

Retroaktive Hemmung: Kein Einfluß der Kategorisierungsart – konzeptuell versus phonetisch-visuell – auf die Verfügbarkeit von Information

K.-H. Bäuml

Zusammenfassung: Der Einfluß der Art der Kategorisierbarkeit von Wortmaterial – konzeptuell versus phonetisch-visuell – auf die Quelle retroaktiver Hemmung wird untersucht. Anhand des Speicherungs-Abruf-Modells von Batchelder und Riefer (1980) wird für beide Kategorienarten geprüft, ob Interpolation allein zu einer Unerreichbarkeit (Zugriffsstörung) oder auch zu einer Unverfügbarkeit von Information (Spurenzerfall) führt. Es werden zwei Experimente zum freien Erinnern durchgeführt. Den Versuchspersonen werden 1 – 5 Listen von jeweils 25 Wörtern präsentiert. Die einzelnen Listen bestehen in Experiment 1 aus 10 konzeptuell kategorisierbaren Wortpaaren und 5 Einzelwörtern, in Experiment 2 aus 10 phonetisch-visuell kategorisierbaren Wortpaaren und 5 Einzelwörtern. Die Analyse der Daten zeigt, daß in beiden Experimenten die Daten gut durch das Modell beschreibbar sind. Die Ergebnisse weisen für beide Kategorisierungsarten auf eine Unerreichbarkeit von Information hin bei gleichzeitiger Verfügbarkeit derselben. Die Art der Kategorisierbarkeit hat somit keinen Einfluß auf die Quelle retroaktiver Hemmung. Ein statistischer Vergleich der beiden Experimentalbedingungen für alle Interpolationsbedingungen zeigt, daß die Art der Kategorisierbarkeit jedoch einen Einfluß auf die Speicherung der Information hat: phonetisch-visuelle Kategorien werden mit geringerer Wahrscheinlichkeit gespeichert als konzeptuelle Kategorien. Sie hat im wesentlichen jedoch keinen Einfluß auf die Erreichbarkeit der Information.

Schlüsselwörter: Retroaktive Hemmung – konzeptuelle Kategorisierung – phonetisch-visuelle Kategorisierung – Speicherungs-Abruf-Modell – Zugriffsstörung – Spurenzerfall

Summary: Retroactive inhibition: No effect of the categorisation kind – conceptual vs. phonetical-visual – on availability of information. It is examined whether the kind of categorisation of word material – conceptual versus phonetical-visual – affects the source of retroactive inhibition. By means of the storage-retrieval model of Batchelder and Riefer (1980) it is tested whether interpolation leads alone to inaccessibility (retrieval failure) or also to unavailability of information (storage loss). Two free-recall experiments are conducted. Subjects are presented 1 – 5 lists of 25 words respectively. The single lists consist of 10 conceptually categorisable pairs and 5 singles for experiment 1 and 10 phonetical-visually categorisable pairs and 5 singles for experiment 2. The data analysis shows that for both experiments the model fits the data sets well. For both kinds of categorisation the results suggest an inaccessibility of information, while information remains available. So the kind of categorisation has no effect on the source of retroactive inhibition. A statistical comparison of both experimental conditions for all five interpolation conditions shows that the kind of categorisation has an effect on the storage of information: phonetical-visual categories are stored with a smaller probability than conceptual categories. However, it has no significant effect on the accessibility of information.

Key words: Retroactive inhibition – conceptual categorisation – phonetical-visual categorisation – storage-retrieval model – storage loss – retrieval failure

Korrespondenzanschrift: Dr. Karl-Heinz Bäuml, Institut für Psychologie der Universität Regensburg, Universitätsstraße 31, W-8400 Regensburg, Bundesrepublik Deutschland

1. Fragestellung

Einen wichtigen Punkt in der Forschung zur retroaktiven Hemmung stellt die Frage dar, ob retroaktive Hemmung zu einer Unverfügbarkeit von Information (Spurenzerfall) oder einer Unerreichbarkeit von Information (Zugriffsstörung) oder zu beiden führt. Zur Beantwortung dieser Frage werden in Experimenten Versuchspersonen Listen mit in offensichtlicher Weise kategorisierbarem Wortmaterial präsentiert. Die experimentell vorgegebene Kategorisierung soll bei den Versuchspersonen dabei eine entsprechende subjektive Kategorisierung induzieren. Nach Präsentation der letzten Liste sollen die Versuchspersonen alle präsentierten Wörter erinnern. Dabei erhalten sie als sog. Schlüsselwörter (*cues*) die Kategoriennamen der vorher präsentierten Kategorien. Es wird angenommen, daß diese Vorgabe von Schlüsselwörtern (*cuing*) eine mögliche Unerreichbarkeit von Information perfekt aufhebt. Führt die Vorgabe von Schlüsselwörtern somit zu einer Verringerung der Hemmung, so wird eine Unerreichbarkeit von Information diagnostiziert; führt die Vorgabe zu keiner perfekten Aufhebung der Hemmung, so wird eine Unverfügbarkeit von Information diagnostiziert; wird die Hemmung reduziert, jedoch nicht perfekt aufgehoben, so werden Unerreichbarkeit und Unverfügbarkeit diagnostiziert. Empirisch, nicht logisch, eng verbunden mit der Frage nach der Unerreichbarkeit und/oder Unverfügbarkeit von Information ist die Frage, ob retroaktive Hemmung allein auf höhere Gedächtniseinheiten wirkt oder allein auf Elemente innerhalb dieser Einheiten oder auf beide.

Tulving und Psotka (1971) führen entsprechende Experimente zum freien Erinnern durch. Sie verwenden konzeptuell kategorisierbares Material. Interpolation wirkt sich allein auf höhere Einheiten aus. Dies wird daraus gefolgert, daß zwar sowohl die Wahrscheinlichkeit für das Erinnern eines einzelnen Wortes als auch die Wahrscheinlichkeit für das Erinnern einer einzelnen Kategorie mit der Anzahl gelernter Listen abnimmt, jedoch die Wahrscheinlichkeit für das Erinnern eines Wortes pro erinnerter Kategorie im wesentlichen konstant bleibt. Die Vorgabe von Schlüsselwörtern führt zu einer vollständigen Aufhebung der Hemmung: bei Information über die Kategorienamen zeigen sich bei Interpolation dieselben Erinnerungsleistungen wie ohne Interpolation. Aus diesen beiden Ergebnissen wird geschlossen, daß retroaktive Hemmung allein in einer Unerreichbarkeit höherer Einheiten besteht; die höheren Einheiten und auch deren Elemente bleiben dabei verfügbar. Dieser Befund ist nicht unwidersprochen. So legen etwa die Ergebnisse aus Paarassoziationsexperimenten von Earhard (1976) und Reynolds (1977) durchaus nahe, daß retroaktive Hemmung nicht nur zu einer Unerreichbarkeit, sondern auch zu einer Unverfügbarkeit von Information führt. In ihren Experimenten kann durch Vorgabe von Information über die zu lernenden Antworten die Hemmung nur teilweise aufgehoben werden. Das Ergebnis von Tulving und Psotka ist jedoch von Riefer und Batchelder (1988) repliziert worden. Die Ursache für die unterschiedlichen Befunde scheint so in der Nichtkontrolle anderer Faktoren zu liegen, in deren Abhängigkeit Unverfügbarkeit von Information resultiert (z. B. Reynolds, 1977, S. 77, Bäuml, 1991a, Bäuml, 1991b).

Höhere Einheiten im Gedächtnis sind nicht immer konzeptueller Natur. Es stellt sich die Frage nach einer möglichen Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse von Tulving und Psotka und Riefer und Batchelder auf andere als konzeptuelle höhere Ein-

heiten. Daten aus einem Experiment von Nelson und Brooks (1974) mit phonetisch-visuellen Kategorien (Reimen) sprechen gegen diese Möglichkeit. Bei Verwendung von Reimen als Kategorien – und sonst analogem Versuchsaufbau zu Tulving und Psotka – fallen die Daten der Experimente zwar approximativ identisch aus zu denen von Tulving und Psotka; sie weisen jedoch zwei wesentliche, wenn auch kleine Unterschiede auf: *erstens*, die Wahrscheinlichkeit des Erinnerns eines Wortes pro erinnerter Kategorie bleibt nicht konstant, sondern fällt mit der Anzahl der Listen ab; *zweitens*, die Schlüsselwörter führen zwar großteils zu einer Aufhebung der Hemmung, sie ist jedoch nicht perfekt. Nelson und Brooks werten diese Ergebnisse als Hinweis darauf, daß retroaktive Hemmung für Reimkategorien sowohl zu einer Unerreichbarkeit als auch zu einer Unverfügbarkeit von Information führt. Phonetisch-visuelle und konzeptuelle Kategorien würden somit unterschiedliche Gesetzmäßigkeiten zur theoretischen Beschreibung der retroaktiven Hemmung erfordern.

Die Methode des *cuing* beruht auf einer Reihe kritischer impliziter Annahmen. So wird etwa angenommen, daß die Versuchspersonen die vorgegebene experimentelle Kategorisierung perfekt übernehmen. Oder es wird angenommen, daß die Versuchspersonen keine feineren Kategorisierungen innerhalb der vorgegebenen Kategorisierungen vornehmen. Oder es wird angenommen, daß *cuing* die Unerreichbarkeit sowohl höherer Einheiten als auch die von elementaren Einheiten vollständig aufhebt. Gerade bei phonetisch-visuellen Kategorien erscheinen diese Annahmen nicht immer einfach erfüllbar. Eine phonetisch-visuelle Kategorisierung stellt eine relativ ungewohnte und im allgemeinen relativ schwierige Kategorisierung dar. Die Kontrolle einer zusätzlichen oder alternativen konzeptuellen Kategorisierung ist somit keineswegs einfach erreichbar, wenngleich jedoch kritisch. Auch die Tauglichkeit von Reimendungen als Schlüsselwörter scheint – im Gegensatz zum analogen Fall bei konzeptuellen Kategorien – *a priori* nicht einfach gewährleistet. Riefer und Batchelder (1988) präsentieren eine elaboriertere Methode zur Prüfung der Frage nach der Quelle retroaktiver Hemmung. Die Verwendung von *cuing* wird dabei überflüssig und es fallen so einige implizite Annahmen weg. Die Methode besteht in der Anwendung des Speicherungs-Abruf-Modells von Batchelder und Riefer (1980, 1986) auf retroaktive Hemmung. Dieses Modell erlaubt die getrennte Messung von Speicherungs- und Abruprozessen über diesen zugeordneten Parameter. Dabei werden für jede Interpolationsbedingung diese Parameter bestimmt. Eine Unerreichbarkeit von Information wird dann angenommen, wenn der Abrupfparameter mit der Anzahl der präsentierten Listen abnimmt, eine Unverfügbarkeit, wenn der Speicherungsparameter mit der Anzahl der präsentierten Listen abnimmt. Dieses Modell hat zumindest zwei methodische Vorteile gegenüber der Methode des *cuing*: *Erstens*, es behandelt die Möglichkeit einer nichtkategorialen Speicherung eines kategorialen Paars; damit müssen subjektive und vorgegebene Kategorisierung nicht mehr perfekt übereinstimmen. *Zweitens*, die Annahme der perfekten Aufhebung einer Unerreichbarkeit durch Schlüsselwörter fällt gänzlich weg; die relevante Information steckt vollständig in den beiden Parametern. Das Modell hat zudem theoretische Vorteile gegenüber dem *cuing*. So werden zum einen direkt psychologische Annahmen formuliert, die empirisch geprüft werden können. Zum anderen erlaubt das Modell bei Gültigkeit den Übergang von deskriptiven Parametern zu psychologisch leicht interpretierbaren Parametern. Damit wird die Frage nach der Quelle retroaktiver Hemmung leicht behandelbar.

Das Modell ist für Experimente zum freien Erinnern formuliert. Das Wortmaterial besteht dabei sowohl aus kategorisierbaren Wortpaaren als auch aus nichtkategorisierbaren Einzelwörtern. Die Daten eines Experiments können durch einen Ereignisraum beschrieben werden, der aus sechs sich gegenseitig ausschließenden Kategorien besteht: E_1 bezeichnet das Ereignis, daß beide Wörter eines Wortpaars hintereinander erinnert werden, E_2 das Ereignis, daß beide Wörter eines Wortpaars erinnert werden, jedoch nicht hintereinander, E_3 das Ereignis, daß nur eines der beiden Wörter eines Wortpaars erinnert wird, E_4 das Ereignis, daß keines der beiden Wörter eines Wortpaars erinnert wird; F_1 bezeichnet das Ereignis, daß ein Einzelwort erinnert wird und F_2 das Ereignis, daß ein Einzelwort nicht erinnert wird. Von den Datenbeobachtungen E_1, E_2, E_3, E_4 wird angenommen, daß sie unabhängig und identisch verteilt sind. Sie können so durch eine Multinomialverteilung mit den (Wahrscheinlichkeits-)Parametern $p(E_1), p(E_2), p(E_3), p(E_4)$ beschrieben werden. Analog wird von den Datenbeobachtungen F_1, F_2 angenommen, daß sie unabhängig und identisch verteilt sind. Sie können entsprechend durch eine Binomialverteilung mit den (Wahrscheinlichkeits-)Parametern $q(F_1), q(F_2)$ beschrieben werden. Damit sind die Daten vollständig durch sechs Parameter beschreibbar, von denen vier frei sind. Batchelder und Riefer postulieren nun drei kognitive Ereignisse, die obige sechs Ereignisse theoretisch beschreiben sollen. Bei diesen Ereignissen handelt es sich um einen Speicherungsprozeß (für Wortpaare), einen Abrufprozeß (für Wortpaare) und einen Erinnerungsprozeß (für Einzelwörter und nicht als Paar gespeicherte Wörter aus Wortpaaren). Die Modellannahmen spezifizieren die inhaltlichen Beziehungen zwischen diesen kognitiven und den beobachtbaren Datenereignissen:

Für jedes Wortpaar gilt:

- A1.** (Speicherung von Wortpaaren) Jedes Wort wird entweder als Paar gespeichert oder es wird nicht als Paar gespeichert; c bezeichne die Wahrscheinlichkeit einer Speicherung als Paar.
- A2.** (Abruf von Wortpaaren) Ist ein Wortpaar als Paar gespeichert, so wird es entweder als Paar abgerufen oder es wird nicht als Paar abgerufen; r bezeichne die Wahrscheinlichkeit des Abrufs als Paar.
- A3.** (Abruf von nicht als Paar gespeicherten Wörtern) Ist ein Wortpaar nicht als Paar gespeichert, so werden beide Wörter unabhängig voneinander entweder gespeichert und abgerufen oder nicht; u bezeichne die Wahrscheinlichkeit für dieses Ereignis.
- A4.** Der Abruf eines als Paar gespeicherten Wortpaars resultiert in E_1 , der Nichtabrug in E_4 . Der Abruf eines nicht als Paar gespeicherten Wortpaars resultiert entweder in E_2 (beide erinnert) oder E_3 (nur eines erinnert) oder E_4 (keines erinnert).

Für jedes Einzelwort gilt:

- A5.** Jedes Einzelwort wird gespeichert und abgerufen oder nicht; u bezeichne die Wahrscheinlichkeit für dieses Ereignis.
- A6.** Der Abrug eines Einzelwertes resultiert in F_1 , der Nichtabrug in F_2 .

Aus den Annahmen lassen sich leicht die funktionalen Zusammenhänge zwischen den Datenbeobachtungen und den kognitiven Ereignissen ableiten (vgl. Batchelder und Riefer, 1986). Die Modellgleichungen lauten:

$$\begin{aligned} p(E_1) &= cr; \\ p(E_2) &= (1 - c)u^2; \\ p(E_3) &= (1 - c)2u(1 - u); \\ p(E_4) &= c(1 - r) + (1 - c)(1 - u)^2; \\ q(F_1) &= u; \\ q(F_2) &= 1 - u. \end{aligned}$$

Riefer und Batchelder (1988) prüfen das Modell für konzeptuell kategorisierbares Material. Die Daten lassen sich exzellent mit dem Modell beschreiben. Statistische Tests bezüglich der Konstanz von Speicherungs- und Abrufparameter zeigen, daß der Speicherungsparameter als konstant annehmbar ist, nicht jedoch der Abrufparameter. Die Ergebnisse weisen auf eine Unerreichbarkeit als alleinige Quelle der retroaktiven Hemmung hin. Dies stimmt überein mit den Schlußfolgerungen von Tulving und Psotka (1971).

In der vorliegenden Arbeit werden zwei Experimente berichtet. Experiment 1 stellt eine Replikation des Experiments von Riefer und Batchelder (1988) dar. Dabei wird konzeptuell kategorisiertes Material verwendet. Experiment 2 führt dasselbe Experiment mit Reimkategorien durch. Die beiden Experimente unterscheiden sich nur in der verwendeten Kategorisierungsart. Es werden drei Fragen untersucht: *Erstens*, es wird geprüft, ob die Datensätze beider Experimente durch das Speicherungs-Abruf-Modell von Batchelder und Riefer beschreibbar sind. *A priori* müssen Datensätze zur retroaktiven Hemmung für unterschiedliche höhere Einheiten durchaus nicht identisch theoretisch beschreibbar sein. *Zweitens*, bei Beschreibbarkeit mit dem Modell wird geprüft, wie sich die Interpolation von Lernmaterial auf den Verlauf der Speicherungs- und Abrufparameter auswirkt. Von besonderem Interesse ist dabei die Frage nach der Konstanz des Speicherungsparameters in Experiment 2. *Drittens*, für jede Listenbedingung wird über die Experimente hinweg die Annehmbarkeit der Konstanz von Speicherungs- und Abrufparameter geprüft. Diese statistischen Tests werfen Licht auf die Frage, ob sich eine Veränderung in der Kategorisierungsart – phonetisch-visuell versus konzeptuell – möglicherweise in der Wahrscheinlichkeit für eine Speicherung oder der Wahrscheinlichkeit für einen Abruf auswirkt.

2. Methode

2.1. Versuchspersonen

An den Experimenten nehmen 100 Psychologiestudenten der Universität Regensburg teil. Die Versuchspersonen werden zufällig auf die beiden Experimentalbedingungen aufgeteilt. Sie nehmen im Rahmen von Voraussetzungen für die Anmeldung zu Prüfungen an den Experimenten teil. Sie werden für ihre Teilnahme nicht bezahlt.

2.2. Material und Apparat

125 unterschiedliche Wörter bilden das Reizmaterial für Experiment 1. 100 dieser Wörter lassen sich in offensichtlicher Weise zu unterschiedlichen konzeptuell kategorisierbaren Wortpaaren (z. B. Eiche-Buche, Fenster-Tür, Tante-Onkel etc.) zusammenfügen. Die 50 Paare werden unter Anlehnung an das Kategoriensystem von Battig und Montague (1969) erstellt. Die restlichen 25 Wörter bilden sog. Einzelwörter (z. B. Filter, Brief, Brot etc.). Diese sind in keiner offensichtlichen Weise den anderen Wörtern kategorial zuordnenbar, weder den Wortpaaren noch den anderen Einzelwörtern. Die 125 Wörter werden auf fünf Listen mit jeweils gleicher Anzahl von Wörtern aufgeteilt. Die Aufteilung erfolgt unter der Restriktion, daß jeder Liste zehn kategoriale Wortpaare und fünf Einzelwörter (also insgesamt 25 Wörter) zugeordnet werden. Die Aufteilung erfolgt zufällig. Nach 25 Versuchspersonen wird die Aufteilung der Wörter auf die Listen neu vorgenommen.

Das Reizmaterial für Experiment 2 besteht ebenfalls aus 125 Wörtern. 100 dieser Wörter stellen Reimpaare dar (z. B. Horn-Dorn, Leder-Feder, Hand-Wand etc.). Bei diesen Wortpaaren wird versucht, sowohl innerhalb der Paare als auch über die Paare eine offensichtliche konzeptuelle Kategorisierbarkeit zu minimieren. Die phonetisch-visuelle Kategorisierbarkeit soll klar im Vordergrund stehen. Dies ist für das Experiment wesentlich, da implizit ja von einer Kontrolle der subjektiven Kategorisierung ausgegangen wird (vgl. oben). Bei den Reimpaaren wird zudem darauf geachtet, möglichst bekannte Vertreter aus den jeweiligen Reimklassen zu wählen. Dies erscheint sinnvoll, da in Experiment 1 durch Anlehnung an die Kategorien von Battig und Montague im Prinzip dasselbe getan wird (vgl. Battig und Montague, 1969). Die Reimpaare sind sowohl phonetisch als auch visuell ähnlich und teilen bis auf maximal zwei unterschiedliche Anfangsbuchstaben dieselben Buchstaben. Die restlichen 25 Wörter bilden sog. Einzelwörter, die untereinander und auch zu den anderen 100 Wörtern in keiner Reimbeziehung stehen. Auch zwischen diesen wird versucht, offensichtliche konzeptuelle Beziehungen zu minimieren, ebenso wie zwischen ihnen und den Reimpaaren. Die Aufteilung der Wörter auf fünf Listen erfolgt analog zu Experiment 1. Wiederum wird nach der Hälfte der Versuchspersonen eine Neuauflistung des Reizmaterials auf die Listen vorgenommen.

Die Wörter werden auf dem Bildschirm eines Rechners präsentiert. Der gesamte experimentelle Ablauf erfolgt rechnergesteuert. Eine Ausnahme davon bildet nur das freie Erinnern. Hier schreiben die Versuchspersonen die erinnerten Wörter auf Papier nieder.

2.3. Design und Versuchsablauf

Die Versuchspersonen jedes der beiden Experimente werden zufällig in fünf Gruppen mit jeweils zehn Versuchspersonen aufgeteilt. Die i -te Gruppe erhält dabei jeweils i Wortlisten zur Präsentation ($i = 1, 2, 3, 4, 5$). Nach dem Lernen der letzten Liste sollen die Versuchspersonen die Wörter aus den vorher präsentierten Listen erinnern. Die Versuchspersonen werden individuell getestet.

Bei Beginn jeder experimentellen Sitzung werden die Wörter in den einzelnen Listen durch das Experimentalprogramm zufällig gemischt. Diese Mischung erfolgt jeweils unter der Restriktion, daß die kategorisierbaren Wortpaare geblockt blei-

ben müssen, d. h. hintereinander zu präsentieren sind. Jedes Wort wird für 5 sec. auf dem Bildschirm präsentiert. Jedes Wort wird nur einmal präsentiert. Nach Abarbeitung einer Liste wird sofort für 90 sec ein freies Erinnern der Wörter dieser Liste durchgeführt. Nach 60 sec Pause kündigt ein akustisches Signal den Fortgang des Experiments mit dem nächsten Durchgang an. Nach dem freien Erinnern der letzten präsentierten Liste findet sofort das freie Erinnern der Wörter aller präsentierten Listen statt. Dafür haben die Versuchspersonen 5 min Zeit. Die Versuchspersonen werden instruiert zu raten, falls sie sich über das Vorkommen eines Wortes nicht sicher sind. Sie sollen möglichst viele Wörter erinnern.

2.4. Statistische Analysen

Zur Datenanalyse werden allein die Wörter aus dem freien Erinnern aller präsentierten Listen herangezogen, die zur ersten Liste (Lernaufgabe) gehören. Die Daten der beiden Experimente werden mit dem Speicherungs-Abruf-Modell von Batchelder und Riefer (1980, 1986) analysiert. Zunächst wird geprüft, inwieweit die Datensätze beider Experimentalbedingungen mit dem Modell beschreibbar sind. Dies wird über einen Likelihood-Quotienten-Test erreicht. Dieser prüft, ob die Daten unter der Annahme des Speicherungs-Abruf-Modells genauso gut beschreibbar sind wie mit dem zusammengesetzten statistischen multinomialen Modell. Der Test setzt Maximum-Likelihood-Schätzungen für die Parameter c , r , u und die beobachtbaren Parameter voraus. Diese können über die Aufstellung der Likelihoodfunktionen abgeleitet werden (vgl. Batchelder und Riefer, 1986, S. 132). Beim Test werden die für beide Modelle optimierten Likelihoods in eine Quotientenrelation gebracht. Der Test erfolgt unter Ausnutzung der wohlbekannten Eigenschaft, daß dieser Quotient mit $-2 \ln$ transformiert approximativ χ^2 -verteilt ist (z. B. Lindgren, 1976). Als Irrtumswahrscheinlichkeit wird das konservative $\alpha = .10$ gewählt. *In realiter* entspricht dies noch einem etwas größeren α , da der transformierte Quotient etwas über dem Wert der χ^2 -Verteilung liegt.

Bei Beschreibbarkeit der Daten eines Experiments durch das Modell wird als erste statistische Hypothese die Konstanz der Parameter c , r , u über die fünf Listenbedingungen geprüft. Auch dieser Test erfolgt über einen Likelihood-Quotienten-Test. Dabei wird jeweils über alle fünf Listenbedingungen einer Experimentalbedingung geprüft, ob das restriktivere Speicherungs-Abruf-Modell (11 Parameter) die Daten des Experiments genauso gut beschreibt wie das allgemeine Speicherungs-Abruf-Modell (15 Parameter). Die Durchführung ist analog zum obigen Modelltest. Als weitere statistische Hypothese wird die Konstanz der Parameter c bzw. r über die beiden Experimente hinweg für jede einzelne Listenbedingung geprüft. Dabei wird für jede Listenbedingung zunächst für variable Parameter r und u die Konstanz von c geprüft (fünf Parameter), danach für variable Parameter c und u die Konstanz von r (fünf Parameter) und schließlich für variable u die Konstanz von c und r (vier Parameter). Der statistische Test erfolgt über einen Likelihood-Quotienten-Test mit Vergleich der restriktiveren Modelle gegen das allgemeine Speicherungs-Abruf-Modell (sechs Parameter). Die Parameterschätzungen erfolgen in all diesen Fällen durch numerische Optimierungen. Dabei wird die Likelihoodfunktion unter der Beschränkung, daß die Parameter im reellen Intervall [0,1] liegen, maximiert.

3. Ergebnisse

Tabelle Ia, b zeigen die Beobachtungsdaten für Experiment 1 und Experiment 2. Die Daten sind über die Versuchspersonen und die Wortpaare bzw. Einzelwörter der ersten Liste (Lernaufgabe) gepoolt. Aus den Tabellen ist so für beide Experimente und für jede der fünf Interpolationsbedingungen ersichtlich, wie oft beide Wörter eines Wortpaars hintereinander erinnert wurden (E_1), beide Wörter eines Wortpaars erinnert wurden, jedoch nicht hintereinander (E_2) etc. Aus diesen Daten werden die Parameter des Speicherungs-Abruf-Modells geschätzt und dann der Modelltest durchgeführt.

Tab. Ia. Absolute Häufigkeit für die einzelnen Beobachtungskategorien für alle fünf Listenbedingungen von Experiment 1

Listenanzahl	E_1	E_2	E_3	E_4	F_1	F_2
1	69	2	5	24	31	19
2	58	4	6	32	25	25
3	55	1	3	41	30	20
4	48	2	3	47	24	26
5	39	3	6	52	22	28

E_1 – beide Wörter eines Wortpaars werden hintereinander erinnert; E_2 – beide Wörter eines Wortpaars werden erinnert, jedoch nicht hintereinander; E_3 – genau eines der beiden Wörter eines Wortpaars wird erinnert; E_4 – keines der beiden Wörter eines Wortpaars wird erinnert; F_1 – ein Einzelwort wird erinnert; F_2 – ein Einzelwort wird nicht erinnert.

Tab. Ib. Absolute Häufigkeit für die einzelnen Beobachtungskategorien für alle fünf Listenbedingungen von Experiment 2 (vgl. Tab. Ia)

Listenanzahl	E_1	E_2	E_3	E_4	F_1	F_2
1	46	5	18	31	30	20
2	32	7	18	43	17	33
3	19	4	18	59	13	37
4	17	3	13	67	10	40
5	14	2	11	73	9	41

Die Parameterschätzungen für c , r , u und die χ^2 -Werte für Experiment 1 zeigt Tab. II. Das Speicherungs-Abruf-Modell beschreibt vier unabhängige Datenereignisse und besitzt selbst drei freie Parameter. Der Modelltest wird entsprechend mit einem Freiheitsgrad durchgeführt. Für alle fünf Listenbedingungen ergeben sich sehr gute Anpassungen des Modells an die Daten. Keiner der Datensätze führt zu einer Verwerfung des Modells.

Tab. II. Parameterschätzungen für c , r , u und χ^2 -Werte für die einzelnen Listenbedingungen von Experiment 1

Listenanzahl	Parameter			χ^2
	c	r	u	
1	.917	.753	.600	.693
2	.869	.668	.511	.164
3	.952	.578	.587	.514
4	.932	.515	.488	.144
5	.871	.448	.448	.098

Eine graphische Darstellung der Parameterschätzungen für c und r in Abhängigkeit der Anzahl gelernter Listen zeigt Abbildung 1. Der Parameter c erweist sich als relativ konstant. Der Parameter r fällt deutlich ab mit zunehmender Anzahl gelernter Listen. Der statistische Test auf Konstanz von c führt zu einem χ^2 -Wert von 4.848. Der Modelltest wird mit $(15 - 11 =) 4$ Freiheitsgraden durchgeführt. Bei $\alpha = .10$ kann c als konstant angenommen werden. Der Parameter r kann mit einem χ^2 -Wert von 20.664 nicht als konstant angenommen werden. Der Parameter u zeigt einen etwas schwankenden, dabei leicht abfallenden Verlauf. Der Abfall ist jedoch nicht signifikant ($\chi^2 = 7.068$).

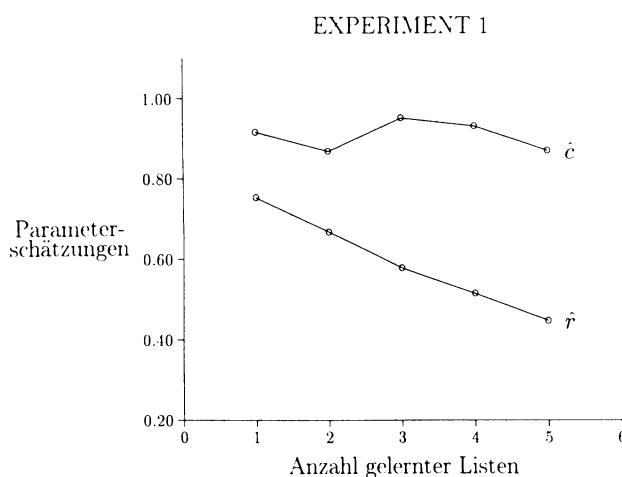


Abb. 1 Graphische Darstellung des Verlaufs der Parameter c , r in Abhängigkeit der Anzahl gelernter Listen für Experiment 1

Tabelle III zeigt Parameterschätzungen für c , r , u und die χ^2 -Werte für Experiment 2. Für vier der fünf Listenbedingungen ergeben sich beim Modelltest mit einem Freiheitsgrad gute Anpassungen. Nur für die erste Listenbedingung ergibt sich ein leichter Modellverstoß, der jedoch bereits bei Wahl eines $\alpha = .05$ keiner mehr ist.

Tab. III Parameterschätzungen für c , r , u und χ^2 -Werte für die einzelnen Listenbedingungen von Experiment 2

Listenanzahl	Parameter			χ^2
	c	r	u	
1	.706	.652	.533	3.203*
2	.583	.549	.367	.574
3	.531	.358	.271	.131
4	.592	.287	.220	.651
5	.626	.224	.192	.325

Die graphische Darstellung der Parameter c und r in Abhängigkeit der Anzahl gelernter Listen zeigt Abbildung 2. Dabei erscheint c im wesentlichen konstant mit etwas höheren Werten für die extremen Listenbedingungen und niedrigeren für die mittleren. Der Parameter r fällt, wie auch in Experiment 1, deutlich ab. Der statistische Test auf Konstanz von c führt zu einem χ^2 -Wert von 2.756. Bei vier Freiheitsgraden kann die Hypothese der Konstanz des Parameters aufrechterhalten werden. Dies gilt nicht für den Parameter r : seine Konstanz wird bei einem χ^2 -Wert von 9.883 abgelehnt. Der Parameter u zeigt einen abfallenden Verlauf über die Listenbedingungen. Er kann nicht als konstant angenommen werden ($\chi^2 = 25.578$).

EXPERIMENT 2

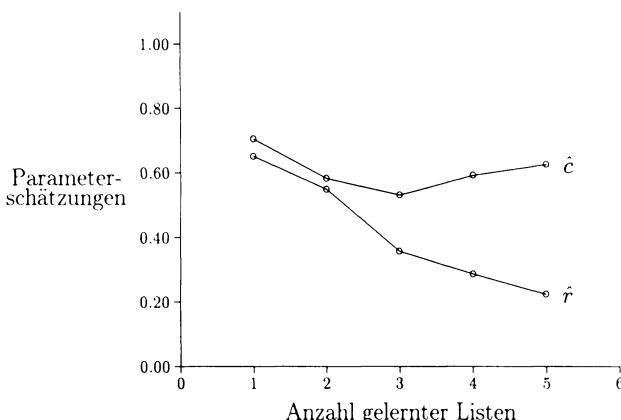


Abb. 2 Graphische Darstellung des Verlaufs der Parameter c , r in Abhängigkeit der Anzahl gelernter Listen für Experiment 2

Die bisherigen Ergebnisse beziehen sich auf die Frage, ob die Datensätze beider Experimente mit dem Speicherungs-Abruf-Modell beschreibbar sind und ob Interpolation den Verlauf der beiden Parameter beeinflußt. Der interessierende Faktor ist dabei die Interpolationsbedingung. Die folgende Analyse bezieht sich auf die Frage der Konstanz der beiden Parameter über die Experimente hinweg für jede einzelne Interpolationsbedingung. Der interessierende Faktor hierbei ist also die unterschiedliche Experimentalbedingung, d. h. die Kategorisierungsart. Für jede Interpolationsbedingung werden über die beiden Experimentalbedingungen hinweg statistische Tests auf die Konstanz der Parameter c und r durchgeführt. Tabelle IV zeigt die χ^2 -Werte. Die Hypothese der Konstanz von c ist für alle fünf Bedingungen abzulehnen. Dabei fallen die Werte für Experiment 1 jeweils deutlich höher aus als die für Experiment 2. Der Modelltest wird mit einem Freiheitsgrad durchgeführt. Für Parameter r ergibt sich ein anderes Bild: für alle fünf Interpolationsbedingungen ist die Konstanz von r annehmbar. Für jede Interpolationsbedingung können die Daten der beiden Experimentalbedingungen mit demselben r beschrieben werden. Der Unterschied zwischen den beiden Experimentalbedingungen reflektiert sich statistisch somit allein im Parameter c .

Tab. IV. χ^2 -Werte aus den statistischen Tests über die Konstanz der Parameter c und r für jede einzelne Listenbedingung über die beiden Experimentalbedingungen hinweg

Listenanzahl	χ^2		
	$c = \text{const}$	$r = \text{const}$	$c = \text{const}, r = \text{const}$
1	11.065*	1.528	15.068*
2	10.611*	.956	17.891*
3	24.883*	1.817	42.513*
4	13.296*	2.285	29.966*
5	5.006*	2.664	18.897*

4. Diskussion

Die Datensätze aller fünf Listenbedingungen von Experiment 1 können gut durch das Speicherungs-Abruf-Modell von Batchelder und Riefer (1980) beschrieben werden. Dieses Ergebnis steht in Einklang mit den Ergebnissen von Riefer und Batchelder (1988). Die statistischen Tests auf Konstanz des Speicherungs- und des Abrupfparameters zeigen, daß der Speicherungsparameter als konstant angenommen werden kann, nicht jedoch der Abrupfparameter. Die Konstanz des Speicherungsparameters weist auf das *Nicht*vorliegen von Spurenzerfall hin: die Wahrscheinlichkeit für die Speicherung eines Paars bleibt gleich bei Interpolation. Die Verfügbarkeit von Information wird bei retroaktiver Hemmung also nicht beeinflußt. Der Abrupfparameter fällt mit zunehmener Anzahl der Listen ab: die Wahrscheinlichkeit des

Abrufs eines gespeicherten Paars sinkt mit Interpolation. Dies weist auf eine Zugriffsstörung hin. Trotz Verfügbarkeit wird Information mit zunehmender Anzahl präsentierter Listen schlechter erreicht. Retroaktive Hemmung besteht bei konzeptuell kategorisiertem Wortmaterial also *allein* in einer Unerreichbarkeit von Information, während keine Unverfügbarkeit vorliegt. Dieser Befund steht in Einklang mit den Daten von Riefer und Batchelder (1988) und den Schlußfolgerungen von Tulving und Psotka (1971).

Auch für Experiment 2 ergeben sich gute Anpassungen des Speicherungs-Abruf-Modells an die Datensätze. Damit kann das Speicherungs-Abruf-Modell Datensätze zur retroaktiven Hemmung auch für phonetisch-visuelle Kategorien beschreiben. Die statistischen Tests auf Konstanz des Speicherungs- und des Abrupfparameters zeigen, daß der Speicherungsparameter wiederum als konstant annehmbar ist, wiederum jedoch nicht der Abrupfparameter. Die Daten geben somit keine Hinweise auf Spurenzerfall: Interpolation führt zu keiner Unverfügbarkeit von Information. Der Abrupfparameter fällt mit Interpolation ab und weist auf eine zunehmende Zugriffsstörung mit der Anzahl der präsentierten Listen hin. Retroaktive Hemmung besteht bei phonetisch-visuell kategorisierbarem Material also allein in einer Unerreichbarkeit von Information. Dieses Ergebnis weicht von den Daten von Nelson und Brooks (1974) ab (vgl. unten).

Mit den Ergebnissen aus den beiden Experimenten können Datensätze zur retroaktiven Hemmung für konzeptuelle und phonetisch-visuelle höhere Einheiten theoretisch identisch beschrieben werden. Das Speicherungs-Abruf-Modell leistet dabei die theoretische Beschreibung. Die Datenanalyse zeigt ferner, daß es zwischen konzeptueller und phonetisch-visueller Kategorisierung keinen Unterschied bezüglich der Quelle der retroaktiven Hemmung gibt: in beiden Fällen resultiert die Hemmung allein in einer Unerreichbarkeit von Information; die Verfügbarkeit bleibt im wesentlichen unberührt. Die Analyse der einzelnen Listenbedingungen über die beiden Experimentalbedingungen macht den einzigen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Kategorisierungsarten deutlich. Die beiden Kategorisierungsarten unterscheiden sich im Speicherungsparameter: für konzeptuelle Kategorien ist die Wahrscheinlichkeit für eine Speicherung größer als für phonetisch-visuelle Kategorien. Daß die einzelnen Listenbedingungen dabei jeweils mit einem für beide Experimentalbedingungen identischen konstanten Abrupfparameter beschreibbar sind, weist darauf hin, daß sich die beiden Kategorienarten – sowohl bei Interpolation als auch ohne Interpolation – nicht in den Abrupfprozessen unterscheiden. Dies legt die Vermutung nahe, daß eine einmal gespeicherte Information vom Gedächtnis nicht mehr unterschieden wird, egal ob es sich dabei um eine konzeptuelle oder eine phonetisch-visuelle Kategorie handelt. Bei letzterer Folgerung ist allerdings Vorsicht angebracht, zumal tendentiell die Parameterschätzungen auf eine schlechtere Abrufbarkeit für phonetisch-visuelle gegenüber konzeptuellen Kategorien hinweisen. Monte-Carlo-Studien zeigen nämlich, daß beim Speicherungs-Abruf-Modell Unterschiede zwischen r -Werten weniger gut entdeckt werden können als Unterschiede zwischen c -Werten; dies gilt insbesondere für die Randbedingungen kleiner u -Werte (Riefer und Batchelder, 1990). Die gefundene statistische Konstanz der Abrupfparameter über die Experimentalbedingungen und die naheliegende Interpretation dieses Befundes sind also nicht überzubewerten.

Die Ergebnisse aus Experiment 2 stimmen nicht mit den Daten von Nelson und Brooks (1974) überein und stehen in Widerspruch zu deren Schlußfolgerungen. Deren Daten weisen auf Unerreichbarkeit *und* Unverfügbarkeit von Information bei phonetisch-visueller Kategorisierung hin. Wie können diese unterschiedlichen Ergebnisse erklärt werden? *Erstens*, prinzipiell besteht die Möglichkeit, daß die Vorgabe von Reimendungen als Schlüsselwörter bei phonetisch-visuellen Kategorien eine Unerreichbarkeit nicht perfekt aufheben kann. Zwar scheint die Vorgabe von *cues* für konzeptuelle Kategorien unkritisch zu sein, eine Verallgemeinerbarkeit auf phonetisch-visuelle Kategorien ist jedoch nicht zwingend. Mit der hier verwendeten Methode ist dieses Problem umgangen, da die relevante Information ohne Schlüsselwörter gewonnen wird. *Zweitens*, möglicherweise sind in den Experimenten von Nelson und Brooks einige der kategorialen Wörter von den Versuchspersonen nichtkategorial gespeichert worden. Bei der hier verwendeten Methode ist diese Möglichkeit berücksichtigt. *Drittens*, die unterschiedlichen Befunde können kritisch mit der Auswahl des Wortmaterials zusammenhängen. Bestehen zwischen den Wörtern einer Liste neben den Reimbeziehungen noch zusätzliche, einigermaßen offensichtliche konzeptuelle Beziehungen, so werden die Versuchspersonen vermutlich letztere vorziehen und die subjektive Kategorisierung ist nicht länger kontrolliert. Eine Unerreichbarkeit kann wiederum nicht mehr aufgehoben werden, das Nichterinnern wird als Unverfügbarkeit diagnostiziert. *Viertens*, die Wortauswahl kann noch in einer weiteren Weise kritisch sein. Die Ergebnisse der Experimente können generell von der Repräsentativität der Vertreter einer Kategorie in bezug auf ihre Kategorie abhängen. In den Experimenten von Riefer und Batchelder (1988) etwa werden jeweils sehr gängige Vertreter einer Kategorie ausgewählt. Ähnliches wird hier für beide Experimente versucht (vgl. Methode). Es ist leicht denkbar, daß die Auswahl weniger gängiger Vertreter einer Kategorie die Ergebnisse beeinflußt. Dies ist besonders leicht für phonetisch-visuelle Kategorien vorstellbar. Vertreter aus Reimkategorien sind untereinander wohl weniger einfach diskriminierbar als solche aus konzeptuellen Kategorien (vgl. Conrad, 1962, 1964). Bei relativ unbekannten Vertretern kann so zudem noch ein Diskriminationsprozeß ins Spiel kommen. Nimmt man an, daß die Diskriminaton zwischen präsentierten Vertretern und potentiellen Eindringlingen mit zunehmender Anzahl interpolierter Listen schwieriger wird, so sollten in etwa die Daten von Nelson und Brooks resultieren. Leider gibt es bisher noch keine experimentellen Ergebnisse über die Wirkung der Repräsentativität der kategorialen Vertreter auf die Verfügbarkeit von Information. Vermutlich lassen sich die zu Nelson und Brooks unterschiedlichen Befunde also mit der Verwendung einer elaborierteren Methode (Speicherungs-Abrau-Modell) und/oder einer eventuell günstigeren Wortauswahl erklären.

Es sei auch noch darauf hingewiesen, daß die Abweichungen zwischen den vorliegenden Ergebnissen und denen von Nelson und Brooks zwar grundlegend, jedoch keineswegs besonders groß ausfallen.

4.1. Schlußfolgerungen

Datensätze zur retroaktiven Hemmung können für konzeptuelle und phonetisch-visuelle Kategorien mit dem Speicherungs-Abruf-Modell beschrieben werden. In beiden Fällen stellt allein eine Unerreichbarkeit von Information die Quelle retroaktiver Hemmung dar. Phonetisch-visuell kategorisierbares Wortmaterial unterscheidet sich von konzeptuell kategorisierbarem Wortmaterial dabei allein in bezug auf die Speicherung: ersteres wird mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit gespeichert als zweiteres. Beide Kategorisierungsarten unterscheiden sich jedoch nicht – bzw. nur tendentiell – in bezug auf den Abrufprozeß: auf phonetisch-visuell kategorisiertes Material wird im wesentlichen mit derselben Wahrscheinlichkeit zugegriffen wie auf konzeptuell kategorisiertes Material.

Literatur

- Bäuml, K.-H.: Retroaktive Hemmung: Der Einfluß des interpolierten Kategorienmaterials auf die Verfügbarkeit von Information. *Z. Exp. Angew. Psychol.* 38 (1991a) 169 – 187.
- Bäuml, K.-H.: Experimental analysis of storage and retrieval processes involved in retroactive inhibition: the effect of presentation mode *Acta Psychologica* (im Druck) 1991b.
- Batchelder, W.H.; Riefer, D.M.: Separation of storage and retrieval factors in free recall of clusterable pairs. *Psychol. Rev.* 87 (1980) 375 – 397.
- Batchelder, W.H.; Riefer, D.M.: The statistical analysis of a model for storage and retrieval processes in human memory. *Br.J.M.S.Psychol.* 39 (1986) 129 – 149.
- Battig, W.F.; Montague, W.E.: Category names for verbal items in 56 categories: a replication and extension of the Connecticut category norms. *J.Exp.Psychol.* 80 (1969) (3,Pt.2) 1 – 46.
- Conrad, R.: An association between memory errors and errors due to acoustic masking of speech. *Nature*, 193 (1962) 1314 – 1315.
- Conrad, R.: Acoustic confusions in immediate memory. *Br.J.Psychol.* 55 (1969) 75 – 84.
- Earhard, B.: Retroactive inhibition: associative responses or response suppression? *Amer.J.Psychol.* 89 (1976) 385 – 401.
- Lindgren, B.W.: Statistical Theory (third edition). New York: Macmillan Publishing Co 1976.
- Nelson, D.L.; Brooks D.H.: Retroactive inhibition of rhyme categories in free recall: Inaccessibility and unavailability of information. *J.Exp.Psychol.* 102 (1974) 277 – 283.
- Reynolds, J.H.: Unavailable and inaccessible information in retroactive inhibition of paired associates. *J.Exp.Psychol.: Hum.Learn.mem.* 3 (1977) 68 – 77.
- Riefer, D.M.; Batchelder, W.H.: Multinomial Modeling and the Measurement of Cognitive Processes. *Psychol. Rev.* 95 (1988) 318 – 339.
- Riefer, D.M.; Batchelder, W.H.: Statistical Inference for Multinomial Processing Tree Models. Irvine Research Unit in Mathematical Behavioral Sciences. Technical Report Series MBS 1990 S. 90-05.
- Tulving, E.; Psotka, J.: Retroactive inhibition in free recall: Inaccessibility of information available in the memory store. *J.Exp.Psychol.* 87 (1971) 1 – 8.