheinlichkeit von A und B in Abhängigkeit von der Sequenz der beiden unmittelbar vorausgehenden Durchgänge. Um die Interpretierbarkeit der Skalierungen zu erhöhen, wurde die ursprünglich bipolare Wahrscheinlichkeitsskala durch eine Lineartransformation in eine unipolare Skala überführt, so daß eine höhere Zahl nun stets eine höhere Wahrscheinlichkeit für A repräsentiert. Ein sicheres Erscheinen von A (und somit ein sicheres Ausbleiben von B) wurde hierbei als 1.0, ein sicheres Ausbleiben von A (und somit ein sicheres Erscheinen von B) als 0.0 kodiert. Eine Versuchsperson übersah die auf einer separaten Seite des Fragebogens enthaltenen Skalen, so daß nur die Angaben von 40 Personen zur Verfügung standen.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Wahrscheinlichkeitsschätzungen sowie die obere und untere Grenze des 95%-Konfidenzintervalls für die Mittelwerte sind in Tabelle 1 dargestellt. Die beiden für die vorliegende Untersuchung wichtigen Ergebnisse sind, daß erstens die Schätzungen für die beiden invarianten Abfolgen zwischen den Sequenzen BA und A sowie AA und B sehr nahe der maximalen bzw. minimalen Wahrscheinlichkeit für A liegen. Diese Sequenzen wurden also von den Versuchspersonen als nahezu invariant wahrgenommen und dies sollte nach unseren Annahmen durch eine obligatorische Verknüpfung repräsentiert werden. Zweitens lagen die Schätzungen für die variierenden Sequenzen zwischen AB und A bzw. B sowie BB und A bzw. B in der Nähe der mittleren Wahrscheinlichkeit. Diese Abfolgen wurden also von den Versuchspersonen als variierend wahrgenommen und dies sollte nach unse-

ren Annahmen durch eine optionale Verknüpfung repräsentiert werden.

*Reaktionszeiten.* Als Baseline wurde die mittlere Reaktionszeit der zwölf dem kritischen Durchgang vorausgehenden Durchgänge 22–33 berechnet. Für diese Durchgänge war die Anzahl von Farbwechseln und Farbwiederholungen, die Häufigkeiten von A und B sowie die Anzahl von Durchgängen, in denen die Vorhersage von A bzw. B möglich war vs. die Kategorie „keine Vorhersage“ zu wählen war, für beide Gruppen gleich. In einem Fall in der Baseline und vier Fällen im 34. Durchgang (je zwei in den Gruppen „Obligatorisch“ und „Optional“) wurde innerhalb von 15 Sekunden keine Reaktion registriert. Die vier Versuchspersonen mit fehlenden Werten im 34. Durchgang wurden daher in den Reaktionszeitanalysen nicht berücksichtigt. Reaktionszeiten, die mehr als drei Standardabweichungen vom Mittelwert der jeweiligen Gruppe abwichen wurden ebenfalls als fehlende Werte behandelt und von der Analyse ausgeschlossen. Dieses Ausschlußkriterium kam in der Baseline bei 21 von 864 (72 Personen  $\times$  12 Durchgänge) Reaktionszeiten und im 34. Durchgang bei einer von 72 Reaktionszeiten zur Anwendung.

Die durchschnittlichen Reaktionszeiten der 71 in der Analyse verbleibenden Versuchspersonen in der Baseline und im Durchgang 34 für die beiden Gruppen „Obligatorisch“ und „Optional“ sind in Abbildung 2 dargestellt. Eine dreifaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit Durchgang (Baseline vs. Durchgang 34) als Meßwiederholungsfaktor und den Gruppenfaktoren Verknüpfung (Obligatorisch vs. Optional) und Experiment (Experiment 1 vs. Experiment 2a) ergab erwartungsgemäß (Hypothese 1) einen Haupteffekt des Meßwiederholungsfaktors Durchgang,  $F(1, 67) = 36.01, p < .001$ , der auf einen Anstieg der Reaktionszeit im 34. Durchgang gegenüber der Baseline zurückzuführen ist (vgl. Abbildung 2).

Wie vorhergesagt (Hypothese 2a) war der Anstieg der Reaktionszeit in der Gruppe „Obligatorisch“ höher als in der Gruppe „Optional“ (451 ms vs. 170 ms). Entsprechend ergab die ANOVA einen signifi-



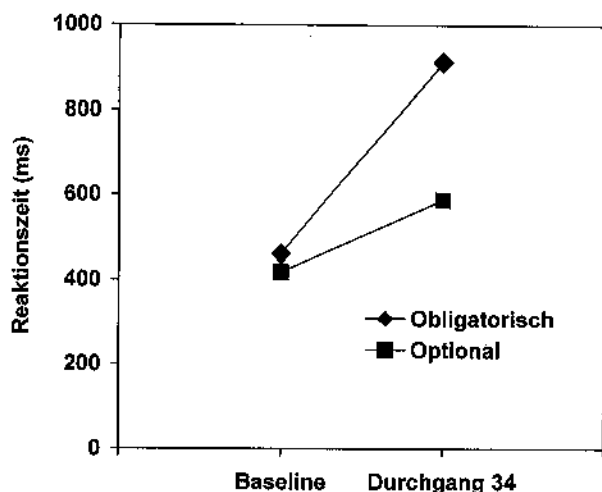


Abbildung 2. Durchschnittliche Reaktionszeiten in der Baseline und dem kritischen Durchgang für die beiden Gruppen „Obligatorisch“ und „Optional“.

kanten Haupteffekt für den Gruppenfaktor Verknüpfung,  $F(1, 67) = 7.14, p < .01$  und eine signifikante Durchgang X Verknüpfung Interaktion,  $F(1, 67) = 7.25, p < .01$ . Der Haupteffekt des Faktors Experiment sowie alle übrigen Interaktionen waren nicht signifikant,  $F_s < 1$ .

**Überraschungsskalierungen.** Die Mittelwerte der 76 vorliegenden Überraschungsskalierungen für die beiden Gruppen sind – getrennt für Experiment 1 und Experiment 2a – in Abbildung 3 dargestellt. Wie Abbildung 3 zu entnehmen ist, waren die Überraschungsskalierungen in der Bedingung „Obligatorisch“ erwartungsgemäß höher als in der Bedingung „Optional“ (Hypothese 2b). Dieser Unterschied war jedoch gering (7.92 vs. 7.24) und verfehlte knapp das konventionelle Signifikanzniveau  $t(74) = 1.42, p = .08$  (einseitig).

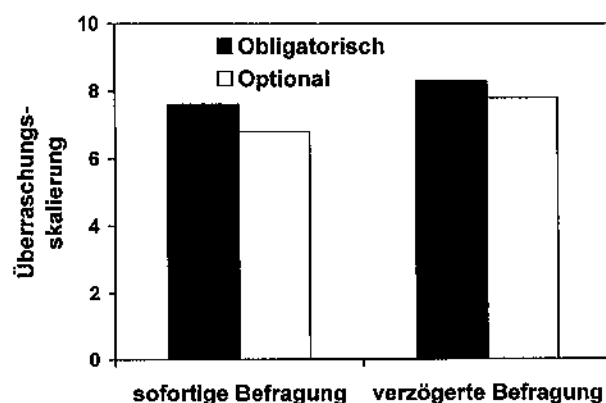


Abbildung 3. Durchschnittliche Überraschungsskalierungen für die Gruppen „Obligatorisch“ und „Optional“ bei sofortiger und verzögerter Befragung.

Abbildung 3 kann ebenfalls entnommen werden, daß die mittleren Überraschungsskalierungen in Experiment 1 etwas geringer waren als in Experiment 2b. Eine zweifaktorielle ANOVA mit den Faktoren Stärke der Verknüpfung (Obligatorisch vs. Optional) und Experiment (Experiment 1 vs. Experiment 2a) ergab einen tendenziell signifikanten Haupteffekt des Faktors Experiment,  $F(1, 72) = 3.7, p = .06$ , jedoch keine Verknüpfungsstärke X Experiment Interaktion,  $F < 1$ . Der von Schützwohl (im Druck) vermutete Effekt, daß eine verzögerte Befragung der Versuchspersonen zu einer Nivellierung von Unterschieden in den Überraschungsskalierungen führen würde, trat also hier nicht ein. Über die Ursache der tendenziell höheren Überraschungsskalierungen in Experiment 2a kann nur spekuliert werden, da sich die Erhebung der Überraschungsskalierungen zwischen den Experimenten in mehrfacher Hinsicht unterscheidet. Möglicherweise gehen die höheren Skalierungen in Experiment 2a auf einen Kontrasteffekt zurück, der sich aus der Möglichkeit eines Vergleiches der Intensität des Überraschungsgefühls mit der zweiten Darbietung von C ergibt.

**Zusätzliche Analysen.** Unerwarteterweise wurde von ca. einem Drittel der Versuchspersonen der Gruppe „Optional“ für den kritischen Durchgang A oder B vorhergesagt. Eine naheliegende Frage ist daher, ob sich die Überraschungsreaktion dieser Personen möglicherweise in ihrer Stärke von den Personen unterscheidet, die angegeben hatten, daß keine Vorhersage möglich sei. Post-hoc Vergleiche der Reaktionszeitdifferenzen und Überraschungsskalierungen mittels t-Tests ergaben jedoch keine Unterschiede zwischen diesen Untergruppen,  $t_s < 1$ . Dieses Ergebnis läßt darauf schließen, daß die Vorhersagen entgegen unserer Annahmen kein völlig eindeutiger Indikator einer hohen Verknüpfungsstärke sind, denn in diesem Fall hätte sich ein Unterschied in der Überraschungsreaktion zeigen sollen. Es scheint eher wahrscheinlich zu sein, daß einige Versuchspersonen bereits bei einer geringfügig stärkeren Verknüpfung dazu neigten, die entsprechende Farbe vorherzusagen.

## Experiment 2b

Wie bereits erwähnt nehmen wir an, daß die erstmalige Darbietung von C eine Schemaveränderung bewirkte. In Experiment 2b soll nun untersucht werden, welche Auswirkungen diese Schemaveränderung auf die Überraschungsreaktion bei einer erneuten Darbietung von C hat.

Wir nehmen an, daß die Schemaveränderung sowohl globale wie auch spezifische Effekte hat. Ein erster *globaler* Effekt besteht darin, daß weitere Dar-

Tabelle 1. Retrospektive Einschätzungen der Wahrscheinlichkeit von A in Abhängigkeit von der Sequenz vorangegangener Darbietungen von A oder B.

	p (A / BA)	p (A / AA)	p (A / AB)	p (A / BB)
<i>M</i>	.99	.02	.40	.54
<i>SD</i>	.06	.09	.14	.11
95%-Konfidenzintervall (untere Grenze; obere Grenze)	(.97; 1.0)	(-.01; .05)	(.35; .44)	(.50; .57)

tens in den Durchgängen 22–33 ergab, daß der unerwartet hohe Anteil von Versuchspersonen, die in der Gruppe „Optional“ für den kritischen Durchgang eine Farbe vorhersagten, nicht auf eine Besonderheit der Bedingungen vor dem kritischen Durchgang zurückzuführen ist. Auch in den Durchgängen 22–32 wurde von 22%–44% der Versuchspersonen für Durchgänge, die auf B folgten, eine Farbe vorhergesagt.

Die Versuchspersonen aus Experiment 1 beurteilten im Anschluß an die Überraschungsskalierung retrospektiv die Wahrscheinlichkeit von A und B in Abhängigkeit von der Sequenz der beiden unmittelbar vorausgehenden Durchgänge. Um die Interpretierbarkeit der Skalierungen zu erhöhen, wurde die ursprünglich bipolare Wahrscheinlichkeitsskala durch eine Lineartransformation in eine unipolare Skala überführt, so daß eine höhere Zahl nun stets eine höhere Wahrscheinlichkeit für A repräsentiert. Ein sicheres Erscheinen von A (und somit ein sicheres Ausbleiben von B) wurde hierbei als 1.0, ein sicheres Ausbleiben von A (und somit ein sicheres Erscheinen von B) als 0.0 kodiert. Eine Versuchsperson übersah die auf einer separaten Seite des Fragebogens enthaltenen Skalen, so daß nur die Angaben von 40 Personen zur Verfügung standen.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Wahrscheinlichkeitsschätzungen sowie die obere und untere Grenze des 95%-Konfidenzintervalls für die Mittelwerte sind in Tabelle 1 dargestellt. Die beiden für die vorliegende Untersuchung wichtigen Ergebnisse sind, daß erstens die Schätzungen für die beiden invarianten Abfolgen zwischen den Sequenzen BA und A sowie AA und B sehr nahe der maximalen bzw. minimalen Wahrscheinlichkeit für A liegen. Diese Sequenzen wurden also von den Versuchspersonen als nahezu invariant wahrgenommen und dies sollte nach unseren Annahmen durch eine obligatorische Verknüpfung repräsentiert werden. Zweitens lagen die Schätzungen für die variierenden Sequenzen zwischen AB und A bzw. B sowie BB und A bzw. B in der Nähe der mittleren Wahrscheinlichkeit. Diese Abfolgen wurden also von den Versuchspersonen als variierend wahrgenommen und dies sollte nach unse-

ren Annahmen durch eine optionale Verknüpfung repräsentiert werden.

*Reaktionszeiten.* Als Baseline wurde die mittlere Reaktionszeit der zwölf dem kritischen Durchgang vorausgehenden Durchgänge 22–33 berechnet. Für diese Durchgänge war die Anzahl von Farbwechseln und Farbwiederholungen, die Häufigkeiten von A und B sowie die Anzahl von Durchgängen, in denen die Vorhersage von A bzw. B möglich war vs. die Kategorie „keine Vorhersage“ zu wählen war, für beide Gruppen gleich. In einem Fall in der Baseline und vier Fällen im 34. Durchgang (je zwei in den Gruppen „Obligatorisch“ und „Optional“) wurde innerhalb von 15 Sekunden keine Reaktion registriert. Die vier Versuchspersonen mit fehlenden Werten im 34. Durchgang wurden daher in den Reaktionszeitanalysen nicht berücksichtigt. Reaktionszeiten, die mehr als drei Standardabweichungen vom Mittelwert der jeweiligen Gruppe abwichen wurden ebenfalls als fehlende Werte behandelt und von der Analyse ausgeschlossen. Dieses Ausschlußkriterium kam in der Baseline bei 21 von 864 (72 Personen  $\times$  12 Durchgänge) Reaktionszeiten und im 34. Durchgang bei einer von 72 Reaktionszeiten zur Anwendung.

Die durchschnittlichen Reaktionszeiten der 71 in der Analyse verbleibenden Versuchspersonen in der Baseline und im Durchgang 34 für die beiden Gruppen „Obligatorisch“ und „Optional“ sind in Abbildung 2 dargestellt. Eine dreifaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit Durchgang (Baseline vs. Durchgang 34) als Meßwiederholungsfaktor und den Gruppenfaktoren Verknüpfung (Obligatorisch vs. Optional) und Experiment (Experiment 1 vs. Experiment 2a) ergab erwartungsgemäß (Hypothese 1) einen Haupteffekt des Meßwiederholungsfaktors Durchgang,  $F(1, 67) = 36.01, p < .001$ , der auf einen Anstieg der Reaktionszeit im 34. Durchgang gegenüber der Baseline zurückzuführen ist (vgl. Abbildung 2).

Wie vorhergesagt (Hypothese 2a) war der Anstieg der Reaktionszeit in der Gruppe „Obligatorisch“ höher als in der Gruppe „Optional“ (451 ms vs. 170 ms). Entsprechend ergab die ANOVA einen signifi-

## Methode

**Versuchsablauf.** Der Versuchsablauf bis einschließlich des 34. Durchgangs wurde bereits beschrieben. Die Versuchspersonen bearbeiteten anschließend 5 weitere Durchgänge, die sich ohne eine Unterbrechung des Versuchsablaufs an den 34. Durchgang anschlossen. In den Durchgängen 35–37 wurde allen Versuchspersonen B dargeboten. Im 38. Durchgang wurde in den Gruppen „Obligatorisch-Gleich“ und „Optional-Verschieden“ A dargeboten. In den Gruppen „Obligatorisch-Verschieden“ und „Optional-Gleich“ wurde im 38. Durchgang B dargeboten. Im 39. Durchgang wurde in allen Gruppen C dargeboten.

Unmittelbar im Anschluß an den 39. Durchgang schätzten die Versuchspersonen ihre erlebte Überraschung getrennt für die erste und zweite Darbietung von C auf der bereits beschriebenen Ratingskala ein.

**Versuchsplan.** Die Auswirkung einer wiederholten Darbietung des überraschenden Ereignisses wurde in einem 2 (Verknüpfung im ersten kritischen Durchgang: obligatorisch vs. optional) X 2 (Bedingungen in der ersten und zweiten Darbietung: gleich vs. verschieden) faktoriellen Versuchsplan untersucht.

Die Punktposition war in den Durchgängen 35–38 zufällig mit der Einschränkung, daß der Punkt nicht dreimal hintereinander an der gleichen Position erscheint. Die Punktposition im 39. Durchgang war annähernd balanciert.

## Ergebnisse und Diskussion

**Vorhersagen.** Die Vorhersagen der 35 Versuchspersonen für den 39. Durchgang sind in Tabelle 2 (linke

Hälfte) dargestellt. Bezüglich des Vorhersageverhaltens wurden nur für zwei der vier Gruppen Hypothesen formuliert; nur die Vorhersagen dieser Gruppen sollen daher im folgenden betrachtet werden. Wir hatten vorhergesagt, daß aufgrund der Schemaveränderung in der Gruppe „Obligatorisch-Gleich“ weniger häufig A vorhergesagt würde als in der Gruppe „Optional-Verschieden“ (Hypothese 1). Diese Vorhersage konnte bestätigt werden. In der Gruppe „Optional-Verschieden“ sagten alle Versuchspersonen A voraus, während dies in der Gruppe „Obligatorisch-Gleich“ nur die Hälfte der Versuchspersonen taten. Der Anteil an Vorhersagen von A in diesen beiden Gruppen unterschied sich signifikant voneinander (Fishers Exakter Test,  $p < .05$ ).

**Überraschungsskalierungen.** Wir hatten angenommen, daß die zweite Darbietung von C in allen Gruppen als weniger überraschend beurteilt würde als die erste Darbietung von C (Hypothese 2a, globaler Effekt), und daß die zweite Darbietung von C in den beiden „Gleich“ Gruppen als weniger überraschend eingeschätzt würde als in den beiden „Verschieden“ Gruppen (Hypothese 2b, spezifischer Effekt).

Die Überraschungsskalierungen für die zweite Darbietung von C sind zusammen mit den Reaktionszeitdifferenzen zwischen Baseline und 39. Durchgang im rechten Teil von Tabelle 2 dargestellt. Eine dreifache ANOVA mit den beiden Darbietungen von C (34. Durchgang vs. 39. Durchgang) als Meßwiederholungsfaktor und den Gruppenfaktoren Verknüpfungsstärke im 34. Durchgang (obligatorisch vs. optional) und Art der Verknüpfung im 39. Durchgang (gleich vs. verschieden dem 34. Durchgang) ergab einen signifikanten Haupteffekt für den Meßwiederholungsfaktor,  $F(1, 31) = 132.52$ ,  $p < 0.001$ , und eine marginal signifikante Durchgang X Verknüpfungsstärke im 34. Durchgang X Art der Verknüpfung

*Tabelle 2.* Vorhersagen, mittlerer Reaktionszeitanstieg gegenüber der Baseline und mittlere Überraschungsskalierungen der vier Gruppen für die zweite Darbietung von C.

Gruppe	Vorhersagen				Reaktionszeit- anstieg von der Baseline (ms)	skalierte Überraschung
	Keine Vorhersage möglich	A	B	C		
Obligatorisch-Gleich	4	5	–	1	148	2.8
Obligatorisch-Verschieden	6	2	–	–	229	2.8
Optional-Gleich	7	1	1	–	98	3.3
Optional-Verschieden	–	8	–	–	154	3.6

fung im 39. Durchgang Interaktion,  $F(1, 31) = 3.27$ ,  $p = .08$ . Die nach Hypothese 2b erwartete Interaktion der Faktoren Durchgang X Art der Verknüpfung im 39. Durchgang war ebenso wie die übrigen Haupteffekte und Interaktionen nicht signifikant,  $F_s < 1.97$ ,  $p_s > 0.17$ .

Der erwartete signifikante Haupteffekt des Meßwiederholungsfaktors Durchgang geht auf den globalen Effekt (Hypothese 2a) zurück, daß die Überraschungsskalierungen für die zweite Darbietung von C um durchschnittlich 5.0 Skalenpunkte geringer waren als für die erste Darbietung. Die tendenziell signifikante Dreifachinteraktion geht darauf zurück, daß dieser Unterschied in der Gruppe „Optional-Verschieden“ geringer war als in der Gruppe „Optional-Gleich“ (3.0 vs. 5.8), sich jedoch die Gruppen „Obligatorisch-Verschieden“ und „Obligatorisch-Gleich“ (5.8 vs. 5.4) hierin nur sehr gering unterschieden. Die Hypothese eines spezifischen Effektes für die Überraschungsskalierungen (Hypothese 2b) konnte somit nur teilweise bestätigt werden.

*Reaktionszeiten.* Als Baseline wurde die mittlere Reaktionszeit der Durchgänge 35–38 berechnet. Aufgrund der geringen Zellenbesetzung wurde für den Ausschluß sehr langer Reaktionszeiten nicht die Standardabweichung und der Mittelwert der jeweiligen Zelle, sondern der Gesamtstichprobe zugrundegelegt. Drei Reaktionszeiten in den Durchgängen 35–38 und keine Reaktionszeit im 39. Durchgang übertraf den Stichprobenmittelwert um mehr als drei Standardabweichungen. Diese drei Reaktionszeiten wurden als fehlende Werte behandelt.

Für einen Test des globalen Effektes der Schemaveränderung (Hypothese 3a) wurde eine dreifaktorielle ANOVA mit dem Meßwiederholungsfaktor Durchgang (Durchgang 34 vs. Durchgang 39) und den Gruppenfaktoren Stärke der Verknüpfung im 34. Durchgang (obligatorisch vs. optional) und Art der Verknüpfung im 39. Durchgang (gleich vs. verschieden dem 34. Durchgang) durchgeführt. Die ANOVA ergab erwartungsgemäß einen signifikanten Haupteffekt für den Meßwiederholungsfaktor,  $F(1, 28) = 5.96$ ,  $p < .05$ , alle anderen Haupt- und Interaktionseffekte waren nicht signifikant,  $F_s < 2.1$ ,  $p_s > .16$ . Der signifikante Haupteffekt des Meßwiederholungsfaktors geht darauf zurück, daß die Reaktionszeiten im 39. Durchgang um durchschnittlich 173 ms kürzer waren als im Durchgang 34.

Für einen Test der Annahme eines spezifischen Effektes der Schemaveränderung (Hypothese 3b) wurde eine weitere ANOVA mit den gleichen Gruppenfaktoren und Baseline vs. Durchgang 39 als Meßwiederholungsfaktor durchgeführt. Die ANOVA ergab ausschließlich einen signifikanten Haupteffekt des Meßwiederholungsfaktors Durchgang,  $F(1,$

$31) = 13.98$ ,  $p < .001$ . Dieser Haupteffekt geht auf im Durchschnitt um 155 ms längere Reaktionszeiten im 39. Durchgang gegenüber der Baseline zurück. Der aufgrund der Hypothese 3a erwartete spezifische Effekt, daß die beiden „Verschieden“ Gruppen einen höheren Reaktionszeitanstieg bei der zweiten Darbietung von C zeigen würden als die beiden „Gleich“ Gruppen, deutet sich zwar in den mittleren Reaktionszeiten an (192 ms vs. 124 ms), die entsprechende Interaktion der Faktoren Durchgang und Art der Verknüpfung 39. Durchgang war jedoch ebenso wie die übrigen Haupteffekte und Interaktionen nicht signifikant,  $F_s < 1$ .

*Zusätzliche Analysen.* Wie bereits in Experiment 1 und Experiment 2b analysierten wir die Überraschungsreaktion innerhalb der Gruppen in Abhängigkeit von der Vorhersage. Die fünf Versuchspersonen der Gruppe „Obligatorisch-Gleich“, die für den 39. Durchgang A vorhergesagt hatten, gaben signifikant höhere Überraschungsskalierungen für diesen Durchgang an als die übrigen fünf Personen dieser Gruppe (4.2 vs. 1.4),  $t(8) = 4.43$ ,  $p < .01$ . Bei den Reaktionszeiten gab es keine Unterschiede zwischen diesen beiden Untergruppen. In den Gruppen „Obligatorisch-Verschieden“ und „Optional-Gleich“ zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Personen, die A oder B vorhergesagten vs. angaben, daß keine Vorhersage möglich sei,  $t_s < 1.34$ ,  $p_s > .23$ .

Während sich für die Überraschungsskalierungen und die Reaktionszeiten der globale Effekt der Schemaveränderung erwartungsgemäß einstellte, konnten die postulierten spezifischen Effekte nur teilweise nachgewiesen werden. Ein deutlicher Beleg für einen spezifischen Effekt ließ sich nur in bezug auf die Vorhersagen in den Gruppen „Obligatorisch-Gleich“ und „Optional-Verschieden“ finden. Ein erwartungsgemäßer spezifischer Effekt fand sich tendenziell auch in den Überraschungsskalierungen. Allerdings trat der vorhergesagte Unterschied zwischen der „Gleich“ und der „Verschieden“ Bedingung nur in der Gruppe „Optional“ ein; in der Gruppe „Obligatorisch“ gab es dagegen keine entsprechenden Unterschiede.

Ein Grund für das Ausbleiben eines spezifischen Effektes bei den Überraschungsskalierungen in der Gruppe „Obligatorisch“ könnte darin bestehen, daß eine einmalige Darbietung der Abfolge BAC nicht ausgereicht hat, um C gleichberechtigt mit der früher stets nach der Abfolge BA erscheinenden Farbe A in das Schema zu integrieren. Wenn C also als mögliche, jedoch relativ unwahrscheinliche Alternative zu A repräsentiert wird, könnte eine zweite Darbietung in der Gruppe „Obligatorisch-Gleich“ erneut geringfügig schemadiskrepanz gewesen sein. Daß diese Er-

klärung für zumindest einen Teil der Versuchspersonen der Gruppe „Obligatorisch-Gleich“ zutreffen könnte, wird auch durch die relativ häufige Vorhersage von A und den verschiedenen hohen Überraschungsskalierungen in Abhängigkeit von der Vorhersage in dieser Gruppe nahegelegt.

Eine mögliche Ursache für das Ausbleiben eines spezifischen Effektes für den Reaktionszeitanstieg in den „Gleich“ Bedingungen könnte darin bestehen, daß die zweite Darbietung von C in den beiden „Gleich“ Gruppen Anlaß zu einer erneuten Schemaänderung gab. So könnte die zweite Darbietung in der Gruppe „Obligatorisch-Gleich“ so interpretiert worden sein, daß C keine Alternative zu A ist, sondern daß vielmehr in Zukunft nach BA stets C erscheint. In ähnlicher Weise könnte die zweite Darbietung von C in der Gruppe „Optional-Gleich“ derart interpretiert worden sein, daß A nun nicht mehr angeboten wird. Eine solche Interpretation wäre nicht ganz unbegründet, denn die letzte Darbietung von A lag in dieser Gruppe bereits acht Durchgänge zurück.

## Abschließende Diskussion

Das vorrangige Ziel der vorliegenden Studie bestand darin, den Einfluß der Stärke der Verknüpfungen zwischen Variablen auf die Überraschungsreaktion zu untersuchen. Hierzu wurde eine Ereignisabfolge dargeboten, von der angenommen wurde, daß sie diskrepant zu entweder einer starken (obligatorischen) oder einer schwachen (optionalen) Verknüpfung zwischen Variablen eines Ereignisschemas sein würde. Dagegen wurden solche Faktoren, von denen angenommen wird, daß sie die Stärke der Beschränkungen einer Variablen beeinflussen, nämlich die Anzahl von Anwendungen des Schemas sowie die Verschiedenheit der Variablenwerte (Schützwohl, im Druck), konstant gehalten.

Wir hatten angenommen, daß die von einer obligatorischen Verknüpfung abweichende Ereignissequenz stärker schemadiskrepant ist und daher ein höheres Ausmaß erlebter Überraschung hervorruft als die von einer optionalen Verknüpfung abweichende Ereignissequenz. Die Höhe der Überraschungsskalierungen in den beiden Gruppen bestätigte diese Annahme, allerdings war der Unterschied zwischen den Gruppen gering und nur tendenziell signifikant. Eine Erklärung für diesen nur geringen Unterschied ist möglicherweise in dem Umstand zu suchen, daß die Überraschungsskalierungen für die erste Darbietung mit im Durchschnitt 7.6 Skalenpunkten auf einer 11-stufigen Skala (mit „so überrascht wie man nur sein kann“ als Skalenendpunkt!) außerordentlich hoch waren. Die Stärke der ausgelösten Über-

raschung könnte dann bedeutsam sein, wenn der Zusammenhang zwischen Schemadiskrepanz und erlebter Überraschung nicht über den gesamten Bereich der Schemadiskrepanz den gleichen Anstieg hat, sondern negativ beschleunigt ist. Ein solcher negativ beschleunigter Verlauf wäre insofern funktional, als daß bereits geringe Schemadiskrepanzen zu deutlich wahrnehmbaren Veränderungen im Erleben führen. Somit wären auch geringe Schemadiskrepanzen in der Lage, ein hinreichend starkes Erleben von Überraschung hervorzurufen, und dadurch das Vorliegen einer Diskrepanz zu signalisieren und zur Beseitigung der Diskrepanz zu motivieren (vgl. Meyer, Niepel & Schützwohl, 1994).

Konsistent mit einem negativ beschleunigten Zusammenhang zwischen der Stärke der Schemadiskrepanz und der erlebten Überraschung ist, daß die Reduktion der Überraschungsskalierungen von der ersten zur zweiten Darbietung in der Gruppe „Obligatorisch-Gleich“ um mehr als zwei Skalenpunkte höher war als in der Gruppe „Optional-Verschieden“. Unter der Annahme, daß der einzige relevante Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen darin besteht, daß die von der Ereignisabfolge BAC betroffene Verknüpfung in der Gruppe „Obligatorisch-Gleich“ schwächer ist als in der Gruppe „Optional-Verschieden“, zeigt dies, daß die Stärke der Verknüpfungen unter geeigneten Umständen sehr wohl einen deutlichen Einfluß auf die Stärke der erlebten Überraschung haben kann.

Wir hatten weiterhin angenommen, daß eine obligatorische Verknüpfung weniger leicht zu verändern ist als eine optionale Verknüpfung, und daß daher die erstmalige Darbietung der schemadiskrepanten Ereignissequenz in der Gruppe obligatorisch zu einer längeren Handlungsverzögerung führen würde. Diese Vorhersage konnte bestätigt werden. Obwohl wir in dieser Studie keine direkte Evidenz für eine aufwendigere Schemarevision als Ursache für die längere Dauer der Handlungsunterbrechung angeben können, lassen die Vorhersagen für den zweiten kritischen Durchgang zumindest darauf schließen, daß in der Gruppe „Obligatorisch“ die obligatorische Verknüpfung verändert worden ist, während dies in der Gruppe „Optional“ offenbar nicht der Fall war. Dieses Ergebnis ist offensichtlich konsistent mit der Annahme, daß die Veränderung der obligatorischen Verknüpfung einer der für die unterschiedliche Dauer der Handlungsunterbrechung bestimmenden Faktoren ist.

Die nachfolgende Darbietung entweder der gleichen oder einer von der ersten Darbietung verschiedenen diskrepanten Ereignissequenz zeigte, daß das Ereignisschema verändert wurde. Die zweite Darbietung war erwartungsgemäß weniger schemadiskrepant als die erste Darbietung, wie aus der deutlichen

Reduktion der Überraschungsskalierungen für die zweite Darbietung gegenüber der ersten Darbietung geschlossen werden kann.

Darüber hinaus war auch die Handlungsverzögerung bei der zweiten Darbietung gegenüber der ersten Darbietung deutlich reduziert. Wir führen dies darauf zurück, daß die Verarbeitung des (vormals) diskrepanten Ereignisses weniger aufwendig ist. Der Verarbeitungsaufwand ist deshalb geringer, weil erstens die Beschränkungen für die Farbe bereits nach der ersten Darbietung verändert worden sind und somit eine bei der ersten Darbietung erforderliche Schemaveränderung entfällt; zweitens sind die Ergebnisse der Ereignisanalyse aufgrund der ersten Darbietung bekannt und müssen somit nicht erneut erarbeitet werden. So wissen die Versuchspersonen zum Beispiel bereits aufgrund der ersten Darbietung, daß von dem diskrepanten Ereignis keine Gefahr ausgeht oder daß das diskrepante Ereignis letztlich durch den Experimentator verursacht worden ist (siehe auch Schützwohl & Reisenzein, in Druck).

Ausgehend von der Annahme, daß nur diejenigen Komponenten des Schemas verändert werden, für deren Unangemessenheit positive Evidenz vorliegt, hatten wir für die zweite Darbietung Unterschiede in den Vorhersagen und in der Überraschungsreaktion zwischen den „Gleich“ und den „Verschieden“ Gruppen vorhergesagt (spezifische Effekte). Während diese Annahme bezüglich der Vorhersagen für die zweite Darbietung voll bestätigt werden konnten, erbrachte der Vergleich der Überraschungsreaktion zwischen den „Gleich“ und den „Verschieden“ Gruppen wenig Unterstützung für diese Annahme. Es ist allerdings zu bemerken, daß das erhaltene Ergebnis nicht inkompatibel mit der Annahme einer spezifischen Veränderung ist. Inkompatibel wäre es gewesen, wenn die beiden „Verschieden“ Gruppen auf die zweite Darbietung nicht mit einer Überraschungsreaktion reagiert hätten. Dies war jedoch der Fall. Das Ergebnis der zweiten Darbietung läßt eher darauf schließen, daß die aufgrund der erstmaligen Darbietung erfolgte Schemaveränderung nicht vollständig oder nicht endgültig genug war, um auf eine zweite Darbietung vorzubereiten.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, daß die Stärke der Verknüpfungen zwischen Variablen einen ähnlichen Einfluß auf die Überraschungsreaktion ausübt, wie die Stärke der Beschränkungen von Variablen (Schützwohl, im Druck). Die Ergebnisse dieser Untersuchung ergänzen und verallgemeinern somit die Annahme, daß strukturelle Merkmale des Schemas, zu dem das überraschende Ereignis diskrepant ist, eine wichtige Einflußgröße der Überraschungsreaktion darstellen.

## Literatur

- Abelson, R. P. (1981). Psychological status of the script concept. *American Psychologist*, 36, 715–729.
- Ahlert, S. (1995). *Der Einfluß einfacher und komplexer schemadiskrepanter Stimuli auf die Überraschungsreaktion*. Diplomarbeit. Universität Bielefeld.
- Charlesworth, W. R. (1964). Instigation and maintenance of curiosity behavior as a function of surprise versus novel and familiar stimuli. *Child Development*, 35, 119–128.
- Crocker, J., Fiske, S. T. & Taylor, S. E. (1984). Schematic bases of belief change. In R. Eiser (Ed.), *Attitudinal judgment* (pp. 197–226). New York: Springer.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. London: John Murray.
- Desai, M. M. (1939). Surprise: A historical and experimental study. *British Journal of Psychology, Monographs Supplement*, 22.
- Ekman, P. & Friesen, W. V. (1975). *Unmasking the face. A guide to recognizing emotions from facial clues*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Holyoak, K. J., Koh, K. K. & Nisbett, R. E. (1989). A theory of conditioning: Inductive learning within rule-based default hierarchies. *Psychological Review*, 96, 315–340.
- Mandler, G. (1984). *Mind and body*. New York: Norton.
- Mandler, G. (1985). *Cognitive psychology. An essay in cognitive science*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mandler, J. M. (1984). *Stories, scripts, and scenes: Aspects of schema theory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Meyer, W.-U. (1988). Die Rolle von Überraschung im Attributionsprozess. *Psychologische Rundschau*, 39, 136–147.
- Meyer, W.-U. & Niepel, M. (1994). Surprise. In V. S. Ramachandran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (Vol. 4, pp. 353–358). Orlando, FL: Academic Press.
- Meyer, W.-U., Niepel, M., Rudolph U. & Schützwohl, A. (1991). An experimental analysis of surprise. *Cognition and Emotion*, 5, 295–311.
- Meyer, W.-U., Niepel, M. & Schützwohl, A. (1994). Überraschung und Attribution. In F. Försterling & J. Stiensmeier-Pelster (Hrsg.), *Attributionstheorie: Grundlagen und Anwendungen* (S. 105–121). Göttingen: Hogrefe.
- Meyer, W.-U., Reisenzein, R. & Schützwohl, A. (1995). *A process model of surprise*. Unveröffentlichtes Manuskript. Universität Bielefeld.
- Meyer, W.-U., Reisenzein, R. & Schützwohl, A. (1997). Towards a process analysis of emotions: The case of surprise. *Motivation and Emotion*, 21, 251–274.
- Niepel, M., Rudolph U., Schützwohl, A. & Meyer, W.-U. (1994). Temporal characteristics of the surprise reaction induced by schema-discrepant visual and auditory events. *Cognition and Emotion*, 8, 433–452.

- Rumelhart, D. E. & Norman, D. A. (1978). Accretion, tuning, and restructuring: Three modes of learning. In J. W. Cotton & R. Klatzky (Eds.), *Semantic factors in cognition* (pp. 37–53). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rumelhart, D. E. & Ortony, A. (1977). The representation of knowledge in memory. In R. C. Anderson, R. J. Spiro & W. E. Montague (Eds.), *Schooling and the acquisition of knowledge* (pp. 99–135). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rumelhart, D. E. (1984). Schemata and the cognitive system. In R. S. Wyer & T. K. Srull (Eds.), *Handbook of social cognition* (Vol. 1, pp. 161–188). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schank, R. C. & Abelson, R. P. (1977). *Scripts, plans, goals, and understanding*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schützwohl, A. (1998). Schema discrepancy effects on two surprise components. Manuskript in Vorbereitung.
- Schützwohl, A. (im Druck). Surprise and schema strength. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*.
- Schützwohl, A. & Horstmann, G. (im Druck). Überraschung, Handlungsunterbrechung und Schemarevision. In M. Jerusalem & R. Pekrun (Eds.), *Emotion, Motivation und Leistung*. Göttingen: Hogrefe.
- Schützwohl, A. & Reisenzein, R. (in Druck). Children's and adults' reactions to a schema-discrepant event: A developmental analysis of surprise. *International Journal of Behavioral Development*.
- Siddle, D. A. T. (1991). Orienting, habituation, and resource allocation: An associative analysis. *Psychophysiology*, 28, 245–259.
- Sokolov, E. N. (1990). The orienting response, and future directions of its development. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 25, 142–150.
- Stiensmeier-Pelster, J., Martini, A. & Reisenzein, R. (1995). The role of surprise in the attribution process. *Cognition and Emotion*, 9, 5–31.
- Wagner, A. R. (1978). Expectancies and the priming of STM. In S. H. Hulse, H. Fowler & W. K. Honig (Eds.), *Cognitive Processes in animal behavior* (pp. 177–209). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Waldmann, M. R. (1990). *Schema und Gedächtnis. Das Zusammenwirken von Raum- und Ereignisschemata beim Gedächtnis für Alltagssituationen*. Heidelberg: Asanger.
- Weiner, B. (1986). *An attributional theory of motivation and emotion*. New York: Springer Verlag.

Gernot Horstmann und Achim Schützwohl

Fakultät für Psychologie und  
Sportwissenschaft der Universität Bielefeld  
Postfach 100131  
D-33501 Bielefeld