

# Ludger Kaczmarek / Hans Jürgen Wulff

## Prolegomena zu einer semiotischen Beschreibung graphischer Darstellungen: Graphische Modelle in der Sprachwissenschaft

Die Original-Fassung dieses Artikels erschien in: *Diagrammatik und Philosophie*. Hrsg. v. Petra Gehring [u.a.]. Amsterdam/Atlanta, Ga.: Rodopi 1992, S. 161-180 (= *Philosophy and Representation*. 1.). Eine erste Fassung des Artikels erschien als „Graphische Modelle in der Sprachwissenschaft“ in: *Pragmantax*. Akten des 20. Linguistischen Kolloquiums, Braunschweig 1985. Hrsg. v. Armin Burkhardt u. Karl-Hermann Körner. Tübingen: Niemeyer 1986, S. 485-496 (= *Linguistische Arbeiten*. 171.).

URL dieser Online-Fassung: [www.derwulff.de/2-15](http://www.derwulff.de/2-15).

1. Graphische Darstellungen spielen in vielen Humanwissenschaften eine wichtige Rolle - nicht nur als Mittel der Didaktik und der pädagogischen Veranschaulichung, sondern auch als Instrumente der wissenschaftlichen Arbeit selbst. Trotz ihrer großen Verbreitung in den Wissenschaften haben sie dennoch bislang nur wenig Aufmerksamkeit auf sich gezogen: die theoretische, insbesondere die semiotische Beschreibung graphischer Darstellungen steht aus. Die folgenden Thesen können diesen Mangel nicht beheben, sondern nur Prolegomena zur Beschreibung sein. Wir hoffen, mit unseren Ausführungen deutlich machen zu können, wie kompliziert Lektüre, Verstehen und Anlegen graphischer Darstellungen sein können.

2. Die formale Grundlage aller graphische Darstellungsformen ist die mathematische Graphentheorie [1], die neuerdings vielfältige Aktivitäten auf sich gezogen hat und als "Graphentheorie und Diskrete Mathematik" sogar ein eigenes mathematisches Spezialgebiet geworden ist. Die Graphentheorie beschäftigt sich, verkürzt gesprochen, mit der formalen Analyse von Punkten ("Knoten") und geordneten oder ungeordneten Paaren von Punkten ("Kanten"), deren Integration in Komplexgebilde wie "Bäume", "Netze" und ähnliches sowie mit der räumlichen Interpretation derartiger Gebilde ("planare Graphen"; "mehrdimensionale Graphen").

3. Von der mathematischen Beschreibung graphischer Gebilde streng zu trennen ist die Untersuchung von Graphen in Repräsentationsfunktion. Ein solches Gebilde ist eine graphische Struktur, die als ein Bild oder Modell eines Originalbereiches aufgefaßt werden kann. Aufgrund der formalen Eigenschaften des Bildbereiches ist die graphische Darstellung ein "minimales mathematisches Modell" des Originalbereiches (Lyons 1977: 296). Die Wahl eines Darstellungsmittels bedeutet darum immer auch die Be-

hauptung einer formalen Struktur, die zwischen den Elementen des Originalbereiches bestehe.

4. Auf der Grundlage der mathematischen Graphentheorie können vier Anwendungsbereiche voneinander unterschieden werden, die eigenen Prinzipien der Repräsentation unterliegen bzw. nach Kriterien des Originalbereichs differenziert werden können:

(1) Die Kartographie basiert auf konventionellen Beziehungen zwischen planaren Graphen, spezifischen Notationen und der räumlichen Struktur der Außenwelt.

(2) Quantitative Verhältnisse, insbesondere Korrelationen, werden vor allem in der Statistik mit Hilfe graphischer Mittel repräsentiert.

(3) Die in der Nomographie verwendeten Nomogramme sind "Graphiken, die die Darstellung und das Auswerten von funktionalen Zusammenhängen, die analytisch oder empirisch gegeben sein können, erlauben. Sie können einerseits Funktionen mehrerer Variablen graphisch wiedergeben, andererseits als graphische Rechentafeln verwendet werden" (Bliedert/Dehms/Morawietz 1977: 1).

(4) "Strukturbilder" schließlich repräsentieren strukturelle Eigenschaften des repräsentierten Bereichs.

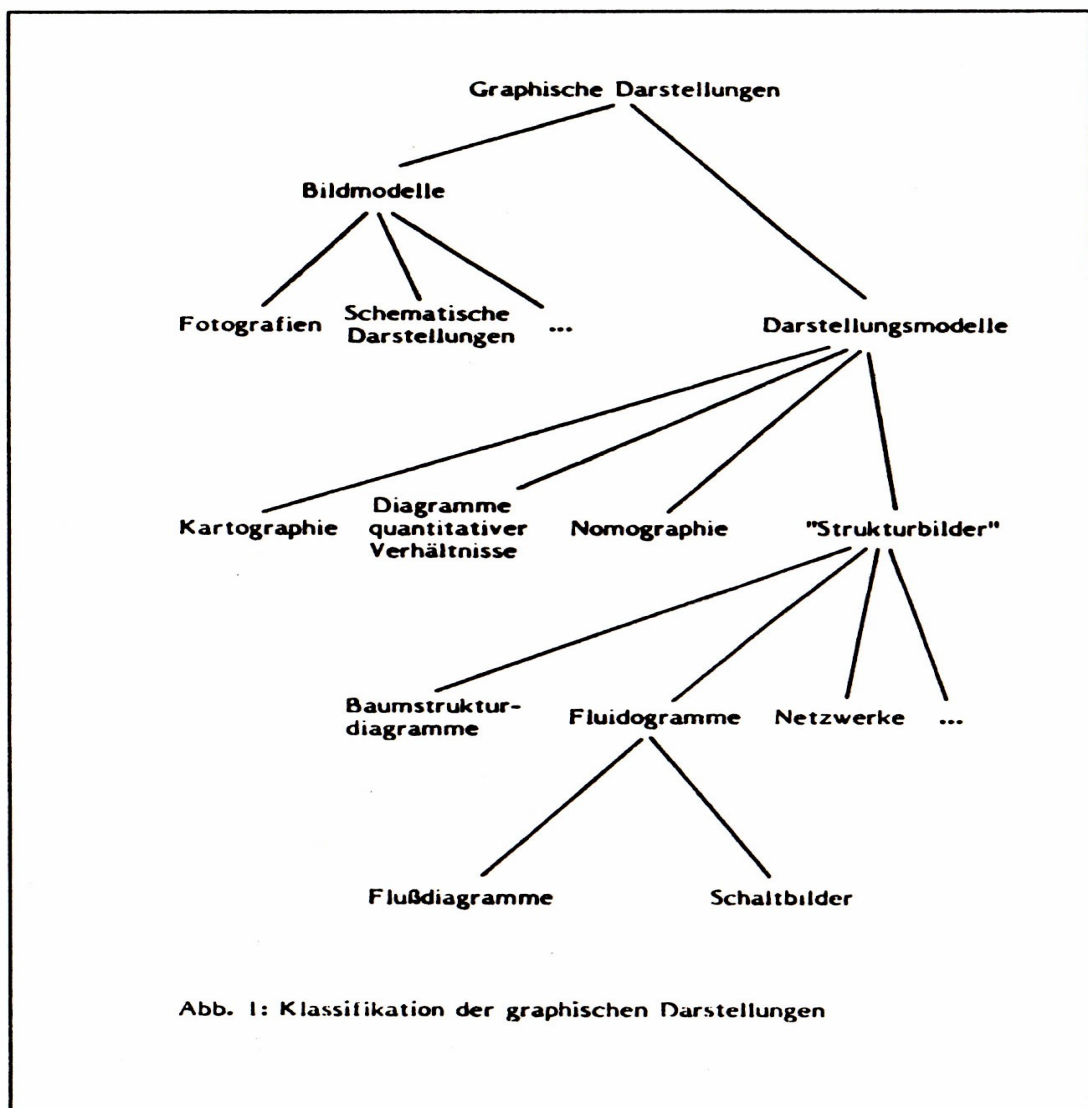
(5) In der Sprachwissenschaft werden graphische Darstellungen aus allen vier Bereichen verwendet; von zentralem Interesse sind allerdings die zuletzt genannten Strukturbilder, denen wir im folgenden die Aufmerksamkeit widmen wollen [2].

5. Herbert Stachowiak schlägt in seiner *Allgemeinen Modelltheorie* (Stachowiak 1973) eine andere wichtige Differenzierung vor, mit der er Ikone im engeren Sinne, die auf Wahrnehmungskventionen zurückgeführt werden können, von den eigentlichen graphischen Darstellungen trennt, die auf anderen Konventionen der Abbildung basieren. Erstere nennt er *Bildmodelle*, letztere *Darstellungsmodelle*. Zu ihnen heißt es:

In diese Modellklasse gehören zunächst die Diagramme; sie sind graphische Darstellungen entweder von empirischen Zahlenwerten und/oder Funktionsverläufen (Diagramme im engeren Sinne, z.B. Visualisationen statistischer Verteilungen oder physikalischer Weg-Zeit-Gesetze u. dgl.) oder von topischen und/oder strukturellen Originalbeschaffenheiten (Schaubilder und empirische Graphen, etwa die Aufzeichnungen einer chronographischen Figur, die Graphendarstellung eines Staatensystems) sowie die Veranschaulichungs- oder Darstellungsgraphen [...] zur Visualisierung formal(wissenschaftlicher), also mathematischer und logischer Zusammenhänge. (Stachowiak 1973: 165-166)

1. Graphische Darstellungen;
  - 1.1 Bildmodelle;
    - 1.1.1 Fotografien;
    - 1.1.2 Schematische Darstellungen;
    - 1.1.3 andere;
  2. Darstellungsmodelle;
    - 2.1 Kartographie;
    - 2.2 Diagramme quantitativer Verhältnisse;
    - 2.3 Nomographie;
    - 2.4 "Strukturbilder";
      - 2.4.1 Baumstrukturdiagramme;
      - 2.4.2 Fluidogramme;
        - 2.4.2.1 Flußdiagramme;
        - 2.4.2.2 Schaltbilder;
      - 2.4.3 Netzwerke;
      - 2.4.4 andere (vgl. auch Abb. 1).

6. Bringt man die beiden Klassifikationen der graphischen Darstellungen zusammen, ergibt sich folgendes Bild:



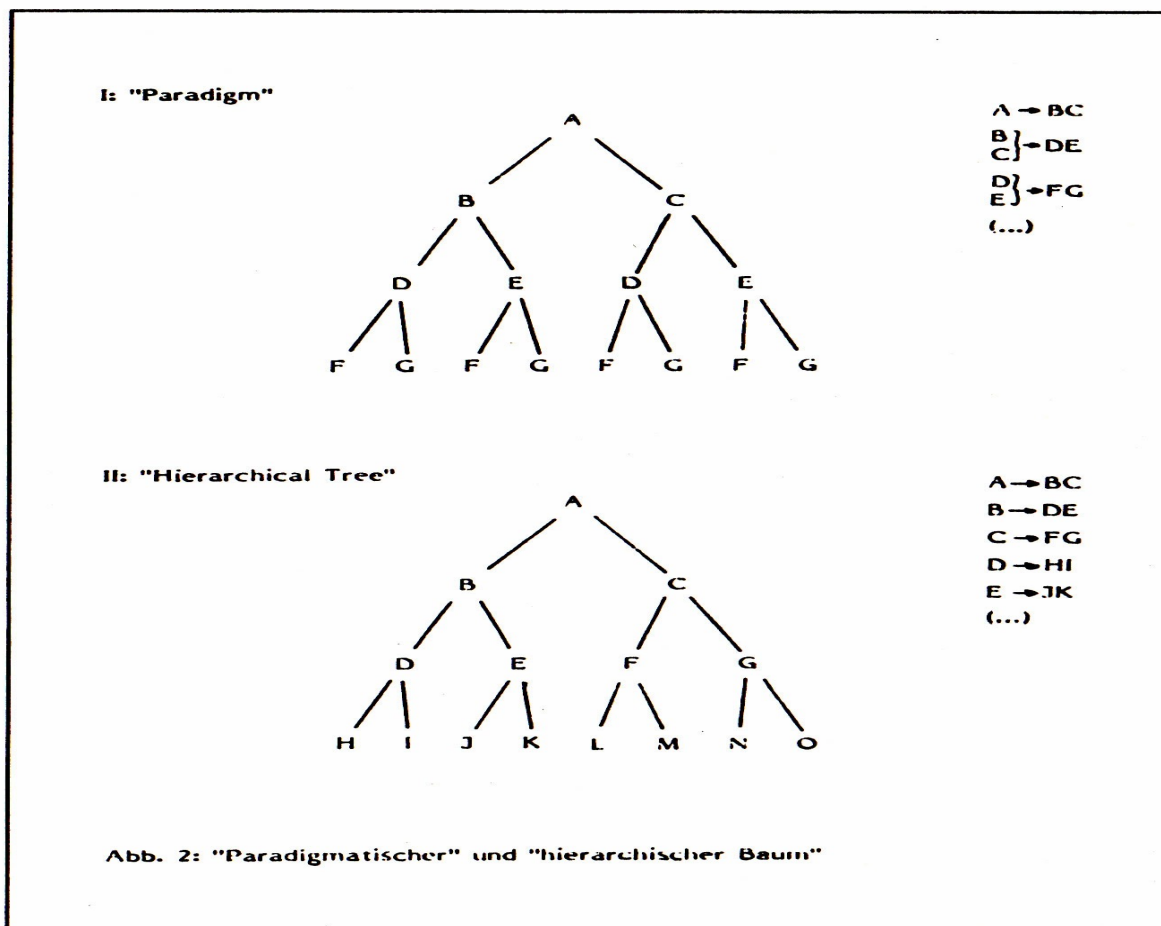
Die Differenzierung betrifft also zum einen die konventionelle Basis der Darstellung, zum anderen die Qualität des Originalbereiches, die in der Darstellung wiedergegeben wird, und schließlich die (formale) graphische Struktur der Abbildung selbst.

7. Ungeachtet ihrer formalen Eigenschaften können zahlreiche graphische Abbildungen aus metaphorologischer Argumentation abgeleitet werden. Der didaktische Zweck der Veranschaulichung betrifft die Begründung von Graphismen selbst. So finden sich in der sprachwissenschaftlichen Literatur "Labyrinth", "Güter-" und "Verschiebebahnhöfe", "Achterbahnen" und anderes mehr [3]. Die graphische Darstellung ist so abzuleiten aus den poetischen Prozeduren der Verbildlichung, des Vergleichens und/oder des Metaphorisierens. Die strukturellen Eigenschaften eines Gegenstandes der äußeren Realität werden als Repräsentationsmittel in Funktion genommen. Neben diesen veranschaulichenden Metaphergraphen stehen die graphischen Abbildungen im engeren Sinne, die nicht aus Originalgegenständen abgeleitet werden, sondern als konventionelle Abbildungsmittel zur Verfügung stehen. Formal besteht zwischen Originalgegenstand und Repräsentationsmittel nicht eine Relation der Isomorphie, nicht einmal der Homomorphie, sondern es besteht vielmehr

eine Isomorphie zwischen einer abgeleiteten Repräsentation des Originalgegenstandes und einer abgeleiteten Repräsentation des Repräsentationsmittels, die wiederum Homomorphismen ihrer Originale sind; vgl. dazu Kämmerer (1974: 33):

Zu den konventionellen Abbildungsmitteln im engeren Sinne zählen neben Netzwerken, Fluidogrammen und anderen Komplexgraphen vor allem die Baumstrukturdiagramme (die in ihrer Bezeichnung allerdings auch auf metaphorologische Quellen zurückweisen), die in der Sprachwissenschaft in mehreren Varianten angewendet werden, die nicht die formalen Eigenschaften des Graphen betreffen, sondern vielmehr die Interpretation der graphischen Gestalt.

8. Ein Baumgraph ist ein nichtgerichteter oder auch gerichteter, zusammenhängender Graph, der keine Zyklen enthält. Baumgraphen sind in mehreren verschiedenen Interpretationen in der sprachwissenschaftlichen Literatur vertreten. Im Hinblick auf die Interpretation von Baumgraphen können zwei Grundformen unterschieden werden: paradigmatische Bäume und hierarchische Bäume (vgl. Abb. 2) [4].



Ein paradigmatischer Baum hat weder eine strenge horizontale noch eine strenge vertikale Ordnung. Beschreibt man einen solchen Baum mit Hilfe von Transformationsregeln, die die sukzessive Entfaltung des Baumes von seiner Wurzel her repräsentieren, zeigt es sich, daß diese Regeln nicht analytisch sind; sie besagen also nicht, daß eine höhergeordnete Einheit aus Einheiten subordinierter Niveaus komponiert ist. Es zeigt sich weiter, daß bei jedem Schritt der Entfaltung des Baumes die gleiche Differenzierung vorgenommen wird. Ein paradigmatischer Baum kann sowohl vertikal wie horizontal neu geordnet werden. Alle Varianten eines paradigmatischen Baumes sind isomorph.

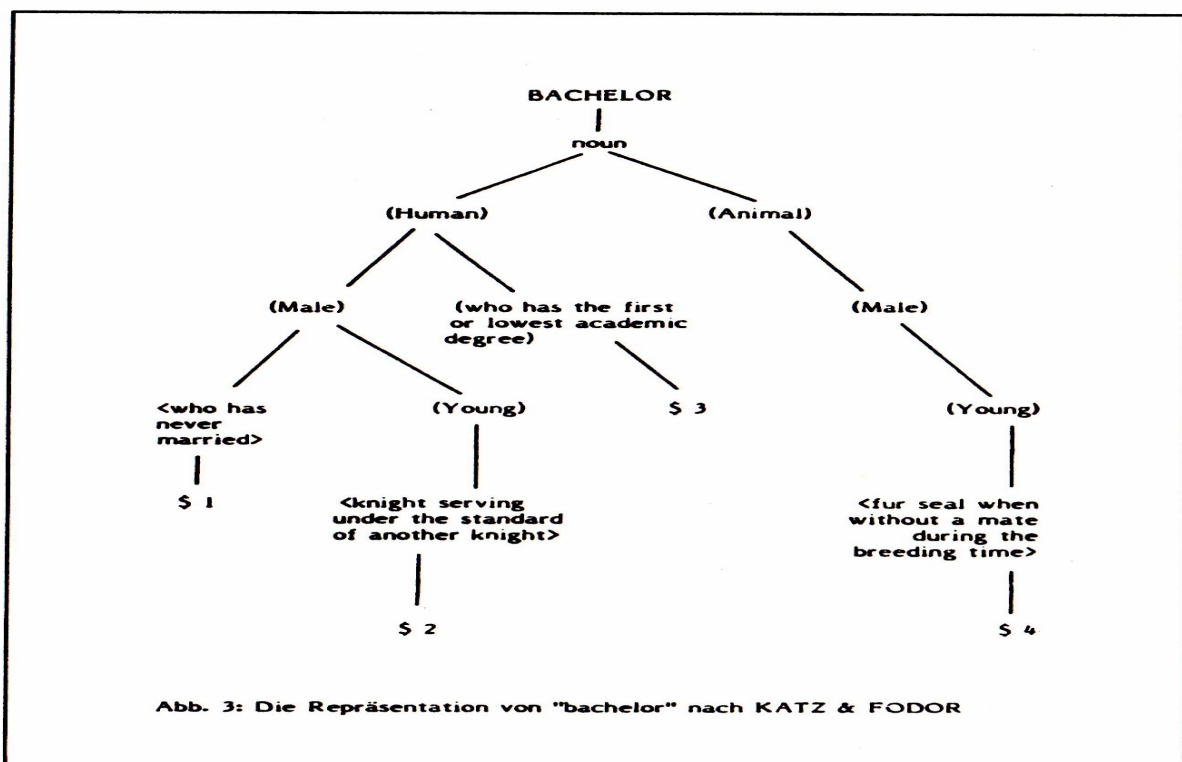
Ein hierarchischer Baum hat eine strenge vertikale, unter Umständen auch eine strenge horizontale Ordnung. Die Repräsentation eines solchen Baumes in Transformationsregeln zeigt, daß der Aufbau des Baumes analytisch ist. In den Schritten der Entfaltung werden verschiedene Differenzierungen vorgenommen; die Abfolge der Entfaltungsschritte kann darum nicht permutiert werden.

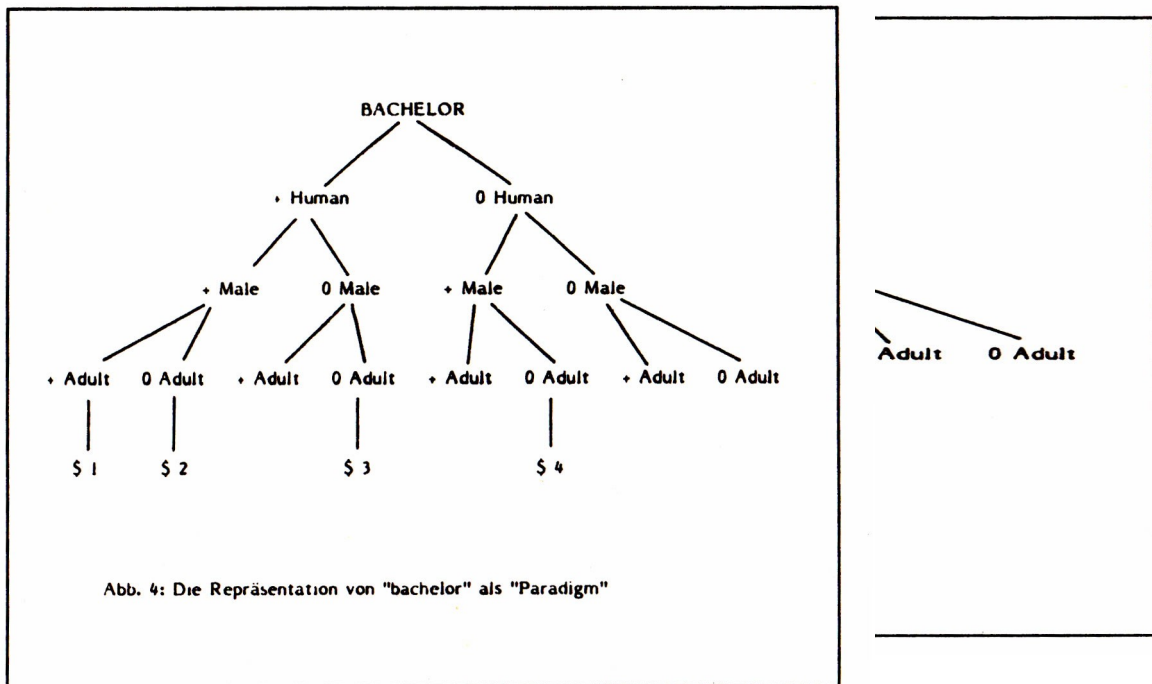
Zwischen den Dimensionen eines paradigmatischen Baumes besteht eine "et-et-Beziehung", zwischen den Werten einer Dimension eine "aut-aut-Beziehung". Die Dimensionen eines hierarchischen Baumes sind Analyseebenen, und eine Verzweigung ist

zu interpretieren als "wird differenziert in", "ist konstituiert aus" usw.

Natürlich sind gemischte Bäume möglich und auch üblich. In diesen Fällen sind Teile des Diagramms wie ein paradigmatischer Baum konstruiert; einige Dimensionen der Verzweigung aber sind einander mittels einer Funktion zugeordnet und können nicht miteinander permutieren.

Diese Überlegungen haben zwei Konsequenzen: Zum einen zeigen sie, daß paradigmatische und hierarchische Bäume streng voneinander zu trennen sind sowohl im Hinblick auf ihre Struktur wie auch im Hinblick auf ihre Interpretation. Zum anderen ist insbesondere bei paradigmatischen Bäumen darauf zu achten, daß die Repräsentation oft eine größere Kombinatorik von Dimensionen und Werten enthält als empirisch nachgewiesen werden kann. So erweist sich die berühmte Komponentenanalyse von *bachelor*, die Katz und Fodor 1963 vorstellten (vgl. Abb. 3), nicht nur als paradigmatischer Baum, sondern es zeigt sich auch, daß die Kombinatorik des Baumes insgesamt acht Ableitungen erzeugt, von denen sprachlich allerdings nur vier genutzt sind und lexematisch nachgewiesen werden können (vgl. Abb. 4). Ann Harleman Stewart ist also zuzustimmen, wenn sie sie schreibt: "The lexical entry tree for 'bachelor' is actually a *telescoped version*" (1976: 29) eines vollständigeren Baumes.





9. Dieser kurze Exkurs zur Struktur von Baumgraphen zeigt nicht nur, in welcher Art mit der Wahl des Repräsentationsmittels auch eine Behauptung über die Struktur des repräsentierten Bereiches getroffen wird, sondern auch, daß graphische Darstellungen nicht nur zur Veranschaulichung, sondern auch zur Analyse selbst dienen können. Natürlich erschöpft sich die analytische Kraft von Darstellungen nicht im reinen Graphismus - dieser kann nur ein Mittel der Analyse und der Repräsentation unter anderen sein. Weil graphische Darstellungen aufgrund ihrer formalen graphischen Eigenschaften als Modelle von Originalbereichen genutzt werden können, können sie auch in andere Repräsentationsformen übersetzt werden, die eine Klasse isomorpher Beschreibungen ergeben. Ein Baumgraph kann nicht nur als Satz von Transformationsregeln dargestellt werden, sondern auch als Matrix (bzw. "Gitter"), als Flächendiagramm, unter Umständen als Klammerausdruck usw. Die folgenden Repräsentationen einer Konstituentenanalyse als

- (a) Chinese box-Diagramm [5];
- (b) Schachteldiagramm;
- (c) Klammerpaare;
- (d) Baumstrukturdiagramm

sind isomorph (nach Pike 1943; vgl. Abb. 5).

Diese Überlegungen zeigen, daß die Formen graphischer Darstellung nicht isoliert stehen und einen besonderen und begrenzten Katalog von Darstellungsmitteln ausmachen, sondern daß sie vielmehr immer in Verbindung gesehen werden müssen mit Verfahren der Analyse, die mit den Prinzipien der graphischen Darstellung selbst nichts zu tun haben, die aber auch graphisch ausgedrückt werden können.

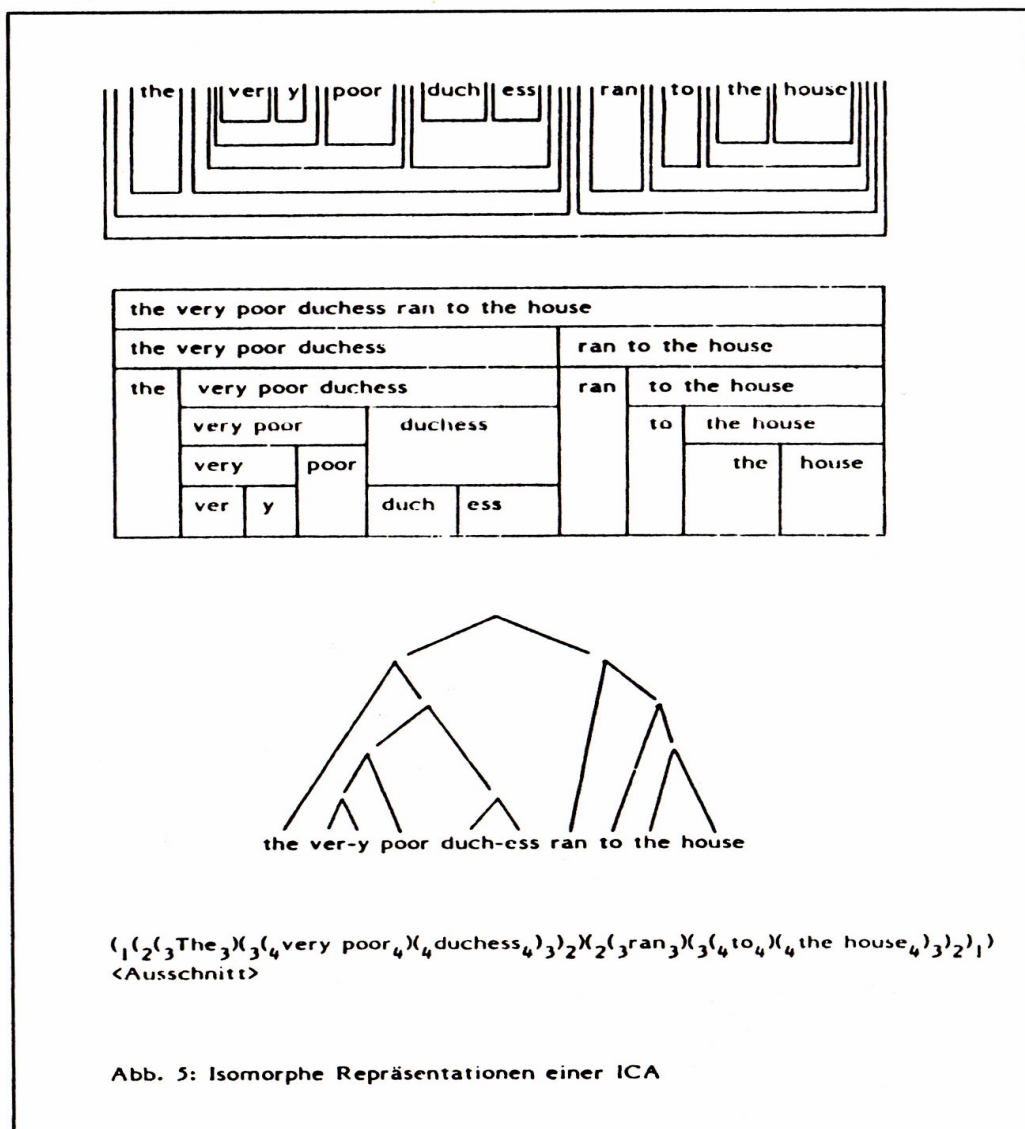
10. Es muß aber dabei beachtet werden, daß der Bezug zwischen graphischer Darstellung und Verfahren der Analyse dem darstellenden Graphen nicht angesehen werden kann, sondern als Konvention der Interpretation eines Graphen definiert werden muß. Diese Konventionen verändern sich im Laufe der Zeit und werden ergänzt durch neue Interpretationen. Manche Darstellungsformen sinken ab oder bleiben privatsprachlich oder auf manchmal sehr spezifische "Schulen" beschränkt (Lambs Graphismen sind ein Beispiel). Betrachtet man die heute konventionell standardisierten Interpretationen von Baumgraphen, so zeigt sich, daß sie ein weites Spektrum verschiedener struktureller Verhältnisse abbilden können:

- Komponentenanalysen aller Art;

- Konstituenz-, Dependenz-, Applikationsbeziehungen;
- evolutive und genealogische Verhältnisse;
- Hyponymie-, Teil-Ganzes-Beziehungen, Genus-Species-Relationen;
- Deskriptionen von Gegenständen.

In allen diesen verschiedenen Fällen steht die gleiche graphische Gestalt in verschiedenen Kontexten der Interpretation, in denen sie zur Repräsentation ganz unterschiedlicher Originalbereiche bzw. ganz unterschiedlicher Analysen von Originalbereichen dient. Trotz der Heterogenität der Interpretationsvorschriften bereitet es in der Regel keine Schwierigkeiten, im gegebenen Kontext einen Graphen mit Hilfe der "richtigen" Interpretationskonventionen zu lesen. Die Darstellungen selbst sind dabei oft elliptisiert (so werden meist die Kanten nicht explizit gekennzeichnet; ihre Interpretation ergibt sich aus Konvention und Kontext).

Die Geläufigkeit, mit der die Interpretation graphischer Darstellungen vollzogen wird, spricht für ihren Status als besonderer Ausdrucksbereich einer Fachsprache, zu deren Erwerb und Beherrschung auch das Verfügen über die Konventionen der dazugehörigen Darstellungsmittel zu zählen ist. Eine Fachsprache darf dann nicht auf linguistische Besonderheiten reduziert werden, sondern umfaßt ein wesentlich breiteres Inventar von Mitteln, Konventionen und Regeln.



11. "Strukturbilder" spielen in der Praxis der wissenschaftlichen Kommunikation eine Doppelrolle: Zum einen dienen sie als graphische Repräsentationen mathematischer bzw. formaler Modelle und vereinigen so die Qualitäten der formalen Prägnanz und der anschaulichen Einprägsamkeit. Auf der anderen Seite dienen sie aber insbesondere in der Lehre reinen Zwecken der Veranschaulichung des Zusammenhanges irgendwelcher terminaler oder nichtterminaler Beschreibungsgrößen. Der formale Zusammenhang der einbezogenen Elemente wird nur angedeutet und nicht expliziert. Derartige Diagramme erfüllen ihre Funktion im Prozeß der Veranschaulichung, die Repräsentationsfunktion selbst tritt dagegen zurück [6]. Ihre Interpretation ist als "semantische Anreicherung" möglich, die aktivierbares Wissen voraussetzt, ohne daß das Diagramm eine Analyse des Originalbereiches selbst enthielte. Derartige "reduktive Homomorphismen" haben keinen meta-, sondern objektsprachlichen Status. Sie sind in erster Linie Mittel der Illustration und der Verlebendigung didaktischen Sprechens und nicht so sehr Mittel der Repräsentation und der Beschreibung. Die zweite Rolle graphischer Darstellungen verdient eigene Aufmerksamkeit und wird hier nicht weiter thematisiert.

12. Gleichwohl mag die illustrative Funktion der graphischen Darstellungen ein Grund sein, daß sie so hohe Verbreitung gefunden haben. Denn aufgrund der Möglichkeit, isomorphe andere Formen der Darstellung finden zu können, stellt sich die Frage: Warum graphische Modelle? (Es gilt auch zu bedenken, daß die "anschauliche Kapazität" graphischer Darstellungen relativ schnell erschöpft ist; Graphen, die mehr als 20 Punkte umfassen, sind sehr unübersichtlich und selten [7].) Möglicherweise ist es die enge Verwobenheit von Forschung und didaktischer Aufbereitung gewesen, die zu der fast modisch wirkenden Häufigkeit graphischer Darstellungen in der linguistischen Literatur geführt hat. Vielleicht ist es aber auch nur der Schein der formalen Prägnanz gewesen, das Layout von Ingenieurwissenschaft und Informatik, das den linguistischen Boom in graphischer Darstellung ausgelöst hat.

Historisch finden sich erste graphische Darstellungen in der genetischen Sprachwissenschaft des 19. Jahrhunderts ("Stammbaumtheorie"), eingeschränkt auf die Darstellung von genetischen Verwandtschaftsverhältnissen zwischen Sprachen. Eine ganze Fülle verschiedener und oft metaphorischer graphi-

scher Mittel hat der amerikanische Strukturalismus in den 1940er und noch in den 1950er Jahren hervorgebracht; ein Blick in die zeitgenössischen Lehrbücher zeigt das zu Genüge. Mit der Transformationsgrammatik einerseits, der Dependenzgrammatik Tesnières andererseits bildeten sich in den 50er und frühen 1960er Jahren die Formen der graphischen Darstellung heraus, die zum einen mit explizit gefaßten Konventionen der Interpretation, zum anderen im Vorfeld der "linguistischen Wende" zahlreicher Humanwissenschaften bald zum paradigmatischen Label für "Linguistik" (und das war gleichlautend mit "Verwissenschaftlichung" und "Strukturelle Analyse" und "Intersubjektivität") wurde - eine Entwicklung, die auch in der Linguistik selbst auf Kritik stieß [8]. Diese Entwicklungen in der Sprachwissenschaft werden flankiert und unterstützt vor allem durch Bemühungen in der Informatik und Künstlichen Intelligenz, die sich seit den 50er Jahren intensiv mit graphischen Repräsentationen befaßt haben und eine der Quellen der Darstellungsformalisten der Transformationsgrammatik gewesen sind und aus denen neuerdings kompliziertere graphentheoretische Konstruktionen wie Netzwerke in die Linguistik hinüberwandern.

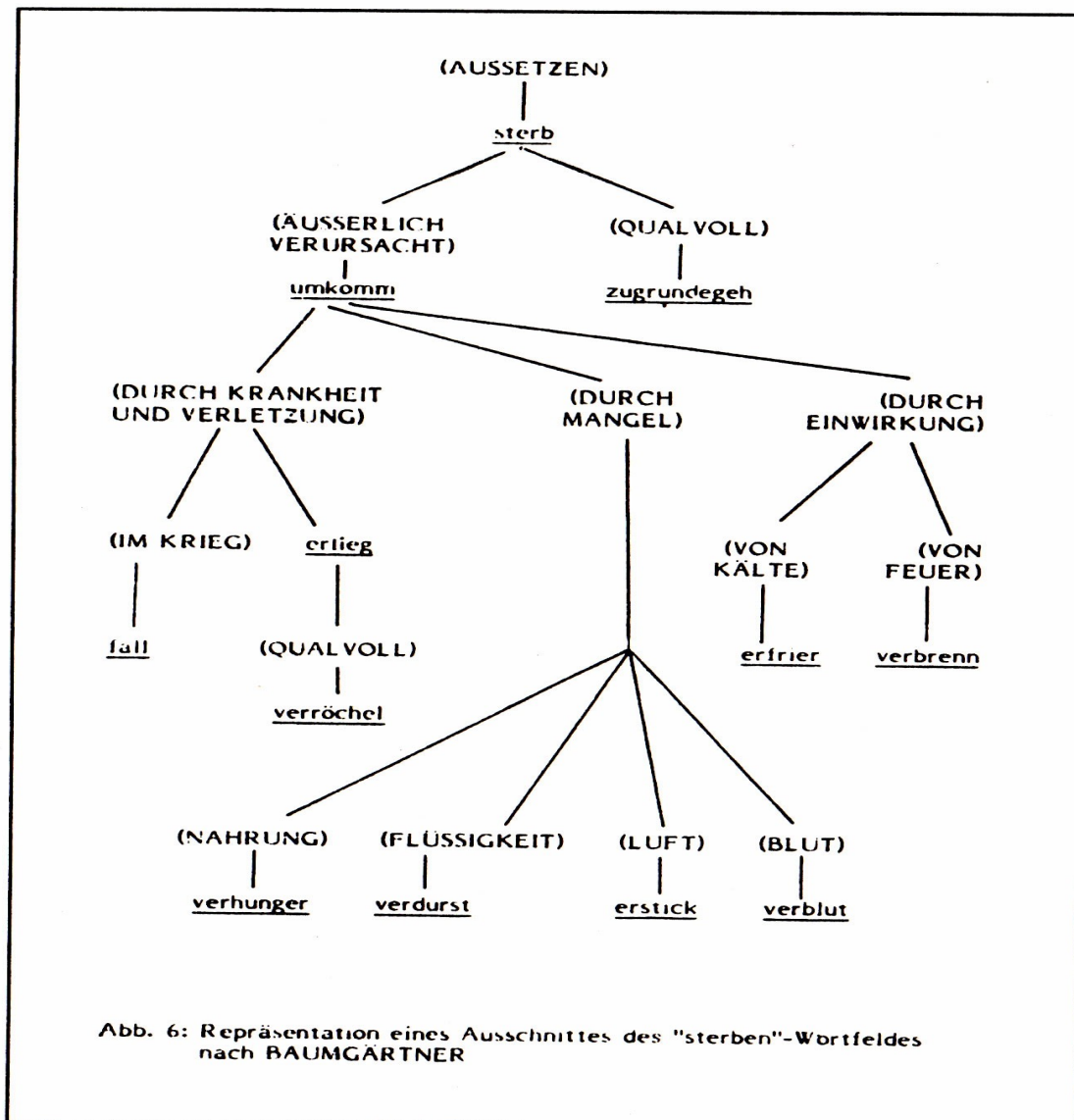
13. Wir möchten unsere Ausführungen beschließen mit einem weiteren Beispiel, an dem deutlich gemacht werden kann, wie mit der genauen Analyse des Repräsentationsmittels auch die Analyse des Gegenstandes befördert werden kann. Ein grundlegender Unterschied besteht zwischen Graphen, deren Knoten durch terminale oder durch nichtterminale Größen interpretiert sind. Insbesondere bei der Untersuchung lexikalischer Beziehungen ist es Usus, Einzelwörter graphisch anzuordnen, wobei die Anordnung semantische Beziehungen zwischen den Einheiten wiedergeben soll. In diesen Fällen ist der Gesamtgraph als eine Konfiguration definiert, die das strukturelle Verhältnis zwischen den Elementen (die als Etikettierungen der Knoten stehen) repräsentiert. In Graphen, die nichtterminal etikettiert sind (z.B. Komponentenanalysen), ist die empirische Interpretation erst mit Hilfe der "outputs" des Graphen möglich. Der Graph ist dann eine Konfiguration und Kombinatorik von Merkmalen, denen erst in der Summe ein empirisches Element zugeordnet wird. Die Interpretation der Kanten ist in beiden Fällen völlig verschieden. Heißt es im ersten Fall "Die 'Lebewesen' können differenziert werden in 'Tiere' und 'Pflanzen'", heißt es im zweiten Fall "Das Merkmal <+belebt> kombiniert mit der Dimension <tierisch>

bzw. mit deren beiden Werten <+tierisch> und <-tierisch>". Erst in einem zweiten Schritt werden in letzterem Falle Einheiten des Wortschatzes jeweiligen Merkmalskombinationen zugeordnet, während im terminalen Graphen die Elemente des Wortschatzes selbst in den Graphen einbezogen sind. Daß natürlich auch terminalen Graphen eine Klassifikation (oder eine sonstige Analyse) innewohnt, sei am Rande vermerkt; wichtig ist aber, daß sie graphisch nicht explizit gemacht wird.

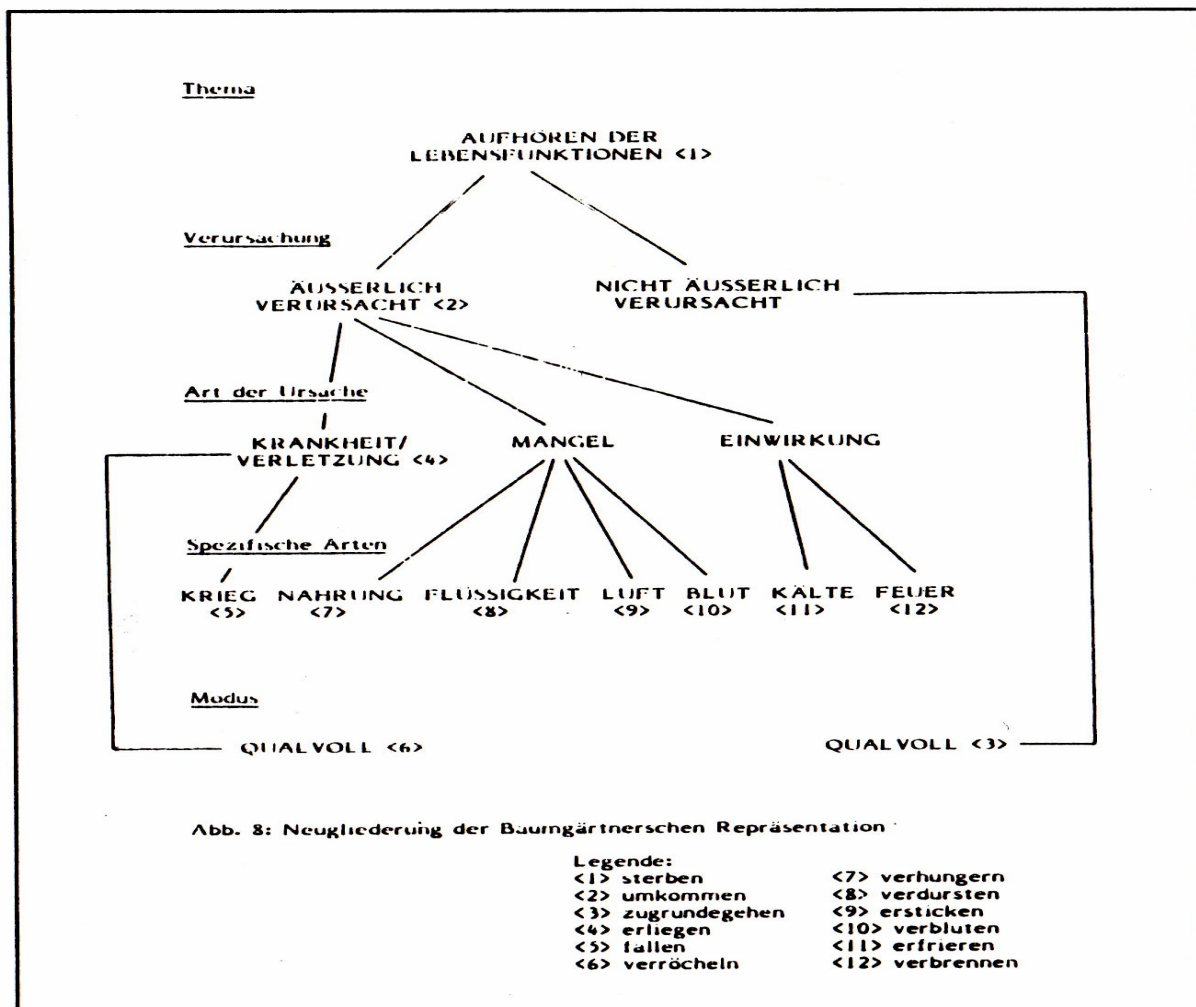
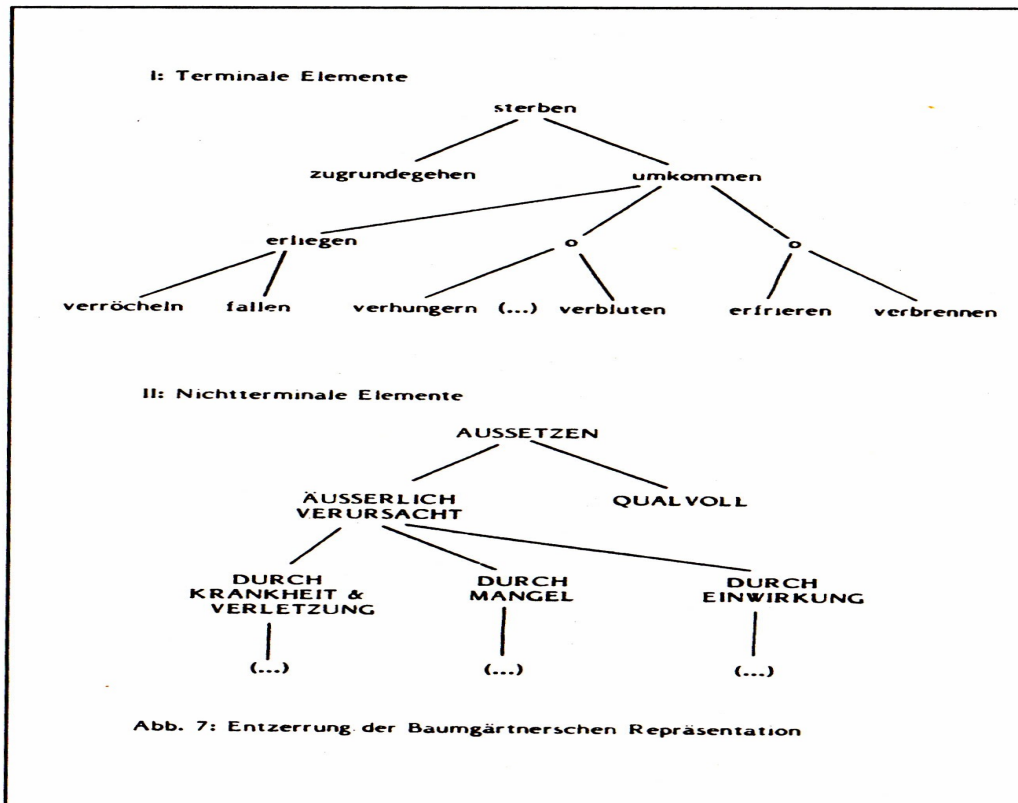
Mischt man terminale und nichtterminale Graphen, stellt sich häufig Verwirrung ein. Ein Beispiel ist Baumgärtners Vorschlag zur Repräsentation des Wortschatzes zum Bereich 'sterben' (vgl. Abb. 6). Bei näherem Hinsehen erweist sich Baumgärtners Graph als "gemischter Baum", der eine Hierarchie (vom Typ "Spezifikation") mit einer modalen Anga-

be kombiniert. Die Dichotomisierung in Baumgärtners Darstellung stellt sich so als eine Pseudodifferenzierung heraus, die weder systematisch noch klassifikatorisch zu halten ist. Insbesondere ist die Dimension <Modus des Sterbens> auf die einzigen Werte <0> und <+qualvoll> reduziert; alle anderen möglichen Modi des Sterbens bleiben unberücksichtigt (vgl. Abb. 7 u. 8).

Baumgärtners Darstellung darf also als ein Indiz dafür genommen werden, daß problematische Repräsentationen weitaus präziser und kontrollierter vorgenommen werden können, wenn die Struktur des Repräsentationsmittels bekannt ist. Genau aus diesem Grunde könnte die Theorie der graphischen Darstellungen die wissenschaftliche Analyse selbst vorantreiben.







## Anmerkungen

[1] Vgl. dazu neben Halin (1980/81) immer noch Harary/Norman/Cartwright (1965) als mathematische Standardtexte. Zierer (1970) und Goodman/Hedetniemi (1979) können als spezifische Einführungen für Linguisten angesehen werden.

[2] Ann Harleman Stewarts Dissertation über "Graphic Representation of Models in Linguistic Theory" (1976) ist ein erster, bislang einzigartiger Versuch, eine zusammenhängende Theorie der Strukturbilder zu entwerfen. Allerdings zeigt ihre Argumentation zahlreiche Mängel; vgl. dazu Baron (1978).

[3] Vgl. dazu Stewart (1976: 146); Hoenigswald (1950).

[4] Vgl. zum folgenden neben Durbin (1975), der "paradigms" und "trees" zu differenzieren sucht, auch Simpson (1961: 1ff.), der "hierarchies" und "keys" einander entgeggestellt, sowie Conklin (1964: 40) und Möller (1981: 256ff.).

[5] Der Originalgegenstand der "Chinese Box"-Metapher ist ein ähnliches Spielzeug wie die bei uns verbreiteten russischen "Matrioschka"-Puppen: Eine Gruppe von hohlen Gegenständen, von denen der jeweils größere immer alle kleineren enthält.

[6] Vgl. dazu aber auch Arnheim (1977: 206), der von der Verschränkung von Modellierung und Veranschaulichung ausgeht; an anderer Stelle spricht er sogar explizit von "Anschauungsmodellen" (1977: 258).

[7] Vgl. dazu auch Goodman/Hedetniemi (1979: 42).

[8] Vgl. z.B. Maas (1974: 7).

## Literatur

Arnheim, Rudolf (1977): Anschauliches Denken. Zur Einheit von Bild und Begriff. Köln: DuMont.

Baron, Naomi S. (1978): "On representing representations". *Semiotica* 24: 156-176.

Baumgärtner, Klaus (1967): "Die Struktur des Bedeutungsfeldes". Moser, Hugo (ed.): Satz und Wort im heutigen Deutsch. Düsseldorf: Schwann: 165-197.

Bliefert, Claus / Dehms, Günther / Morawietz, Gerd (1977): Praktische Nomographie. Die graphische Darstellung von funktionalen Zusammenhängen und das zeichnerische Lösen von Gleichungen mit Beispielen aus dem Bereich der Naturwissenschaften und dem Ingenieurwesen. Weinheim etc.: Vlg. Chemie.

Conklin, Harold C. (1964): "Ethnogenealogical method". Goodenough, Ward H. (ed.): *Explorations in cultural anthropology. Essays in honor of George Peter Murdock.* New York etc.: McGraw-Hill: 25-55.

Durbin, Marshall (1975): "Models of simultaneity and sequentiality in human cognition". Kinkade, Dale M. / Hale, Kenneth L. / Werner, Oswald (eds.): *Linguistics and anthropology. In honor of C.F. Voegelin.* Lisse: de Ridder: 113-135.

Goodman, Seymour S. / Hedetniemi, Stephen T. (1979): "A descriptive introduction to graph theory and some of its applications". Sedelow, Walter A. Sedelow, Sally Yates (eds.): *Computers in language research.* The Hague: Mouton: 19-95.

Halin, Rudolf (1980/81): *Graphentheorie. I.II.* Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Harary, Frank / Norman, Robert Z. / Cartwright, Dorwin (1965): *Structural models. An introduction to the theory of directed graphs.* New York etc. Wiley.

Hoenigswald, Henry M. (1950): "Morpheme order diagrams". *Studies in Language* 8,4: 79-81.

Kämmerer, Wilhelm (1974): *Einführung in mathematische Methoden der Kybernetik.* Berlin: Akademie-Vlg. 2.A.

Katz, Jerrold Jacob / Fodor, Jerry Alan (1963): "The structure of a semantic theory". *Language* 39: 170-210.

Maas, Utz (1974): *Grundkurs Sprachwissenschaft. Teil I. Die herrschende Lehre.* München: List. 2.A.

Möller, Karl-Dietmar (1981): "Syntax und Semantik in der Filmsemiotik". Bentele, Günter (ed.): *Semiotik und Massenmedien.* München: Ölschläger: 243-279.

Pike, Kenneth L. (1943): "Taxemes and immediate constituents". *Language* 19: 65-82.

Simpson, George Gaylord (1961): *Principles of animal taxonomy.* New York: Columbia University Press.

Stachowiak, Herbert (1973): *Allgemeine Modelltheorie.* Wien etc.: Springer.

Stewart, Ann Harleman (1976): *Graphic representation of models in linguistic theory.* Bloomington etc: Indiana University Press.

Zierer, Ernesto (1970): *The theory of graphs in linguistics.* The Hague etc.: Mouton.