

ZEITSCHRIFT FÜR PSYCHOLOGIE

mit Zeitschrift für angewandte Psychologie

Schriftleitung

Friedhart Klix, Berlin · Hans-Dieter Schmidt, Berlin · Hubert Sydow, Berlin

Redaktion: Jürgen Mehl, Berlin · Friedrich Kukla, Berlin

Unter Mitwirkung von

N. Bischof, Zürich
G. Clauß, Leipzig
D. Dörner, Bamberg
H. Düker, Marburg
H.-J. Eysenck, London
P. Fraisse, Paris
W. Hacker, Dresden
J. Helm, Berlin
H. Hiebsch, Jena
A. Kossakowski, Berlin

D. Kovác, Bratislava
B. F. Lomow, Moskau
D. Magnusson, Stockholm
H. D. Rösler, Rostock
R. Roth, Salzburg
W. P. Sintschenko, Moskau
M. Vorweg, Leipzig
D. Wendt, Hamburg
M. Wertheimer, Boulder



Inhalt

Klix, F. (Berlin). Denken und Gedächtnis — Über Wechselwirkungen kognitiver Kompartments bei der Erzeugung geistiger Leistungen. Mit 11 Abb.	213
Timpe, K.-T. (Berlin). Psychologie und Technik. Mit 8 Abb.	245
Topel, Renate (Leipzig). Wahrnehmungspsychologische Vorstellungen in WUNDT'S theoretischem Denken. Mit 4 Abb.	267
Hager, W.; R. Westermann (Göttingen). Statistische Validität in Meßwiederholungs- und Randomisierten Blockplänen. Mit 1 Abb.	281
Pögel, Annette; N. Roth; B. Pögel; H.-J. Leubuscher; R. Bergmann (Leipzig). The application of a programmable maze as a behavioural model in psychophysiology. White 9 fig.	307
Gudermuth, Stefanie (Berlin). Grundlagen von Trainingsmethoden und Ergebnisse der Behandlung von Selbstunsicherheit mit einem verhaltenstherapeutischen Gruppentraining. Mit 2 Abb.	319
Buchbesprechungen	244, 266, 306, 337

Anschrift der Redaktion: Dr. J. Mehl, Sektion Psychologie der Humboldt-Universität, DDR-1020 Berlin, Oranienburger Str. 18, Ruf 2 82 50 91

Von **Originalarbeiten** liefert der Verlag an Stelle eines Honorars 50 Sonderdrucke kostenlos. **Buchbesprechungen** werden nicht vergütet, dafür bleibt das Besprechungsexemplar Eigentum des Referenten.

Von der Zeitschrift erscheint jährlich ein Band mit 4 Hefen, die zwanglos ausgegeben werden. Der Bezugspreis beträgt je Band 50,— M, zuzüglich Postgebühren.

Bestellungen nehmen entgegen:

In der DDR der Postzeitungsvertrieb und der Verlag Johann Ambrosius Barth.

In den sozialistischen Ländern der zuständige Postzeitungsvertrieb, in der BRD/Berlin (West) die Firma Zeitungsvertrieb Gebr. Petermann, Kurfürstenstr. III, D-1000 Berlin (West) 30, und der örtliche Buch- und Zeitschriftenhandel.

In allen anderen Staaten der örtliche Buch- und Zeitschriftenhandel. Bestellungen des Buch- und Zeitschriftenhandels sind zu richten an Buchexport Volkseigener Außenhandelsbetrieb der DDR, DDR-7010 Leipzig, Leninstr. 16, Postfach 160.

Anschrift des Verlages: Johann Ambrosius Barth, DDR-7010 Leipzig, Salomonstr. 18b, Postfach 109, Ruf 7 01 31.

Anzeigen werden erbeten für Inland an: VEB Fachbuchverlag, DDR-7010 Leipzig, Richard-Wagner-Str. 6; für Ausland an: Interwerbung GmbH — Gesellschaft für Werbung und Auslandsmessen der DDR, DDR-1157 Berlin-Karlshorst, Hermann-Duncker-Str. 89, Ruf 5 09 09 81. Für die Anzeigenpreise gelten die Festlegungen gemäß Preiskatalog Nr. 286/1 vom 1. 7. 1975.

Aus der Sektion Psychologie der Humboldt-Universität Berlin

Denken und Gedächtnis – Über Wechselwirkungen kognitiver Kompartments bei der Erzeugung geistiger Leistungen

Von **F. Klix**

Mit 11 Abbildungen

Eine Vorbemerkung

Das Thema ‚Denken und Gedächtnis‘ wirkt wie eine Kapitelüberschrift aus psychologischer Propädeutik. Gleichwohl kann solche, aus allgemeinerem Überlegen geborene Thematik auch den detailforschende Psychologen aufwecken: ‚Denken und Gedächtnis‘? Denken kann ja auch eine Form des Lernens sein, nämlich, indem es Gedächtnis umbildet, und ohne funktionierendes Gedächtnis sind Denkprozesse nicht möglich. Also gibt es Abhängigkeiten, Gemeinsamkeiten, Unterschiede. Dies an einigen Knotenpunkten aktueller psychologischer Themenstellungen deutlich zu machen, dafür ist der folgende Aufsatz geschrieben.

Über zeitweilige kognitive Strukturbildungen

Flüchtige, rasch wechselnde oder – was alles dasselbe ist – dynamische Strukturbildungen, das sind zeitweilige Konfigurationen mit unterschiedlichem Ordnungsgrad. Dynamische Strukturbildungen sind charakteristisch für zahlreiche Formen der menschlichen Denk- und Gedächtnistätigkeit.

Eine Funktion dieser zeitweiligen Ordnungsbildung sehen wir vor allem darin, vorhandene Gedächtnisinhalte so an- oder umzuordnen bzw. neu zu strukturieren, daß es der Realisierung von Zielen, z. B. dem Verstehen eines Satzes, der Beantwortung einer Frage oder der Steuerung einer Handlung zweckdienlich ist. Die Betonung liegt hier auf der Zeitweiligkeit der Strukturen. Gesetzmäßigkeiten in solchen flüchtigen Ordnungsbildungen zu finden, ist ein Kardinalproblem der Psychologie geistiger Prozesse.

Über die Kompartments kognitiver Dispositionen und Leistungsfähigkeit

Wir möchten zunächst einige Rahmenbedingungen vorstellen, die zur Herleitung dieser zeitweiligen Ordnungsbildungen definiert werden müssen.

Die Komponenten oder, weil nur bedingt isolierbar, genauer: die Kompartments kognitiver Leistungen, von denen wir ausgehen, sind großenteils in der Literatur benannt. Sie sind aber nicht eindeutig definiert, und sie werden oft auch in unterschiedlichem Sinne verwendet (vgl. dazu die Arbeiten von Norman und Lindsay, 1973, Broadbent, 1958, Hacker, 1973; Lompscher, 1972; Velitschkovskij, 1982; Wender, Colonius und Schulze, 1983). Für unsere Zwecke brauchen wir aber eindeutige Festlegungen. Es sind 3 unterscheidbare Kompartments, von denen wir im weiteren ausgehen und deren Komponenten wie Eigenschaften wir definieren wollen:

Das operative Kompartment

Wir fassen darunter jenen Funktionsbereich kognitiver Prozesse und Leistungen zusammen, in dem die zeitweiligen informationsverarbeitenden Strukturen aufgebaut werden und nach Realisierung der jeweiligen Anforderung wieder verschwinden – etwa wie ein Enzym inaktiv wird, wenn eine zu verdauende chemische Verbindung abgebaut ist.

Woher das Signal zum Strukturaufbau kommt?

Von den Eingangsinformationen der Sinnesorgane und vom Informationsbedürfnis des Handelnden her. Die Eingangsinformationen aktivieren verwandte (z. B. ähnliche) Gedächtnisstrukturen, die den sensorischen Informationsgehalt (sprich Neuigkeitswert) im Laufe eines Erkennungsprozesses abbauen, etwa mit der Feststellung: „Der da kommt, das ist ein . . .“. Die zeitweilige Fixierung derartiger dynamischer erkennender Strukturen wird zuweilen als Arbeitsgedächtnis bezeichnet. Aber der Gedächtnisanteil ist nur die eine Seite.

Wir vermuten, daß die operativen Strukturen informationsverarbeitender (i. e. erkennender) Prozesse als latente Prozeduren verfügbar sind, die durch spezifische Parameter den aktuellen Erkennungsbedürfnissen angepaßt werden. (Etwa wie ein Rad, das – vor einer konkreten Realisierung – ein allgemeines kreisförmiges Gebilde ist und das seinen spezifischen Gebrauchswert durch seine Größe, sein Material, seine Festigkeitseigenschaften, sein Gewicht usw. erhält.)

Die Parameter operativer Strukturen müssen für eine begrenzte Spanne simultan in Funktion bleiben. Dies läßt Zusammenhänge mit dem in der Literatur so beschriebenen Kurzzeitgedächtnis vermuten. Die Beschränkung derartiger Parameterfixierungen auf die bloße Zeitspanne des Behaltens verdeckt allerdings den Blick auf ihre originäre Funktion, etwa die Einhaltung einer bestimmten Schrittfolge in einer Erkennungsprozedur oder den notwendigen Aufwand bis zum Abschluß einer Erkennung.

Das semantische Kompartment

Es umfaßt klassifizierte Ereignisse oder Geschehenstypen. Geschehenstypen sind nach Orientierungsbereichen geordnet und bilden in diesem Sinne topologisch zusammenhängende Gebiete des Langzeitgedächtnisses. Ferner gehören klassifizierte Objektmengen

(die singulären Begriffe) hierher. Sie sind als Bausteine von Denkstrukturen in gewissem Grade unabhängig vom Kontext verfügbar bzw. sie kommen in vielen Geschehenstypen vor. Ihre Ordnung im Gedächtnis scheint eher durch die Gemeinsamkeit von Merkmalen bestimmt, der im Effekt dann auch ein Ähnlichkeitsgrad entspricht.¹

Beiden Klassen von Begriffen sind Worte zugeordnet, die, für sich genommen, das Lexikon des semantischen Kompartments bilden. (Die Regeln der Sprachbenutzung, der Satzbildung und der sprachlichen Äußerung würden danach als Komponente des operativen Kompartments zu betrachten sein.)

Das kontrollierende Kompartment oder die bewußtseinsfähigen Prozesse

Es handelt sich hier, wie der Name ausdrücken soll, um eine Steuer- oder Kontrollinstanz, die die Funktion des Kompositeurs kognitiver Strukturen und – um im Bilde zu bleiben – des Dirigenten ihrer Funktion innehat. (Die Analyse dieses Kompartments ist mehr in der phänomenologischen Denkpsychologie als in der Experimentalpsychologie zu Hause – mit wenigen Ausnahmen, soweit wir sehen. Auf sie wird zurückzukommen sein.) Jedenfalls haben reflexive Prozesse in kognitiven Leistungen ihren Platz. Wir machen sie auch für die Entstehung von Metaebenen des Denkens und des Gedächtnisses verantwortlich.

Nach dieser Übersicht bilden die operativen Strukturen die reinen Denkprozesse, die begrifflichen die rein statischen Gedächtnisinhalte. Aus der Wechselwirkung beider entstehen die kognitiven Prozesse und Leistungen. Je nach ihrer Effektivität wird man sie als mehr oder weniger intelligent bezeichnen können. Dabei könnte der Anteil operativer Komponenten der ‚fluiden‘, der Anteil semantischer Komponenten der ‚kristallinen‘ Intelligenz zuzuordnen sein (vgl. Baltes, 1983). Der kontrollierenden, potentiell bewußtseinsbildenden bzw. der Instanz der Metaebenenbildung werden die Prozesse der Strategiebildung und der planenden Handlungsausführung zugeordnet (vgl. dazu auch Häusler, Mielke-Ehrens und Rost (1982).

Nachdem so die fraglichen Kompartments in Umrissen vorgestellt sind, sollen ihre Komponenten und Teilfunktionen so weit spezifiziert werden, daß sich bekannte Daten ihnen zuordnen bzw. Hypothesen aus ihnen ableiten lassen. Einen gewissen Überblick zum Gesagten soll Abb. 1 vermitteln.

Die Kompartments im einzelnen

Über operative Strukturbildungen

Unter ‚operativen Strukturen‘ verstehen wir also zeitweilige Ordnungsbildungen (auch strukturierte Prozesse), in die sowohl über die Sinnesorgane einlaufende (sensorische) Information als auch aus dem Gedächtnis stammende, aktivierte (semantische) Information eingeht. In die Dynamik operativer Strukturen, die ja Informationsverarbeitung

¹ Es soll damit auch deutlich sein, daß es nicht nur eine Bedingung, sondern zahlreiche Komponenten und Faktoren gibt, die unterschiedliche Formen der Ordnungsbildung im Gedächtnis hervorrufen können.

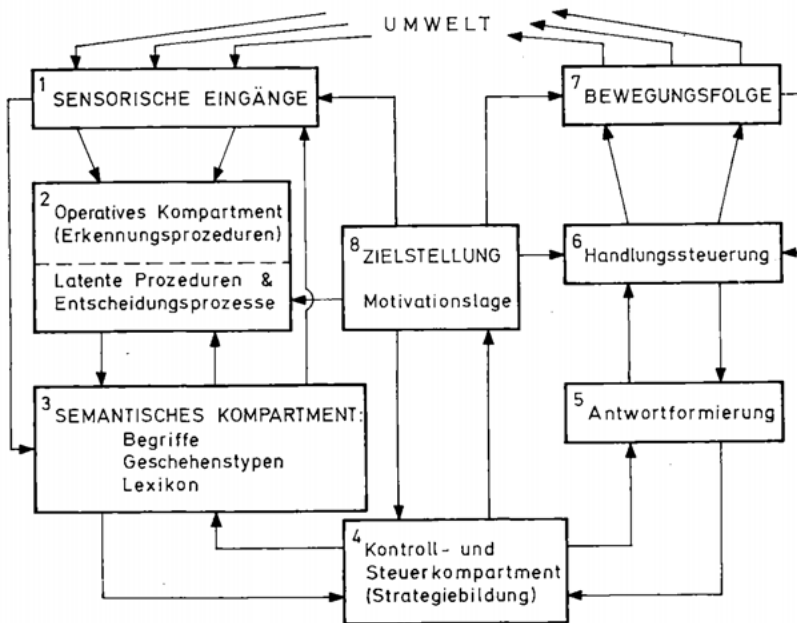


Abb. 1 Veranschaulichung des Kompartiment-Konzepts über das Zusammenwirken von Wahrnehmen und Denken im Wechselspiel mit latenten und aktivierten Gedächtnisstrukturen.

- (1) Sensorische Eingänge und Informationsreduktion durch die Sinnesorgane
- (2) Operatives Kompartiment: Erkennungsprozeduren, die als aktivierte Strukturen Information aufnehmen und verarbeiten. Die Realisierung von Erkennung erfolgt durch Einbeziehung von Begriffen und Begriffsrelationen aus dem semantisch organisierten Langzeitgedächtnis.
- (3) Semantisches Kompartiment: atomare Begriffe (Merkmalsbeschreibungen für Klassen ähnlicher Objekte) und molekulare Begriffe (Begriffskonfigurationen als klassifizierte Ereignisse, i. e. Geschehenstypen).
- (4) Kompartiment der reflexiven, bewußtseinsfähigen Kontroll- und Steuerprozesse.
- (5) Antwortformierung (Handlungsentwurf) unter Einbeziehung operativer, begrifflicher und motivationaler Komponenten.
- (6, 7) Handlungssteuerung und Bewegungsausführung als Teil dynamischer (zeitabhängiger) Strukturbildungsprozesse (vgl. dazu Engelkamp und Zimmer, 1983).
- (8) Emotional-motivationale Basis für Aufbau, Ablaufs- und Zeitcharakteristik kognitiver Strukturen

leisten, gehen zudem die motivationalen Bezüge des Handelnden ein. In ihnen wirken Affekte mobilisierend oder hemmend, je nach Tonuslage und affektiver Belastbarkeit des Handelnden. Die dynamischen operativen Strukturen sind danach identisch mit dem Aufbau, der Um- oder Neuorganisation momentaner kognitiver Abläufe, gleichviel, ob es um die Erkenntnis eines Sehdinges, um die Lösung eines Problems, um die Beantwortung einer Frage oder um die Bereitstellung eines Handlungsmusters für die Verhaltenssteuerung geht. (Dabei zählen wir auch sprachliche Formulierungen zur Handlungs- und Verhaltenssteuerung.)

(Die erwähnten Verbindungen zum Motivhintergrund des kognitiven Prozesses gestattet zu entscheiden, ob eine Anforderung als erfüllt angesehen werden kann. Die kognitiven Parameter und ihre Effekte in der Strukturwandlung ermöglichen der Kontrollinstanz eine Entscheidung darüber, ob überhaupt und wie die gegebene Anforderung erfüllbar sein könnte.)

Dabei wird die zeitweilige Fixierung von Variablen, seien es Operatoren oder Parameter², sowohl zum Aufbau kognitiver Strukturen gebraucht, zur Verkettung von Entscheidungssequenzen, zu ihrer befristeten Stabilisierung wie zu ihrer zeitgemäßen Abwandlung. Es ist begreiflich, daß die Menge dieser simultan präsenten Informationsträger begrenzt ist. Aus den 7 ± 2 von G. A. Miller (1956) ist mittlerweile eine Legende geworden. Es gibt Beispiele dafür, daß diese Grenze weit nach unten (bis maximal 2 bei freien Parametern für Rückwärtszählen) und weit nach oben geschoben werden kann (bis zu über 100 Einheiten beim gebundenen Reproduzieren, zit. nach Hörmann 1983). Diese Befunde stützen die Annahme, daß die Anzahl simultan verfügbarer Gedächtniseinheiten vielmehr vom Typ der aufzubauenden und abzuarbeitenden Entscheidungsstruktur, d. h. letztlich von der Erkennungsanforderung als von einer isoliert angebbaren Größe abhängt.

Atomare und molekulare Begriffe

Das Kompartiment klassifikatorischer Strukturen enthält zwei Klassen begrifflicher Ordnungsbildungen, deren Gemeinsamkeiten als Begriff wir kennen, die wir aber aus guten Gründen auseinanderhalten wollen: nach Ähnlichkeiten klassifizierte Objektmengen und nach Situationseigenschaften klassifizierte Ereignisse.

Die als Gedächtniseintragungen klassifizierte Objektmengen bilden die (singulären) Begriffe. Sie bestehen aus Merkmalssätzen, deren verschiedenartigste Kombinationen beim Menschen durch Wortmarken gebunden sind. Diese Wortmarken sind zugleich eine Datenbasis der Sprachkompetenz.

Die Spezifik begrifflicher Merkmalssätze des Menschen besteht einerseits darin, daß sie die invarianten Eigenschaften der klassifizierten Objektmengen im Gedächtnis abbilden, andererseits in der paradox scheinenden Eigenschaft, daß die Merkmale eines Begriffs zwar eine endliche, aber keine abgeschlossene Menge bilden. Es ist wie eine Menge, für die es ordinale Kennzeichnungen, aber keine Kardinalzahl gibt. Gefälliger ausgedrückt: Es läßt sich immer entscheiden: Dies kann ein Merkmal des Begriffs X sein, das auch eins usf. Aber niemals: dies sind alle (möglichen) Merkmale des Begriffs X. Allgemeiner gesagt: Zu jedem beliebigen Merkmalssatz eines Begriffs läßt sich wenigstens noch ein weiteres Merkmal hinzufügen. Zahlreiche Experimente von Puffe (1979), Denis (1982), Häuser (1981) und besonders von Ziebler (vgl. Hoffmann, Ziebler, Grosse 1984) sowie von Klimesch (1981) über die Nennung von Merkmalssätzen für Begriffe sowie über die Vergleiche von Merkmalsverteilungen bei verschiedenen Vpn. haben uns zu dem Schluß geführt, daß die Serie der Merkmalsnennungen bei beliebigem Zeitaufwand nicht abschließbar ist und daß immer wieder auch nicht spontan produzierbare Merkmale als ‚bekannt‘ akzeptiert werden. Man denke z. B. an einen so simpel scheinenden Begriff wie Ente: Sie gehört ja nicht nur zur Klasse der Vögel, Feder- oder Haustiere, sondern auch zu den auf Teichen oder Tümpeln schwimmenden, eßbaren, zucht- oder mästbaren Lebewesen, zu den

² Nach unseren bisherigen Erfahrungen ist es nützlich, diese beiden Klassen von Variablen auseinanderzuhalten: während Parameter die ‚Abmessungen‘ einer Struktur (z. B. ihre Komplexität) festlegen, sind Operatoren transformierende, i. e. abwandelnde Größen.

schenkbaren, käuflichen oder verkäuflichen Objekten, zu den sterblichen, friedlichen Tieren, zu denen mit watschelndem Gang, zu den in Kinderbüchern anzutreffenden, zu den Lungenatmern, eierlegenden, tragbaren usw. Und dies noch alles ohne Mikroskop und Chemie . . . ! Ob bei diesen zahllosen Merkmalswechslern Kontexteigenschaften eine Rolle spielen, wollen wir in diesem Rahmen unerörtert lassen. Wichtig ist uns, daß diese potentiell und praktisch nicht abschließbaren, erweiter- wie verkürzbaren Merkmalsbeschreibungen eines Begriffs die Grundlage zu sein scheint für das, was wir dynamisches Klassifizieren nennen. Wir meinen damit, daß irgendein wahrnehmbares Ding immer wieder neuen und anderen begrifflichen Klassenbildungen zugeordnet werden kann, ohne daß ein definitiver Abschluß erreicht wird. Das damit verbundene Weglassen oder Erweitern von klassifizierungsrelevanten Merkmalen ist eine charakteristische Eigenschaft dynamischer Strukturbildung und die kognitive Basis für anforderungsabhängiges Erkennen und Entscheiden (vgl. Abb. 2).

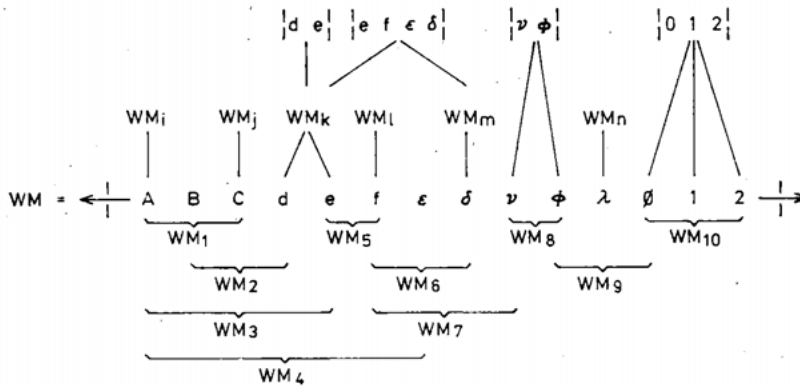


Abb. 2 Heuristische Vorstellung über bedingungsabhängige Merkmalsätze von Begriffen als Basis dynamischen Klassifizierens.

WM: Wortmarken; A ... λ und 0, 1, 2: Merkmale bzw. Teilmengen von Begriffsmerkmalen. | : Kennzeichnung der fortsetzbaren Merkmalsangaben nach links und rechts. Klammerungen unten: Es ist angezeigt, daß Subklassen von Merkmalen eines Begriffes durch eine Wortmarke gebunden sind; auch hier gibt es hierarchische Kennzeichnungen: Die Wortmarke WM₄ schließt WM₃ und WM₁ in hierarchischer Folge ein, WM₅ zwar auch, aber nicht im Rahmen der ersten Hierarchieserie. (z. B.: ENTE – VOGEL – TIER als WM₄, WM₃, WM₁; WM₅ könnte dann z. B. die Merkmalscharakteristik für ‚Braten‘ oder ‚Zuchttier‘ sein, die nicht in der ersten Hierarchiestufung liegt

Neben den elementaren Objektklassifikationen, den singulären Begriffen, unterscheiden wir Klassifikate, die aus Konfigurationen von Begriffen bestehen. Sie bilden Situations- oder Geschehenstypen im Gedächtnis, und sie entstammen den häufig wiederkehrenden Ereignissen des tagtäglichen Lebens und Erlebens. So wie einzelne wahrnehmbare und bedeutungshaltige Gegenstände die singulären Begriffe erzeugen, so führt die Klassifizierung von Ereignissen zur Fixierung von Geschehenstypen im Gedächtnis. Der Klassifizierungsprozeß selbst kann durchaus gleichartig verlaufen, nur Anlaß und Resultat unterscheiden sich wesentlich.

Die Geschehenstypen als Gedächtnisinhalte sind, als Strukturen aktiviert, wohl auch die Steuergrößen einer rationalen Verhaltensorganisation des Wahrnehmenden in einer im Detail ständig wechselnden, im Typus aber relativ stabilen Umwelt.

Im Typus relativ stabilen: Das Frühstück, ein Klinik-Besuch, die S-Bahnfahrt zum oder vom Arbeitsplatz, das Vorlesung-Halten oder -Hören, die Behandlung eines Kranken, eine Bootstour, das Schlittschuhlaufen – das eben sind solche Geschehenstypen, die man aus der Perspektive des Handelnden, des Betroffenen, der Örtlichkeit, des Zeitbezugs, aber auch von der Motivation und noch von anderen Aspekten her betrachten kann.

Wir möchten einige Eigenschaften solche Geschehenstypen nennen, soweit das ihre kognitive Repräsentation betrifft.

Die erste bemerkenswerte Eigenschaft besteht darin, daß die vom Gedächtnis her spontan reproduzierten Geschehenstypen in ihrem Allgemeingrad irgendwo zwischen der anschaulichen Nähe des Einzelereignisses und der abstrakten Hülle des die Ereignisklasse in all ihren Varianten einschließenden Bedeutungsvolumens liegen. Nehmen wir den komplexen Begriff SPIELEN. Die semantische Hülle dieses Begriffs umschließt eine Menge verschiedenartiger Geschehenstypen: Das Fußballspiel und das Computerspiel, das Ballspiel des Kindes, das Puppenspiel, das Theater- oder das Skatenspiel, Glücksspiel oder Soldatenspiel usf. Es sind die Subklassen dieser Hülle, die unsere Geschehenstypen, d. h. klassifizierte Ereignismengen bilden. (Die Hülle zu definieren fiel selbst Wittgenstein schwer (1977). Seine angenommene Minimalvariante, daß etwas nach Regeln gehen müsse, ist nicht weit genug: welche Regeln beherrschen das Mückenspiel?) Es scheint danach, daß es für einen Geschehenstyp so etwas wie eine ausgezeichnete Abstraktionsebene gibt. Der Grad der (notwendigen und zugleich optimalen) Abstraktheit scheint von der Homogenität der klassifizierten Ereignismenge abzuhängen: so ist die Ereignismenge TANKEN offensichtlich spezifischer als LEHREN, die wieder spezifischer als BEHANDELN oder gar die Hülle für SPIELEN. Fassen wir diese erste Eigenschaft präziser: Die für einen Geschehenstyp spezifische Allgemeinstufe nennen wir charakteristische Abstraktionsebene. Es läßt sich vermuten, daß die besonders von Ziebler (1983, vgl. dazu auch Hoffmann, 1982) gefundene Bevorzugungsebene klassifizierenden Erkennens mit dieser charakteristischen Abstraktionsebene verwandt (oder gar mit ihr identisch) ist (vgl. dazu auch Rosch (1975)).

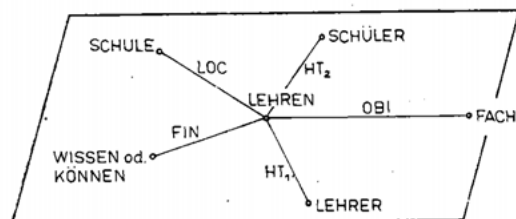


Abb. 3 Darstellung des Geschehenstyps LEHREN als Konfiguration von Begriffen. Der Geschehenstyp ist durch einen semantischen Kern und durch fünf weitere Begriffe definiert, die durch qualitativ verschiedene semantische Relationen miteinander verbunden sind. (HT = Handlungsträger, OBI: Objekt oder Instrument; LOC: Ortsbestimmung und FIN: Ziel oder Zweck des bezeichneten Geschehens, falls eine Motivation dafür vorliegt)

Die zweite spezifische Eigenschaft ergibt sich daraus, daß Geschehenstypen als spezifische Konfiguration von Begriffen angesehen werden. Mit anderen Worten: Wir nehmen an, daß sie in Form netzartiger Verbindungen im Gedächtnis fixiert sind. Abb. 3 zeigt das am Beispiel des Geschehenstyps LEHREN. Im Unterschied zur propositionalen Beschreibungsform (Kintsch und van Dijk, 1983) gehen wir jedoch davon aus, daß die Begriffsbeziehungen innerhalb dieser Konfiguration nicht gleichwertig, sondern qualitativ verschieden sind. Diese Annahme ist – wie sich zeigen wird – psychologisch bedeutsam. Konsequenzen daraus werden durch die bloße Berücksichtigung von Stelligkeiten verdeckt.

Diese qualitativen Unterschiede einer Begriffskonfiguration, die einen Geschehenstyp beschreiben, bezeichnen wir mit Relationsnamen. Die Bezeichnungsweise ist an einschlägigen linguistischen Klassifizierungen orientiert, die von Aristoteles (zusammenfassend 1948) bis Fillmore (1968) sowie in computerlinguistischen Benennungen (Schank, 1975) immer wieder anzutreffen sind. Und sie sind auch ganz sicher erweiterungsbedürftig. Wir unterscheiden:

- (1) Den Handlungsträger I; er ist der Akteur des Geschehens;
- (2) den Handlungsträger II; er ist der Rezipient des Geschehens, an oder mit dem etwas geschieht,
- (3) den Ort, die Lokation (LOC) eines Geschehenstyps, falls es sie (bevorzugt) gibt, wie für JAGEN den WALD, für OPERIEREN die KLINIK; es kann sich aber auch um einen bevorzugten Raumzeitpunkt handeln (wie bei SCHLITTSCHUHLAUFEN TEICH im WINTER z. B.).
- (4) Wir definieren sodann Instrument und Objekt, unterscheiden aber nicht zwischen diesen beiden, da sie oft ihre Rolle vertauschen können: Schere als Instrument des Schneiders kann auch Objekt (beim Schärfen oder Reparieren) sein; Biologie als Gegenstand des Lernens kann auch Instrument des Lehrens sein.

Zahlreiche Begriffe, die von dieser Objekt-Instrumentrelation gleichsam angefaßt werden, zeigen die auffallende Eigenschaft, daß sie verschiedenen Orientierungsbereichen angehören, so etwa die Gruppe der Wissenschaftsdisziplinen (vgl. Abb. 1, Anhang), der Musikinstrumente, der Sportgeräte etc. Diese sich wie von selbst anbietende Ordnung verweist darauf, daß diese Mittel oder Objekte von Aktivitäten stark von den Geschehenstypen geprägt sind, denen sie bevorzugt angehören. (Bekanntlich klassifizieren wir ja die Geschehenstypen nach Orientierungsbereichen wie WISSENSCHAFTEN, MUSIK, SPORT, KRANKHEIT etc.) Aber diese Geschehenstypprägungen der Begriffe sind unterschiedlich stark: Während SKIER oder MASERN als Instrument oder Objekt (der Behandlung) stark an Sport und Krankheit gebunden sind, trifft das für Begriffe wie Messer oder Schere weniger, für Stein oder Stange hingegen kaum noch zu.

- (5) Schließlich kennzeichnen wir noch die Finalitätsrelation. Hier geht es um Ziele oder Zwecke des Handelns. Im Modellfall haben wir WOLLEN, etwas zu KÖNNEN und etwas zu WERDEN unterschieden. Ob diese Differenzierung erforderlich ist oder noch differenziert werden muß, kann nur weiteren Datenerhebungen abgelesen und soll hier nicht weiter differenziert werden.

Alles in allem: Geschehenstypen als Gedächtniseintragungen betrachten wir als Konfigurationen von Begriffen, die netzartig einander assoziiert sind. Die qualitativ verschiedenartigen Verbindungen zwischen ihnen heißen semantische Relationen³.

³ In Analogie gedacht können Begriffe als Atome und Geschehenstypen als die Moleküle des Gedächtnis-

Und der für einen Geschehenstyp zentrale, ihn aufspannende Begriff heißt semantischer Kern. Der durch einen Geschehenstyp klassifizierte Rahmen ist eine Ereignismenge mit raumzeitlich interagierenden Personen und Dingen. Dabei kann, wie bemerkt, der Gedächtnisträger selbst in das Klassifikat eingegliedert oder auch nur als Betrachter einbezogen sein. Schließlich ist schon angedeutet worden: Wenn die konkrete Realisierung eines Geschehenstyps ein Ereignis ist, so ist die stärkste (zulässige) Verallgemeinerung seine semantische Hülle. Die Festlegung dieses Begriffs ist bedeutsam, denn die semantische Hülle ist der Rahmen, innerhalb dessen Aussagen als mögliche wahre Sätze akzeptiert werden können und außerhalb deren Aussagen als nicht wahr erkennbar werden.⁴ Beim Geschehenstyp TANKEN z. B. ist die Objekt/Instrumentrelation in der semantischen Hülle durch den Begriff ‚Flüssigkeit‘ gebunden: Man kann Wasser, Öl, Benzin, (flüssiges) Gas tanken, aber nicht Stein, Baum usf. Beim Geschehenstyp MUSIZIEREN ist der Handlungsträger mit MENSCH (ERWACHSENEN oder SCHÜLER) besetzt. Dadurch sind Begriffe wie SÄUGLING oder alle Tierarten ausgeschlossen.

Bewußtseinsfähige Steuerung und Kontrolle

Was die letzte, die auswählende, kontrollierende und wertende Steuerinstanz für den Aufbau und den Ablauf kognitiver Prozesse leistet, so steht bislang nur wenig mehr fest, als daß es sie gibt. Über ihre mutmaßliche Funktion und Arbeitsweise gibt es, wenn man von der bahnbrechenden Arbeit Dunckers (1935) absieht, vor allem die Lohausen-Experimente von Dörner und Mitarbeitern (1983), Dörner (1976) sowie Untersuchungen von Lüer (1975). Wir meinen dabei insbesondere die Darstellung von Bedingungen für Selbstreflexion, für Neudefinieren des Ziels, des Suchraumerweiterns, Einengens, des ‚thematischen Vagabundierens‘, also von kognitiven Steuerungen, die dem Neubau oder der Abwandlung kognitiver Strukturbildungen unmittelbar vorangehen und die die folgenden Prozeßschritte doch merklich beeinflussen. Man kann durch die Beobachtungen Dörners begründen, daß Einstellungen gegenüber Erfolg und Mißerfolg, soziale Bezüge des Handelnden in der Entscheidungssituation, daß also Eigenschaften der handelnden Persönlichkeit den Prozeßaufbau und die kognitive Prozeßsteuerung wesentlich zu beeinflussen vermögen. Dies scheint vor allem bei Prinzipialalternativen relevant, während dort, wo kognitive Module für Erkennungsleistungen verfügbar sind, das Prozeßgeschehen in starkem Maße autonom abläuft. Immerhin könnte sich bei der Betrachtung dieser Zusammenhänge auch von der Mikroanalyse kognitiver Prozesse aus ein Zugang zu diesen komplexen Bedingungen mentalen Geschehens ergeben.

nisses vorgestellt werden. Auch die Moleküle der Chemie haben gegenüber den Atomen qualitative Eigenarten, die sich nicht aus den Eigenschaften der Atome herleiten lassen, sondern die ihre Spezifik aus der Qualität der Wechselwirkung zwischen den Elementen beziehen. Nur eins fehlt dem Vergleiche: Die Moleküle des Gedächtnisses, sprich: Geschehenstypen, sind als Elemente dynamischer kognitiver Strukturen selbst einer Dynamik unterworfen: Sie werden aktualisiert, erweitert, spezifiziert, transformiert oder homogenisiert. Sie sind dynamische Elemente, von zeit- und bedingungsabhängiger Eigenstruktur. (Wir werden das im übrigen durch Experimente belegen und am Modell demonstrieren.).

⁴ Die metaphorische Verwendung von Begriffen und Begriffsbeziehungen ist ein Problem für sich, auf das wir in anderem Zusammenhange eingehen wollen.

Im weiteren kommt es uns darauf an, diesen allgemein bezeichneten Rahmen an wohlbestimmten Punkten zu untersetzen. Ziel ist es dabei, einen Zugang zu finden, von dem aus das Zusammenwirken möglichst aller Komponenten gut untersucht werden kann. Wir glauben, einen Zugang dieser Art gefunden zu haben, wenn wir einige Eigenschaften zeitweiliger operativer Strukturbildungen analysieren, wie sie bei kognitiven Erkennungsleistungen auftreten. Denn sie bilden ja den Knoten, an dem sensorische Information und Gedächtnisbezug, Anforderungstyp und motivationaler Hintergrund, die Autonomie modularer Prozeßkomponenten und die Flexibilität adaptiver Abwandlungen des Prozeßgeschehens ineinandergreifen. Wir gewinnen von hieraus auch den Zugang zu einer von uns bereits mehrfach belegten Hypothese, nämlich der, daß begriffliche Erkennungsprozesse vom Anforderungstyp her gesteuert ablaufen können; daß es also algorithmusähnliche Prozeduren gibt, die in der Lage sind, Eigenschaften von Begriffen (also Merkmale oder Relationen oder beides) zu prüfen und zu vergleichen und dabei immer wieder neue Verwandtschaften, Ähnlichkeiten, Unterschiede etc. zu erkennen. Dies besagt, daß solche Prozeduren unter Nutzung von Gedächtnisinhalten Information erzeugen können, wie eine in die reale Umwelt ausgreifende Handlungssteuerung. Und ferner hatten wir auch begründet, daß begriffliche Eintragungen von Geschehenstypen latente, stationär assoziierte Strukturen bilden. Wird hiervon ein Element angeregt, so finden Mit- oder Voraktivierungen von Begriffen – zunächst des gleichen Geschehenstyps – statt. Das kann sich in Schwellensenkungen, Fehlerkennungen oder in anderen facilitierenden wie hemmenden Effekten zeigen.

Wir wollen in diesem Text nur einige der erwähnten Aspekte darstellen und werden die dabei offen bleibenden in nachfolgenden Aufsätzen schrittweise näher betrachten.

Erkennungsprozesse als dynamische Strukturbildungen

In Auswertung experimenteller Befunde von M. Preuß (1984) (vgl. Klix, 1984) hatten wir ein Schema zur hypothetischen Erklärung der Zeitverhältnisse bei Merkmalsvergleichsprozessen hergeleitet. Dieses Schema ist in Abb. 4 wiedergegeben. Wir haben in der zitierten Arbeit ferner eine Computersimulation dieses Modells vorgestellt und gezeigt, daß es die untersuchten Leistungen nachvollzieht, und zwar in Übereinstimmung mit den gemessenen zeitlichen Aufwandsunterschieden. Sie waren im Programm aus den notwendigen Entscheidungsschritten reproduzierbar. (Selbstverständlich besagen hier die absoluten Zeiten nichts, denn der Rechenaufwand hängt von der Programmiersprache, der Programmstruktur u. a. ab.). Inhaltlich handelt es sich dabei um die Erkennung von Unter-Oberbegriffsbeziehungen in drei Hierarchieebenen, von Ober-Unterbegriffsrelationen in den gleichen Abstraktions-(Hierarchie-)stufen und um die Erkennung von Nebenordnungsbeziehungen. (Es wurden aus methodischen Gründen nur 2 Stufen ausgewertet, die Auswertung der dritten wird hier nachgetragen.) Einige Beispiele für die Anforderungen befinden sich im Anhang, des rascheren Verständnisses wegen sind ab und an auch Beispiele in den laufenden Text eingefügt.)

Die Ergebnisse von Preuß, wie sie in Abb. (nicht schraffierte Säulen) dargestellt sind, wurden in 2 Versuchsreihen gewonnen:

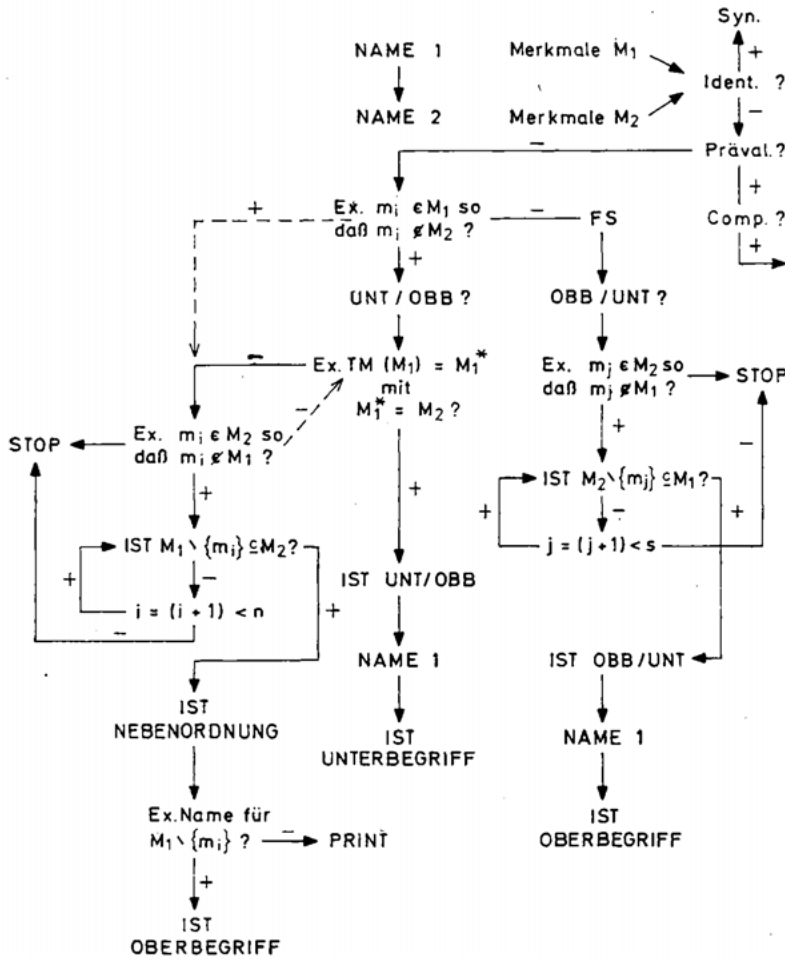


Abb. 4 Entscheidungsstruktur, die für die Erkennung folgender Arten von Begriffsbeziehungen relevant ist: Unter-Oberbegriff, Ober-Unterbegriff, Nebenordnung und sinnlere Beziehung. M_1 , M_2 Merkmalsätze der Begriffe 1 und 2; i , j : spezifische begriffliche Merkmale; TM: Teilmenge von Merkmalen; \in Enthaltensein bzw. \notin Nicht-Enthaltensein spezifischer Merkmale; n , s : Schwellenkriterien mit $n < s$; \subset Enthaltensein von Teilmengen; M^* : Substring eines Merkmalsatzes; Ex: „gibt es?“, \pm : positiver oder negativer Ausgang von Entscheidungsfragen. Ausgezogene Linie: Ablauf der Entscheidungsschritte im Experiment von Preuß (1983); punktierte Linie: (hypothetischer) Ablauf der Entscheidungsschritte zur Erklärung der Experimente von Wolf (1984). Einzelheiten des Schemas: vgl. Klix (1984)

Einmal in der Abgrenzung Unter-Oberbegriff (1/3), (1/2) gegenüber Nebenordnung (1), (2) und eine zweite Serie mit der Alternative Unter-Ober-vs. Ober-Unterbegriff (1/2), (1/3) (2/3) und (3/1), (2/1), (3/2). Weit auseinanderliegende, nebengeordnete Paare konnten als sinnlos zurückgewiesen werden (etwa DOGGE und STEINPILZ, was dann sehr rasch entschieden wird.)

Die entstehenden Zeitverhältnisse haben wir in der zitierten Arbeit betrachtet und sie durch das in Abb. 4 wiedergegebene Modell (ausgezogene Linie) erklärt.

Bei Modellvorstellungen dieser Art muß man sorgsam sein, was ihre Bedingungsabhängigkeit bzw. Bedingungsunabhängigkeit betrifft. Eine Veränderung der Wortlisten darf die Zeitverhältnisse natürlich nicht tangieren, sofern nur die Kriterien der Zusammenstellung unverändert bleiben (Hierarchie-Ebenen, Wahl der Distanzen usw.). Eine andere Frage ist, ob die Zeiten von der Menge und Art der simultan zur Auswahl gestellten Begriffsbeziehungen unabhängig sind. Absolut kann das sicher nicht gelten. Denn schon für einzelne Signalerkennungen ist gezeigt worden, daß die Identifizierungszeit für ein Signal von der Auswahlmenge abhängt. Das muß um so mehr gelten, wenn die für eine Identifizierung abzunehmenden Erkennungsprozesse selbst von unterschiedlicher Komplexität sind.

Um solche Invarianzeigenschaften des Modells zu prüfen, haben wir die Experimente von Preuß etwa ein Jahr später in variiert Form überprüft. M. Wolf (1984) hat – wie seiner-

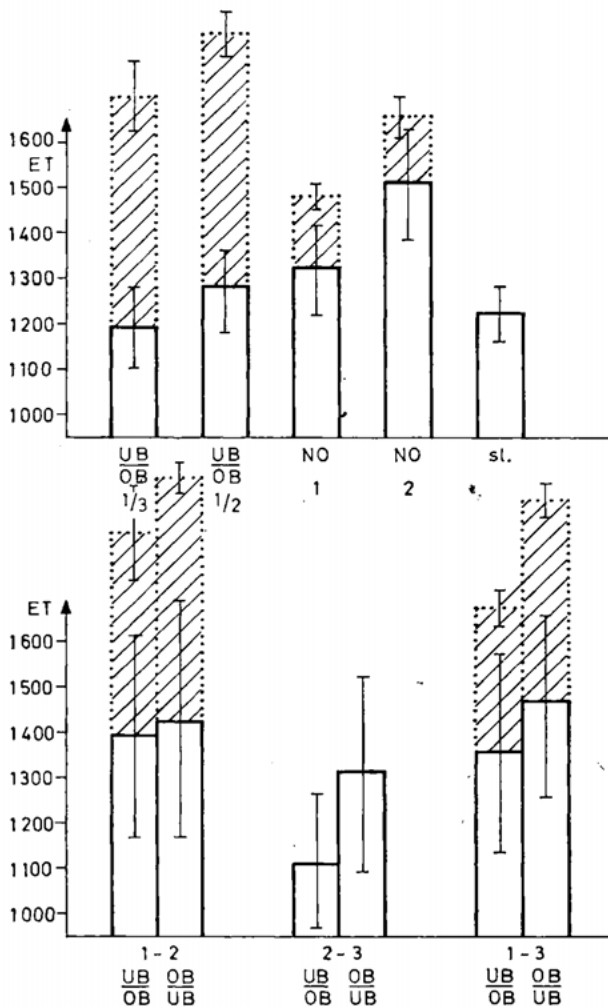


Abb. 5 Wiederholung eines begrifflichen Erkennungsexperiments (Preuß, 1983; Wolf, 1984). Preuß: Nichtschraffierte Säulen. Bedingungen: 1. Versuch: Unter-Oberbegriff (1/3) oder (1/2) gegenüber Nebenordnung (1) oder (2) oder (3) mit zugelassener Zurückweisung als sinnlos (oben). 2. Versuch: Unter-Ober-Begriff gegenüber Ober-Unter-Begriff zwischen den Hierarchieebenen (1/2) (1/3) und (2/3) (unten). Experiment von Wolf: Vergleich aller möglichen Begriffsbeziehungen in einem einzigen Experiment (schraffierte Säulen).

Alle Unterschiede mit Ausnahme der Differenz Ober-Unterbegriff (3/1) vs. (2/1) sind signifikant (*t*-Test für abhängige Stichproben). Die absoluten Zeitdifferenzen zwischen den beiden Versuchsbedingungen sind signifikant (*t*-Test mit abhängigen Stichproben). Beispiele für die entsprechenden Wortpaare befinden sich im Anhang.

zeit Preuß auch – die Experimente mit großer Akribie durchgeführt. Verändert waren folgende Bedingungen: (1) die Wortauswahl und (2) vor allem die Auswahlmenge der für den Erkennungsprozeß zusammengestellten Begriffsrelationen. Paare folgenden Charakters wurden zusammengestellt: Unter-Oberbegriff in den Ebenen 1/2 und 1/3, Ober-Unterbegriff bei 3/1 und 2/1 sowie die Nebenordnung in der ersten und zweiten Hierarchiestufe (NO (1) und NO (2)). Die Ergebnisse sind in Abb. 5 als schraffierte Säulen mit gepunkteten Kanten eingetragen.

Was besagen diese Daten?

- (1) Mit Prägnanz wiederholen sich die Zeitrelationen zwischen den verschiedenen Anforderungsklassen (UB/OB (1/3)) zu (UB/OB (1/2)); (NO (1)) zu (NO (2)); (UB/OB (1/2)) zu (OB/UB (2/1)) und (UB/OB (2/3)) zu (OB/UB (3/2)).
- (2) Die absoluten Zeiten bleiben nicht konstant; sie ändern sich vielmehr in charakteristischer Weise: Die Erkennung der Nebenordnungsrelation geht am raschesten, dann folgen UB/OB und OB/UB. (Aufgrund der niedrigen σ -Werte liegen die Differenzen nahe an der Signifikanzgrenze.)

Wir interpretieren diese Daten wie folgt:

Zu (1): Mit dem ersten Ergebnis ist gezeigt, daß die elementaren Prüfschritte zur Erkennung einer Begriffsrelation von der Wahl der Bedingungen unabhängig sind. Dadurch reproduzieren sich die Zeitverhältnisse. (Die Differenzen sind nicht signifikant.)

Zu (2): Die signifikant unterschiedlichen absoluten Zeiten, charakteristisch jeweils für die zu erkennende Begriffsbeziehung, führen wir auf eine unterschiedliche Verknüpfung einzelner Komponenten des Entscheidungsprozesses zurück.⁵ Die Differenzen der Daten von Preuß und Wolf werden verständlich, wenn man folgendes annimmt:

Bei Preuß war in der ersten Serie nur UB/OB gegen Nebenordnung zu prüfen (Abb. 5, oben). Damit genügt (nach dem Modell) bereits die Erkenntnis, daß der zweite Begriff keine spezifischen Merkmale gegen über dem ersten hat. In der zweiten Serie (unterer Teil Abb. 5) war UB vs. OB zu prüfen. Hier genügt (nach der Umkehr der Prüfrichtung von links-rechts nach rechts-links) die Feststellung, daß der zu prüfende zweite Begriff keine spezifischen Merkmale gegenüber dem ersten hat und daß der Merkmalsatz 2 voll in dem des Begriffs 1 enthalten ist. Anders die Lage in den Wolf-Experimenten: Hier genügt die Prüfung eines spezifischen Merkmals für den ersten Begriff nicht. Der zweite Prüfschritt betrifft die Spezifik des zweiten Begriffs (punktierte Linie in Abb. 4). Wird sie bestätigt, läuft die Nebenordnungsprüfung in der angegebenen Sequenz weiter. Der Erkennungsaufwand hängt nur noch von der Hierarchieebene ab; je höher, um so aufwendiger. Dies tritt ein bei sehr niedrigen σ -Werten ($\approx 8\%$ des Mittelwertes!).

Der zweite Prüfschritt kann natürlich auch negativ ausgehen. (Nächster punktiertes Pfeil mit (–) darüber). Dann bleibt die Verifizierung von UB/OB noch möglich. Mit einem Zeitverzug von wenigstens 233 ms (UB/OB) kann festgestellt werden, wenn ein Substring des ersten Merkmalsatzes mit dem zweiten Merkmalsatz identisch ist.

⁵ Veränderungen dieser Art wollen wir eben mit dem Begriff der dynamischen Strukturbildung erfassen. Unter Komponenten sind hier Teilabschnitte oder Module des Erkennungsprozesses zu verstehen, z. B. NO-Erkennung, UB-OB-Erkennung etc, jeweils als Ganzes.