

**Universität Hildesheim  
Fachbereich III - Sprachen und Technik  
Institut für Angewandte Sprachwissenschaft**

**Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades einer  
Diplom-Fachübersetzerin**

**“Popularisierung technischer Informationen und Wissensdiagnose -  
eine Untersuchung am Beispiel ausgewählter populärwissenschaftlicher Texte”**

Erstgutachter:  
Prof. Dr. phil. Jürgen Beneke

Zweitgutachter:  
Dr. phil. Hans-Peter Krings

vorgelegt von:  
Dagmar Tille  
Ottenstr. 18  
30451 Hannover  
6. Dezember 1993

## 0. Einleitung

Diese Diplomarbeit befaßt sich mit der populärwissenschaftlichen Darstellung naturwissenschaftlicher bzw. technischer Sachverhalte und Prozesse, den sprachlichen und außersprachlichen Mitteln der Popularisierung, sowie der Rezeption dieser Texte durch Laien. Der Schwerpunkt der Arbeit ist eine Untersuchung, in der am Beispiel eines populärwissenschaftlichen Artikels untersucht wird, wie die Versuchspersonen mit den im Text gegebenen Informationen umgehen und sie in die eigene Wissensstruktur über den behandelten Realitätsbereich eingefügt haben.

Bei der Ausarbeitung dieser Untersuchung waren drei Themenbereiche von Bedeutung: Popularisierung, Textverstehen und Wissensrepräsentation.

Zunächst war es notwendig, sich mit populärwissenschaftlichen Texten auseinanderzusetzen. Zur Bestimmung dieses Begriffs können folgende Punkte herangezogen werden: Gegenstand dieser Texte sind wissenschaftliche Erkenntnisse und Sachverhalte, bzw. technische Umsetzungen dieser Erkenntnisse. Sie suchen diese Erkenntnisse und Sachverhalte Adressaten zu vermitteln, die nicht zum Expertenkreis des jeweiligen Fachgebietes gehören. Ausgeschlossen werden können Texte, die sich nur scheinbar auf wissenschaftliche Erkenntnisse stützen (pseudowissenschaftliche Texte<sup>1</sup>) und solche, die an Adressaten gerichtet sind, die als Lernende des entsprechenden Fachgebietes gelten können. Da also grob umrissen solche Texte als populärwissenschaftlich eingestuft werden, die versuchen, fachliche und wissenschaftliche Zusammenhänge und Sachverhalte allgemeinverständlich auszudrücken, kamen die Themenbereiche Textverstehen und Textverständlichkeit hinzu. Hier spielen verschiedene Modelle der Verarbeitung sprachlicher Informationen eine Rolle. Damit betritt man bereits das Feld der Wissens- bzw. der Gedächtnispsychologie, die auch Ausgangspunkt und Grundlage für den dritten bedeutsamen Bereich war, - für die Wissensrepräsentation. Bei der Beschäftigung mit dem Thema Textverstehen spielen Fragen, Erkenntnisse und Theorien aus dem Bereich der Wissensrepräsentation ebenfalls eine Rolle.

Diese beiden Themenbereiche werden deshalb getrennt in zwei Kapiteln behandelt, da sie bei der vorliegenden Arbeit mit unterschiedlichen Zielsetzungen verbunden sind. Der Teil Textverstehen und Textverständlichkeit bezieht sich eher auf die Texte, während der Bereich der Wissensrepräsentation sich vor allem auf die Frage konzentriert, wie und ob man ihre theoretischen und methodischen Grundlagen zur Diagnose einsetzen kann, wenn es um die Wissensvermittlung in komplexen Texten geht.

Der Abschnitt zur Wissensrepräsentation steht deshalb vor dem Abschnitt über Textverstehen und Textverständlichkeit, weil dort Begriffe aus der Gedächtnispsychologie auftauchen, die einer vorherigen Erläuterung bedürfen.

---

<sup>1</sup> vgl. *CHERUBIM*, 1982: 83

## 1. Wissenschaft und Technik in der Öffentlichkeit

Über die Notwendigkeit der Popularisierung in der Kommunikation zwischen Wissenschaft und Gesellschaft ist bereits viel gesagt und geschrieben worden.

Die Auswirkungen des wissenschaftlichen und technischen Fortschritts auf die Gesellschaft sind deutlich. Das Anliegen der Gesellschaft, über diese Entwicklungen informiert zu werden, ist deshalb nur zu verständlich.

Die Entscheidung, ob wissenschaftliche Erkenntnisse ihren Weg zur Anwendung finden sollen, liegt nicht immer allein bei den Wissenschaftlern und den potentiellen Anwendern (man denke z.B. an die Gen-Technik). Hier behält sich die Gesellschaft (der Gesetzgeber) ein Einspruchsrecht vor, das sie jedoch nur dann sinnvoll wahrnehmen kann, wenn sie tatsächlich einen Einblick in das Geschehen hat.

Das wiederum setzt voraus, daß die Informationen auf eine Art vermittelt werden, die nicht nur für Experten verständlich ist. Hierbei treten jedoch häufig Probleme auf. So schreiben Bammé et al.:

*“Die Weitergabe wissenschaftlicher Erkenntnisse an die Gesellschaft geschieht heute weitgehend unabhängig von ihrer Verständlichkeit für Nicht-Experten (Laien). Das ist eine Tatsache - nur keine rühmliche. Aus dem Tatbestand, daß die Erkenntnisse an Experten (Anwendersysteme) weitergegeben werden, auf Bedarfsdeckung zu schließen, bedeutet Informationswünsche der Gesellschaft zu ignorieren.” (BAMMÉ ET AL., 1989: 18).*

Ein weiterer Grund für das Informationsbedürfnis des Laien liegt in der zunehmenden Technisierung des Alltagslebens. Hier sind Nicht-Experten oftmals vor Entscheidungen gestellt, die eine gewisse Sachkenntnis erfordern, wie z.B. beim Kauf eines Autos, Computers usw. Oder man möchte einfach nur erfahren, wie ein Gerät, das man ständig benutzt, denn nun eigentlich funktioniert.

In jedem Fall steht am Anfang der Kommunikation ein ausgeprägtes Wissensgefälle zwischen Sender und Empfänger. Fachleute (desselben Fachs) untereinander bedienen sich darüber hinaus einer Fachsprache, die gegenüber der Gemeinsprache lexikalische und syntaktische Besonderheiten aufweist. Obwohl sie im fachlichen Rahmen das Gelingen der Kommunikation und die Eindeutigkeit der Information gerade gewährleistet, kann sie deshalb in der fachexternen Kommunikation zur kommunikationshemmenden Barriere werden, so daß Vermittlung nötig wird.

## 2. Wissensrepräsentation und Wissensdiagnose

Bei dem Themenbereich der Wissensrepräsentation handelt es sich um ein Gebiet, das in mehreren Wissenschafts- und Forschungsbereichen von Bedeutung ist. Die Frage, in welcher Form menschliches Wissen vorliegt, wie es abgebildet werden kann und in welchem Verhältnis dieses Wissen eigentlich zu den betreffenden Sachverhalten in der Wirklichkeit steht, ist sowohl in der Psychologie als auch in Linguistik, Philosophie und der sogenannten KI-Forschung<sup>2</sup> von Bedeutung.

Gerade in den entsprechenden Teilgebieten der Psychologie stehen sich verschiedene Ansätze zur Wissensrepräsentation gegenüber. Dementsprechend wurden und werden zahlreiche Kontroversen ausgetragen. Eine ausführliche Besprechung dieser verschiedenen Ansätze würde den Rahmen dieser Arbeit jedoch sprengen.

Bei den Forschungen, die sich mit der Frage der Organisation von menschlichem Wissen im Gedächtnis beschäftigen, kann zunächst einmal zwischen Ansätzen, die sich in erster Linie mit den Encodierungsstrukturen zwischen den Begriffen beschäftigen (Makromodelle) und Ansätzen unterschieden werden, die die Repräsentationsform dieser Begriffe, d.h. ihre innerbegrifflichen Encodierungsstrukturen, zu erfassen trachten (Mikromodelle). Diese netzwerkartigen Modelle dienen der Erklärung, wie Informationen im Gedächtnis gespeichert und abgerufen werden. Die Netzwerke bestehen aus verschiedenen Elementen (Knoten) und aus den Verbindungen oder Relationen (Kanten), die zwischen ihnen bestehen. Sowohl Knoten als auch Kanten können Informationsträger sein.

Beim Vergleich der zugehörigen experimentellen Paradigmen zeigt sich, daß hier prinzipielle Unterschiede in der Art der Gedächtnisanforderungen bestehen. Die Anforderungen an das Gedächtnis bei Untersuchungen zum Faktenabruf (Behaltenstests an Wort-, Satzlisten) lassen sich zwar nicht auf das Kurzzeitgedächtnis beschränken, können aber auch nicht als reine Langzeitgedächtnisanforderung angesehen werden, da die Informationen nicht wirklich dauerhaft behalten werden.

In den Untersuchungen zur Wortbedeutung (Mikromodelle) wird das Testmaterial nicht vorher gelernt, sondern es wird das Wissen getestet, über das die Versuchspersonen permanent verfügen. Die Anforderungen beziehen sich also eindeutig auf das Langzeitgedächtnis. (vgl: KLIMESCH, 1988: 83)

Es liegt auf der Hand, daß bei menschlicher Informationsverarbeitung (z.B. Textverarbeitung), Mikro- und Makrostrukturen ineinandergreifen und eine isolierte Betrachtungsweise deshalb über die Phase der Modellbildung hinaus nicht sinnvoll sein kann.

Eine weitere Unterscheidung der verschiedenen Ansätze kann nach den in den Modellen angenommenen Repräsentationsformaten vorgenommen werden. Tergan unterscheidet Metho-

---

<sup>2</sup> die KI-Forschung, beschäftigt sich etwas mißverständlich ausgedrückt mit künstlicher Intelligenz, d.h. ihr Forschungsgebiet ist die Entwicklung sogenannter wissensbasierter datenverarbeitender Systeme.

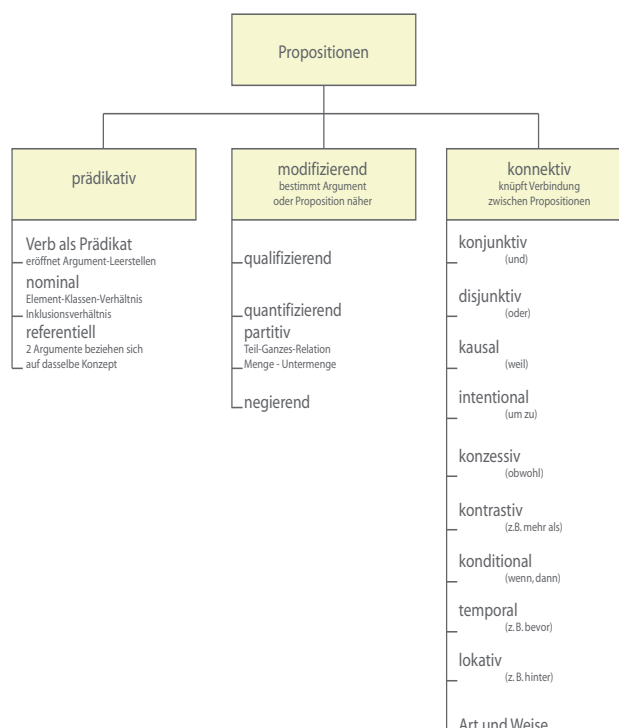
den auf der Grundlage semantischer Raum-Modelle, Methoden auf der Grundlage von Produktionssystemen und analoge Repräsentationsansätze. (TERGAN, 1986: 9)

Zu den Methoden auf der Grundlage semantischer Raum-Modelle (a.a.O.) zählen neben den psychometrischen Ansätzen, die mittels verschiedener Methoden die semantische Nähe bzw. Distanz zwischen verschiedenen Konzepten<sup>3</sup> eines bestimmten Inhaltsbereiches zu erfassen suchen, Netzwerkansätze, die entweder mit Daten arbeiten, die über Textanalyse-Techniken oder über Interview- und Struktur-lege-Techniken gewonnen wurden. Die verschiedenen Ansätze können hier leider nicht mit der eigentlich notwendigen Ausführlichkeit beschrieben werden. Lediglich die grundsätzlichen Zusammenhänge und Unterschiede sollen im Rahmen dieser Arbeit behandelt werden.

## 2.1. Der propositionale Ansatz

### 2.1.1. Propositionen und propositionale Netzwerke

Der Grundgedanke der propositionalen Ansätze ist, daß menschliches Wissen in Sinneinheiten, sogenannten Propositionen, zerlegt vorliegt. Dieser Ansatz ermöglicht einerseits die Darstellung von im Gedächtnis repräsentiertem Wissen, andererseits ist der propositionale Ansatz Bestandteil eines Modells zur Erklärung und Simulation von Textverarbeitungsprozessen. Propositionen setzen sich aus Konzepten (Knoten) zusammen, die durch Relationen (Kanten) miteinander verbunden sind. Dabei entstehen Prädikat-Argument Einheiten. Das Prädikat ist ein Relationskonzept in Form eines Verbs, Adjektivs oder einer Konjunktion, das eine Verbindung zwischen anderen Konzepten, den Argumenten, herstellt. Die Darstellung kann in Anlehnung an die Prädikatenlogik listenförmig oder graphisch erfolgen. In der graphischen Darstellung stehen Knoten für Konzepte und Pfeile für die semantischen Relationen zwischen den Knoten. Die so entstehende Struktur wird als von der sprachlichen Oberflächenstruktur unabhängige Tiefenstruktur eines Textes angesehen. Ein Überblick über die nach diesem Ansatz üblichen Propositionenarten wird in der folgenden Abbildung gegeben:



<sup>3</sup> in der Literatur sind die Benennungen 'Konzept' und 'Begriff' gleichermaßen verbreitet. In dieser Arbeit wird dort, wo sie sich auf Literatur bezieht, die Benennung jeweils übernommen, da oftmals die weiterführende Terminologie darauf aufbaut.

Zur kurzen Veranschaulichung der Überführung eines Textes in eine Propositionenliste und in ein Netzwerk sei hier das bei SCHNOTZ (1982: 222) aufgeführte Beispiel zitiert:

(S1) Die Psychoanalytiker befassen sich mit unbewussten psychischen Komplexen, um Neurosen zu heilen.

Die darin ausgedrückte Wissensstruktur läßt sich z. B. durch das semantische Netzwerk in Abb. 1. darstellen. Eine entsprechende Propositionenliste würde aus den folgenden Propositionen bestehen

- (P1) (BEFASSEN, Agent: PSYCHOANALYTIKER; Objekt: PSYCHISCHE KOMPLEXE)
- (P2) (ATTRIBUT VON, PSYCHISCHE KOMPLEXE, UNBEWUSST)
- (P3) (INTENTION, um...zu, P1, P4)
- (P4) (HEILEN, Agent: PSYCHOANALYTIKER, Objekt: NEUROSEN)

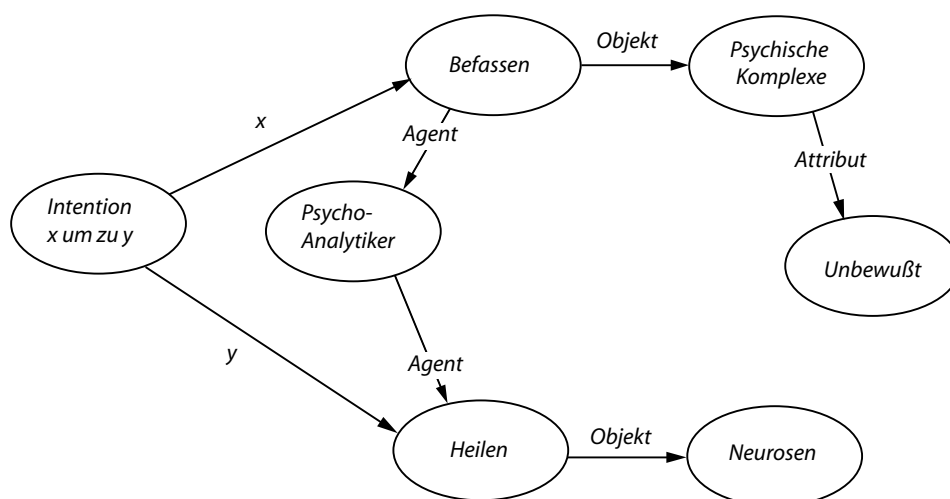


Abbildung 1: Beispiel für ein semantische Netzwerk

entnommen aus: SCHNOTZ, WOLFGANG (1982):  
 "Rekonstruktion von individuellen Wissensstrukturen", S. 222

### 2.1.2. Kohärenz

Texthaftigkeit, d.h. Kohärenz der Textelemente entsteht, wenn Propositionen untereinander durch Koreferenzen, Argumentüberlappungen oder Einbettungen miteinander verbunden sind.

Nach der Erstellung der auch Textbasis genannten Propositionsliste, kann aufgrund dieser formalen Wiederholungen ein Kohärenzgraph erstellt werden, mit dessen Hilfe die hierarchische Ordnung der Bedeutungseinheiten dargestellt und etwaige Kohärenzbrüche im Text sichtbar gemacht werden können.

Bei Argumentüberlappung taucht dasselbe Argument in der Propositionsliste wiederholt auf. Bei Einbettungen enthält eine Proposition eine andere als Argument.

### 2.1.3. Inferenzbildung

An der Textoberfläche sind oft nicht alle Argumente und Propositionen vorhanden, die zu einer kohärenten Textbasis führen. Der Leser muß an einigen Stellen eines Textes Inferenzen bilden, d.h. er muß selbst z.B. zur Kohärenzbildung nötige Propositionen bilden und einfügen. Ebenso kann der Konstrukteur der Textbasis diese zusätzlichen Propositionen in die implizite Textbasis einfügen.

Bei den Inferenzen unterscheidet man Präsuppositionen, Prämissen und Konsequenzen. Eine Aussage ist dann Präsupposition von einer anderen, wenn sie sowohl Voraussetzung für ihre Bejahung wie für ihre Verneinung ist.

Eine Prämisse ist eine Proposition, aus der andere folgerichtig abgeleitet werden können. Außerdem kann es nötig sein, Bestandteile einer Proposition zu inferieren, die nicht explizit in der Textbasis auftauchen. In dem Satz: "Peter hat gestern Abend zuviel getrunken" fehlt z.B. das Rollen-Argument des Objektes. (vgl. BALLSTAEDT ET AL., 1981:58). Die Beziehung zwischen aufeinanderfolgenden Propositionen wird oftmals nicht explizit ausgedrückt, so daß der Leser sie erst durch sogenannte konnektive Inferenzen erschließen muß. Fügt man diese Propositionen und Propositionsteile in die Textbasis ein, spricht man von der expliziten Textbasis.

Allerdings kann man bei der Erstellung der Textbasis oftmals nicht auf eigene Interpretationen verzichten, da es z.B. vorkommen kann, daß ein Konzept durch mehrere Wörter repräsentiert wird oder im umgekehrten Fall, sich ein Wort auf zwei oder mehrere verschiedene Konzepte beziehen kann. Auch bei der Bildung des Kohärenzgraphen können je nachdem, welche Proposition als hierarchisch höherstehend angesehen wird, aus einer sprachlichen Oberflächenstruktur mehrere Versionen des Kohärenzgraphen entstehen, die nach dem System begründ-

bar wären.

#### 2.1.4. Makropropositionen

Kintsch und van Dijk schlagen zur Bearbeitung von langen, komplexen Texten das Bilden von sogenannten Makropropositionen vor, die über Makrooperatoren gebildet werden. Im Textverarbeitungsmodell entspricht das den reduktiven Verarbeitungsprozessen, die zum Aufbau von Bedeutungsstrukturen dienen, die den Inhalt in verdichteter, auf das Wesentliche reduzierter Form repräsentieren (vgl. BALLSTAEDT ET AL., 1982: 69f). Es handelt sich dabei um Auslassen, Generalisation, Konstruktion, Integration, Selektion und Bündelung.

Bei der Bildung von Makropropositionen spielen Vorwissen und Interesse eine große Rolle. Auch der Analysator ist bei der Überführung der expliziten Textbasis in eine Makrostruktur auf sein individuelles Wissen angewiesen. Die dabei entstehenden Makrostrukturen sind ein Produkt inferentieller Prozesse. Hierzu schreiben Kintsch und van Dijk:

*“In general, the macrostructure of a book that exists in a reader’s mind as the memorial record of his or her interaction with the text will be rather sketchy, of course. Furthermore, it will represent only one of a set of possible macrostructures. Each reader, with particular goals and knowledge background, interacts with the text in a new way, producing a different macrostructure”* (KINTSCH/ v. DIJK, 1983: 53)

#### 2.1.5. Anwendung des propositionalen Ansatzes zur Wissensdiagnose

Anwendung findet diese Darstellungstechnik, wie bereits erwähnt, zur Repräsentation von Wissensstrukturen. Die Datenbasis bilden hier in jedem Fall sprachliche Äußerungen, die in gesprochener oder geschriebener Form vorliegen und die in Propositionen zerlegt werden. Soll diese Technik in der Wissensdiagnose Anwendung finden, wird wiederum sprachliches Material, zum Beispiel Textreproduktionen von Versuchspersonen, in ein propositionales Netzwerk überführt.

Bei solchen empirischen Untersuchungen zur Textverarbeitung erlauben Propositionslisten sowohl quantitative als auch qualitative Vergleiche zwischen der Textbasis der Versuchstexte und den Textwiedergaben der Versuchspersonen.

*“Bei der Beurteilung von Netzwerkstrukturen bieten sich folgende Parameter an: Anzahl der Knoten/Konzepte, Art der Knoten, Assoziationsstärke der Knoten, Anzahl und Art der Relationen, (durchschnittliche) Anzahl der Relationen pro Knoten, Distanz zwischen Knoten, Kohärenz (Grad der Vernetzung) Abstraktionsgrad der Knoten/ der Struktur (Hierarchieniveau), Komplexionsgrad der Struktur (Differenzierungsgrad) Widerspruchsfreiheit der Struktur, Übereinstimmung mit Kriteriumsstruktur (z.B. Sachstruktur, Inhaltsstruktur, Expertenstruktur), sowie kombinierte Maße (z.B. Verhältnis von Abstraktions- und Komplexionsgrad*



und Veränderungsparameter (z.B. Art und Anzahl von Umstrukturierungen).“ (TERGAN, 1986: 101)

Bei längeren Texten, bzw. bei der Darstellung des Wissens über komplexere Sachverhalte, ergeben sich Listen und Netzwerke, die ohne technische Hilfsmittel (entsprechende Computerprogramme) nicht mehr überschaubar und nicht ökonomisch zu bearbeiten sind. Das gilt für die entstehenden Makropropositionslisten und -netzwerke genauso, wie für die zugehörigen Textbasen.

Da mir solche Hilfsmittel für diese Untersuchung nicht zur Verfügung standen, schied der rein propositionale Ansatz zur Bearbeitung des sprachlichen Materials, das der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegt, von vornherein aus.

Auch TERGAN kritisiert:

*“Probleme bei Netzwerkdarstellungen auf propositionaler Basis ergeben sich bezüglich der Erfassung komplexerer Wissensstrukturen sowie Substrukturen mit hoher interner Kohärenz der Wissensinhalte. Da bei propositionalen Darstellungen in Netzwerkform Wissen über Begriffe, Sachverhalte, Ereignisse immer nur unter Verwendung einer Vielzahl von Knoten und Relationen möglich ist, wobei jedes Konzept nur einmal dargestellt wird, erscheinen Repräsentationen komplexer Wissensaspekte nicht nur unökonomisch und unübersichtlich, sondern auch psychologisch wenig angemessen. Vergleichbare Probleme ergeben sich bei Listendarstellungen von Propositionen.”* (TERGAN, 1986: 101f)

Die enge Anlehnung dieser Darstellungsweise an die sprachliche Form stellt für die vorliegende Arbeit zwar in gewisser Weise einen Vorteil dar, andererseits ist die Annahme, menschliches Wissen sei im Gedächtnis ausschließlich in diesem diskreten, teilweise auch digital genanntem Format repräsentiert, äußerst umstritten. Konkurrierende Ansätze gehen davon aus, daß Wissen entweder ausschließlich oder teilweise in anderen Formaten vorliegt. Hauptsächlich zu nennen wären hier prozeßhafte und analoge Wissensformate. (siehe Abschnitt 2.4. und 2.5.)

## 2.2. Semantische Netzwerke bei KLIX

Ein etwas anderer Ansatz zur Wissensrepräsentation im menschlichen Gedächtnis wird bei Klix (KLIX, 1984: 9-73) beschrieben und begründet. Hier findet die Binnenstruktur der Begriffe<sup>4</sup> größere Beachtung. Die Struktur eines Begriffes besteht aus einem Satz invarianter Merkmale, nach dem ein Objekt einer bestimmten Klasse zugeordnet werden kann. Jedes Merkmal hat ein bestimmtes Gewicht für den Typikalitätsgrad des Objektes für die Klasse. Es wird zwischen elementaren und komplexen (verarbeiteten) Merkmalen sowie zwischen obligatorischen und fakultativen Merkmalen unterschieden. Weiterhin wird davon ausgegangen, daß

---

<sup>4</sup> Die Benennung ‘Begriff’ habe ich in diesem Abschnitt beibehalten, da sie bei KLIX zur Bildung neuer Termini dient.

nicht alle möglichen Relationen zwischen den Begriffen explizit gespeichert werden, sondern *“daß neben und unabhängig von den Begriffen ein Prüfverfahren existiert, dessen Anwendung die Ähnlichkeitsfrage zu entscheiden gestattet.”* (KLIX, 1984: 11). Lediglich zwischenbegriffliche Relationen werden explizit gespeichert. Die Erkennung innerbegrifflicher Relationen, d.h. die Relationen zwischen Begriffen, die auf Grund begriffsinterner Merkmale gebildet werden, ist prozedural, liegt also nicht in expliziter Form vor.

Zu den innerbegrifflichen Relationen gehören: Attributrelation, Unter-Oberbegriffsrelation, Nebenordnungsrelation, Kontrastrelation, Komparativrelation. Als zwischenbegriffliche Relationen werden genannt: Handlungsträgerrelation (Agens belebt), Aktorrelation (Agens unbelebt), Lokationsrelation, Instrumentrelation, Objektrelation und Finalitätsrelation.

Die zwischenbegrifflichen Relationen bei Begriffspaaren können in unterschiedlichem Umfang weitere Begriffe anfordern. Da prädikative Argumente in ihren Beziehungen zum Prädikatsverb nicht gleichwertig sind, werden über eine Stelligkeitskennzeichnung hinaus, Gruppierungen semantischer Relationen zu Geschehenstypen zusammengefaßt.

Geschehenstypen beruhen auf einer Klassifizierung von bedeutungsähnlichen Ereignissen. Die so entstehenden Ereignisklassen sind durch bestimmte Konfigurationen von Begriffen gekennzeichnet.

Darüber hinaus wird menschliches Wissen bestimmten Orientierungsbereichen zugeordnet. Diese Bereiche stellen eine nach autobiographischen Aspekten entstandene Kollektion von Geschehenstypen dar.

### 2.3. Idea-mapping

Die in dieser Untersuchung zugrunde gelegte Darstellungsform orientiert sich an dem bei TERGAN (1986: 117 ff) vorgestellten Lernstrategie-Programm von ARMBRUSTER & ANDERSON.<sup>5</sup> Es handelt sich dabei um eine räumliche Darstellungstechnik von Textinformationen, die zunächst als Technik zur Verbesserung des Textverstehens entwickelt wurde, sich aber darüber hinaus dazu eignet, *“individuelles Wissen über die zentralen Konzepte und Interrelationen zwischen Konzepten innerhalb eines Gegenstandsbereiches abzubilden.”* (TERGAN, 1986:117)

Die Darstellungsweise unterscheidet sich insofern von anderen, netzwerkartigen Darstellungsformen, als bei den hierarchischen Konzeptstrukturen, sowohl Intension (Definitionen, Eigenschaften) als auch Extension (hier allgemein als Beispielrelation bezeichnet) innerhalb des jeweiligen Konzeptkästchens dargestellt werden.

Deshalb ergibt sich anstelle eines reinen Netzwerkes aus Knoten und Kanten eine Verschachtelung von Konzeptkästchen, die zur manuellen Bearbeitung wegen der größeren Übersicht-

---

<sup>5</sup> Hier wird Bezug auf TERGAN (1986) genommen, da die Originalliteratur, ARMBRUSTER, B.B./ ANDERSON, T.H., 1982: *“Idea-mapping: the technique and its use in classroom or simulating the ‘ups’ and ‘downs’ of reading comprehension.”* Reading Education Report No. 36, University of Illinois at Urbana-Champaign, nicht zur Verfügung stand.

lichkeit geeigneter ist.

Die grundlegenden Relationstypen sind: Beispiel, Eigenschaft, Vergleich, Zeitrelation, Ursache-Relation, Ermöglichungsrelation und die konditionale Relation.

Innerhalb dieses Repräsentationssystems können inhaltsbezogene Schemata eingefügt werden. Unterschieden werden hier auf eher abstrakte Konzepte bezogene statische Schemata, deren Leerstellen durch Eigenschaften und Attribute gefüllt werden und dynamische Schemata, wie zum Beispiel das Problemlösungsschema, dessen Leerstellen Ziel, Problem und Lösung wären.

Die Leerstellen bzw. Variablen der statischen Schemata können als die Merkmalsdimensionen des jeweiligen Oberbegriffes verstanden werden.

Innerhalb dieses Modells sind bei den Einträgen, die die Eigenschaften bzw. Merkmale der Konzepte und die Leerstellen der Schemata betreffen, Paraphrasierungen erlaubt. (siehe auch 5.1.)

## **2.4. Produktionssysteme**

Anders als die Techniken zur Erfassung von Wissenstrukturen, die auf semantischen Raum-Modellen basieren und die die statisch-deklarativen Wissenskomponenten akzentuieren, werden Wissenstrukturen bei den Produktionssystemen als dynamisch angesehen. Produktionen sind Bedingungs-Aktions-Einheiten, die als Wenn-dann-Beziehungen formuliert werden. Mit Hilfe dieser Einheiten kann eine Abfolge von Zuständen innerhalb eines informationsverarbeitenden Systems beschrieben werden. (vgl. TERGAN, 1986: 140)

In traditionellen Produktionssystemen ist noch davon ausgegangen worden, daß alles Wissen in Form von Produktionen vorläge. In neueren Modellen werden jedoch sowohl deklarative Wissenskomponenten (z.B. nach propositionalem Ansatz) als auch prozedurale (Produktionen) angenommen, die miteinander in Wechselwirkung stehen.

### *2.4.1. Anwendung von Produktionssystemen für die Wissensdiagnose*

Der Vorteil dieser Systeme besteht darin, daß mit ihrer Hilfe Handlungswissen erfaßt werden kann und Problemlösungsprozesse dargestellt und simuliert werden können, die beim propositionalen Ansatz vernachlässigt werden.

Als Methoden zur Erhebung dieser prozeßbezogenen Daten kommen Lautes Denken und die Aufzeichnung und Analyse der Blickbewegungen der Versuchspersonen in Frage.

Allerdings treten bei der Überführung von Verbalprotokollen von Versuchspersonen über die

Durchführung von Problemlöseaufgaben ebenso theoretische wie praktische Probleme auf. Zunächst stellt sich die Frage, ob man aus den Verbaldaten überhaupt Rückschlüsse auf vorhandenes Handlungswissen ziehen kann. Außerdem kommt man bei der Transformation der Verbaldaten in Produktionen nicht ohne eigene Interpretation aus, obwohl Hinweiswörter wie 'wenn - dann' eine Hilfestellung bieten.

## 2.5. Analoge Repräsentationsansätze

Die Vorstellungsforschung beschäftigt sich mit der Frage, welche Funktion und welcher Erklärungswert Vorstellungen bei der menschlichen Informationsverarbeitung zukommt. Selbst Kritiker dieser Ansätze gehen heute nicht mehr soweit, "*die Existenz und subjektive Bedeutung von Vorstellungserfahrungen zu leugnen.*" (WIPPICH, 1984: 119).

Vor allem in Behaltensversuchen nachgewiesene höhere Behaltensleistungen bei Bildern und bildhaften Ausdrücken führten zur Entwicklung von Modellen, die analog repräsentierte Wissenskomponenten berücksichtigen, da diese Behaltensvorteile innerhalb des propositionalen Modells kaum erklärbar sind.

Unter analoger Repräsentation werden Abbildungen verstanden, die zumindest einige Eigenschaften des abzubildenden Objektes beibehalten, also den äußeren Gegebenheiten in einer bestimmten Weise ähneln. Sie basieren auf dem Vorhandensein von Analogien zwischen Systemen oder Gegenständen, wie z.B. Struktur- und Funktionsanalogien.

### 2.5.1. Mentale Modelle

Die Forschung zu sogenannten mentalen Modellen befaßt sich mit analogen Repräsentationsformaten unter veränderter Blickrichtung. Hier steht die Frage im Mittelpunkt, was Menschen dazu befähigt, sich reale, z.B. physikalische Prozesse wie die Funktionsweise einer Dampfmaschine durch "mentale Simulationen" zu veranschaulichen und basierend darauf Voraussagen über die zu erwartenden Ergebnisse dieser realen Prozesse treffen zu können.

Zur Erklärung dieses Phänomens wird angenommen, daß "*Menschen im Umgang mit der Umwelt, mit anderen Menschen, mit technologischen Produkten mentale Repräsentationen, sog. mentale Modelle, aufbauen, in denen Struktur- und Prozeßmerkmale realer Phänomene in analoger Form abgebildet sind und die von daher z.B. eine 'mentale Simulation' von Prozessen realer Systeme ermöglichen.*" (TERGAN, 1982: 162)

Im Gegensatz zur propositionalen Repräsentation, deren Zeichenvorrat zwar durch die große Anzahl von Konzepten und den möglichen Verknüpfungen sehr groß ist, die aber dennoch auf einer Kombination von diskreten Informationseinheiten fußt, handelt es sich bei menta-

len Modellen um eine ganzheitliche analoge Repräsentation der darzustellenden Sachverhalte. (vgl. SCHNOTZ, 1986: 310)

Befunde, die sich in Versuchen ergaben, in denen die VP mehrstufige Ordnungsaufgaben des Musters *“Pit ist größer als Jan. Heinz ist größer als Pit. Wolfgang ist größer als Heinz... Ist Wolfgang größer als Jan?”* zu lösen hatten, konnten die Annahme der psychologischen Relevanz von analogen mentalen Modellen untermauern.

Es ergab sich, daß, obwohl nicht benachbarte Paare nicht explizit genannt wurden und zu ihrer Erschließung nach dem propositionalen Modell Ableitungsprozesse nötig wären, die die Reaktionszeit verlängern würden, die Antwortzeit mit wachsender inferentieller Distanz abfiel (semantischer Distanzeffekt). Hierzu schreiben KRAUSE und WYSOTZKI:

*“Der Widerspruch zwischen Erwartung und Beobachtung ist nur dann aufklärbar, wenn man unter dieser Anforderung den Gedanken einer propositionalen Repräsentation verwirft und annimmt, daß die einzelnen Sätze zu einer **kognitiven Struktur** integriert werden, die sich dadurch auszeichnet, daß der Inferenzprozeß zu einem Vergleichsprozeß über der Struktur vereinfacht wird.”* (KRAUSE/WYSOTZKI, 1984: 125)

Modelle sind in diesem Sinne zweckgerichtete Beschreibungen eines Ausschnittes der Realität (Bezugssystem) unter einem bestimmten Aspekt (Sichtweise) und auf einem bestimmten Niveau (Abstraktionsgrad und Detailliertheit). Deshalb sind zu einem bestimmten Bezugssystem jeweils mehrere Modelle möglich, die sich bezüglich des akzentuierten Aspekts und dem Grad der Detailliertheit unterscheiden. (vgl. TERGAN, 1986: 164)

Dabei können für die Repräsentation physikalischer Systeme drei Formen der Repräsentation unterschieden werden: die naive, die physikalische und die mathematische Repräsentation.

Bei der naiven Repräsentation werden vertraute Objekte des Alltagslebens als konstitutive Elemente des Problemraumes angenommen (a.a.O.: 169).

Die physikalische Repräsentation basiert im Unterschied dazu auf Konzepten, *“die ihre Bedeutung aus dem Kontext der formalen Physik herleiten.”* (ebd.) Grundsätzlich beziehen sich beide Repräsentationsformen auf ‘vorstellbare’ Informationsinhalte. Auch bei abstrakteren physikalischen Phänomenen sind häufig korrespondierende, vorstellbare Repräsentationen möglich. Tergan nennt hier die Energiezustände eines Atoms, die über Energieniveaus vorstellbar sind.<sup>6</sup>

Für beide Repräsentationsformen gelten qualitative Schlußfolgerungsregeln. In einer naiven Repräsentation werden die neuen Informationen (also die Schlußfolgerungen) dabei entsprechend der zeitlichen Abfolge der Ereignisse erzeugt, während es in einer physikalischen Repräsentation möglich ist, zeitunabhängig in jeder beliebigen Reihenfolge neue Informationen zu generieren. (siehe auch Abschnitt 4.1.3. zur Linearisierung als Strategie der Popularisierung)

2.5.2. Anwendung für die Wissensdiagnose

---

<sup>6</sup> siehe Abschnitt 5.3.1., A8 und A9.

Eine verbreitete Methode zur Erfassung von Daten über mentale Modelle ist wie bei den Produktionssystemen die Methode des Lauten Denkens und die anschließende Analyse der entstehenden Protokolle. Diese Methode kann durch Interview-Techniken, Verhaltensbeobachtungen und Mapping-Techniken ergänzt werden.

### 3. Textverstehen und Textverständlichkeit

#### 3.1. Textverstehen

##### 3.1.1. Subsemantische Verarbeitungsprozesse

In dieser Arbeit soll auf die subsemantischen Verarbeitungsprozesse nur am Rande eingegangen werden. Auf der untersten Ebene der Textverarbeitung stehen visuelle Prozesse, in denen Informationen bereitgestellt werden, die in weiteren Verarbeitungsabläufen mit Bedeutung versehen werden. Bei Untersuchungen der Blickbewegungen während des Lesens hat sich herausgestellt, daß der Blick mit sogenannten saccadischen Augenbewegungen von einer Textstelle zur nächsten springt und nicht kontinuierlich über die Zeilen gleitet. Die Sprünge sind zielgerichtet. Auf einen Sprung folgen dann Fixationen, deren Fixationspunkt genau in das foveale Feld, den Bereich des schärfsten Sehens auf der Netzhaut, fällt. Während der Sprünge ist das Schriftbild verwischt.

“Die Informationsaufnahme findet einmal im fovealen Feld um den Fixationspunkt statt, in das etwa 10 Buchstaben fallen (McConkie & Rayner, 1974). Informationen werden aber auch außerhalb des fixierten Feldes ausgewertet, wo die Sehschärfe stark nachläßt. Bei diesem sog. peripheren Sehen sind nur grobe Merkmale der Schrift wie z. B. Wortumrisse, Großbuchstaben und Wortlängen erkennbar (RAYNER, 1979).” (BALLSTAEDT ET AL., 1981: 42)

Zur Frage, ob aus dem fovealen Feld die Informationen buchstaben-, wortgruppen- oder wortweise entnommen werden, liegen widersprüchliche Befunde vor. Es wird angenommen, daß dies je nach Kompetenz des Lesers und der Geläufigkeit und Schwierigkeit der Wörter schwankt, bzw. flexibel gehandhabt wird.

Strittig ist auch die Frage, ob der Zugang zur Wortbedeutung direkt aufgrund der visuellen Analyse oder erst nach einer phonetischen (Um-) Recodierung erfolgt.

##### 3.1.2. Rezeption und Recodierung

Mit Rezeption und (Re)codierung sind diejenigen Vorgänge gemeint, die beim Rezipienten ablaufen, wenn sprachliche Informationen behalten bzw. ‘verstanden’ werden sollen. Die Recodierprozesse laufen dabei auf allen Ebenen der Textverarbeitung ab. Eine Buchstabenfolge zum Beispiel wird zu Einheiten auf Wortebene recodiert, Wörter entweder kategorial zu Oberbegriffen oder zu Einheiten auf Satzebene. Ist es dem Rezipienten gelungen, die Einzelinformationen zu einer umfassenderen Gedächtniseinheit zu recodieren, ist der übergeordnete Code Grundlage der Speicherung (vgl. BOCK, 1978:12). Die Recodierung zu einer übergeordneten Einheit kann nur dann gelingen, wenn diese im Sprachgedächtnis, d.h. im Langzeitgedächtnis, vorhanden ist. Es wird also auf Wissen zurückgegriffen, über das der Rezipient bereits verfügt.

Deshalb ist nach BOCK (ebd.) die Recodierung als ein Prozeß anzusehen, der auf semantischer Ebene stattfindet.

Gestützt wird diese Annahme z.B. durch die Resultate von Untersuchungen, nach denen sinnlose Buchstabensequenzen auch dann langsamer wahrgenommen werden als sinnvolle, wenn in beiden Fällen die Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen den Buchstaben gleich sind.

Die Recodierprozesse sind dabei, wie bereits erwähnt, auf allen 'Ebenen' der sprachlichen Informationsverarbeitung von Bedeutung. Wie Behaltenstests ergaben, spielen dabei Organisationskerne eine Rolle, die besser behalten und eher reproduziert werden als das sonst dargebotene Material. Bei kategorialer Recodierung von Wörtern können z.B. Oberbegriffe als solche Organisationskerne dienen. Bei der Satzverarbeitung erfolgt die Recodierung mit Hilfe eines Satzteils als Organisationskern. In Behaltenstests wurde festgestellt, daß diese Funktion nicht, wie es der propositionale Ansatz vermuten läßt, vom Verb übernommen wird, sondern eher vom logischen oder vom grammatischen Subjekt. Der Syntax kommt nach BOCK (1978) dabei die Organisationsfunktion zu. Bei der Recodierung auf der Textebene erfüllen Elemente sogenannter story grammars oder entsprechender Superstrukturen für die verschiedenen anderen Textsorten die Organisationskern-Funktion (vgl. BOCK, 1978: 60ff ; BALLSTAEDT ET AL. 1981: 74).

### 3.1.3. *Semantisch-syntaktische Verarbeitungsprozesse*

Mit einer anderen Gewichtung der Syntax, nämlich als semantisch-syntaktische Verarbeitung eines Textes, die parallel zur Worterkennung stattfindet, wird das Satzverstehen bei Ballstaedt et al. gesehen. Die Erschließung der im Satz repräsentierten Verbindungen zwischen den Konzepten oder Bedeutungseinheiten, läßt sich als ein Zusammenspiel von textgeleiteten und schemageleiteten Verarbeitungsprozessen beschreiben. Dabei findet sowohl die semantische als auch die syntaktische Verarbeitung statt. Dazu Ballstaedt et al.:

*“Bei der Extraktion von Propositionen ergänzen sich im Normalfall semantische und syntaktische Prozesse in einer Weise, daß wir von einer semantisch-syntaktischen Verarbeitung sprechen müssen.”* (BALLSTAEDT ET AL., 1981: 47)

Die Kombination von semantischen und syntaktischen Verarbeitungsschritten erlaubt es dem Leser die an der Textoberfläche gegebenen Informationen wieder in ein Netzwerk zu überführen. Zur semantischen Analyse benutzt er sein Vorwissen und die Schemata über Zusammenhänge der Realität, über die er verfügt. Bei der syntaktischen Analyse setzt er sein Wissen über die konventionalisierten Verbindungen von Worten durch die Syntax ein. Führt eine der Komponenten zu Mehrdeutigkeiten, können Hinweise, die sich aus der jeweils anderen Analysekomponente ergeben, zur Vereindeutigung genutzt werden (vgl. BALLSTAEDT ET AL., 1981: 51).



### *3.1.4. Textverstehen nach propositionalen Modellen*

Eine Beschreibung des Textverarbeitungsmodelles auf der Basis propositionaler Ansätze ist teilweise bereits in den Abschnitten 2.1 bis 2.1.4. der vorliegenden Arbeit geschehen. Danach werden beim Textverstehen Wissensstrukturen gebildet, die aus semantischen Einheiten, den Propositionen, bestehen. Diese Propositionen lassen sich untereinander auf Grund von Koreferenzen, Argumentüberlappungen und Einbettungen zu einem kohärenten Ganzen verbinden. Die Extraktion von Propositionen und die Kohärenzbildung erfolgt nach diesem Modell zyklisch. Pro Zyklus wird eine bestimmte Anzahl von Sätzen bzw. Phrasen ins Arbeitsgedächtnis eingelesen und verarbeitet. Jeweils eine bestimmte Anzahl der bisher verarbeiteten Propositionen wird in einen Kurzzeitspeicher, der als Teil des Arbeitsgedächtnisses angesehen wird, übertragen, um die Verknüpfung der jeweils neuen Propositionen mit dem schon Gelesenen zu ermöglichen. Die Kapazität dieses Kurzzeitspeichers ist begrenzt. Nur wenn die Anknüpfungspunkte für die neuen Propositionen noch im Kurzzeitgedächtnis gespeichert sind, verläuft die Textverarbeitung reibungslos. Ist das nicht der Fall, muß im Langzeitgedächtnis nach den Anknüpfungspunkten gesucht werden, was einen höheren Verarbeitungsaufwand bedeutet. Liegt ein Kohärenzbruch vor, muß der Leser Propositionen selbst generieren (Inferenzen), um eine Verknüpfung vorzunehmen.

Ist eine Anknüpfung der neuen Propositionen auch dann nicht möglich, muß eine Umstrukturierung der bisher gebildeten Struktur vorgenommen werden. Durch elaborative Prozesse wird die Verbindung der entstehenden Struktur mit dem Vorwissen hergestellt.

Textverstehen wird nach diesem Modell als ein additives Aneinanderfügen von semantischen Einheiten (Elementen) verstanden, als Zusammensetzung einer Art Puzzle, dessen fehlende Teilchen vom Leser ergänzt werden müssen (vgl. SCHNOTZ, 1986: 302). SCHNOTZ (ebd.) bezeichnet diese Auffassung des Textverstehens deshalb als additiv-elementaristisch.

### *3.1.5. Textverstehen als Aufbau mentaler Modelle*

Im Gegensatz zur im vorigen Abschnitt erläuterten additiv-elementaristischen Auffassung geht die holistische Auffassung davon aus, daß beim Textverstehen von Anfang an eine ganzheitliche mentale Repräsentation gebildet wird, deren Komplexität und Integriertheit nicht erst allmählich durch die Akkumulation semantischer Einheiten entstehen. Inferenzbildungen verfolgen hier nicht die Vervollständigung der Kohärenzstruktur des Textes, sondern werden von den Anforderungen der Konstruktion eines mentalen Modells geleitet. Dieses mentale Modell wird dann während der Textverarbeitung ständig auf seine Übereinstimmung mit dem Text, auf seine Folgerichtigkeit in Bezug auf das Vorwissen und auf seine innere Verbundenheit und Vollständigkeit hin überprüft.

### 3.2. Textverständlichkeit

Der Begriff der Textverständlichkeit bezieht sich im konkreten Fall immer auch auf einen Empfänger, in diesem Fall auf einen Leser, für den ein Text entweder gut oder schwer verständlich ist. Textverständlichkeit hängt von den Merkmalen des jeweiligen Textes ebenso ab, wie von den Merkmalen des Rezipienten (vgl. BALLSTAEDT ET AL.,1981: 19).

Obwohl bei Fragen der Textverständlichkeit beide Seiten, sowohl Text als auch Leser von Bedeutung sind, orientiert sich die Analyse hier eher an den Merkmalen eines Textes, die sich auf seinen Schwierigkeitsgrad auswirken.

Hier sollen zwei Verständlichkeitskonzeptionen kurz vorgestellt werden.

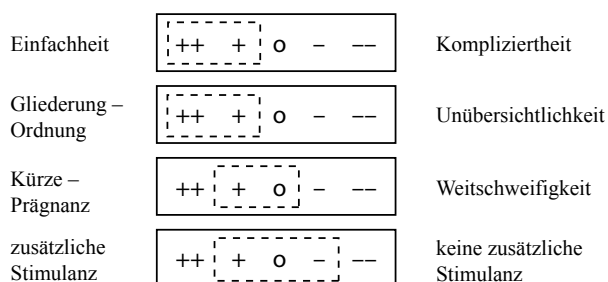
#### 3.2.1. Hamburger Verständlichkeitskonzeption

Dieser Ansatz zur Beurteilung der Verständlichkeit von Texten<sup>7</sup> beruht auf einem Rating-Ansatz: Die Texte werden hinsichtlich bestimmter Textmerkmale von Experten bewertet. Dabei werden Ausprägungen dieser Merkmale nach einer Skala von -2 bis +2 eingestuft, deren Extreme durch Gegensatzpaare, wie abstrakt/ konkret, anschaulich/ unanschaulich gebildet werden.

Bei diesen Ratings ergaben sich vier Dimensionen oder Eigenschaftsbereiche, die für die Textverständlichkeit von Bedeutung sind:

- sprachliche Einfachheit
- Gliederung/ Ordnung
- Kürze/ Prägnanz
- zusätzliche Stimulanz. (vgl.LANGER, 1979: 231)

Als optimale Ausprägung ergaben sich hohe Einfachheit und Gliederung, mittlere Kürze und Prägnanz sowie mittlere zusätzliche Anregung (siehe Abbildung).



Mit Stricheln ist der Bereich umrandet, der für die Verständlichkeit anzustreben ist

Abbildung nach: LANGER, INGHARD (1979):  
"Verständliche Gestaltung von Fachtexten", S. 231

<sup>7</sup> es geht um die verständliche Gestaltung von Fachtexten.

*Einfachheit* betrifft vor allem Satzbau und Wortwahl. Die Dimension *Gliederung/ Ordnung* bezieht sich auf die innere Folgerichtigkeit und äußere Gliederung eines Textes. Die Textstruktur sollte sich möglichst an der Sachstruktur orientieren. In der Dimension der *Kürze und Prägnanz* soll der Sprachaufwand im Verhältnis zum Informationsziel erfaßt werden. Auf inhaltlicher Ebene sollen nicht notwendige Einzelheiten und Abschweifungen vom Thema vermieden werden, auf sprachlicher Ebene weitschweifige Formulierungen, Wiederholungen und Füllwörter. *Zusätzliche Stimulanz* betrifft die Mittel, die beim Leser Interesse und persönliche Anteilnahme hervorrufen sollen, wie wörtliche Rede, Beispiele aus der Erlebniswelt des Lesers, Dramatisierungen und effekthaschende Formulierungen. Hier ist darauf zu achten, nicht durch den übertriebenen Einsatz zusätzlicher Stimulanzien, die eigentlich zu übermittelnden Informationen zu überdecken.

### 3.2.2. Verständlichkeitskonzeption von Groeben

Zur Untersuchung der Faktoren, die die Textverständlichkeit beeinflussen, wurden Texte in bezug auf mehrere Dimensionen variiert<sup>8</sup>: inhaltliche Dichte/ semantische Redundanz, syntaktische (ästhetische) Informationen und inhaltliche Strukturierung. Nach GROEBEN hat die zuletzt genannte Dimension der inhaltlichen Strukturierung den größten Einfluß auf die Verständlichkeit eines Textes. Zunächst soll aber auf die beiden anderen Dimensionen eingegangen werden.

*Syntaktisch-ästhetische Dimension*: Nominalisierungen und Verwendung negativer, passiver oder passiv-negativer Formulierungen erschweren das Verständnis, wobei die Reversibilität der Passivsätze ebenfalls eine Rolle spielt (irreversible Passivsätze, in denen die Rollen Subjekt und Objekt nicht vertauscht werden können, erschweren das Verständnis nicht nachweisbar). Ebenso wirken sich die Ballung von Inhaltsworten, lange Satzteile und Satzschachtelungen negativ auf die Textverständlichkeit aus. Allerdings haben die Untersuchungen mit Texten, die in dieser Hinsicht vereinfacht wurden, ergeben, daß eine Erhöhung der Verständlichkeit der Texte für die Versuchspersonen nicht eintrat. Ein Versuch der Erklärung dieses unerwarteten Ergebnisses ist die Vermutung, daß eine einfache stilistische Formulierung den Erwartungen der Leser in bezug auf den sprachlichen Komplexitätsgrad des Textes zuwiderlief (vgl. a.a.O.: 119).

*Dimension der inhaltlichen Dichte/semantischen Redundanz*: Ausgehend von der Annahme, daß Redundanz einen einprägungsfördernden Einfluß ausübt, wurde die Redundanz der in der Untersuchung verwendeten Texte durch die Einfügung synonyme Wiederholungen erhöht. Dabei ergab sich, daß die Verständlichkeit nur durch einfache Formen der Redundanz-einführung (fast wörtliche Wiederholungen) erhöht wurde und daß dieser Effekt "am ehesten bei einem mittleren sprachlichen Komplexitätsgrad" eintrat. (GROEBEN 1978: 120f)

*Dimension der inhaltlichen Strukturierung*: Die Veränderungen, die an den Texten in bezug

---

<sup>8</sup> Es handelt sich hierbei um eine Untersuchung zur Verständlichkeit von Unterrichtstexten. (GROEBEN, 1978)

auf diese Dimension vorgenommen wurden, betrafen sowohl die kognitive Strukturierung als auch die Erzeugung konzeptueller Konflikte durch den Text. Auf der einen Seite kann durch eine eindeutige, möglichst widerspruchsfreie und stimmige Subsumptionsstruktur, die die neuen, zu 'lernenden' Informationen mit den bereits etablierten Konzepten in Verbindung bringt, ein hohes Maß an Verständlichkeit und guter Behaltensleistung im Hinblick auf konzeptuelles Lernen erreicht werden. Auf der anderen Seite unterstützen konfliktevozierende Textpassagen die Integration von Einzelinformationen (faktuelles Lernen), die zwar *“der konzeptuellen Durchdringung beim Lern- und Behaltensvorgang starke Hindernisse entgegensetzen”* (a.a.O.: 127), aber im Zusammenspiel mit der konzeptuellen Strukturierung eine optimale Inhaltsstruktur bilden. Demnach ist in dieser Dimension eine mittlere Verständlichkeit anzustreben. Die Art der Konzeptualisierung soll dabei die kognitiven Strukturen des Rezipienten berücksichtigen, sich ihnen jedoch aus Gründen der Interessesteigerung nicht völlig anpassen. Außerdem sollte die konfliktevozierende Darstellung aus dem Bereich der faktuellen Information möglichst weit in den Bereich konzeptueller Strukturierung verschoben werden, wobei aber darauf zu achten ist, daß der Leser immer noch eine eindeutige Zuordnung und kognitive Strukturierung vornehmen kann.

## 4. Popularisierung

Bereits unter Abschnitt 1 wurde erwähnt, daß in der Kommunikation zwischen Fachleuten und Laien Vermittlung nötig werden kann, um Verständigungsprobleme zu überwinden. Aus dieser Sichtweise (Fachsprache vs. Gemeinsprache) kann man einen populärwissenschaftlichen Text als eine Art intralinguale Übersetzung verstehen. So schreibt B. Handwerker:

*“Unter dem Etikett Übersetzen finden wir auch die Phänomene sprachlicher Wissensvermittlung, die gemeinhin als Popularisierung oder explizit als populärwissenschaftliche Übersetzung bezeichnet werden und deren Beschreibung Instrumente erfordert, die gleichermaßen für inter- und intralinguale Übersetzungsprozesse relevant sind.”* (HANDWERKER, 1990: 380)

Neben den im engeren Sinn sprachlichen, d.h. den syntaktischen und lexikalischen Veränderungen werden jedoch bei der Popularisierung oftmals noch andere Transformationen vorgenommen. Es findet z.B. eine Auswahl der Informationen, Einbettungen in einen anderen (dem Leser evtl. vertrauteren) Kontext und gegebenenfalls eine Verschiebung der dominierenden Textfunktionen beispielsweise von der Darstellungsfunktion zur Appellfunktion statt. Beispiel für die zuletzt genannte Transformationsart sind die zahlreichen Artikel, die in Tageszeitungen und Publikumszeitschriften zum Thema Atomkraft und Energieversorgung erscheinen, bzw. erschienen sind. Hier sollen auch und ev. sogar vordergründig die verschiedenen Positionen, die man gegenüber der Technik einnehmen kann, vermittelt werden. Allerdings werden diese eher argumentativen Texte nicht durchgängig zu der hier zu untersuchenden Textsorte gezählt.

*“Länger diskutiert (im Rahmen einer Tagung, d. Verf.) wurde dann auch das Problem, ob populärwissenschaftliche Texte tendenziöser sein können oder dürfen, als wissenschaftliche Texte, (...)”* (CHERUBIM, 1982: 85)

Die Entscheidung, ob ein bestimmter Text, der argumentative Elemente aufweist, noch oder schon nicht mehr zu den populärwissenschaftlichen Texten zu rechnen ist, dürfte allein anhand dieses Kriteriums nicht immer leicht zu treffen sein und es scheint deshalb kaum sinnvoll, diese Ausgrenzung vorzunehmen.

Gehören jedoch auch Texte argumentativer Prägung in die Sparte der populärwissenschaftlichen Texte, wird deutlich, daß bei der Popularisierung oftmals neben den intralingualen Übersetzungen noch andere Transformationen vorgenommen werden können, da mit jeder sprachlichen Äußerung eine mit bestimmten Intentionen verbundene, gerichtete Handlung ausgeführt wird und die Anforderungen an eine Übersetzung im herkömmlichen Sinne gerade wäre, möglichst große Äquivalenz zwischen Ausgangstext und Zieltext zu erreichen.

WIMMER sieht auch die Einbettung in einen anderen, dem Leser vertrauteren Kontext, die Vermittlung zwischen den Erfahrungswelten, als Aufgabe, die über eine “Übersetzungstätigkeit” hinaus geht:

*“Die Aufgabe des Verfassers von populärwissenschaftlichen Texten besteht ja nicht einfach darin, wissenschaftliche Texte in eine andere Sprache zu übersetzen. Er muß vielmehr wissenschaftliche Erkenntnisse und Ergebnisse gemäß veränderter Rezeptionsbedingungen in neuartiger Weise präsentieren, und darin liegen die eigentlichen Schwierigkeiten. Das Konzept der Übersetzung, wie wir es aus der Sprachmittlung zwischen verschiedenen Sprachen (...) kennen, trägt hier nicht sehr weit, geht es doch darum, nicht nur verschiedene, historisch gewachsene Sprach- und Ausdrucksformen miteinander zu vermitteln, sondern auch die jeweils hinter dem mehr Äußerlich-Sprachlichen stehenden Erkenntnis- und Wissenssysteme in einen kommunikativen Zusammenhang zu bringen.” (WIMMER, 1982: 29)*

Die Analogie zu den Übersetzungsprozessen bleibt aber in jedem Falle sinnvoll und hilfreich, auch wenn sie eher dazu dient, in Abgrenzung zur Übersetzung Merkmale popularisierender Darstellungen herauszustellen.

So wird bei Mortureux eine Besonderheit von populärwissenschaftlichen Texten erwähnt, die sie von herkömmlichen Übersetzungen unterscheiden:

*“Une des principales raisons - sinon ‘la’ raison - alléguées pour justifier la nécessité de la vulgarisation tient à l’obstacle que constitueraient pour la diffusion des connaissances dans un large public l’existence, la structure et le fonctionnement, des ‘terminologies’, ressenties comme autant de ‘jargons’ par les non-spécialistes.*

*Le traitement de ces terminologies est alors l’un des problèmes majeurs à résoudre; or, un trait caractéristique de la vulgarisation, qui l’oppose à une traduction, c’est que des éléments de terminologie - c’est-à-dire des segments du discours-source - figurent dans l’énoncé vulgarisateur, en co-occurrence avec une paraphrase; (...)” (MORTUREUX, 1982: 50)*

Im Gegensatz zur Übersetzung, in der in der Regel keine Elemente des Ausgangstextes auftauchen, treten im populärwissenschaftlichen Text Termini als Elemente des Ausgangstextes zusammen mit einer gemeinsprachlichen, erläuternden Paraphrase<sup>9</sup> auf.

In ähnlicher Weise sieht AUTHIER (1982: 35) populärwissenschaftliche Texte als Zusammenspiel von Übersetzung, Zusammenfassung und didaktischen Elementen, die der Aufbereitung des Themas für eine bestimmte Zielgruppe dienen. Gleichzeitig zeichnen sich diese Texte häufig durch eine regelrechte, explizit formulierte Inszenierung der Kommunikationssituation aus, in der sich fachsprachliche mit gemeinsprachlichen Elementen abwechseln.

---

<sup>9</sup> Auf den Umgang mit Termini in populärwissenschaftlichen Texten werde ich später noch genauer eingehen. (siehe Abschnitt 4.2.)

## 4.1. Strategien der Popularisierung

### 4.1.1 Auswahl, Reduktion und Schematisierung von Informationen

Der erste Schritt besteht darin, ein Wissensgebiet auszusuchen, über das ein Text entstehen soll. Der Unterschied zur Bearbeitung eines Fachgebietes zur Kommunikation unter Fachleuten kann sowohl die Breite, also die Frage, ob alle Bereiche des Gebietes gleichermaßen behandelt werden, als auch die Tiefe betreffen. Der Popularisator wählt also Teile des Ausgangstextes (bzw. der in ihm repräsentierten Sachstruktur) zur Reformulierung aus und läßt andere unbeachtet. Hierzu gehören verkürzte, vereinfachte und schematisierte Darstellungen komplexerer Sachverhalte. Die Auswahl erfolgt dabei möglichst zielgruppengerecht. Berücksichtigt werden sollten dabei das Vorwissen, die sprachliche Kompetenz und Interessenlage, die für die jeweilige Zielgruppe angenommen bzw. vorausgesetzt werden.

### 4.1.2. Umgang mit Termini

Weiter oben wurde bereits erwähnt, daß Termini durchaus in populärwissenschaftlichen Texten auftauchen, jedoch in der Regel im Text erläutert werden. Voraussehbar unbekannte Termini werden mit entsprechend erklärendem und verdeutlichendem Aufwand (sowohl sprachlichen als auch nicht sprachlichen Charakters) eingeführt, um sie als bekannt voraussetzen und benutzen zu können. Hier bestehen zwei Möglichkeiten. Entweder der erklärende Kontext folgt dem Terminus (anaphorischer Erklärungskontext), oder er bereitet den Terminus vor (kataphorischer Erklärungskontext).<sup>10</sup> Betrachtet man den Terminus als das rhematische Element, als die neue, noch unbekannte Information, den Erklärungskontext hingegen als das bereits bekannte Thema, ergibt sich im ersten Fall des anaphorischen Erklärungskontextes eine Rhema-Thema-Abfolge, die dem gängigen Informationsprofil des Französischen wie des Deutschen nicht entspricht. Nach KALVERKÄMPER wird jedoch bei der Erläuterung von Termini die anaphorische Form bevorzugt:

*“Die Erklärungskontexte in ihrer Stellung zu dem Sprachzeichen, das sie erklären, hier also zum Fachwort (Terminus), finden sich vorzugsweise in der Abfolge von Rhema (dem Neuen, noch Unbekannten) und dem (es mit Bekanntem aufnehmenden und erweiternden) Thema”*  
(a.a.O : 44)

Der Terminus fungiert hier als Auslöser einer metasprachlichen Leistung, die im Text durchaus thematisiert sein kann.

Der umgekehrte Fall, in dem der Erklärungskontext vor dem Terminus steht und ihn vorbereitet, kommt, so KALVERKÄMPER, seltener zur Anwendung. Der Grund für die Bevorzugung des anaphorischen Erklärungskontextes wird darin gesehen, daß die plötzliche Konfrontation mit Unbekanntem eine Steigerung der Aufmerksamkeit des Lesers bewirkt.

---

<sup>10</sup> vgl. KALVERKÄMPER, 1987 (siehe Abschnitt 4.2.)

Es kommt auch vor, daß Kataphora und Anaphora miteinander verbunden werden und den Terminus einschließen. Nach KALVERKÄMPER ist mit den beiden Strategien dann auch eine grammatisch-semantische Gewichtung verbunden. So könne die kataphorische Erklärung als Prädizierung des Terminus vom Autor wertend gestaltet werden, die anaphorische Erklärung hingegen habe die Funktion einer Apposition, die objektive Fakten als Definition wertfrei mitteilen müsse. Eine Umkehrung dieses Verhältnisses wirke störend und sei ungewöhnlich. (KALVERKÄMPER, 1987: 46)

Das Auftauchen von Termini und fachsprachlichen Wendungen innerhalb der populärwissenschaftlichen Darstellungen und die zugehörigen Erläuterungen machen die sprachliche Arbeit der Popularisierung explizit. Der Leser kann nicht wie bei einer "normalen" Übersetzung ignorieren, daß es sich um eine Neuformulierung handelt. Darüber hinaus ist es in populärwissenschaftlichen Darstellungen üblich, den Kommunikationsrahmen ebenfalls explizit zum Gegenstand des Textes zu machen, indem die 'verschiedene Sprachen', die Fachleute und Laien sprechen, einander gegenübergestellt werden und eventuell sogar auf mögliche Verständigungsschwierigkeiten hingewiesen wird. Typische Formulierungen wären hier: "Physiker nennen diese beiden Eigenschaften..." oder "Dieser Name sagt zwar dem Fachmann etwas, aber der Laie kann damit wenig anfangen."<sup>11</sup>

Einmal eingeführte Termini werden in populärwissenschaftlichen Texten nicht unbedingt beibehalten, sondern im Textverlauf wieder durch ihre gemeinsprachlichen Entsprechungen und eventuell eine Vielzahl von Paraphrasierungen ersetzt. Hier wird das fachsprachliche Gebot der Eineindeutigkeit zugunsten stilistischen Abwechslungsreichtums aufgegeben.

#### 4.1.3. Auflösung syntaktischer Komplexität und der Informationsdichte

Die hohe Informationsdichte von Fachtexten, die durch den Gebrauch von Termini, Formeln usw. zustande kommt, wird im populärwissenschaftlichen Text durch Erläuterungen, Beispiele und die Wiederholung bzw. inhaltliche Wiederaufnahme von Textelementen aufgelöst. (siehe auch 3.2.2).

#### 4.1.4. Linearisierung

Wie bereits zu Beginn dieses Abschnitts erwähnt wurde, verlangt die populärwissenschaftliche Darstellung wissenschaftlicher Inhalte eine Vermittlung zwischen verschiedenen Denk- und Erkenntniswelten. Nach Serra Borneto unterscheiden diese Bereiche sich durch die vorherrschenden Denkstrukturen:

*"Abstraktion, Quantifizierung, Generalisierung, logische Konsequenz werden oft als wesentliche Merkmale des wissenschaftlichen Denkens erwähnt. Doch scheint einer der wichtigsten*

---

<sup>11</sup> beide Beispiele entstammen dem Text "Das geniale Prinzip, das hinter jedem Laser steckt" (S. 20), der Abschnitt 5. dieser Arbeit zugrunde liegt.



*Unterschiede zwischen dem Alltagsdenken und dem wissenschaftlichen Verfahren darin zu bestehen, daß das Alltagsdenken Sequenzen von einzelnen Elementen und Bildern in linearer und zeitlicher Abfolge bevorzugt, während die wissenschaftliche Denkweise Operationen zwischen schon bearbeiteten vertikal und hierarchisch angeordneten Begriffsblöcken durchführt.* (SERRA BORNETO, 1986: 359)

Zur Umsetzung der wissenschaftlichen Denkweise in die des Alltags, werden verschiedene Mittel der Linearisierung eingesetzt. Das wichtigste Mittel besteht in der Einführung eines Zeitfaktors. Neue Ideen und Erfindungen werden in ihrer Entstehung und historischen Entwicklung präsentiert. Dabei wird *“eine zeitlose logische Verkettung in eine im weitesten Sinne chronologische Abfolge”* umgesetzt (a.a.O.: 360). Damit kann eine Dramatisierung der Inhalte einhergehen.

#### 4.1.5. Visualisierung

Die Popularisierungsstrategie der Visualisierung umfaßt nicht nur den Einsatz konkret visueller Mittel, sondern auch visuelle Mittel im übertragenen Sinne, wozu SERRA BORNETO (1986: 360) Gleichnisse, Analogien, Beispiele und einfache Gedankenexperimente zählt.

#### 4.1.6. Emotionalisierung

Im Gegensatz zu möglichst emotionslos, wertungsfrei und unpersönlich gehaltenen Fachtexten, werden in populärwissenschaftlichen Darstellungen sprachliche Mittel mit gegensätzlicher Zielsetzung eingesetzt. Es wird auf die Interessen, Einstellungen und Gefühle der potentiellen Leser eingegangen. Die Verwendung von Personalpronomen (z.B. in Wendungen wie *“unsere Erde”*), in wissenschaftlichen Darstellungen eher verpönt, ist hier verbreitet. Häufige Verwendung finden auch bildkräftige Adjektive, ev. im Superlativ, und anthropomorphierende Verben.

## 5. Wissensdiagnostische Untersuchung

### 5.1. Methodische Überlegungen

Für die vorliegende Untersuchung lag die Entscheidung für eine Textanalyse-Technik zur Rekonstruktion bzw. Darstellung sowohl der im Text repräsentierten Wissensstruktur als auch der individuellen Wissensstrukturen der Versuchspersonen<sup>12</sup> nahe.

Für die Untersuchung komplexerer Texte sind die meisten bislang ausgearbeiteten Methoden, die mit Textanalyse-Techniken arbeiten, recht unökonomisch. Sie verlangen einen hohen Darstellungsaufwand und die entstehenden Strukturen können sehr unübersichtlich werden. Bei der Erfassung von Wissensstrukturen über Struktur-lege-Techniken wiederum muß den Versuchspersonen zunächst umfangreiches Wissen über die Methodik vermittelt werden. Ich habe mit Sortiertechniken und Struktur-lege-Techniken Probeläufe (zu anderen Themen) durchgeführt und mußte dabei feststellen, daß ohne lange Übungsphasen der Diagnose-Techniken bei den VP Unsicherheiten auftraten.

Diese Unsicherheiten führten dazu, daß die VP, wie sie auch später selbst angaben, willkürliche Entscheidungen trafen, nur um die Aufgabe beenden zu können.

Aus diesen Gründen habe ich auf die Methode des in Kapitel 2.3 bereits vorgestellten Ideamappings zurückgegriffen.

Ich habe das Modell, was die graphische Umsetzung betrifft, leicht abgewandelt und mir außerdem vorbehalten, an einigen Stellen eine genauere Darstellung der im Text dargestellten Prozesse einzufügen. Anhand der resultierenden Strukturdarstellung, wurde dann eine Liste der Relationen erstellt.<sup>13</sup>

Eine einheitliche Darstellung des im Text formulierten Wissens ist schwer erreichbar, da einerseits deklaratives Wissen darzustellen ist, andererseits jedoch das Wissen um die im Laser ablaufenden Prozesse eine zentrale Stellung einnimmt. Bei einer hybriden Darstellung stellt sich die Frage, wie die einzelnen Komponenten zu gewichten sind, um der Verflechtung beider Komponenten gerecht zu werden. Zum Beispiel ließe sich der Begriffsinhalt von "stimulierter Emission" deklarativ als Kombination von Merkmalen (gerichtet, künstlich ausgelöst) darstellen. Wodurch die künstlich ausgelöste Emission jedoch herbeigeführt wird, ist damit nicht erklärt. Die Erläuterung des Prozesses gehört jedoch in diesem Fall ebenfalls zum Begriffsinhalt.

Bei verzweigten Bedingungsstrukturen (z.B. Photonen senkrecht zu Spiegel? ja/nein) sowie räumlichen und zeitlichen Zusammenhängen weisen deklarative Modelle zur Wissensrepräsentation deutliche Abbildungsschwächen auf. Fügt man deshalb andere Darstellungsformen ein, die dementsprechend auf der Annahme anderer Wissensformate basieren, stellt sich im Nachhinein wieder die Frage, wie die verschiedenen Komponenten in einer quantitativen

---

<sup>12</sup> Im folgenden wird die Abkürzung VP für Singular- wie Pluralformen verwendet.

<sup>13</sup> Kriteriumsstruktur und Liste befinden sich im Anhang (S. ## - ##).

Auswertung gewichtet werden sollen. Andererseits scheint jedoch relativ gesichert, daß die genannten Komponenten bei der Repräsentation von Wissen im menschlichen Gedächtnis von Bedeutung sind (s. Kap. 2).

Da es bei der vorliegenden Untersuchung hauptsächlich darauf ankam, etwas darüber zu erfahren, inwieweit der Umgang mit den Termini im Text zur Begriffsbildung und Etablierung der zugehörigen Termini geführt hat, fiel die Entscheidung zugunsten der deklarativen Komponente aus, wobei der prozedurale Aspekt in der Listendarstellung mit unter die Merkmalsrelationen fiel.<sup>14</sup>

Die so erstellte Struktur diente als die im Test zugrundeliegende Kriteriumsstruktur, mit der die Wiedergaben<sup>15</sup> der VP quantitativ wie qualitativ verglichen wurden. Anhand der Liste wurde die Auswertung der Relationen durchgeführt und die erste Stufe der Auswertung nochmals überprüft.

Die Relationsarten und ihre Darstellungsformen können der Legende, die der Kriteriumsstruktur angefügt ist, entnommen werden (siehe Anhang).

## 5.2. Gruppe der Versuchspersonen

Bei der Auswahl der Versuchspersonen war das Wichtigste zunächst, daß die VP keine ausgesprochen technischen Berufe haben und auch nicht in einem technisch-naturwissenschaftlichen Studiengang eingeschrieben sein sollten. Das Alter der VP lag bei durchschnittlich 30 Jahren. Die jüngste VP war 22, die älteste 64 Jahre alt. Leider ist es mir nicht gelungen, in der Gruppe der Versuchspersonen ein ausgeglichenes Verhältnis der Geschlechter zu erreichen. In der Gruppe befanden sich neun Männer und nur fünf Frauen. Von allen Personen, die um die Teilnahme an der vorliegenden Untersuchung gebeten wurden, haben letzten Endes ca. 50% tatsächlich teilgenommen. Bei den angesprochenen Frauen lag der Anteil jedoch deutlich darunter.

## 5.3. Testtext

Es handelt sich bei dem der Untersuchung zugrundeliegendem Text um einen Artikel aus einem P.M.-Perspektive-Heft. In diesen Heften wird jeweils ein Themengebiet ausführlicher behandelt, als es sonst in der Zeitschrift P.M. üblich ist. Der Artikel stammt aus einem Heft, das sich ausschließlich mit Lasern beschäftigt.

Die Mehrzahl der Artikel behandelt unterschiedlichste Lasertypen in ihren verschiedenen Anwendungsgebieten (vom CD-Player bis zur Waffentechnik). Die beiden Texte, die am Anfang des Heftes stehen, geben zunächst einen Überblick, wobei der erste sich in erzählerischer

---

<sup>14</sup> Im oben bereits erwähnten Beispiel des Begriffs 'stimulierte Emission' wird die prozedurale Darstellung: "Ein Photon wird mittels stimulierter Emission freigesetzt, wenn ein weiteres Photon auf ein bereits angeregtes Atom oder Molekül trifft." das Merkmal: Auftreffen Photon 2.

<sup>15</sup> Ich spreche hier von Wiedergaben, obwohl die Vp nicht dazu aufgefordert wurden, den Textinhalt wiederzugeben. Vielmehr wurden sie aufgefordert, zu erzählen, was sie über das betreffende Thema wußten, nachdem sie den Text gelesen hatten.

Weise dem Thema nähert und die Umstände (wer, wann und wo) der Erfindung des Lasers beschreibt. Der 14-seitige Artikel ist groß und farbig durch Photographien bebildert. Das Verhältnis zwischen Text und Bild auf den ersten 12 Seiten beträgt ca. 1:5 zugunsten der Bilder. Lediglich auf den beiden letzten Seiten des Artikels nimmt der Text im Verhältnis von ungefähr 3:1 mehr Raum ein als die Photos.

Der zweite Artikel, um den es bei der vorliegenden Untersuchung ging, soll das Prinzip erläutern, nach dem ein Laser arbeitet. Er nimmt im Heft 6 Seiten ein. Der Anteil des Textes ist hier deutlich höher als bei dem vorhergehenden Artikel und unter den Abbildungen befinden sich abgesehen von Photographien schematische und vereinfachende Darstellungen der im Text beschriebenen Sachverhalte. Diese graphischen Darstellungen enthalten keine grundsätzlich neuen Informationen, die im Text nicht erwähnt worden wären. Darunter befinden sich zum Teil recht ausführliche Bildunterschriften, die Zusammenfassungen des Textinhaltes geben. Auf jeder Doppelseite befindet sich eine fettgedruckte Seitenüberschrift. Nur die erste von ihnen, gleichzeitig Titel des gesamten Artikels, bezieht sich zusammenfassend auf den Textinhalt. Sie lautet *“Das geniale Prinzip, das hinter jedem Laser steckt”*. Die folgenden Seiten- oder Zwischenüberschriften beziehen sich nicht mehr als zusammenfassende Themenüberschriften auf im Text Erwähntes, sondern greifen Aussagen heraus, die im Textverlauf nicht unbedingt zentrale Stellungen einnehmen, und formulieren sie um.

Die inhaltliche Gliederung des Textes wird typographisch nicht durch Absätze und Zwischenüberschriften deutlich gemacht. Die einzelnen Absätze sind nicht durch Leerzeilen voneinander getrennt. Die Kennzeichnung zentraler Textaussagen erfolgt nur über die Wiederaufnahme in den schematischen Darstellungen und den dazugehörigen Bildunterschriften.

### 5.3.1. *Besprechung des Textes*

Hier sollen die Textabschnitte in der Reihenfolge, in der sie im Text dargeboten werden, im Hinblick auf Themenentfaltung, kognitive Gliederung und den Umgang mit Termini besprochen werden.<sup>16</sup> Aus Gründen der Lesbarkeit habe ich bei der Erläuterung auf Paraphrasierungen der Textinhalte zurückgegriffen.

#### ***“Das geniale Prinzip, das hinter jedem Laser steckt”***

##### **A0**

Albert Einstein sagt 1914 voraus, daß es einen Laser geben muß. Prinzip wird erst 1960 praktisch umgesetzt.

---

<sup>16</sup> Diese Besprechung erhebt nicht den Anspruch, eine erschöpfende Analyse zu sein.

#### A1

**Metasprachliche Erläuterung der Benennung ‘Laser’** durch Nennung der englischen Vollform und seiner deutschen Übersetzung. Gleichzeitig wird hier das Wort ‘Laser’ (und die Vollform) als Terminus eingeführt, dessen Erklärungskontext durch den gesamten Text gebildet wird.

#### A2

**Problematisierung der Kommunikationssituation + Definition:** Das “*sagt zwar dem Fachmann etwas, aber der Laie kann damit wenig anfangen*”. Als für den Laien verständliche Definition wird gegeben: Der Laser ist eine *Lichtquelle*, die einen *eng gebündelten Strahl* aussendet, dessen Wellen *eine bestimmte Wellenlänge* haben und *parallel* und *im Gleichschritt* laufen. Danach werden die beiden Termini ‘monochrom’ und ‘kohärent’ mit dem Satz eingeführt: “*Physiker nennen diese beiden Eigenschaften ‘monochrom’ und ‘kohärent’.*” Beide Termini sind so doppelt als fachsprachliche Elemente gekennzeichnet. Da jedoch im vorangestellten Erklärungskontext drei Eigenschaften genannt werden, ist nicht deutlich, wie die Bezüge herzustellen sind.

#### A3

**Vergleich mit normalem Licht:** Im Kontrast zum Licht eines Lasers werden die Eigenschaften *verschiedene Wellenlänge* und *nicht im gleichen Takt* genannt. Problematisch scheint hier die Formulierung “*...laufen verschiedene Wellenlängen nebeneinander her*” (Hervorhebung von mir, d. Verf.) wegen der semantischen Nähe von ‘nebeneinander her’ laufen und ‘parallel’ laufen. Diese Formulierung könnte deshalb ebenfalls so interpretiert werden, daß die Wellen sich in **eine** Richtung ausbreiten würden, was ja gerade nicht der Fall ist. Außerdem wird der Metapher der beim Laserstrahl im *Gleichschritt* laufenden Wellen in diesem Abschnitt entgegengestellt, daß die Wellen bei normalem Licht *nicht im gleichen Takt* schwingen. Der Begriff Takt könnte genauso auf die Frequenz, also die Wellenlänge bezogen werden. Allerdings wird in der Bildunterschrift zur Abbildung auf Seite 21 noch einmal weniger mißverständlich formuliert, was gemeint ist.

#### A4

**Laservariablen:** Als Variablen, in denen Laserarten sich unterscheiden, werden *Wellenlänge*, *Stärke* und *Strahlart* angegeben. Außerdem werden die möglichen Ausprägungen erwähnt. Wellenlänge: infraroter bis ultravioletter Bereich; Stärke: Größenordnungen von Bruchteilen eines Milliwatt bis in den Megawattbereich; Strahlart: *gepulste* Laser vs. *Dauerstrichlaser*. Die zu erläuternden Termini ‘gepulst’ und ‘Dauerstrich-’ sind ihren zugehörigen Erklärungskontexten beide vorangestellt. Als Element der Fachsprache ist dabei nur ‘gepulst’ gekennzeichnet, indem ihm ein ‘sogenannt’ vorangestellt wurde. Es wird auf Sonderformen verwiesen, die “von diesem Prinzip abweichen”. Welches Prinzip gemeint ist, nämlich der eng gebündelte Strahl und die einheitliche Wellenlänge, wird nachgeschoben.

#### A5

**Strahlerzeugung:** Erwähnung finden hier die wichtigsten Komponenten eines Lasers: Das *Medium* und der *Resonator* mit den *Spiegeln*. Dabei wird, sehr vereinfacht, der Prozeß der Strahlerzeugung das erste Mal wie folgt erläutert: Das Medium wird mit Energie *vollgepumpt*, die es speichert. Dann wird das Medium *dazu gebracht*, die *Energie in Form von Licht* wieder abzugeben. Außerdem wird angegeben, daß die Spiegel der Bündelung des Strahls dienen. Der Terminus 'Medium' ist in Anführungszeichen gesetzt, dem Terminus 'Resonator' ist ein 'sogenannt' vorangestellt. Der Begriff 'Licht' wird mit dem der 'Energie' in Verbindung gebracht, indem durch die Formulierung "Energie in Form von Licht" deutlich gemacht wird, daß es sich bei Licht um eine besondere Form der Energie handelt.

#### A6

**Arten des Lasermediums:** Als mögliche Arten des Lasermediums werden *Feststoffe*, *Flüssigkeiten* und *Gase* genannt. Es wird darauf verwiesen, daß die Laserart oftmals nach dem Medium benannt wird. Als Beispiele tauchen hier *Rubinlaser*, *Neodymglass-Laser*, *CO<sub>2</sub>-Laser* und *Farbstofflaser*<sup>17</sup> auf.

#### A7

**Welle-Teilchen-Dualismus:** Der Abschnitt wird mit einer indirekten Frage eingeleitet: " ...man muß zunächst einmal überlegen, *was Licht überhaupt ist.*" (Hervorhebung von mir, d. Verf.) Die Antwort gibt der Text gleich darauf. Beim Leser offensichtlich vorausgesetzt wird das Wissen, daß Licht "ja bekanntlich" aus Wellen besteht. Damit wird gleichzeitig Rückbezug auf den Anfang des Textes genommen. Dort ist bereits von den Wellen des Lichts die Rede gewesen. Die neue Information besteht darin, daß diese Wellen sich unter bestimmten Bedingungen wie "Teilchen, sogenannte Quanten" verhalten. Der Physiker Max Planck wird als Entdecker dieses Phänomens genannt.

#### A8

**Entstehung Lichtquant:** Nachdem der Terminus 'Quant' im vorherigen Abschnitt eingeführt worden ist, wird hier von Lichtquanten gesprochen. Der Terminus 'Photon' wird in einer Klammer als Synonym eingeführt. Die Entstehung eines Lichtquants wird zunächst allgemein durch das Zurückfallen eines Atoms oder eines Moleküls aus einem *angeregten Zustand* in einen *energieärmeren Zustand* (später "*Grundzustand*") erklärt. Das Wort 'angeregt' und die konjugierte Form des Verbs 'fallen' sind dabei in Anführungszeichen gesetzt. Die Energie der Wellen wird als die Energiedifferenz zwischen den beiden *Niveaus* angegeben. Als Ursachen der verschiedenen Energiezustände werden genannt: *Elektronen der Atomhülle auf verschiedenen Bahnen (hoch/niedrig)*, *Molekülschwingung* und *Moleküldrehung* und den darauf folgenden Ruhezustand.

#### A9

**Bestreben nach niedrigst möglichem Energiezustand:** Als Beispiele des allgemeinen Bestrebens, den niedrigsten Energiezustand einzunehmen, werden eine Kugel, die einen Berg

---

<sup>17</sup>Die Beispiele werden deshalb alle im Rahmen dieser Besprechung des Textes erwähnt, da die Laserarten, die an dieser Stelle des Textes genannt werden, recht häufig in den Wiedergaben der VP auftauchen.

herunter rollt (in Analogie zu den Elektronen, die von der höheren Schale fallen), und Atome genannt, die unter Aussendung eines Photons in den Grundzustand fallen. Der Terminus 'Emission' ist in Klammern gesetzt als Synonym hinter dem Wort 'Aussendung' angegeben.

#### A10

**Spontane Emission - stimulierte Emission:** Der Terminus 'spontane Emission' wird durch einen vorangestellten Erklärungskontext vorbereitet. Das Zurückfallen in den Grundzustand erfolgt *nach einer zufälligen Zeitspanne*. Die Motivation der Benennung wird ebenfalls noch erläutert: "Da der Vorgang des Zurückfallens zeitlich nicht vorhersagbar ist, spricht man von 'spontaner Emission.'" Dabei ist der Terminus als Element der Fachsprache durch Anführungszeichen markiert. Nun folgt die erste von drei Problem-Handlungs-Lösungs-Sequenzen (im folgenden PHL-Sequenz), durch die gleichzeitig der Terminus 'stimulierte Emission' erläutert wird: Durch spontane Emissionen geht Energie für den Prozeß der Erzeugung eines Laserstrahls verloren. Der Teil 'Lösung' dieser Sequenz besteht darin, das Zurückfallen in den Grundzustand und damit die Emission des Photons *künstlich auszulösen*, indem man ein (weiteres) Lichtquant der gleichen Energie auftreffen läßt. Im weiteren Textverlauf wird über das Verb 'anregen', für das 'stimulieren' als Synonym genannt wird, der volle Terminus in ähnlicher Weise wie schon 'spontane Emission' erläutert: "Der Vorgang heißt aus diesem Grund 'stimulierte Emission'...". Es folgt ein Rückbezug auf den Anfang des Textes durch: "der Ausdruck, der im Namen des Lasers angesprochen wird."

#### A11

**Zusammenfassung:** Die vereinfachte Darstellung des Prozesses der Strahlerzeugung in A5, wird wiederaufgegriffen und durch die Elemente '*stimulierte Emission*' und '*nicht zufällig, sondern gesteuert*' erweitert. Die Formulierung 'Energie in Form von Licht abgeben' wurde durch '*Energie als Lichtquanten wieder abgeben*' ersetzt.

#### A12

**Inversion:** Mit der zweiten PHL-Sequenz wird der Terminus 'Inversion' erläutert und das Prinzip der Funktionsweise eines Lasers (A5 und A11) um ein weiteres Element erweitert. Das Problem besteht darin, daß ein auftreffendes Lichtquant nur, wenn es auf ein bereits angeregtes Teilchen trifft, die stimulierte Emission eines anderen auslöst, sich aber im Lasermedium normalerweise mehr Atome und Moleküle in einem *niedrigen Energiezustand* befinden als in angeregtem. Diese nicht angeregten Atome und Moleküle *schlucken* deshalb die auftreffenden Lichtquanten und springen in ein höheres Energieniveau. Die Lösung besteht darin, einen Zustand des Mediums zu erreichen, in dem sich mehr Teilchen in angeregtem als im niedrigen Energieniveau befinden. Der Terminus '*Inversion*' wird durch den Satz eingeführt: "Man nennt eine solche Energieverteilung eine 'Inversion': ..." Wiederum ist das Fachwort durch Anführungszeichen als solches markiert. Hinter ihm steht noch eine Erklärung, die jedoch keine neuen Informationen enthält. Es wird also von zwei sehr redundanten Erklärungskontexten eingeschlossen. Wodurch die Inversion konkret erreicht werden kann, wird in diesem Abschnitt nicht erwähnt.

### A13

**Aufbau und Funktion des Resonators:** Die dritte PHL-Sequenz eröffnet mit den Sätzen: “Aber auch jetzt ist noch kein gebündelter, starker Strahl vorhanden: Das Licht verteilt sich in alle Richtungen.” Der *eigentliche Laserstrahl* wird erst im Resonator erzeugt. Es wird darauf verwiesen, daß der Resonator weiter oben (A5) bereits angesprochen wurde. Hier wird nun sein Aufbau näher beschrieben: “Er besteht in seiner einfachsten Form aus zwei parallelen Spiegeln, zwischen denen sich das Lasermedium befindet.” Der im Resonator ablaufende Prozeß wird in folgenden Etappen beschrieben: 1. Im Lasermedium *entstehen* viele *Lichtteilchen*. 2. Die Spiegel werfen nur die Lichtteilchen, die *senkrecht auftreffen*, zurück. Die anderen fliegen nach der Seite hinaus. 3. Die zurückgeworfenen Lichtquanten *treffen beim nächsten Durchgang erneut auf angeregte Teilchen und regen diese zur Aussendung eines Lichtquants an*. 4. Dieser Prozeß führt zu einer *positiven Rückkopplung*. Dieser Terminus wird nachfolgend durch einen Erklärungskontext erläutert, der beschreibt, was er in diesem Fall bedeutet: “..., d.h. der Lichtstrahl, der senkrecht auf die Spiegel trifft, wird immer stärker.” Nach der Erläuterung des Prozesses wird dann nochmals auf den Aufbau des Resonators eingegangen. Es wird angegeben, daß *auf einer Seite* meist ein *halbdurchlässiger Spiegel* verwendet wird, durch den *hindurch dann der Laserstrahl nach außen entweichen* kann.

### A14

**Abhängigkeit der Aufladung vom Medium, Rubinlaser:** Neben der Information, daß es vom Medium abhängt, wie man den Laser auflädt, gibt der erste Satz dieses Abschnitts einen Hinweis auf die weitere Gliederung des Textes. Im folgenden werden verschiedene Lasertypen, geordnet nach den Medien (fest, gasförmig, flüssig) beschrieben und die zugehörigen Arten der Aufladung erläutert (genannt werden Medium, Art der Aufladung und Farbe des Lasers). Im Zusammenhang mit dem Rubinlaser, der als erstes vorgestellt wird, werden noch weitere Informationen gegeben: daß es sich beim Rubinlaser um *den ältesten und wohl auch bekanntesten Lasertypen* handelt, der *1960 von Theodore Maimann der stauenden Weltöffentlichkeit vorgestellt* wurde. Diese Textaussagen werden in der Seitenüberschrift “Der Edelstein Rubin war das Herz des 1960 gebauten ersten Lasers.” wiederaufgegriffen. Auch der Aufbau wird in relativer Nähe zu den Ausführungen in A13 nochmals erläutert, zusätzlich dazu wird die *Aufladung durch Blitzlampen* erklärt.

### A15

**Neodymglass-Laser:** Über die Informationen über Medium, Aufladung, Farbe hinaus, werden folgende Zusatzinformationen gegeben: ist inzwischen häufiger als der Rubinlaser, wurde von Gordon Gould entwickelt, es gab jahrelange Patentstreitigkeiten, der *größte Laser der Welt* in Kalifornien ist ein Neodymglass-Laser. Bei der Passage über die Art der Aufladung steht ‘optisch gepumpt’ in Anführungszeichen und wird im Anschluß durch “das heißt, mit Blitzlampen aufgeladen” erklärt. Der Begriff ‘infrarot’ wird durch ein nachgestelltes “also mit bloßem Auge nicht mehr zu sehen” erläutert. Im bisherigen Text (A5, A11, A14) wurden die Formen des Verbs ‘vollpumpen’ unmarkiert benutzt, die Form des Verbes “aufladen” jedoch in Anführungszeichen gesetzt (A14).



#### A16

**Gaslaser, elektrische Aufladung:** Als Beispiel für gasförmige Medien werden genannt: CO<sub>2</sub>, Argon und Helium-Neon-Gemisch. Die elektrische Aufladung der Laser wird in Analogie zur *Gasentladung* in einer Neonröhre erklärt.

#### A17

**Farbe Laserlicht:** Es wird darauf hingewiesen, daß man mit verschiedenen Gasen Laserlicht unterschiedlicher Farbe herstellen kann und es werden die zu den Lasern gehörigen Farben aufgezählt.

#### A18

**Gaslaser, Aufladung durch Radiowellen oder Elektronen- bzw. Ionenstrahl:** Der Nachteil einer im letzten Abschnitt erläuterten *einfachen Gasentladung* (Pulsbetrieb) werden genannt. Als *neue Entwicklung* wird die Aufladung durch *Radiowellen, Elektronen- oder Ionenstrahlen* erwähnt (Dauerstrichlaser). Als Erklärung hierzu wird nur gegeben, daß diese eine *ständige Gasentladung* aufrechterhalten. Auffällig dabei ist, daß der Terminus 'Pulsbetrieb' in Anführungszeichen gesetzt ist, 'Dauerstrichlaser' jedoch nicht.

#### A19

**Chemische Laser:** Als besondere Klasse der Gaslaser, werden hier die *sogenannten chemischen Laser* erwähnt und die Aufladung durch eine chemische Reaktion zweier Gase erläutert: Die neue Verbindung behält die Reaktionsenergie in Form von *Vibrationsenergie*. Letzteres wird mit Rückbezug auf A8 erläutert. ("das heißt, ihre Moleküle schwingen und sind deshalb..."). Als typische Beispiele solcher Laser werden HF-Laser und Jod-Laser genannt. Als zusätzliche Information wird der *größte europäische Laser* (Jod-Laser) im Max-Planck-Institut bei München erwähnt.

#### A20

**Flüssigkeiten als Lasermedium:** als die berühmtesten Laser, die Flüssigkeiten als Medium nutzen, werden die *Farbstofflaser* genannt. (Als Medium in Flüssigkeit gelöste *fluoreszierende organische Farbstoffe*). Als Art der Aufladung wird, wie in A15 die Formulierung 'optisch gepumpt' in Anführungszeichen verwendet, die jedoch an dieser Stelle anders erläutert wird: ("...", das heißt, eingestrahktes Licht regt die Moleküle an.") Als Alternative zu den in A15 erwähnten Blitzlampen, werden außerdem schwächere Laser zur Anregung eines stärkeren Lasers genannt.

#### A21

**Halbleiterlaser:** Gegen Ende des Artikels werden sehr kurz Halbleiterlaser, als eine *Art von Lasern* vorgestellt, die *gerade in jüngerer Zeit von sich reden macht*. In der Beschreibung des Mediums wird der Terminus 'dotiert' in Klammern dem gemeinsprachlichen 'geimpft' nachgestellt. Halbleiterlaser werden als Sonderfall charakterisiert und es wird auf den Artikel später im Heft verwiesen, der sich mit Laserdioden befaßt.

## A22

**Röntgenlaser:** Als letzte Laserart werden Röntgenlaser erwähnt. An dieser Stelle werden aber, außer der recht allgemeinen Aussage, daß sie mit klassischen Lasern nur noch sehr wenig gemein haben, keine fachlichen Informationen mehr vermittelt. Hervorgehoben wird jedoch, daß vor allem *die Militärs* an Röntgenlasern interessiert sind. Wie schon bei den Halbleiterlasern wird auf einen eigenen Artikel im Heft verwiesen.

## A23

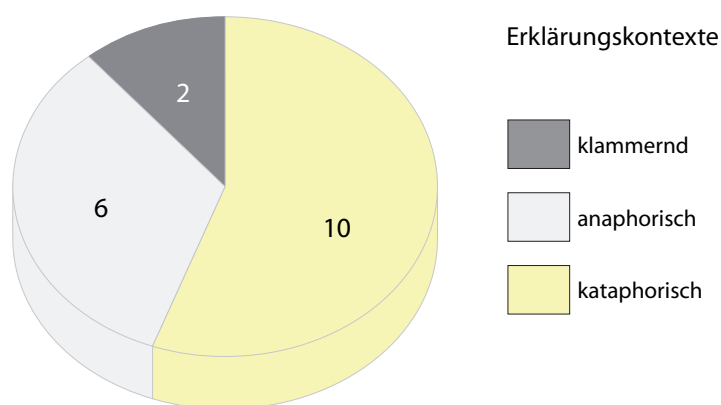
**Ausblick:** Der Artikel endet mit einem Ausblick auf die weiteren Entwicklungen in diesem Gebiet. Es ist davon die Rede, daß der *Phantasie und der Entdeckerlaune* auch heute kaum Grenzen gesetzt sind, daß sich *Tausende von Forschern rund um den Erdball* mit der Weiterentwicklung der Technik beschäftigen etc.

### Reduktion und Schematisierung der Informationen:

Im Text wird nur von höheren und niedrigeren Energieniveaus gesprochen. Alle Informationen über 4- bzw. 3-Niveau-Systeme wurden weggelassen, wodurch sich auch eine vereinfachte Darstellung bezüglich der zur Erzeugung eines Laserstrahls nötigen Inversion des Mediums ergibt.<sup>18</sup> Genauso sind die detaillierteren Informationen zum Aufbau des Resonators (Spiegelabstand = Vielfaches der halben Wellenlänge) und der Ausbildung einer stehenden Welle ausgelassen worden.

### Umgang mit Termini, Verhältnis der anaphorischen und kataphorischen Erklärungskontexte im Text:

Eine Bevorzugung des anaphorischen Erklärungskontextes konnte in diesem Artikel nicht festgestellt werden. Vielmehr überwiegen die kataphorischen zahlenmäßig (s. Abb. nächste Seite). Auffällig dabei ist außerdem, daß gerade die Termini, die für das Thema von zentraler Bedeutung sind, ihren Erklärungen nachgestellt sind und so weniger Aufmerksamkeit auf sich ziehen, als das bei der Stellung vor der Erläuterung Fall gewesen wäre (siehe Abschnitt 4.1.2.) Die Termini 'monochrom', 'kohärent', 'spontane Emission', 'stimulierte Emission' und 'Inversion' werden auf diese Art eingeführt.



<sup>18</sup> zum Vergleich s. Eintrag zu Laser, Meyers Großes Taschenlexikon, im Anhang

Die einmal eingeführten Termini werden im weiteren Verlauf des Textes nicht beibehalten. Für 'monochrom' und 'kohärent' werden wieder ihre Umschreibungen verwendet. Die Benennung 'Lichtquant' wechselt sich mit ihrem Synonym 'Photon' und der Umschreibung 'Lichtteilchen' ab. Für den Terminus 'Emission' wird an manchen Stellen wieder das allgemeinsprachliche 'Aussendung' eingesetzt. Die Benennung 'Medium' wird teilweise zu 'LasermEDIUM' oder 'aktives Medium' erweitert. Nur bei 'Resonator' und 'Dauerstrichlaser' gab es keine Variation.

### **Auflösung syntaktischer Komplexität und Informationsdichte:**

- Erläuterung der Termini (s.o.)
- Ersetzung von Formeln: Die *Energie einer Lichtwelle oder des Lichtquants* wird im Text als die Energiedifferenz zwischen den beiden Energieniveaus beschrieben, die ein Atom oder Molekül einnehmen kann. Die Energie einer Welle kann nur ein ganzzahliges Vielfaches des Energiequants ( $W$ ) betragen. Dies wiederum wird über das Plancksche Wirkungsquantum  $h$  und die Frequenz der Welle  $\nu$  bestimmt ( $W = h \times \nu$ ).<sup>19</sup>
- Wiederholung und Wiederaufnahme von Textelementen: Die zusammenfassende Erläuterung des Laserprinzips wird im Textverlauf wieder aufgenommen und dabei um ein im vorangehenden Abschnitt eingeführtes Element erweitert. Die syntaktische Struktur und der logische Aufbau wird dabei weitgehend übernommen (A5, A11). Auch die zentralen Informationen des Textes werden in den Bildern wiederaufgenommen und in den Bildunterschriften nochmals zusammengefaßt. Teile der Beschreibung eines Resonators tauchen im Abschnitt über den Rubinlaser wieder auf (der halbdurchlässige Spiegel). Auch der Ausdruck 'optisch gepumpt' wird mehrmals erläutert.

### **Linearisierung, Einführung des Zeitfaktors:**

Durch die Erwähnung Albert Einsteins und seiner Voraussage, daß ein Laser machbar sein müsse, sowie der Nennung des Datums der Entwicklung des ersten Lasers fast 50 Jahre später, wird bereits ein Zeitfaktor eingeführt. Auch im Abschnitt über den Neodymglass-Lasers wird durch die Information, daß die Patentstreitigkeiten erst vor zehn Jahren beendet wurden, ein historisches Element eingeführt. Am Ende des Artikels steht ein Ausblick in die Zukunft, so daß sich der Bogen von Albert Einstein am Anfang des Jahrhunderts bis in die Zukunft spannt.

Bei der Erläuterung der im Laser ablaufenden Prozesse wird auf die Strategie zurückgegriffen, das Prinzip in eine chronologische Abfolge zu überführen, indem gedanklich verschiedene experimentelle Phasen (die verschiedenen PHL-Sequenzen, siehe 5.3.1) bei der Entwicklung eines

---

<sup>19</sup> siehe Eintrag zu Photon, Meyers Taschenlexikon, im Anhang

Lasers durchlaufen werden: Als erstes versucht man ein Medium mit Energie vollzupumpen, aber die Energie geht durch spontane Emission verloren (“...aber einen Laser hätte man noch nicht”). Dann versucht man es mit stimulierter Emission, doch da gibt es “noch ein Problem”: man muß das Medium erst in einen Zustand der Inversion versetzen. Und weil sich das Licht “auch jetzt noch” in alle Richtungen verteilt, muß man einen Resonator einsetzen.

Hervorzuheben ist hierbei auch, daß der Artikel als zweiter in der Zeitschrift in eine Struktur eingebettet ist. Beim ersten Artikel ist der Einsatz der Strategien der Linearisierung bei weitem ausgeprägter: Die Geschichte der Entwicklung der ersten Farbstofflaser wird mitsamt der Reisen, die zu diesem Zweck unternommen wurden, und der Zufälle, die die Entdeckung begünstigten *erzählt*.<sup>20</sup> Auch die folgenden Artikel, die sich anhand konkreter Beispiele mit verschiedenen Lasertypen beschäftigen folgen eher dem Schema “wer - was - wann - wo”. Zwar ist es nicht nötig, die Artikel des Heftes alle und in der richtigen Reihenfolge zu lesen, da sie jeweils völlig eigenständig sind und die zum Verständnis nötigen Erläuterungen geben, aber der hier untersuchte Artikel kann dennoch nicht isoliert betrachtet werden.

### **Visualisierung:**

Wie bereits unter 5.3. erwähnt, nehmen die Abbildungen bei diesem Artikel relativ viel Raum ein. Durch Bilder sollen der Unterschied zwischen Laser- und normalem Lampenlicht (S. 21), die verschiedenen Anregungszustände (S. 22), Inversion und das Prinzip der Verstärkung (S. 24) erläutert werden. Die Photographien des Artikels sind aus fachlicher Sicht nur von geringem Informationsgehalt, vermitteln dem Leser jedoch eine Vorstellung davon, wie ein Laser und ein Laserstrahl aussehen und wirken können. Auf der Seite 23 befinden sich oben rechts Photos von “drei der wichtigsten Laserpioniere”. Nur einer von ihnen wird auch im Text erwähnt.

Da SERRA BORNETO (1986: 370) auch die im übertragenen Sinne visuellen Strategien zur Visualisierung zählt, sei an dieser Stelle auch das Beispiel der Kugel erwähnt, die einen Berg herunter rollt, mit dem das allgemeine Bestreben, den niedrigsten Energiezustand einzunehmen, erläutert wird. Die Analogie zu den Elektronen auf der höheren Bahn ist deutlich: Die Kugel rollt und die Elektronen fallen wieder herunter (A9).

### **Emotionalisierung:**

Der Artikel ist für einen populärwissenschaftlichen Text verhältnismäßig sachlich gehalten. Auch hier muß man jedoch wieder auf seine Stellung im Heft hinweisen (s.o.). Nur stellenweise finden sich Formulierungen wie “ungeheure Vielfalt”, “winzige Bruchteile eines Milliwatt”, “gewaltige Megawatt-Laser” (A4).

---

<sup>20</sup> Ein Ausschnitt aus diesem Artikel sowie das Inhaltsverzeichnis des Heftes befinden sich im Anhang (S. ##ff).

Im Abschnitt, der die ‘Inversion’ erklärt (zweite PHL-Sequenz, A12), werden anthropomorphisierende Verben eingesetzt: *Die Moleküle schlucken die Photonen und **springen** in eine höheres Ladungsniveau.*

## 5.4. Testverlauf

### 5.4.1. Befragung vor der Textlektüre

In der Befragung vor der Textlektüre konnten nur grobe Strukturen erfaßt werden: Womit verbinden die VP spontan den Begriff Laser? Wissen sie etwas über die Funktionsweise, bzw. den Aufbau und die Anwendungsgebiete von Lasern?

Ich habe vor der Textlektüre keine Fragen über physikalisches Hintergrundwissen gestellt, da ich so weit wie möglich vermeiden wollte, mit meinen Fragen eine selektive Textverarbeitung bei den VP auszulösen. Ich habe mich also gegen eine Untersuchung entschieden, die die Kenntnisse erfaßt, die VP über den Aufbau von Materie, Teilchen- und Quantenphysik etc. haben.

Eine solche Untersuchung wäre jedoch, wie sich später herausstellte, sinnvoll gewesen. Es wäre sogar sinnvoll gewesen, zu prüfen, wie etabliert zum Beispiel das Bohrsche Atommodell oder das Orbitalmodell bei den VP war (wenn sie überhaupt schon damit in Berührung gekommen sein sollten), und welche der zugehörigen Konzepte bekannt waren (von schon mal gehört, bis wirklich abgrenzbar von “benachbarten” Konzepten). Genauso stellte sich die Lage betreffend des Wissens über den Teilchencharakter des Lichtes dar. Dieses Wissen wird im Text zwar nicht eigentlich vorausgesetzt, da durchaus Erklärungen gegeben werden, diese Erklärungen reichten jedoch teilweise nicht aus, um das weitere Textverständnis zu sichern, wenn die VP nicht zumindest vorher von den betreffenden Konzepten gehört hatte.

Allerdings war es so, daß diejenigen VP, bei denen die “Wissenslücken” am größten waren, dies auch in der Zwischenbefragung deutlich äußerten.

### 5.4.2. Befragung nach der Textlektüre

Unmittelbar nach der Textlektüre habe ich eine kurze Befragung zum Text durchgeführt. Es wurde gefragt, ob die VP den Text auch unter normalen Bedingungen gelesen hätten. Außerdem wurden die VP aufgefordert, eventuelle Kritik oder Lob am Text zu äußern und ein Urteil über dessen Verständlichkeitsgrad abzugeben. Es ergaben sich dabei Protokolle unterschiedlicher Länge, da einige VP bis auf ein allgemeines Urteil (“Doch, fand ich ganz gut”) nichts äußerten und andere relativ ausführlich zu bestimmten Textpassagen Stellung nahmen. Nach der Befragung zur Einschätzung des Textes folgte eine ca. halbstündige Ablenkungsphase, in der ich mit den VP Kreuzworträtsel löste.

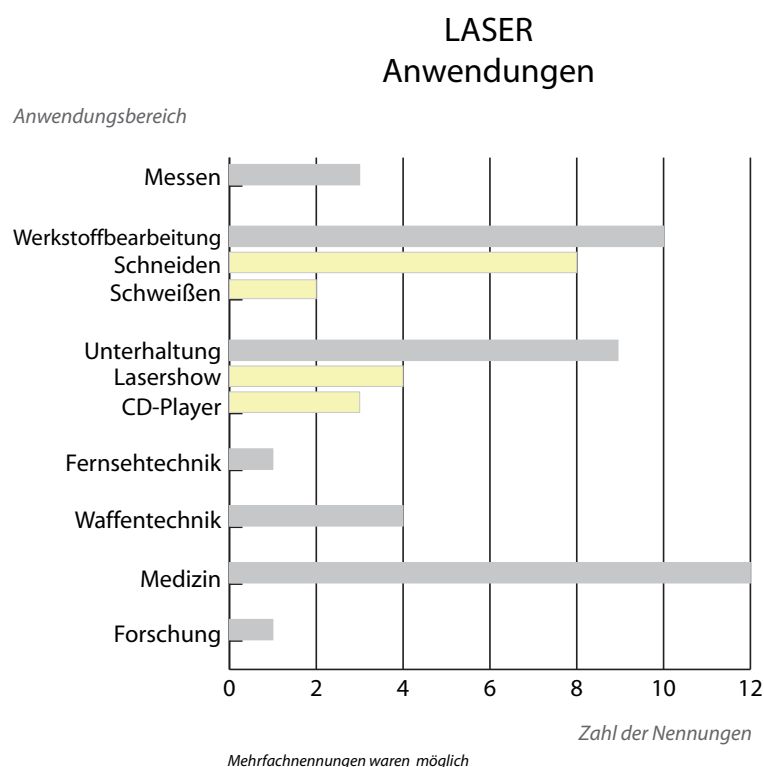
Nach der Ablenkungsphase sollten die VP als erstes ungeleitet ihr Wissen über den im Text behandelten Realitätsbereich wiedergeben. Erst wenn die VP auf Nachfrage angaben, daß ihnen nichts mehr einfiele, stellte ich, je nachdem, was bereits geäußert wurde, nach einem vorher ausgearbeiteten Katalog Fragen zu den Schlüsselbegriffen des Textes. Wenn mir die Antworten zu vage erschienen, d.h. für mich kaum interpretierbar waren, habe ich nachgehakt ("Was meinst du mit..."). Fragenkatalog und Testprotokolle befinden sich im Anhang (S.##).

## 5.5. Auswertung

### 5.5.1. Befragung vor der Textlektüre

Das Wissen, über das die VP im Zusammenhang mit Lasern ausnahmslos verfügten, bezog sich auf die Anwendungsgebiete und Anwendungsmöglichkeiten der Lasertechnik. Am häufigsten genannt wurden dabei die Bereiche Medizin (mit zwölf Nennungen) und Anwendungen aus der Werkstoffbearbeitung (insgesamt zehn-, davon Schneiden acht- und Schweißen zweimal). Relativ selten, nämlich dreimal, wurden Laser im CD-Player erwähnt, obwohl 2/3 der Befragten ein solches Gerät besitzen. Zusammen mit den Nennungen von Lasershows (viermal), Fernsehtechnik (einmal) ergab sich eine Häufigkeit von Nennungen aus dem Bereich Unterhaltung von neun (eine VP nannte Anwendungen in der Unterhaltungsindustrie allgemein). Der Einsatz von Lasern in der Waffentechnik wurde vier-, als Meßinstrument drei- und in der Forschung einmal erwähnt.

Zwei Personen war die englische Vollform des Akronymes teilweise bzw. sinngemäß bekannt. Explizite Kenntnisse über die Funktionsweise von Lasern waren nur bei zwei Befragten vorhanden, deren Kenntnisse allerdings relativ weitgehend waren. Alle anderen äußerten bis auf zwei, daß es sich um gebündeltes Licht handele. Die beiden übrigen sprachen einmal von verstärktem Licht und einmal von gebündelter energiereicher Strahlung. Über den



Aufbau war nur einer der VP etwas bekannt. Von den Versuchspersonen, die angaben, nichts Genaues über die Funktionsweise eines Lasers zu wissen, äußerten einige Vermutungen darüber, wie das Licht eines Lasers gebündelt wird. Die Vermutungen gingen meistens in die Richtung einer Bündelung durch ein optisches Linsensystem.

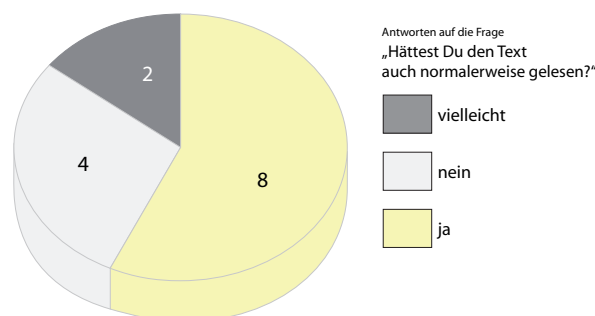
Eine Versuchsperson, die ausschließlich Anwendungen aus dem medizinischen Bereich angegeben hatte, vermutete, ein Laser funktioniere "so ähnlich, wie eine Röntgenröhre" und setzte dann zu einer Erklärung des zugehörigen Funktionsprinzips an (Elektronen werden beschleunigt). Auffällig dabei ist, daß diese VP vorher auch nicht von Lichtstrahlen, sondern von energiereicher Strahlung gesprochen hatte und auf die Frage, welche Art Strahlung bei Lasern vorkommen könne, nur Strahlung im Röntgenbereich nannte.

Eine andere VP erläuterte das Phänomen der Totalreflexion, das in Lichtwellenleitern genutzt wird, und gab als veranschaulichendes Beispiel eine Glasplatte, bei der man von oben eingestrahlt Licht nur an den Kanten sieht. Die Vermutung der VP ging dahin, daß die Strahlbündelung beim Laser auf einem ähnlichen Prinzip beruhe.

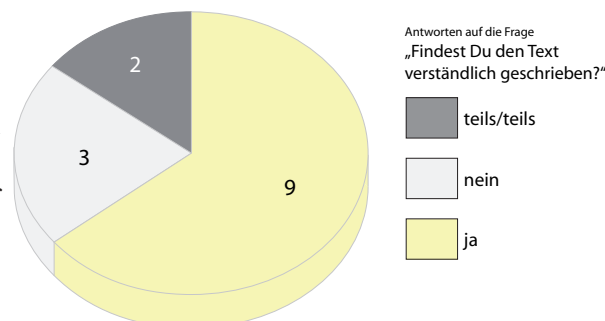
Science-Fiction-Filme assoziierten vier Versuchspersonen mit Lasern. Einmal wurden Science-Fiction-Filme allgemein genannt. Drei VP nannten konkret die Fernsehserie 'Raumschiff Enterprise' und die dort vorkommenden Laserwaffen/ -pistolen.

### 5.5.2. Befragung nach der Textlektüre

Die Frage, ob sie den Text auch normalerweise gelesen hätten, wurde von acht der Befragten bejaht und von vier verneint. Die übrigen beiden Befragten antworteten mit "vielleicht".



Auf die Frage, ob sie fänden, daß der Text verständlich geschrieben ist, antworteten neun der 14 Befragten mit ja, drei mit nein, und zwei gaben an, sie hätten den Text teilweise als verständlich und teilweise als nicht gut verständlich empfunden.



Drei der VP kritisierten die Informationshäufung gegen Ende des Artikels. Kritik zu den Abbildungen wurde von vier der 14 Versuchspersonen geäußert. Einmal betraf die Kritik die Darstellung zur stimulierten Emission auf Seite 22. Hier wurde die Vermutung geäußert, daß die Darstellung nicht

sachgerecht sei. Die VP gab auch an, daß sie eine schematische Abbildung eines Lasers, bzw. des Spiegelsystem als sinnvoller empfunden hätte. Eine der VP kritisierte die mittlere Abbildung auf Seite 24 als mißverständlich. Tatsächlich hat diese VP die Abbildung dann auch anders interpretiert, als es die Bildunterschrift eigentlich nahelegt. Ebenso legte sie die untere Abbildung auf derselben Seite falsch aus. Das Beispiel der Kugel, die den Berg herunter rollt, wurde von einer VP als anschaulich, von einer anderen VP jedoch als nicht einleuchtend beurteilt.

Eine andere Versuchsperson gab an, sie fände "diesen Zwischenweg", zwischen wissenschaftlicher und einfacher Erklärung "komisch".

Eine andere VP bemängelte, daß "manche Sachen so unfachmännisch" ausgedrückt wurden und nannte als Beispiel die Formulierung "Energie reinpumpen", unter der man sich nichts vorstellen könne.

Die Protokolle der Versuchspersonen, in denen sie nach der Textlektüre ungeleitet ihr Wissen über den im Text behandelten Realitätsbereich wiedergeben und später textbezogene Fragen beantworten sollten, wurden im Vergleich zu der nach dem Text erstellten Kriteriumsstruktur quantitativ ausgewertet.

Als Vergleichswert diente einerseits die Anzahl der wiedergegebenen Konzepte<sup>21</sup> sowie der zugehörigen Termini, andererseits die - natürlich vom ersten Wert mehr oder weniger direkt abhängige - Anzahl der zwischen den genannten Konzepten hergestellten Relationen. Das Verhältnis der beiden Werte zueinander könnte einen Hinweis auf den Grad der Vernetzung der entstandenen Struktur geben. Dieser Aspekt konnte im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht weiter verfolgt werden, da in der Auswertung nur die Übereinstimmungen von Wiedergaben und Kriteriumsstruktur berücksichtigt wurden. Auf die Besonderheiten und die Elaborationen in den Protokollen der VP wird später noch eingegangen.

Weiter oben ist bereits erwähnt worden, daß innerhalb der hier verwendeten Technik zur Darstellung von Textinhalten Paraphrasen von Textelementen erlaubt sind. Demzufolge war bei der Zuordnung bestimmter Äußerungen der VP zu den entsprechenden Konzepten des Textes, bzw. der Kriteriumsstruktur oft ein Interpretationsspielraum gegeben. Ähnliches gilt für die sprachlich hergestellten Verbindungen zwischen den Konzepten. Da es sich um mündliche Wiedergaben handelt und die VP ja davon ausgingen, daß ich den Text kenne, mußten sprachliche Ungenauigkeiten, syntaktische wie lexikalische Ambiguitäten, interpretiert werden. Traten zu große Probleme bei der Interpretation auf, d.h. war beim besten Willen nicht zu erkennen, welche Beziehung gemeint war, wurde die Relation als nicht hergestellt angesehen.

Konzepte wie Relationen wurden darüber hinaus noch in spontan in der ungeleiteten Wiedergabe und auf Nachfrage genannte unterteilt. Es ergaben sich so jeweils drei Werte: spontan, auf Nachfrage und insgesamt genannte Konzepte bzw. Relationen.

---

<sup>21</sup> dazu zählen hier auch die spezifizierenden Merkmale, die im Text genannt wurden, um zur Konzeptbildung beizutragen.

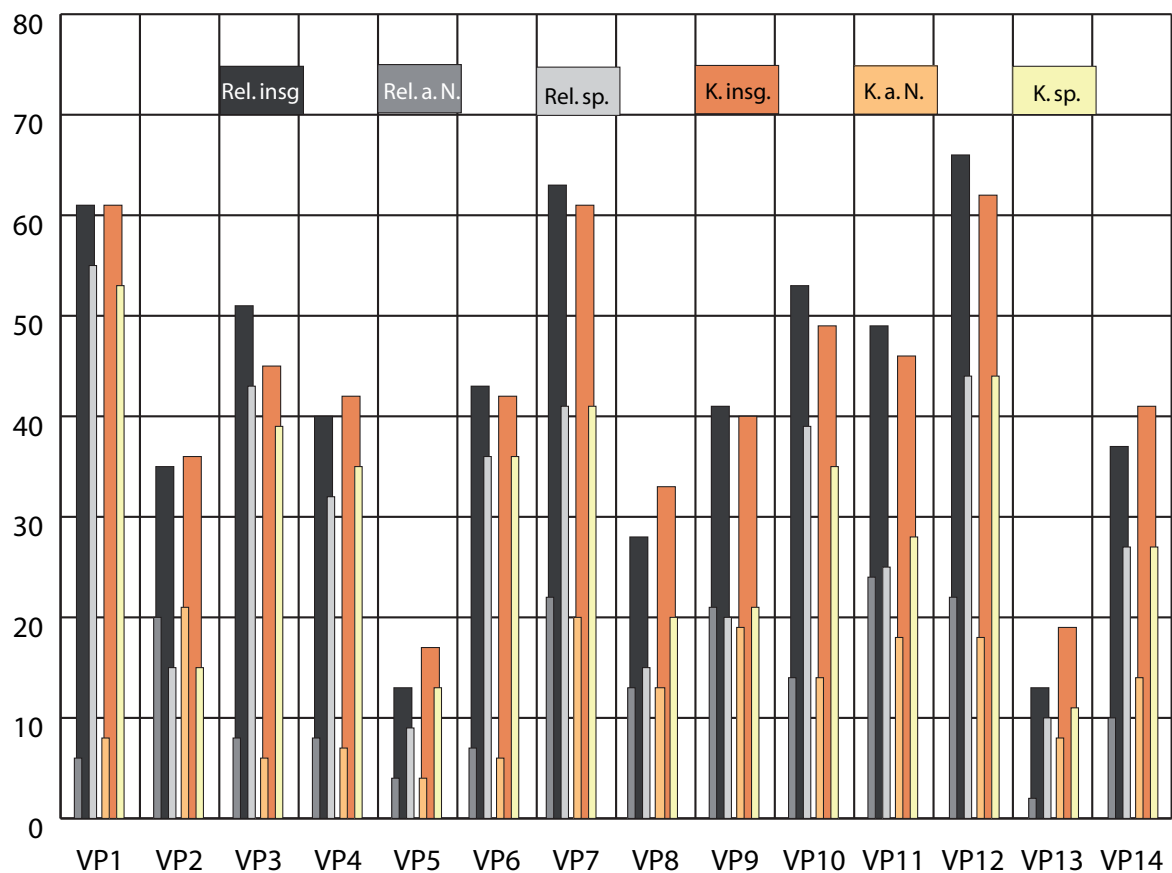


Der niedrigste Wert bei der Anzahl der wiedergegebenen Konzepte betrug 17, der höchste 62. Das entspricht 16,5% und 60,2% der 103 in der Kriteriumsstruktur enthaltenen Konzepte. Diesbezüglich sollte erwähnt werden, daß die VP, die hier die niedrigsten Werte erreichten, bereits in der Befragung nach der Textlektüre äußerten, daß der Text für sie nicht gut verständlich war, sie ihn normalerweise nicht und in der Testsituation nur widerwillig gelesen hätten. Auch im weiteren Verlauf der Untersuchung zeigten sie sich eher unwillig.

## Auswertung

Zahl der wiedergegebenen Konzepte und Relationen

Anzahl der Konzepte/Relationen



Rel. insg.	61	35	51	40	13	43	63	28	41	53	49	66	13	37
Rel. a. N.	6	20	8	8	4	7	22	13	21	14	24	22	3	10
Rel. sp.	55	15	43	32	9	36	41	15	20	39	25	44	10	27
K. insg.	61	36	45	42	17	42	61	33	40	49	46	62	19	41
K. a. N.	8	21	6	7	4	6	20	13	19	14	18	18	8	14
K. sp.	53	15	39	35	13	36	41	20	21	35	28	44	11	27

Zu den drei VP, die mit 61 und 62 genannten Konzepten die höchsten Werte erreichten, gehörten auch die, die bereits bevor sie den Text gelesen hatten etwas über die Funktionsweise von Lasern gewußt hatten (siehe Abschnitt 5.5.1). Die übrigen Werte können aus der Abbildung auf Seite ##<sup>22</sup> entnommen werden.

Nur bei den drei Protokollen mit den höchsten Werten lag die Zahl der Konzepte verglichen mit der Kriteriumsstruktur bei einem Anteil von über 50%. Das ist jedoch unter anderem darauf zurückzuführen, daß der Anteil der gegen Ende des Textes gegebenen Beispiele an der Kriteriumsstruktur relativ hoch war (20). Würde man diesen Teil gar nicht berücksichtigen, läge der Anteil der wiedergegebenen Konzepte jeweils höher. Das hätte jedoch zur Folge, daß die Beispiele, die die VP in ihren Wiedergaben nannten und an denen sie zum Teil exemplarisch die Funktionsweise eines Lasers erläuterten, auch nicht in die Auswertung miteinbezogen werden könnten.

Das zeigt recht deutlich, daß diese rein quantitative Auswertung der Protokolle allein wenig aussagekräftig ist. Zunächst soll deshalb auf Auffälligkeiten eingegangen werden, die sich bei der quantitativen Analyse der Protokolle ergeben haben. Abgesehen davon, daß natürlich der Laser in allen Protokollen vorkam, wurden manche der im Text auftauchenden Konzepte sowie konzeptbildende Eigenschaften häufiger als andere wiedergegeben. Diese Tatsache kann als Hinweis dafür gewertet werden, welche Konzepte (und Zusammenhänge) vom Text mit größerer Wahrscheinlichkeit vermittelt wurden als andere, bzw. bei welchen es häufiger zu Verständnisproblemen kam.

Die Eigenschaft eines Lasers, Wellen einheitlicher Länge auszusenden, wurde von elf der Versuchspersonen erwähnt. Davon sprachen acht VP spontan in der ungeleiteten Wiedergabe von dieser Eigenschaft. Von zehn VP wurde auch erwähnt, daß die Wellen parallel bzw. in einer Richtung verlaufen. Von dieser Eigenschaft sprachen sieben VP spontan. Das Medium eines Lasers wurde von zwölf Personen ohne Nachfrage erwähnt, einige verwendeten jedoch nicht den Terminus 'Medium', sondern eine Paraphrase. Auch, daß dieses Medium verschiedenartig sein kann, erwähnten zehn der VP spontan. Die Spiegel fanden bei allen VP ohne Nachfrage Erwähnung. Einmal wurde dabei von einem 'Spiegelsystem' und einmal von 'einem' oder 'dem Spiegel' gesprochen. Die übrigen zwölf VP sprachen von zwei Spiegeln, acht erwähnten auch, daß einer der beiden Spiegel halbdurchlässig ist, eine VP formulierte spontan, eine weitere auf Nachfrage, er habe eine Öffnung. Die Funktion dieses durchlässigen Spiegels, den Strahlaustritt, nannten alle zehn VP, die ihn erwähnt hatten. Genauso sprachen zehn der VP (neun spontan) davon, daß die Spiegel die Photonen<sup>23</sup> hin und her werfen. Elf der VP gaben darüber hinaus an, daß die Spiegel den Strahl bündeln.

Als in Frage kommendes Medium eines Lasers wurden mit zehn Nennungen am häufigsten die Gase erwähnt. Von einer VP, die den Begriff des Mediums gar nicht erwähnt hatte, wurde Gas als Teil eines Lasers genannt.

---

<sup>22</sup> Außerdem sind die Ergebnisse jeweils den Testprotokollen der einzelnen VP angefügt.

<sup>23</sup> Die Vp benutzten an Stelle des Terminus 'Photon' natürlich jeweils die von ihnen vorher gewählte Benennung oder Paraphrase.

Häufig Erwähnung fanden Lichtwellen und Photonen, ebenso wie Lichtquanten, wobei im letzteren Fall von den elf VP vier nicht den Terminus, sondern Umschreibungen wie Energie-teile, Energieteilchen etc. benutzten.

Der Zustand *'angeregt'* wurde ebenfalls von elf der VP erwähnt, wurde jedoch auf unterschiedliche Begriffe bezogen (Atome, Moleküle, Elektronen und das Medium). Die Anregung der Atome oder Moleküle bzw. des Mediums als Ursache für die Freisetzung von Licht, Lichtemission, Abgabe eines Photons etc. wurde von zehn der VP genannt. Energie wurde von zwölf VP erwähnt, von neun, daß sie dem Medium zugeführt werden muß. Als Art der Energiezufuhr wurde am häufigsten (zehnmal) die elektrische Aufladung erinnert, die Aufladung durch Blitzlampen (Blitzlichter, Lichtblitze) neunmal.

Die Termini *'spontane Emission'* und *'stimulierte Emission'* wurden von den VP in der Regel nicht benutzt. Allerdings nannten zusätzlich zu den sechs VP, die von selbst auf einen Unterschied zwischen beiden Begriffen<sup>24</sup> hingewiesen hatten, fünf VP auf Nachfrage auch Gegen-satzpaare, wie unkontrolliert/gesteuert, irgendwann/zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Der Terminus *'Photon'* wurde von zehn der 14 Versuchspersonen in der ungeleiteten Wieder-gabe benutzt, sieben davon erwähnten daneben auch das Synonym *'Lichtquant'*. Neun ver-wendeten von allein den Terminus *'Medium'*.

Bei den anderen im Text auftauchenden Fachwörtern ergibt sich eine weitaus 'schlechtere' Bilanz: Viermal wurde *'Resonator'* benutzt. Drei der VP verwendeten ungefragt das Wort *'mo-nochrom'* bzw. *'monochromatisch'*. Allerdings stellte sich bei zwei der drei Befragten hinterher heraus, daß sie den Begriffsinhalt von *'kohärent'* partiell mit einbezogen, also z.B. angaben, *'monochrom'* bedeute, daß die Wellen gleich lang sind und in die gleiche Richtung laufen.

Den Terminus *'kohärent'* benutzten nur zwei VP selbstständig und korrekt. Eine verwendet ihn zunächst bedeutungsgleich mit *'monochrom'*, erkannte dann jedoch auf Nachfrage ihren Irrtum. Eine weitere konnte auf Nachfrage den Teil der Bedeutung *'Wellen gehen in eine Rich-tung'* angeben.

Die beiden Termini *'spontane Emission'* und *'stimulierte Emission'* gebrauchten aktiv und ohne Nachfrage zwei bzw. drei Versuchspersonen.

Zwei der VP gebrauchten den Terminus *'Inversion'* korrekt und im richtigen Zusammenhang. Weitere zwei gaben auf Nachfrage richtige Antworten dazu. Eine weitere VP benutzte den Terminus im falschen Zusammenhang und korrigierte sich auch auf Nachfrage nicht.

Nur eine der Versuchspersonen benutzte von allein alle zu den Schlüsselkonzepten des Textes gehörenden Termini. Es handelte sich dabei um die VP, die in der Befragung vor Textlektüre das von allen detaillierteste Wissen über Laser gezeigt hatte und bei der Wiedergabe einen der

---

<sup>24</sup> Sie benutzten nicht unbedingt die Termini!

höchsten Werte erreichte. Bereits vor der Textlektüre benutzte sie drei der später vorkommenden zwölf Termini. Die zweite Person, die verglichen mit den anderen, viele der Fachwörter (nämlich acht) verwendete, gehörte auch zu den drei VP mit den höchsten Wiedergabeleistungen und hatte ebenfalls bereits in der ersten Befragung über Wissen bezüglich der Funktionsweise eines Lasers verfügt.

Die Zahl der ohne Nachfrage verwendeten Termini lag bei den übrigen VP zwischen 0 und 6. Bei den zwei VP, die keinen der Termini benutzten, handelt es sich um diejenigen, die auch die niedrigsten Wiedergabeleistungen erreichten.

Vier VP ließen den gesamten Teil aus, der die Modellvorstellung der Energieniveaus von Atomen oder Molekülen behandelt und so erläutert, wie es zur Aussendung von Photonen kommt.

Eine dieser VP sprach, ohne auf das Modell Bezug zu nehmen, *von instabilen Energiezuständen im Bereich der kleinen Teilchen*. Vorher hatte sie außer von Atomen und Molekülen auch von Protonen und Neutronen gesprochen, also von Teilchen, die im Text nicht erwähnt wurden. Von Photonen oder Lichtquanten sprach sie in der ungeleiteten Wiedergabe nicht, stellt dann auf Nachfrage aber Überlegungen in die richtige Richtung an.

Eine VP bezog die Eigenschaften 'angeregt' oder 'unangeregt' nur auf Elektronen, die sich dann gegenseitig anregen, wenn man eine Röhre mit Energie vollpumpt. Sie bezeichnete auf Nachfrage einen Lichtquant als *"eine ganz bestimmte Wellenlänge"* und gab an, daß es durch die Zufuhr von Energie entstehe.

Eine weitere VP sprach nur von *"irgendwelchen Teilchen, die mit Energie angereichert"* werden und vermutete, daß *"Neutronen auf irgendwelche anderen treffen."* Hierbei handelte es sich um eine der Versuchspersonen, die den Text in der Zwischenbefragung als nicht gut verständlich eingestuft hatte.

Auch die vierte der VP, die von selbst nichts von den in diesem Teil des Textes erläuterten Sachverhalten erwähnte, hatte den Text vorher als nicht gut verständlich eingestuft und sich über die vielen Informationen beschwert, die auf den wenigen Seiten auf einmal gegeben werden (und nannte als Beispiel *"Photonen und Ketonen"* (sic!). Nach der Ablenkungsphase sprach sie aber nicht mehr von Photonen. Auf die Frage, ob ihr noch andere andere Begriffe zu 'Photon' einfielen, nannte sie *'Elektronen'* und *'Energie'*.

Bei der Interpretation der Abbildungen auf Seite 24 des Heftes kam es bei mehreren VP zu Mißverständnissen: Die mittlere Abbildung ist nach der Bildunterschrift so auszulegen, daß Teilchen vom angeregten Zustand in den Grundzustand fallen. Dabei wird der angeregte Zustand durch blaue, der Grundzustand durch rote Kügelchen und das Zurückfallen durch einen kleinen schwarzen Pfeil dargestellt. Infolgedessen wird ein Teilchen durch zwei Kügelchen dargestellt. Einige VP interpretierten die Abbildung deshalb als Darstellung zusammenstoßender Teilchen.

Eine der Versuchspersonen brachte die Einwelligkeit des Laserlichts mit ihrem Wissen über

Akkustik in Verbindung und vermutete, daß die Stärke des Lichts unter anderem darauf zurückzuführen sei, daß keine Interferenzen und Phasenauslöschungen auftreten.

Die Vermutung, die Stärke des Lichts sei auf die Einwelligkeit zurückzuführen äußerten weitere zwei VP, ohne jedoch die Verbindung zur Akustik und den Begriffe Interferenz und Phasenauslöschung herzustellen.

Auffällig ist, daß einige der VP, die in der Befragung vor der Textlektüre Vermutungen oder Wissen über die Funktionsweise eines Lasers geäußert hatten, diese während der zweiten Befragung auch dann wiederholten, wenn sie durch den Text nicht bestätigt wurden. Diese Vermutungen bezogen sich auf die Bündelung und die Erzeugung des Laserstrahls. Eine der VP, die schon einmal gesehen hatte, daß optische Linsen Teil eines Lasers sein können, nannte sie wieder. Eine andere nahm die Vermutung wieder auf, der Strahl werde durch Kristalle gebündelt. Diejenige VP, die in der ersten Befragung das Beispiel mit der Glasplatte genannt hatte, an deren Kanten das Licht austritt, nannte wieder die Totalreflexion an den Wänden des Resonators als Grund für die Bündelung des Strahls.

## 6. Schlußbemerkung

Im Text, der dieser Untersuchung zugrundeliegt, wird, was die zu den Schlüsselkonzepten gehörigen Termini betrifft, fast durchweg die Strategie der Erläuterung durch kataphorische Erklärungskontexte verfolgt. Die Annahme, daß sie auf diese Weise nur wenig Aufmerksamkeit auf sich ziehen (siehe 4.1.2.), wurde durch die Ergebnisse der Untersuchung bestätigt. Hier hätten vermutlich mit einem nur wenig höheren sprachlichen Aufwand nachhaltigere Effekte erreicht werden können.

Auch wenn man davon ausgeht, daß durch den Text nur die Funktionsweise erläutert werden soll, ohne die Termini für den weiteren Gebrauch einzuführen, bleibt noch zu kritisieren, daß durch unklare Referenzen (A2) unnötig Verwirrung entstand, die auch das weitere Verständnis beeinflußt hat.

Auffällig war vor allem, daß die Textlektüre kaum dazu beigetragen hat, die zu den Schlüsselkonzepten gehörigen Termini bei den VP zu etablieren. Nur drei der Termini, nämlich 'Photon'(11), 'Lichtquant' (7) und 'Medium' (9), wurden von mehr als vier VP benutzt. Es handelt sich dabei um die Fachwörter, die im Text am häufigsten auftauchten.

Was die Termini 'spontane Emission' und 'stimulierte Emission' betrifft, wurden sie von der Mehrzahl der VP zwar nicht verwendet, bei der Nachfrage jedoch als zum Thema gehörig erkannt (s.o.) und eingeordnet.

Anders stellte sich die Situation für 'monochrom', 'kohärent' und 'Inversion' dar. Nur eine VP benutzte 'monochrom' und 'kohärent' von selbst korrekt. Bei allen anderen tauchte Verwirrung bezüglich der Begriffsinhalte auf, wenn sie sich überhaupt noch daran erinnerten. Sechs VP konnten sich an die Termini gar nicht mehr erinnern.

Insgesamt zeigte sich bei den VP die Tendenz, keine feste Trennung zwischen der einheitlichen Wellenlänge und der Richtung der Wellen vorzunehmen, so daß sich (nicht dem Sachverhalt entsprechende) Schlußfolgerungen ergaben, wie z.B., daß die Einwelligkeit durch stimulierte Emission herbeigeführt würde oder die Einwelligkeit des Lichts zur Folge hätte, daß die Wellen alle in eine Richtung laufen, etc. Es liegt nahe, diese Ergebnisse auf die etwas nachlässige Einführung der Termini durch den Text (A2) zurückzuführen.

Dementsprechend wurde die Kohärenz der Wellen als Folge der stimulierten Emission, die im weiteren Verlauf des Textes erklärt wird, von den VP in ihren Wiedergaben kaum hervorgehoben. Vielmehr sprachen sie zumeist allgemein, ohne zu präzisieren in welcher Hinsicht, von einer kontrollierten oder gesteuerten Abgabe von Photon bzw. Licht. Das entspricht etwa der zweiten Zusammenfassung des Laserprinzips, die im Text gegeben wird (A11).

Am wenigsten Berücksichtigung in den Wiedergaben der VP fand der Abschnitt zur Inversion

des Mediums. Nur zwei VP benutzten den Terminus, zwei weitere konnten später Erläuterungen dazu abgeben. Alle anderen VP erinnerten sich überhaupt nicht mehr an Terminus und Inhalt.

Die Abbildungen konnten, wenn Verständnisprobleme auftraten nur wenig zur Verdeutlichung beitragen, sondern verwirrten einige VP sogar.

Von den Einzelinformationen gegen Ende des Textes, wurden nicht viele wiedergegeben, was sich auf die erreichten Werte der wiedergegebenen Konzepte und Relationen auswirkt (siehe quantitative Auswertung, weiter oben). Da sich hier der größere Teil auf verschiedene Gaslaser bezieht, tauchten sie genauso wie die zugehörige elektrische Aufladung häufiger in den Wiedergaben auf, als die übrigen Laser.

Auffällig ist, daß die Spiegel als Teil des Lasers von allen VP erwähnt wurden, also auch von denen, die angaben, das Funktionsprinzip nicht verstanden zu haben. Elf Versuchspersonen sagten, daß die Bündelung des Strahls durch die Spiegel erfolgt (A5, A13) und zehn gaben an, daß der Strahl durch den halbdurchlässigen Spiegel austritt (A13).

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Elemente, die in den Wiedergaben am häufigsten auftauchen sich auch in den Zusammenfassungen des Textes finden und daß auch der Grad der Detailliertheit der Beschreibungen durch die VP eher dem der Zusammenfassungen entsprach, als dem der erläuternden Passagen.

Das deutet darauf hin, daß die Zusammenfassungen zwar zu einer Erhöhung der Einprägbarkeit geführt haben, jedoch auch bewirkten, daß den detaillierteren Informationen weniger Aufmerksamkeit zuteil wurde.

## Literaturangaben

ALBERT, Dietrich (Hrsg.) (1985): Bericht über den 34. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Wien 1984, Band 1: Grundlagenforschung. Göttingen: Verl. f. Psych.

ANTOS, Gerd/ AUGST, Gerhard (1989): Textoptimierung: das Verständlichermachen von Texten als linguistisches, psychologisches und praktisches Problem. Frankfurt a.M.: Lang. (Theorie u. Verm. d. Sprache; 11)

ANTOS, Gerd/ KRINGS, Hans P. (Hgg.) (1989): Textproduktion: Ein interdisziplinärer Forschungsüberblick. Tübingen: Niemeyer (Konzepte d. Sprach- u. Literaturwiss.; 48)

ARNTZ, Reiner (Hrsg.) (1988): Textlinguistik und Fachsprache. Hildesheim: Olms. (Studien zu Sprache und Technik; 1)

ARNTZ, Reiner / THOME, Gisela (Hrsg.) (1990): Übersetzungswissenschaft, Ergebnisse und Perspektiven. Tübingen: Narr (Tüb. Beitr. z. Ling.; 354)

AUTHIER, Jaqueline (1982): "La mise en scène de la communication dans le discours de vulgarisation scientifique." In: Langue Française, 53, fév. 1982. Paris: Larousse, S. 34-47

BALLSTAEDT, Steffen-Peter/ MANDL, Heinz/ SCHNOTZ, Wolfgang/ TERGAN, Sigmar-Olaf (1981): Texte verstehen, Texte gestalten. München: Urban und Schwarzenberg

BALLSTAEDT, Steffen-Peter/ MANDL, Heinz (1985): "Veränderungen von Wissensstrukturen beim Lesen." In: Albert, Dietrich (Hrsg.) (1985). S. 252-254

BAMMÉ, Arno/ KOTZMANN, Ernst/ RESCHENBERG, Hasso (Hrsg.) (1989): Unverständliche Wissenschaft: Probleme und Perspektiven der Wissenschaftspublizistik. München: Profil (Technik u. Wissenschaftsforschung; 8)

BIERE, Bernd Ulrich (1989): "Wissenschaftsjournalismus als Arbeit am Text." In: Bammé, Arno et al. (1989), S. 143-155

-, (1990): "Dialog mit der Öffentlichkeit. Linguistische Bemerkungen zum Verhältnis von Wissenschaft und Wissenschaftsjournalismus". In: RICKHEIT, Gert/ WICHTER, Sigurd (Hrsg.) (1990), S. 365-373

BOCK, Michael (1978): Wort-, Satz-, Textverarbeitung. Stuttgart: Kohlhammer

BREDENKAMP, J./ WIPPICH, W. (1979): Bildhaftigkeit und Lernen. Darmstadt: Steinkopff



- BUNGARTEN, Theo (Hrsg.) (1981): Wissenschaftssprache: Beiträge zur Methodologie, theoretischen Fundierung und Deskription. München: Fink
- , (1982): "Kann der Laie den Wissenschaftler noch verstehen? Erkenntnistheoretische soziologische und gesellschaftspolitische Gesichtspunkte des Sprachgebrauchs in der Wissenschaft." In: ERMERT, Karl (1982), S. 1-14
- , (1989): Wissenschaftssprache und Gesellschaft. 2. unveränd. Auflage. Tosted: Attikon
- CHERUBIM, Dieter (1982): "Wissenschaftliche und populärwissenschaftliche Texte im Kontrast: Beispielanalysen." In: ERMERT, Karl (1982), S. 83-105
- CHRISTALLER, Thomas (Hrsg.) (1989): Künstliche Intelligenz. 5. Frühjahrsschule, KIFS-87. Günne, 28. März - 5. April 1987. Berlin: Springer. (Informatik-Fachberichte 202)
- CRONE, Frans (1989): "Wissenstransfer und seine Kommunikationsformen in Universitäts-spresestellen und Wissenschaftsläden." In: Bungarten, Theo (Hrsg.) (1989), S.233-242
- DETERING, Klaus/ SCHMIDT-RADEFELD, Jürgen/ SUCHAROWSKI, Wolfgang (Hrsg.) (1982): Sprache erkennen und verstehen; Akten des 16. Linguistischen Kolloquiums, Kiel 1981, Band 2. Tübingen: Niemeyer
- DIJK, T.A. van/ KINTSCH, Walter (1983):. Strategies of Discourse Comprehension. New York: Academic Press.
- DOPLET, Matthias (1987): "Überlegungen zu einem Textbeschreibungs-modell für populärwissenschaftliche Lehrbuchtexte aus Naturwissenschaft und Technik". In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 37'88, S. 66-69
- DUBOIS, Betty Lou (1989): "From New England Journal of Medecine and Journal of the American Medical Association Through the Associalted Press to Local Newspaper: Scientific Translation for the Laity." In: Bungarten, Theo (Hrsg.) (1989), S. 243-253
- EIGLER, Gunther/ JECHLE, Thomas/ MERZINGER, Gabriele/ WINTER, Alexander (1990): Wissen und Textproduzieren. Tübingen: Narr (Script Oralia; 29)
- ERMERT, Karl (Hrsg.) (1982): Wissenschaft - Sprache - Gesellschaft. Über Kommunikation-sprobleme zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit und Wege zu deren Überwindung. Tagungsprotokoll, 18. bis 21. März 1982, Evangelische Akademie Loccum, Rehburg-Loccum. ( Loccumer Protokolle; 1982,6)
- GERETSCHLAEGER, Erich (1989): "Wie verkaufen populärwissenschaftliche Zeitschriften Wissenschaft? Eine Untersuchung am Beispiel der Zeitschriften Die Umschau, Kosmos, Bild der

Wissenschaft, P.M. und Spektrum der Wissenschaft.” In: BUNGARTEN, Theo (Hrsg.) (1989), S. 254-271

GRABOWSKI, Joachim (1991): Der propositionale Ansatz der Textverständlichkeit: Kohärenz, Interessantheit und Behalten. Münster: Aschendorff (Arb. z. sozialwiss. Psychologie; 24)

GOTZMANN, Gerhard (1989): “Zur Versprachlichung technischer Sachverhalte.” In: Antos, G/ Augst, G. (1989), S. 169-176

GROEBEN Norbert (1978): Die Verständlichkeit von Unterrichtstexten. Münster/Westf.: Aschendorff.

-, (1982): Leserpsychologie: Textverständnis - Textverständlichkeit. Münster/Westf.: Aschendorff.

HANDWERKER Brigitte (1988): “Wortbedeutung und Textverstehen”. In: Arntz, Reiner (Hrsg.) (1988), S. 333-347

-, (1990): “Paraphrase und Popularisierung. Zum Problem der Bedeutungskonstitution im populärwissenschaftlichen Diskurs.” In: Arntz, R. / Thome, G. (1990), S. 380-392

HENNE, Helmut/ MENTRUP, Wolfgang (Hrsg.) (1983): Wortschatz und Verständigungsprobleme: Was sind schwere Wörter im Deutschen? Düsseldorf: Schwann

HERINGER, Hans Jürgen (1979): “Verständlichkeit, ein genuiner Forschungsbereich der Linguistik?” In: ZGL, Zeitschrift für Germanistische Linguistik, 7/1979, S. 255-278

-, (1984): “Textverständlichkeit. Leitsätze und Leitfragen”. In: LiLi, Jg.14, 55, S. 57-70

HEYER, G./GÖRZ, G./ KREMS, J. (Hrsg.) (1988): Wissensarten und ihre Darstellung. Beiträge aus Philosophie, Psychologie, Informatik und Linguistik. Berlin: Springer. (Informatik-Fachberichte, 169)

HOFFMANN, Lothar (1987): Kommunikationsmittel Fachsprache (3. durchgesehene Auflage). Berlin: Akademie Verlag

HOFFMANN, Ludger (1984): “Mehrfachadressierung und Verständlichkeit”. In: LiLi, Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik, Jg. 14, 55, S. 71-85

HOMBERGER, Dietrich (1990): “Von Experte zu Laie. Fachsprachliche Kommunikation und Wissenstransfer”. In: Rickheit, Gert/ Wichter, Sigurd (Hrsg.) (1990), S. 375-393

HUBER, Günter L./ MANDL, Heinz (Hrsg.) (1982): Verbale Daten -Eine Einführung in die Grundlagen und Methoden der Erhebung und Auswertung. Weinheim: Beltz

KÄHLER, Heike (1987): Textanalyse und Isotopiekonzept - eine Untersuchung auf der Grundlage deutscher und englischer populärwissenschaftlicher Texte. Dipl.-Arb., Universität Hildesheim, Fachbereich III - Sprachen und Technik

KALLMEYER, Werner/ KLEIN, W./ MEYER-HERRMANN, R./ NETZER, K./ SIEBERT, H. J. (1980): Lektürekolleg zur Textlinguistik; Band 1: Einführung; 3. Auflage. Königstein/Ts.: Athenäum.

KINTSCH, Walter (1982): Gedächtnis und Kognition (dt. Übers. v. ALBERT, Angelika). Berlin: Springer.

KLAUER, Karl Josef (Hrsg.) (1982): Handbuch der Pädagogischen Diagnostik (Studienausgabe), Band 1. Düsseldorf: Schwann

KLIMESCH, Wolfgang (1988): Struktur und Aktivierung des Gedächtnisses. Das Vernetzungsmodell: Grundlagen und Elemente einer übergreifenden Theorie. Stuttgart: Huber

KLIX, Friedhart (1977): "Über die Repräsentation von Bedeutungsträgern im menschlichen Langzeitgedächtnis." In: Reulecke, Wolfram (Hrsg.) (1977), S. 162-176

-, (Hrsg.) (1984): Gedächtnis, Wissen, Wissensnutzung. Berlin: Dt. Verl. d. Wiss. Darin: "Über Wissensrepräsentation im menschlichen Gedächtnis", S. 9-73

-, (1988): "Gedächtnis und Wissen". In: MANDL, Heinz/ Spada, Hans (Hrsg.)(1988), S. 19-54

KLUWE, Rainer H. (1988): "Methoden der Psychologie zur Gewinnung von Daten über menschliches Wissen". In: Mandl, Heinz/ Spada, Hans (Hrsg.)(1988), S. 359-385

KNEISSLER, Michael (1989): "Der Laser: Ein besonderer Lichtstrahl erobert die Welt". In: P.M.-Perspektive (1989): Laser, S. 4-19

KNOBLOCH, Clemens (Hrsg.) (1987): Fachsprache und Wissenschaftssprache. Essen: Die blaue Eule. (Siegener Studien; 42)

KRAUSE, W/ WYSOTZKI, F. (1984): "Computermodelle und psychologische Befunde der Wissensrepräsentation." In: KLIX, F. (Hrsg.) (1984), S. 108-137

KÜHLWEIN, Wolfgang/ RAASCH, Albert (Hrsg.) (1982): Stil: Komponenten, Wirkungen. Bd. 1 + 2. Kongreßberichte der 12. Jahrestagung der Gesellschaft für Angewandte Linguistik, GAL e. V., Mainz 1981. Tübingen: Narr.

LÖFFLER-LAURIAN, Anne-Marie (1984): "Vulgarisation scientifique: formulation, reformulation, traduction." In: PEYTARD.J./ JACOBI, D/ PÉTROFF, A. (eds.) (1984): Langue Française 64, déc. 1984: Français technique et scientifique: réformulation, enseignement. S. 109-125

- LÖTSCHER, Andreas (1987): Text und Thema: Studien zur thematischen Konstituierung von Texten. Tübingen: Niemeyer. (Reihe germ. Ling.; 81)
- LUCK, Kai v. (Hrsg.) (1989): Künstliche Intelligenz. 7. Frühjahrsschule, KIFS-89, Günne, 11.-19. März 1989. Berlin: Springer. (Informatik-Fachberichte, 203)
- MANDL, Heinz/ SPADA, Hans (Hrsg.)(1988): Wissenspsychologie. München: Psychologie-Verl.-Union
- MEYERS GROSSES TASCHENLEXIKON, 1983. Mannheim: Bibliographisches Institut.
- MÖHN, Dieter/ PELKA, Roland (1984): Fachsprachen: Eine Einführung. Tübingen: Niemeyer. (Germ. Arbeitshefte; 30).
- MORTUREUX, Marie-Francoise (1982): "Paraphrase et métalangage dans le dialogue de vulgarisation." In: Langue Française 53, fév. 1982: La vulgarisation. Paris: Larousse. S. 48-61
- MÜNCH, Dieter (Hrsg.) (1992): Kognitionswissenschaft: Grundlagen, Probleme, Perspektiven. Frankfurt a. M.: Suhrkamp. (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft; 989)
- NORMAN, D.A./ RUMELHART, D.E. (1978): Strukturen des Wissens: Wege der Kognitionsforschung. Stuttgart: Klett-Cotta  
(am. Original: Explorations in Cognition. San Francisco: Freeman, 1975)
- OPWIS, Klaus (1988): "Produktionssysteme". In: MANDL, Heinz/ SPADA, Hans (Hrsg.)(1988), S. 74-98
- PEYTARD, J./ JACOBI, D/ PETROFF, A. (eds.) (1984): Langue Française, 64: Français technique et scientifique: réformulation, enseignement. Paris: Larousse
- P.M.- PERSPEKTIVE (1989): Laser. München: G+J Verlagsgruppe
- RATH, Rainer (1971): Die Partizipialgruppe in der deutschen Gegenwartssprache. Düsseldorf: Schwann
- REHMERT, Christiane (1989): Die Darstellung und Erklärung wissenschaftlicher Gegenstände und Sachverhalte in deutschen Zeitungen und Zeitschriften. Dipl.-Arb., Universität Hildesheim, Fachbereich III - Sprachen und Technik
- REULECKE, Wolfram (Hrsg.) (1977): Strukturelles Lernen. Hamburg: Hoffmann und Campe.

RICKHEIT, Gert/ WICHTER, Sigurd (Hrsg.) (1990): Dialog, Festschrift für Siegfried Grosse. Tübingen: Niemeyer.

ROTHKEGEL, Annely (1982): "Sachinformierende Texte und ihre Attraktivmacher". In: DETERING, Klaus/ SCHMIDT-RADEFELD, Jürgen/ SUCHAROWSKI, Wolfgang (Hrsg.) (1982), S. 177-186

RÖTHLEIN, Brigitte (1989): "Das geniale Prinzip, das hinter jedem Laser steckt". In: P.M.- Perspektive (1989): Laser. S. 20-25

RÜTTER, Theodor (1973): Formen der Testaufgabe. Eine Einführung für didaktische Zwecke. München: Beck

SANDROCK, Monika (1987): "Möglichkeiten der Erklärung wissenschaftlicher Fachtermini in populärwissenschaftlichen Texten". In: Knobloch, Clemens (Hrsg.) (1987), S. 71-90

SCHANNE, Michael (1989): "Herz-Kreislaufkrankheiten, die Todesursache Nummer 1: Eine journalistische Routineübung." In: Bungarten, Theo (Hrsg.) (1989), S. 292-303.

SCHARENBERG, Heike (1989): Textverständlichkeit und Textoptimierung - dargestellt am Beispiel von Versicherungstexten. Dipl.-Arb., Universität Hildesheim, Fachbereich III - Sprachen und Technik

SCHNOTZ, Wolfgang (1988): "Textverstehen als Aufbau mentaler Modelle". In: MANDL, Heinz/ SPADA, Hans (Hrsg.)(1988), S. 299-330

SERRA BORNETTO, Carlo (1989): "Einsteins Relativitätstheorie. Strategien der Popularisierung vom Comics bis zum Sachbuch". In: BUNGARTEN, Theo (Hrsg.) (1989), S. 350-366

SPRINGER, Michael (1989): "Das Redigieren wissenschaftlicher Texte als Übersetzungsproblem." In: ANTOS, G./ AUGST, G. (1989), S. 162-168

STEINER, Gerhard (1988): "Analoge Repräsentationen". In: Mandl, Heinz/ Spada, Hans (Hrsg.)(1988), S. 99-119

TERGAN, Sigmar-Olaf (1983): Textverständlichkeit und Lernerfolg im angeleiteten Selbststudium. Weinheim und Basel: Beltz. (Schriftenr. d. Dtsch. Inst. f. Fernstudien a. d. Univ. Tüb.; 15)

-, (1985): "Diagnose von Wissenstrukturen". In: Albert, Dietrich (Hrsg.) (1985), S. 249-250

-, (1986): Modelle der Wissensrepräsentation als Grundlage qualitativer Wissensdiagnostik. Opladen: Westdeutscher Verlag (Beitr. z. psychologischen Forschung; 7)

-, (1988): "Qualitative Wissensdiagnose - Methodologische Grundlagen". In: MANDL, Heinz/

SPADA, Hans (Hrsg.)(1988), S. 400-422

THIEL, Gisela/ THOME, Gisela (1988): "Isotopiekonzept, Informationsstruktur und Fachsprache. Untersuchung an wissenschaftsjournalistischen Texten". In: ARNTZ, Reiner (Hrsg.) (1988), S. 299-331

VOLLSTEDT, Christine (1987): Fachsprache in der Presse - Eine Untersuchung an Texten aus dem Bereich des Kraftfahrzeugwesens. Dipl.-Arb., Wissenschaftliche Hochschule Hildesheim, Fachbereich III - Sprachen und Technik.

WENDER, Karl F. (1988): "Semantische Netzwerke als Bestandteile gedächtnispsychologischer Theorien". In: Mandl, Heinz/ Spada, Hans (Hrsg.)(1988), S. S. 55-73

WICHTER, Sigurd (1983): "Dimensionen fachexterner Kommunikation". In: HENNE, Helmut/ MENTRUP, Wolfgang (1983), S. 73-91

-, (1990): "Fachexterne Kommunikation. die Ungleichverteilung von Wissen als Dialogvoraussetzung". In: Rickheit, Gert/ Wichter, Sigurd (Hrsg.) (1990), S. 477-490

WILKE, Jürgen (1989): "Probleme wissenschaftlicher Informationsvermittlung durch die Massenmedien." In: Bungarten, Theo (Hrsg.) (1989), S. 304-318.

WIMMER, Rainer (1982): "Wissenschaftliche Kommunikation und Alltagskommunikation im Lichte einer linguistisch begründeten Sprachkritik. " In: Ermert, Karl (1982), S.15-32

WIPPICH, Werner (1984): Lehrbuch der angewandten Gedächtnispsychologie, Bd.1. Stuttgart: Kohlhammer

-, (1985): Lehrbuch der angewandten Gedächtnispsychologie, Bd.2. Stuttgart: Kohlhammer



## **Anhang**