

Die Beeinflussung der Informationsverarbeitungskapazität durch Berücksichtigung der subjektiven Organisation

Adolf Zimmer

Universität Regensburg

In einem freien Reproduktionsversuch wurde nachgewiesen, daß die Berücksichtigung der subjektiven Organisation des Lernmaterials bei der Vorgabe die Informationsverarbeitungskapazität erheblich steigert. Von den untersuchten Modellen der subjektiven Organisation erwies sich das Modell der subjektiven Begriffshierarchien als das beste.

In seinem schon klassischen Artikel 'The magical number seven — plus or minus two' faßte Miller 1956 psychologische Ergebnisse über die eingeschränkte Informationsverarbeitungskapazität des Menschen zusammen und kam zu dem Ergebnis, daß nur 5—9 Informationseinheiten ('chunks') vom Menschen parallel verarbeitet werden können; neuere Untersuchungen (Simon 1970) weisen sogar darauf hin, daß die Kapazität eher noch niedriger ist, als von Miller angenommen. Die meisten Autoren führen die dort nachgewiesene niedrige Kapazität auf den geringen Speicherplatz im Kurzzeitgedächtnis oder auf die geringe Übertragungskapazität vom Kurzzeitgedächtnis in das zeitweilige oder permanente Langzeitgedächtnis zurück (z. B. Mandler, 1967/ Raymond 1967).

Ausgangspunkt dieser Arbeit war die Überlegung, daß die Übertragungskapazität vom Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis sich drastisch verbessern lassen müßte, wenn die Informationseingabe den Speicherprinzipien des Langzeitgedächtnisses angepaßt wird; damit wird zwar die Anzahl der verarbeiteten 'chunks' nicht größer, aber die 'chunks' selbst enthalten mehr Information im Sinne der Informationstheorie; damit läßt sich bei konstanter subjektiver Informationsverarbeitungs-

kapazität objektiv mehr Information verarbeiten. Die Frage nach diesen Speicherprinzipien im Gedächtnis geht auf Köhler (1941) zurück, und ist von Bousfield (1953), Tulving (1964), Mandler (1967), Bower (1970) — um nur die m. E. wichtigsten zu nennen — untersucht worden unter dem Gesichtspunkt der subjektiven Organisation von Gedächtnisinhalten.

Die zugrundeliegende subjektive Organisation wird dabei entweder a-priori postuliert (Bousfield 1953) oder durch die Veränderungen z. B. der Wortreihenfolgen bei wiederholtem Reproduzieren erschlossen (Tulving 1964, Friendly 1972).

Beides erscheint problematisch: Bei dem Vorgehen von Bousfield (1953) u. a. ist es möglich, daß die vom Experimentator bei der Auswahl der Untersuchungsobjekte zugrundegelegten Klassifikationen nicht mit denen der Versuchspersonen übereinstimmen, und bei dem Vorgehen von Tulving (1964) und Friendly (1972) ist die Gefahr einer zirkul-

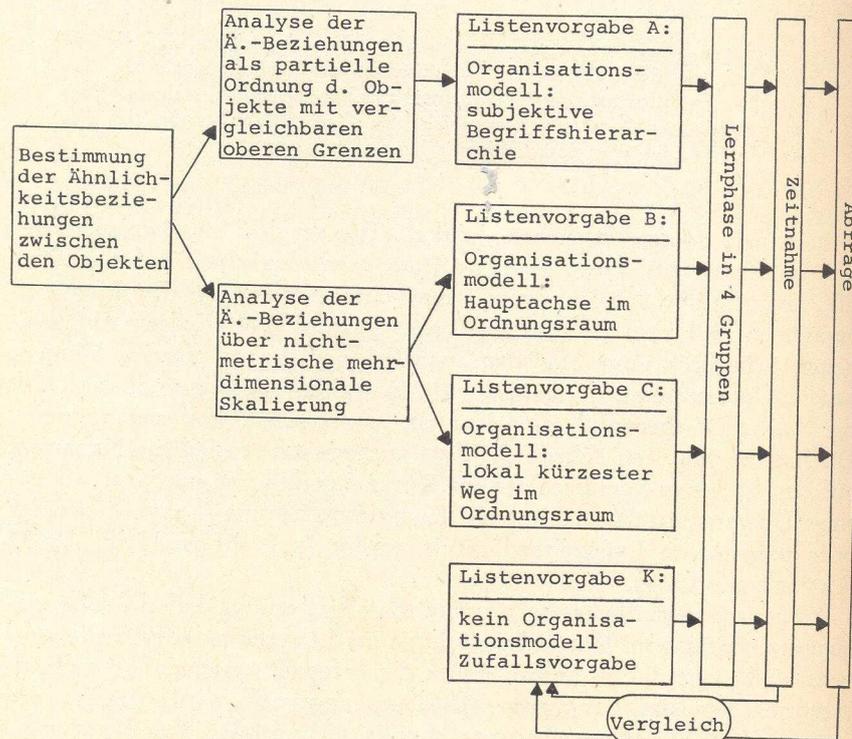


Abb. 1

Blockplan des Experiments

lären Erklärung gegeben. Aus diesen Gründen erscheint es sinnvoll, die subjektive Organisation der Untersuchungsobjekte unabhängig vom Lernvorgang zu bestimmen und daraufhin die Auswirkung einer dieser Organisation entsprechenden Vorgabe der Objekte auf den Lernvorgang vorauszusagen.

Aus diesen Überlegungen läßt sich der in Abbildung 1 dargestellte Experimentalplan ableiten.

Untersuchungsmaterial

Um die subjektive Organisation unabhängig vom Lernvorgang bestimmen zu können, war es notwendig, die subjektive Organisation des Objektbereiches bei Versuchspersonen zu bestimmen, die nicht am Lernversuch teilnahmen, und Objekte zu wählen, die einerseits allgemein bekannt sind und deren subjektive Organisation interindividuell möglichst wenig variiert; aus diesem Grunde wurden alltagssprachliche Begriffe aus der Biologie gewählt (Abb. 2).

Lebewesen ①							
Tiere	②		Pflanzen	③			
Fische	④	Hunde	⑤	Blumen	⑥	Bäume	⑦
Aal	⑧	Bernhar-		Krokus	⑬	Buche	⑳
Hai	⑨	diner	⑫	Nelke	⑭	Kiefer	㉑
Hecht	⑩	Boxer	⑬	Rose	⑮	Linde	㉒
Hering	⑪	Dackel	⑭	Tulpe	⑯	Tanne	㉓
		Pudel	⑮				

Abb. 2
Liste der biologischen Begriffe

Bei der Auswahl der Begriffe wurde überprüft und sichergestellt, daß alle Begriffe bekannt und in ihrer Bedeutung korrekt unterschieden werden konnten (Vortest an 30 männlichen Psychologie-Studenten).

Versuchspersonen

Um vergleichbare Ergebnisse erhalten zu können, waren 5 in möglichst hohem Maße parallele Versuchspersonen-Gruppen notwendig. Daher wurden 125 männliche Beamtenanwärter aus Nordrhein-Westfalen als Versuchspersonen gewählt; bei der Zuordnung zu den 5 Gruppen

wurden Alter, Vorbildung und Leistung im Test ‚Begriffsähnlichkeiten und -gegensätze‘ (nach Schmidtke & Schmale 1967) berücksichtigt.

Die Bestimmung von Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen den Begriffen

Einer Gruppe von 25 Versuchspersonen wurden die 23 Objekte vorgegeben mit der Instruktion, beliebig viele Gruppen ähnlicher Begriffe zu bilden, dabei konnten die Begriffe mehreren Gruppen zugeordnet werden. Aus diesen Klassifikationen läßt sich einerseits die subjektive Begriffshierarchie bestimmen, indem Begriffe, die mehreren Gruppen zugeordnet werden, als Oberbegriffe dieser Gruppen genommen werden¹); andererseits lassen sich aus diesen Klassifikationen Distanzen zwischen den Objekten bestimmen. Die Distanz (d_{ij}) zwischen den Objekten i und j ist danach

$$d_{ij} = n_i + n_j - 2 n_{ij}$$

n_i, n_j : Häufigkeit der Klassifikation von i bzw. j

n_{ij} : Häufigkeit der Zuordnung der Objekte i und j zu einer Gruppe.

Falls alle Objekte von jeder Versuchsperson nur einmal klassifiziert werden, reduziert sich diese Distanzformel in

$$d_{ij} = n - n_{ij}$$

n : = Anzahl der Vpn

n_{ij} : = Anzahl der Vpn, die die Objekte i und j ein und derselben Gruppe zuordnen,

wie sie Miller (1969) bei der Bestimmung subjektiver Lexika verwendet.

Diese Distanzen lassen sich mit Hilfe des Modells der mehrdimensionalen Skalierung in einem psychologischen Ordnungsraum abbilden.

Während sich die subjektive Begriffshierarchie (Abb. 3) direkt in eine lineare Listenvorgabe überführen läßt, sind weitere Annahmen über die subjektive Organisation notwendig, wenn man vom psychologischen Ordnungsraum (Abb. 4) ausgeht.

Wenn die Diskrimination zwischen den Objekten bei ihrer subjektiven Organisation am wichtigsten ist, läßt sich das im Ordnungsraum-Modell dadurch berücksichtigen, daß man die Objekte in der Reihenfolge vorgibt, wie sie auf die Raumachse projiziert sind, auf der die Varianz der

1) Das mathematische Vorgehen zur Bestimmung der subjektiven Begriffshierarchien besteht darin, daß eine Halbordnung mit vergleichbaren oberen Grenzen gesucht wird, die zu einem minimalen χ^2 -Wert führt.

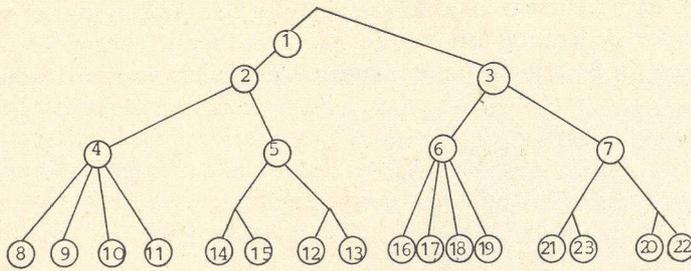


Abb. 3

Subjektive Begriffshierarchien der 23 biologischen Begriffe.

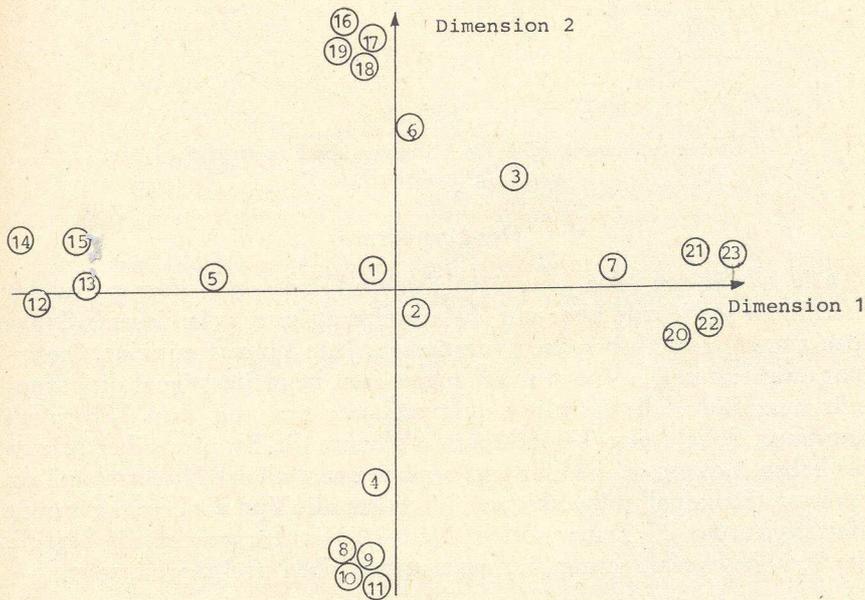


Abb. 4

Darstellung der Begriffe im Ordnungsraum (2 Dimensionen).

Projektion maximal ist (Abb. 5 gestrichelte Linie). Wenn die paarweise Ähnlichkeit der Objekte entscheidend für die subjektive Organisation ist, dann müssen die Vorgaben derart sein, daß jeweils die räumlich am nächsten liegenden Begriffe aufeinanderfolgen (Abb. 5 gepunktete

Linie)¹⁾; da bei diesem lokal kürzesten Weg der Anfangspunkt von entscheidender Bedeutung ist, wurde mit dem Begriff begonnen, der am häufigsten (in 24 von 25 Fällen) zuerst klassifiziert wurde: Dackel.

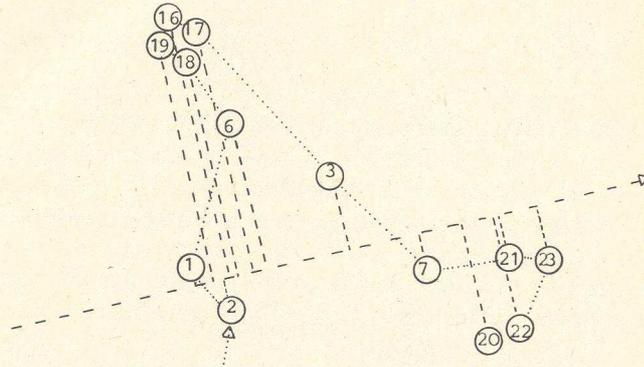


Abb. 5

Konstruktionsprinzipien für Listenvorgabe B (gestrichelte Linie) und C (gepunktete Linie)²⁾.

Der Lernversuch

Die 3 nach den oben genannten Konstruktionsvorschriften gebildeten Lernlisten sowie eine Liste mit Zufallsreihenfolge wurden jeweils Gruppen von 25 Versuchspersonen vorgegeben. Jede Vp war mit einer Stoppuhr ausgerüstet. Die Vpn wurden angewiesen, beim Startsignal die Stoppuhr auszulösen, die Lernliste aufzuschlagen und mit dem Lernen zu beginnen. Sobald eine Versuchsperson glaubte die Begriffe sicher gelernt zu haben, stoppte sie die Uhr und begann einen inhaltlich neutralen Text zu lesen (Kriminalkurzgeschichte). Nachdem alle Vpn die Uhren gestoppt hatten, wurden die Zeiten notiert. Nach 10 Minuten wurden die Begriffe im Standardverfahren mit Zeitmessung (wie oben) frei reproduziert.

1) Diese Vorgehensweise entspricht dem Minimum-Verfahren der hierarchischen Cluster-Algorithmen (Johnson 1967).

2) Da für die Bestimmung der Listenvorgabe von einem 4-dimensionalen Ordnungsraum ausgegangen wurde, was grafisch nicht dargestellt werden kann, wird hier nur das Konstruktionsprinzip an 12 Objekten in 2 Dimensionen demonstriert.

Ergebnisse

Falls die Berücksichtigung der subjektiven Organisation die Informationsverarbeitungskapazität erhöhen kann, muß der Lernvorgang bei Zufallsvorgabe erheblich mehr Zeit erfordern als bei den Vorgaben, die die subjektive Organisation berücksichtigen; zugleich sollte die Vorgabe zu den kürzesten Zeiten führen, deren zugrundeliegendes Modell am besten mit der subjektiven Organisation übereinstimmt (Tab. 1).

Tabelle 1

Lernzeiten (Mittelwerte und Standardabweichungen) in Abhängigkeit von der Listenvorgabe

Listenvorgabe	A	B	C	K
Mittelwert der Lernzeiten	2'42"	3'17"	3'09"	8'50"
Standardabweichung der Lernzeiten	35"	57"	47"	1'43"

Die Zeiten der Kontrollgruppe sind signifikant ($p(\alpha) < 0.001$) länger als bei den Gruppen A, B und C. Die Zeiten für Gruppe A sind signifikant ($p(\alpha) \leq 0.05$) kürzer als bei den Gruppen B und C.

Bei den Fehlerhäufigkeiten (Tab. 2) ergibt sich die gleiche Tendenz.

Tabelle 2

Fehlerhäufigkeiten in Abhängigkeit von der Listenvorgabe

Listenvorgabe	A	B	C	K
mittlere Fehlerhäufigkeit	1.73	2.09	2.53	4.03
Standardabweichung	0.51	0.72	0.67	1.28

Hier unterscheiden sich nur die Fehlerhäufigkeiten von Gruppe A und Gruppe K signifikant ($p(\alpha) \leq 0.01$).

Es erscheint plausibel anzunehmen, daß bei der Listenvorgabe, die der subjektiven Organisation am ehesten entspricht, die Reihenfolge der Begriffe bei der Reproduktion am besten mit der Reihenfolge der Vorgabe übereinstimmt (Tab. 3).

Tabelle 3

Korrelationen zwischen Vorgabe- und Reproduktionsreihenfolge
in Abhängigkeit von der Listenvorgabe

Listenvorgabe	A	B	C	K
Mittelwerte ¹⁾	.87	.77	.86	.47
Standardabweichungen ¹⁾	.09	.13	.12	.23

Die Korrelationen der Gruppen A, B und C liegen signifikant ($p(a) \leq 0.01$) höher als bei Gruppe K, unterscheiden sich jedoch untereinander nicht signifikant.

Diskussion

Insgesamt konnte nachgewiesen werden, daß durch die Berücksichtigung der subjektiven Organisation die Informationsverarbeitungskapazität erheblich gesteigert werden kann. Dabei erwies sich das Modell der subjektiven Begriffshierarchien, das mathematisch auf partiellen Ordnungen mit vergleichbaren oberen Grenzen (Szasz 1963) basiert, als den beiden Ordnungsraum-Modellen überlegen.

Es ist jedoch möglich, daß bei anderen — weniger deutlich hierarchisch strukturierten — Objektbereichen das Ordnungsraum-Modell der lokal kürzesten Wege dem Modell der subjektiven Begriffshierarchien überlegen ist. Dieses Modell ist jedoch auch in ein hierarchisches Organisationsmodell überführbar.

Summary

The results of an experiment reported in the present paper showed that the capacity to process information increases to a great extent, if the material to be remembered is arranged according to the subjective organization. A number of models for subjective organization were considered: the model of subjective concepts hierarchy proved to be most fruitful.

1) Berechnet nach vorheriger z-Transformation ($z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}$) und anschließender Rücktransformation.

Résumé

L'auteur demande à quatre groupes de sujets de mémoriser une liste de 23 substantifs. Il montre que la mémorisation est meilleure lorsque les mots sont organisés en tenant compte de ce que l'auteur appelle „l'organisation subjective des mots à apprendre“. Cette organisation subjective correspond bien — du moins avec la liste des substantifs retenus — à une hiérarchie de concepts.

Literatur

- Bousfield, W. A.: The occurrence of clustering in the recall of randomly arranged associates. *J. general Ps.*, **49**, 229—240, 1953.
- Bower, G. M.: Organizational factors in memory. *Cogn. Ps.*, **1**, 18—46, 1970.
- Friendly, M. L.: Proximity Analysis and the Structure of Organization in Free Recall. *ETS-Research Bulletin*, 72—73, 1972.
- Johnson, C. S.: Hierarchical Clustering Schemes. *Psychometrika*, **32**, 241—245, 1967.
- Köhler, W.: On the nature of associations. *Proc. Am. Philos. Soc.*, **84**, 489—502, 1941.
- Mandler, G.: Organization and memory. In: Spence, K. W. / Spence, J. T. (eds.): *The Psychology of Learning and Motivation I*. New York: Academic Press, 1967 a.
- Miller, G. A.: The magical number seven — plus or minus two. *Ps. Rev.*, **63**, 81—97, 1956.
- Miller, G. A.: A psychological method to investigate verbal concepts. *J. Math. Ps.*, **6**, 169—191, 1969.
- Schmale, H. / Schmidtke, H.: *Berufseignungstest (BET)*. Bern: Huber 1966.
- Simon, H. A.: How big is a chunk? Invited address at the meeting of The Eastern Psychol. Ass., 4—4—1970.
- Szasz, G.: *Introduction to Lattice Theory*. New York: Academic Press, 1963.
- Tulving, E.: Subjective organization in free recall of 'unrelated words'. *Ps. Rev.*, **71**, 219—237, 1964.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Adolf Zimmer
Institut für Psychologie
Universitätsstraße 31
8400 Regensburg