

vereinfachter Ausschnitt aus einer Grammatik des Deutschen:

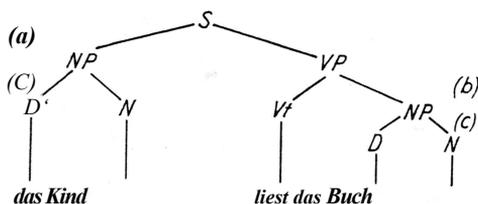


Abb. 2: Stammbaum für die Kategorien von V_u und für die lexikalischen Regeln

VH enthält hier außer der Anfangskategorie S die Symbole N für Nomen, NP für Nominal-Phrase, V_t für transitives Verb, VP für Verbal-Phrase und D für Determinationselement (Abb. 2), die eingeführt werden durch die Regeln

- (a) $S \rightarrow NP VP$,
 (b) $VP \rightarrow V_t NP$,
 (c) $NP \rightarrow D N$.

Das Endvokabular V_T besteht aus den Wörtern »das«, »Kind«, »Buch« und »liest«. Die Regeln (d) bis (g), durch die sie eingeführt werden

- (d) V_t liest (f) $N \rightarrow$ Kind
 (e) $D \rightarrow$ das (g) $N \rightarrow$ Buch,

heißen *lexikalische Regeln*. Der rekursive Charakter natürlicher Sprachen kann nur erfaßt werden, indem dem System (a) bis (g) z. B. eine Regel (h) $NP \rightarrow DNS$

hinzugefügt wird, die erneut das Anfangssymbol S einführt, aus dem nun ein untergeordneter Satz als Teil von NP abgeleitet werden kann, wie er etwa in »Das Kind liest das Buch, das dem Vater gehört« auftritt. Außer weiteren lexikalischen Regeln sind dabei allerdings zusätzliche Operationen nötig, die aus dem zunächst erzeugbaren eingebetteten Satz »das Buch gehört dem Vater« die richtige Oberflächenstruktur des Relativsatzes »das dem Vater gehört« ableiten. Diese Operationen gehören zu den weiter unten erläuterten Transformationsregeln. Mit Hilfe der so definierten G.en lassen sich verschiedene *allgemeine Eigenschaften von Regelsystemen* bestimmen. Besonders wichtig sind dabei die Begriffe der *schwachen* und *starken Äquivalenz*. Zwei G.en G_1 und G_2 sind schwach äquivalent, wenn $L(G_1) = L(G_2)$ ist, und sie sind* darüber hinaus stark äquivalent, wenn G_1 und G_2 den erzeugten Ketten die gleichen Erzeugungswege zuordnen. Die Existenz *verschiedener Erzeugungswege* für die gleiche Kette in einer G. besagt dann, daß die Kette bezüglich dieser G. strukturell *mehrdeutig* ist. Die genannten Äquivalenzbegriffe lassen sich auf Klassen von G.en ausdehnen. Zwei Klassen von G.en G_j und G_k sind schwach bzw. stark äquivalent, wenn für jede G. G_j aus G_j eine schwach bzw. stark äquivalente G. G_k aus G_k existiert und umgekehrt. In diesem Sinn¹⁴

ist die Klasse kontextfreier G.en stark äquivalent mit einer bestimmten Klasse abstrakter Automaten, den *Kellerautomaten*. Eine eingeschränktere Klasse von G.en ist entsprechend der Klasse der endlichen Automaten äquivalent.

Eine wesentlich komplexere und ausdrucksstärkere Klasse bilden die *Transformations-G.en*, *TG* genannt. Eine $TG = (G, T)$ ist ein System, das aus einer kontextfreien G. G und einer Folge von grammatischen Transformationen T besteht. Eine *grammatische Transformation* T ist eine Operation, die eine Kette in Abhängigkeit von ihrer Stammbaumstruktur in eine andere Kette mit veränderter Stammbaumstruktur umformt. Eine Transformation bildet damit eine Klasse von Bäumen in eine andere Klasse von Bäumen ab. Die kontextfreie G. G aus einer TG erzeugt eine Menge von Ausgangsstrukturen, die dann durch das Transformationsystem T in die Endstrukturen umgeformt werden, deren terminale Ketten die erzeugte Sprache $L(TG)$ bilden. Eine TG charakterisiert damit Objekte, die auf Grund ihres Erzeugungsweges mehrere Strukturebenen aufweisen.

Kontextfreie G.en und die auf ihnen beruhenden Transformations-G.en bilden nicht nur wesentliche Aspekte natürlicher Sprachen ab. Sie können auch zur Charakterisierung der Struktur anderer hierarchisch strukturierter Verhaltensformen, etwa *komplexer Handlungsabläufe* oder außersprachlicher *Mustererkennungsprozesse* dienen, wobei Transformationen den Aspekt der Umformung von Strukturbildungen bzw. der mehrschichtigen Strukturierung zu erfassen gestatten.

Graph f Problem.

Graphensuchverfahren: Verfahren, die es gestatten, einen Weg von einem Anfangszustand zu einem Endzustand innerhalb eines Graphen zu finden. Haben die Graphen die spezielle Struktur eines Baumes, dann wird von *Baumsuchverfahren* gesprochen. Die durch ein informationsverarbeitendes System (IVS) zu realisierenden G. lassen sich mit Hilfe der Unterscheidungsmerkmale *Lernfähigkeit* und *Vorinformation* für eine gezielte Suche in folgende vier Klassen einteilen, wenn man unter Lernfähigkeit eines IVS die Fähigkeit versteht, Informationen im Prozeßverlauf aufzunehmen, zu speichern und für die weitere Suche auszunutzen. In der *ersten Klasse* enthält das IVS keine Vorinformationen und ist nicht lernfähig, kann also im Laufe des Suchens weder Information speichern noch ausnutzen. Zu dieser Klasse gehören die *Breiten-* und die *Tiefensuche*, die im Extremfall vollständige Suchverfahren darstellen. Bei der *Breitensuche* (Abb. 1) werden vom Anfangszustand zunächst alle Nachfolgezustände entwickelt, die in einem Schritt erreichbar sind. Sodann werden deren Nachfolgezustände entwickelt. Dieses Prinzip wird fortgesetzt, bis eine Lösung erreicht ist. Bei der *Tiefensuche* (Abb. 2) wird der Anfangszustand zunächst über mehrere Nachfolgezustände