

zu verschachteln, d. h. eine Proposition zum Argument einer anderen zu machen, wie das etwa in »Max erklärt Ilse, daß Katzen Mäuse fangen« geschieht. Die andere bezieht sich auf die Darstellung komplexer Kenntniseinheiten durch die Angabe ihrer internen Struktur. Mit diesen Annahmen erscheint der soeben genannte Beispielsatz in einem s. N. etwa in der Repräsentation, die Abbildung 4 wiedergibt, in der  $C_1$  auf die gesamte in Abbildung 3 gezeigte Struktur verweist. Die eingekreiste Teilstruktur entspricht dabei dem dreistelligen Prädikat »erklären«, das nun als Verknüpfung der Prädikate »bewirken« und »verstehen« erscheint. (»Verstehen« ist dabei ein Verweis auf spezielle Operationen über dem s.N.: Es kennzeichnet das Verknüpfen von neuer mit bereits gespeicherter Information.) Natürlich sind auch Einheiten wie »Katze« und »Maus« u. a. in komplexe Strukturen aufzulösen, wie das schon in den Klassifikationssystemen vorbereitet ist. Als letzte Annahme sei die Einführung von zusätzlichen Knoten genannt, die beliebige Instanzen für die Elemente aus  $K$  zu bilden gestatten. Sie sind nötig, wenn eine Proposition z. B. nicht Katzen im allgemeinen, sondern eine einzelne oder eine Teilmenge der Katzen betrifft. Die Instanzenbildungen entsprechen logisch den freien und gebundenen Variablen, mit denen wiederum das Problem der Quantifikationsoperatoren verbunden ist, das im Aufbau s. N. noch nicht adäquat beherrscht wird. Diese und einige andere Schwierigkeiten legen die Vermutung nahe, daß die Zielstellung der Konstruktion s. N. erst erreicht wird, wenn deren Ausdrucksmöglichkeiten mit denen einer voll entwickelten intensionalen Logik zur Deckung gebracht sind.

Zu der bisher beschriebenen, gewissermaßen statischen Struktur eines Netzes ist nun das System  $O$  von Operationen hinzuzufügen. Dazu gehört zunächst das Aufsuchen und Abrufen im Netz gespeicherter Informationen, eine besonders in sog. Frage-Antwort-Systemen ausführlich untersuchte Operation. Das Gesuchte muß dabei in der dem Netz entsprechenden Form kodiert werden. In einem einfachen Fall, wie etwa der Frage »Was fressen Katzen?«, ist diese Kodierung eine Struktur wie in Abbildung 3, in der an der Stelle der (gesuchten) Einheit »Mäuse« ein Frageoperator  $?(X)$  steht. Gesucht werden kann aber auch nach Information, die im Netz nicht explizit enthalten ist. Dann muß zunächst ein zweiter Typ von Operationen angewendet werden, der implizite Information explizit macht und als solche im Netz repräsentiert. Logisch entspricht das dem Deduzieren einer Konklusion aus entsprechenden Prämissen. Ein wesentlicher Teil von Denkopoperationen besteht aus eben solchen Ableitungen, und das Beantworten einer Frage geht dabei schrittweise in | Problemlösungsprozesse über. Schließlich gehört zu  $O$  die Aufnahme und Verarbeitung neuer Information, die der Struktur

des Netzes entsprechend zu kodieren und mit bereits gespeicherter Information zu verknüpfen ist. Diese Operationen entsprechen dem | Lernen und I Verstehen. Es ist klar, daß das Deduzieren und Aufnehmen noch nicht repräsentierter Information das Netz selbst verändern. Formal wird dadurch insbesondere  $T$  eine potentiell unbegrenzte Struktur, die durch rekursive Anwendung von Operationen ständig erweitert werden kann. Wesentlich für die Bestimmung des Operationssystems  $O$  ist nun nicht nur die logische Struktur der einzelnen Operationen, sondern vor allem der Grad, in dem die Eigenschaften der durch sie bedingten Prozesse im Modell mit den psychologisch feststellbaren Charakteristiken entsprechender Gedächtnisleistungen und Denkopoperationen übereinstimmen.

Die bisher gegebene Darstellung eines Netzes  $S$  ist nun noch durch den entscheidenden Bezug auf die 1 Sprache zu ergänzen. Denn die Elemente aus  $K$  und  $R$  sind nicht sprachliche, sondern zunächst rein konzeptuelle Einheiten. (Ihre Darstellung durch Wörter wie »Stuhl«, »verstehen«, »Objekt« dient lediglich der Anschaulichkeit.) Die Beziehung von  $S$  auf sprachliche Ausdrücke besteht in einer Abbildung von Teüstrukturen  $M_{Tn}$  s. N. auf strukturell im einzelnen nicht isomorphe sprachliche Strukturen  $M_j$ . Jedes  $M_s$  ist eine endliche, zusammenhängende Menge von Tripeln aus  $T$ , die Gesamtheit dieser  $M_s$  sei  $M_S$ . Sie büdet über der Menge  $T$  von semantischen Grundverknüpfungen kohärente Teüstrukturen. Die  $M_T$  andererseits sind Repräsentationen der syntaktischen f Tiefenstruktur, ihre Gesamtheit heiße  $M_j$ . Die semantischen Strukturen aus  $M_s$  und die syntaktischen Strukturen aus  $M_j$  werden nun durch eine Zuordnungsvorschrift  $\Phi$  aufeinander bezogen, so daß die  $M_s$  zur Bedeutung sprachlicher Ausdrücke mit der Tiefenstruktur  $M_T$  werden. Ein wesentlicher Teil von  $\Phi$  ordnet Wörter, genauer syntaktische Grundeinheiten, bestimmten Teilstrukturen in  $S$  zu. Die Verknüpfung des eingekreisten Ausschnitts in Abbildung 4 mit dem Verbstamm »erklär-« ist ein Beispiel dafür. (Das macht deutlich, inwiefern Wörter Verdichtungen begrifflicher Strukturen sein können.) Ein anderer Teil von  $\Phi$  muß festlegen, wie Verknüpfungen in  $S$  durch syntaktische Beziehungen in der sprachlichen Tiefenstruktur wiedergegeben werden. Insgesamt ist die Charakterisierung von  $\Phi$  eine zentrale Aufgabe der Linguistik. Allgemein läßt sich ein sprachlich interpretiertes s. N. nun charakterisieren als eine Struktur  $S' = (K, R, T, O, M_s, M_m, \Phi)$ , in der das ursprüngliche s. N.  $S$  auf die der jeweiligen natürlichen Sprache entsprechende Struktur, insbesondere auf den einzelsprachlichen Wortschatz bezogen ist. Dabei können die Operationen aus  $O$  in dem Maß, in dem die Zuordnung  $\Phi$  Strukturentsprechungen zwischen semantischen und syntaktischen Gebäuden her stellt, auf sprachliche Repräsentationen angewendet werden,