pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Sumfleth, Elke; Schüttler, Susanne

Linguistische Textverständlichkeitskriterien. Helfen sie bei der Darstellung chemischer Inhalte?

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 1 (1995) 1, S. 55-72

Quellenangabe/ Reference:
Sumfleth, Elke; Schüttler, Susanne: Linguistische Textverständlichkeitskriterien. Helfen sie bei der Darstellung chemischer Inhalte? - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 1 (1995) 1, S. 55-72 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-314647 - DOI: 10.25656/01:31464

https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-314647
https://doi.org/10.25656/01:31464

in Kooperation mit / in cooperation with:

IPN
Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik

https://www.leibniz-ipn.de

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Elke Sumfleth und Susanne Schüttler

Linguistische Textverständlichkeitskriterien Helfen sie bei der Darstellung chemischer Inhalte?

Zusammenfassung:
Texte sind bei der Wissensvermittlung von zentraler Bedeutung. Somit ist auch die Textverständlichkeit ein wichtiger Parameter im Hinblick auf ein erfolgreiches Lernen mit Texten. In der vorliegenden Arbeit werden Texte mit chemischem Inhalt anhand von linguistischen Textverständlichkeitskriterien analysiert und die Leser-Text-Interaktion untersucht. Die Ergebnisse führen zu charakteristischen Merkmalen, die die Verständlichkeit von derartigen Fachtexten erhöhen. Die Umsetzung dieser Erkenntnisse in die Konstruktion eines neuen Textes wird erprobt und ihre Auswirkungen untersucht. Es ist möglich, auf diese Weise das Lernergebnis des Lesens derartiger Texte zu verbessern.

Abstract:
Texts are of crucial importance concerning the imparting of knowledge. Therefore text comprehension is an important variable with regard to successful learning using texts. Therefore in this paper texts with chemical contents are analyzed on the basis of linguistical criteria of text comprehension and the reader-text-interaction is closely examined. The results lead to characteristic marks which increase comprehension of those texts. These findings are used to construct a new text and its effects on the learning process are investigated. It is possible to improve the learning outcome in this way.

1. Einleitung

In der heutigen Welt sind schriftliche Materialien bei der Informations- und Wissensvermittlung von zentraler Bedeutung. Im Gegensatz zu wissenschaftlichen Texten, in denen sich Experten an Experten wenden, sind Lehr- und populärwissenschaftliche Texte durch ein Wissensgefälle vom Autor zum Leser gekennzeichnet (Rowan, 1991). In beiden Fällen werden Fachsprachen benutzt, in wissenschaftlichen Publikationen die Wissenschaftssprache (Kretzenbacher, 1991) des jeweiligen Faches und in Schulbüchern die entsprechende Lehr- und Lernsprache. Bedingt durch die Terminologie des jeweiligen Faches weisen beide Sprachen Gemeinsamkeiten auf, unterscheiden sich aber auch deutlich aufgrund der unterschiedlichen Adressatengruppen (Vollmer, 1980). Je nach Fachkompetenz der Adressaten müssen die wissenschaftlichen und gemeinsprachlichen Elemente bei der Vermittlung von Wissen unterschiedlich gewählt werden, um eine erfolgreiche Kommunikation zu ermöglichen. Die Hinführung zur Fachsprache ausgehend von der Alltagssprache ist aufgrund des Wissensgefälles zwischen Autor und Leser unumgänglich (GDCh, 1983; vgl. auch Pfeifer, Häussler & Lutz, 1992).
Das Forschungsgebiet, das sich mit Problemen des Textverstehens beschäftigt, hat eine relativ kurze Geschichte. Im englischen Sprachraum wurden in den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts erste Untersuchungen zur graphischen und typographischen Gestaltung von Texten durchgeführt (Gilliland, 1972). Aus diesen Ansätzen entwickelte sich die Readability-Forschung (Rost, 1985).

2. Textverständlichkeitstheorien

2.1 Readability-Forschung

Die Readability- oder Lesbarkeitsforschung untersucht stilistisch-sprachliche Oberflächenstrukturen von Texten. Sie geht von der Annahme aus, daß Texte in Abhängigkeit von der Art der verwendeten Wörter und Wortarten leichter oder schwerer zu lesen sind. Außerdem hängt die Lesbarkeit von anderen sprachformalen Oberflächenmerkmalen ab,

wie z.B. von der Länge und Zahl verschiedener Satztypen. Entscheidenden Einfluß hat die Schwierigkeit von Wörtern und Sätzen (Klare, 1971). Diese Faktoren werden mit Kriteriumsvariablen wie Lesegeschwindigkeit, Schwierigkeitseinschätzung durch Experten und Verständlichkeitstests in Form von Multiple-Choice-Behaltenstests, Ratertests oder Close-Procedure-Tests korreliert. Mit Hilfe anschließender Regressionsanalysen werden sogenannte „Lesbarkeitsformeln" ermittelt. Damit bestimmen allein textimmanente Oberflächenmerkmale die Lesbarkeit eines Textes. Die inhaltliche Organisation und subjektive Stilelemente werden nicht berücksichtigt (Groeben, 1982; Mandl, et al. 1980; Rost, 1985; Weingartz, 1981; Klare, 1971). Die jeweiligen Lesbarkeitsformeln vereinen nicht alle relevanten Oberflächenmerkmale in sich, so daß verschiedene Lesbarkeitsformeln bei ein und demselben Text zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Sie geben auch kaum Hinweise zur Gestaltung verständlicher Texte, weil die Lesbarkeit eines Textes keine Aussagen über dessen Verständlichkeit macht. Hierzu müssen kognitive Verstehens- und Verarbeitungsprozesse der Rezipienten berücksichtigt werden, denn der Prozeß des Verstehens bzw. Nichtverstehens eines Textes ist ein Problem der Textverarbeitung und nur als Interaktion zwischen Leser und Text zu verstehen. Die theoretisch nicht fundierte Readability-Forschung läßt dies unberücksichtigt. Deshalb stellt die Lesbarkeitsforschung nur die Vorstufe zur eigentlichen Verständlichkeitsforschung dar (Groeben, 1982). Sie hat das Problem „Verständlichkeit" aufgeworfen und liefert die Basis für weiterführende Konzepte.

2.2 Hamburger Verständlichkeitskonzept

Auch das Hamburger Verständlichkeitskonzept (Langer, Schulz v. Thun & Tausch, 1974; 1990) beschreibt die Verständlichkeit von Texten auf der Grundlage textimmanenter Merkmale, berücksichtigt aber neben linguistisch-stilistischen Faktoren Merkmale der inhaltlichen Organisation sowie der motivationalen Wirkung. Mit Hilfe semantischer Differentiale wurden verschiedene Texte im Hinblick auf eine Vielzahl textcharakteristischer Merkmale beurteilt. Durch Faktorenanalyse wurden vier Dimensionen der Textverständlichkeit – Einfachheit, Gliederung-Ordnung, Kürze-Prägnanz und zusätzliche Stimulanz – ermittelt.

Einfachheit bezieht sich auf die sprachliche Darstellung der Texte, nicht auf deren Inhalte. Ein Text ist sprachlich leicht verständlich, wenn er kurze einfache Satzstrukturen besitzt und geläufige Wörter sowie viele aktive Verben enthält. Nachteilig sind Passiv-Formulierungen und Substantivierungen. Diese Textdimension entspricht dem Auszählen der verschiedenen Textoberflächenmerkmale in der Readability-Forschung. Bei der Dimension Gliederung-Ordnung handelt es sich sowohl um die sinnvolle, inhaltliche Strukturierung als auch um die Gliederung durch Absätze, Überschriften, Zusammenfassungen und Hervorhebungen. Die Textdimension Kürze-Prägnanz steht für ein Gleichgewicht zwischen Kürze und Knappheit der Inhalte sowie notwendiger Redundanz. Nicht erforderliche Einzelheiten und ein Abschweifen vom Thema durch weitschweifige Formulierungen, umständliche Erklärungen, Füllwörter und Phrasen sollten vermieden werden. Sprachaufwand und Informationsziel müssen zueinander passen (Schulz v. Thun, 1976). Unter zusätzlicher Stimulanz versteht man z.B. Ausrufe, wörtliche Reden, rhetorische Fragen zum Mitdenken, Auftreten von Menschen, Reizworte und witzige Formulierungen. Ein Text sollte nur soviel zusätzliche Stimulanz enthalten, daß die Übersichtlichkeit der Inhalte und das Gleichgewicht zwischen Kürze und Redundanz erhalten bleibt. Damit sind die vier Dimensionen der Textverständlichkeit nicht unabhängig voneinander. Die Stärke dieses Verständlichkeitskonzeptes liegt in seiner direkten Anwendbarkeit. Aufgrund der empirischen Befunde wurde ein Instruktionsprogramm zur Verbesserung von Lehr- und Informationstexten entwickelt (Langer, Schulz v. Thun & Tausch, 1974). Aber auch

dieser empirisch-induktive Ansatz liefert nur Befunde, kann sie jedoch nicht erklären.

2.3 Verständlichkeitskonzept nach Groeben

Groeben (1982) leitet die für das Konstrukt Verständnis/Verständlichkeit von Texten bedeutsamen Textdimensionen theoretisch ab und überprüft im zweiten Schritt ihre Gültigkeit. Verständlichkeit wird hier als „mediatives Konstrukt" zwischen Textcharakteristika und Rezipientenmerkmalen verstanden (Groeben, 1978, 68). Deshalb wird zwischen Textverständnis und Textverständlichkeit unterschieden.

Mit Textverständnis werden die Verstehensvoraussetzungen der Leser, d.h. die Lesermerkmale, bezeichnet, mit Textverständlichkeit die Textmerkmale. Zum Verstehen eines Textes kommt es nur, wenn Textmerkmale und Lesermerkmale einander adäquat sind und miteinander in Wechselwirkung treten. Auf diesem Wege gelangt Groeben zu Verständlichkeitskriterien (Stilistik, kognitive Strukturierung[1] und konzeptueller Konflikt), die mit denen der Hamburger Forschungsgruppe prinzipiell vergleichbar sind. Stilistik umfaßt Aspekte der sprachlichen Einfachheit und der semantischen Redundanz. Die sprachliche Einfachheit wird auf psycholinguistische Modelle zur Satzverarbeitung und Stilistik aus der Lesbarkeitsforschung zurückgeführt.

Die semantische Redundanz wird aus der Informationsverarbeitungstheorie abgeleitet (Anderson, 1988; Lindsay & Norman, 1981). Hiernach ermöglicht eine geringere Anzahl neuer Informationen pro Zeiteinheit eine leichtere Verarbeitung. Dies kann durch eine Verringerung der Informationen oder durch eine Verlängerung der Zeit, also durch Wiederholung schon gegebener Informationen erreicht werden (Groeben, 1982). Die Textdimension der kognitiven Strukturierung leitet Groeben aus der Lerntheorie Ausubels (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980/81) ab. Durch aktive, konstruktive Subsumtionsprozesse werden Lerninhalte in übergeordnete Schemata integriert. Die Aufnahme der Daten erfolgt nur, wenn die vorliegenden kognitiven Konzepte stabil und gut organisiert sind.

"Advance Organizer, sequentielles Arrangieren der Informationen von inklusiven zu speziellen Konzepten, Hervorhebungen, konzeptübergreifende Zusammenfassungen und Herausarbeitung der Unterschiede und Ähnlichkeiten von einzelnen Informationen" (Groeben, 1982, 201/202) erleichtern somit die Integration von Textinformationen in kognitive Strukturen. Der konzeptuelle Konflikt berücksichtigt den motivationalen Aspekt auf der Basis der Neugiertheorie Berlynes (1960). Danach muß ein Text durch Fragen oder ausgefallene Beispiele Situationen schaffen, die für den Rezipienten neu, überraschend, uneindeutig oder inkongruent sind. Dies führt im Lesenden zu einem kognitiven Konflikt. Er stärkt die Motivation, denn der Rezipient wird seinen Text weiterlesen, um seine Unsicherheiten zu beseitigen.

Die experimentelle Überprüfung der Textdimensionen an verschiedenen Texten zeigt, daß die Verständlichkeit überwiegend von der inhaltlichen Strukturierung abhängt. Die stilistische Vereinfachung wirkt sich bei gut strukurierten Texten auf die Verständlichkeit der Texte kaum und auf die Behaltensleistung der Rezipienten überhaupt nicht aus. Redundanzen wirken sich nur bei Texten mit mittlerem und schwerem sprachlichen Niveau positiv auf die Verständlichkeit aus (Groeben, 1978). In bezug auf den Behaltenseffekt der

1 Der Fachausdruck "kognitve Strukturierung" ist wenig geeignet, denn das Adjektiv 'kognitiv' impliziert Eigenschaften einer Person, nicht einer Sache. Ein Text kann aufgrund seiner vorgegebenen Strukturierung verschiedene kognitive Verarbeitungsprozesse bei einer Person auslösen. Er selber kann jedoch nicht kognitiv sein. Da es sich hierbei um einen Standardberiff in der Literatur handelt, wird die Bezeichnung in der vorliegenden Arbeit beibehalten. Sie bezieht sich allein auf die Textstruktur und zwar sowohl auf die inhaltliche Strukturierung als auch auf die Kohärenz innerhalb der impliziten Textbasis.

Probanden bewirkt die kognitive Strukturierung stärker konzeptuelles und der konzeptuelle Konflikt stärker faktuelles Lernen von Einzelinformationen. Den insgesamt größten Behaltenseffekt und damit besten Lernerfolg erzielten Probanden, die einen Text gelesen haben, der etwa eine Mischform der beiden Varianten darstellt. Prinzipiell erhöht sich zwar mit steigender Stimulanz die Lesemotivation, doch aufgrund der höheren Komplexität des Lernmaterials und der damit verbundenen schlechteren Ausprägung der kognitiven Strukturierung sinkt gleichzeitig die Behaltensleistung der Probanden.

2.4 Prozeßorientierte Textverarbeitungsmodelle

Prozeßorientierte Verarbeitungsmodelle (u.a. Kintsch & van Dijk, 1978; Ballstaedt, Mandl, Schnotz & Tergan, 1981; Rumelhart & Ortony, 1977) unterscheiden zwischen bottom-up und top-down Verarbeitungsrichtungen (Frederiksen, 1977). Die bottom-up Prozesse sind textgeleitet, während die top-down Prozesse durch die kognitiven Ausstattungen, Zielsetzungen und Interessen der Leser bestimmt werden; sie sind also wissens- oder schemageleitet. Der Verstehensprozeß eines Textes ist ein aktiver Konstruktionsprozeß, den jeder Leser selbständig vollziehen muß.

„Ein Verstehensprozeß führt nicht immer zu einer adäquaten mentalen Repräsentation. Ein Text wird mißverstanden, wenn er vom Leser in anderer Weise verstanden wird, als vom Autor intendiert. ... Ein Text wird hingegen nicht verstanden, wenn der Leser nicht zum Aufbau einer kohärenten und in sich stimmigen mentalen Repräsentation in der Lage ist. Die Grenzen zwischen Verstehen und Nichtverstehen sowie zwischen richtigem Verstehen und Mißverstehen sind fließend" (Schnotz, 1994, 50).

Beim Verstehensprozeß unterscheidet man subsemantische, semantisch-syntaktische, zyklische, inferentielle, elaborative und reduktive Prozesse (Ballstaedt, Mandl, Schnotz & Tergan, 1981). Bei einer oberflächlichen Verarbeitung werden nur zentrale Begriffe oder das Thema aufgenommen, ohne daß deren Bedeutung verstanden wird. Die Isoliertheit der erworbenen Begrifflichkeiten innerhalb der Gedächtnisstruktur des Lesers führt zum baldigen Vergessen (Sumfleth, Körner & Todtenhaupt, 1991). Bei einer tiefergehenden Verarbeitung konstruiert der Leser aus dem Text eine Makrostruktur, mit deren Hilfe er die Textinformationen auch im Detail wieder rekonstruieren kann. Die Informationen werden vielfältig untereinander und mit den bestehenden Gedächtnisstrukturen des Lesers verknüpft.

Grundsätzlich wird die Oberflächenstruktur eines Textes durch die vom Autor vorgegebene Konstruktion der Bedeutungseinheiten bestimmt. Kintsch und van Dijk (1978) und Ballstaedt et al. (1981) sprechen von der impliziten Textbasis. Aus ihr muß der Leser bei der Verarbeitung eine semantisch kohärente Textbasis, die explizite Textbasis, konstruieren. Ausgehend von der Wahrnehmung von Schrifttypen, Schriftgrößen über Buchstaben oder Buchstabengruppen bis hin zu Worterkennungen findet durch subsemantische Prozesse eine Konstruktion von Bedeutungseinheiten aus dem Text statt, so daß eine propositionale Repräsentation des Textes in Form von Mikropropositionen entsteht. Während der syntaktisch-semantischen Prozesse werden die grammatikalischen Beziehungen eines Satzes entschlüsselt. Nur so können die semantischen Informationen verstanden werden. Danach wird die Syntax jedoch unmittelbar vergessen (Scherner, 1989). Abhängig vom Komplexitätsgrad der Oberflächenstruktur eines Textes und dem Vorwissen des Lesers wird eine bestimmte Anzahl von Propositionen (chunk) im Arbeitsgedächtnis des Lesers auf Kohärenz mit bereits vorhandenen Gedächtnisschemata überprüft (Kintsch & van Dijk, 1978). In Abhängigkeit von den kognitiven Voraussetzungen des Lesers werden die bedeutsamsten Informationen aus dem chunk ausgewählt und im Kurzzeitgedächtnis abgespeichert. Hier erfolgt der Vergleich der aufgenommenen Propositionen untereinander sowie mit bereits vorhandenen Gedächtnisstrukturen. Verläuft diese Prüfung positiv, werden die

Informationen in das Langzeitgedächtnis aufgenommen und ein neuer Zyklus beginnt. Aus einer Vielzahl solcher Zyklen entsteht im Idealfall eine kohärente Wissensstruktur im Langzeitgedächtnis. Sie entsteht damit sowohl durch text- als auch durch wissensgeleitete Verarbeitung.

Störungen beim Aufbau der expliziten Textbasis können dann auftreten, wenn die implizite Textbasis nicht kohärent aufgebaut ist, wenn z.B. einzelne, zusammengehörende Bedeutungseinheiten weit auseinanderliegen oder wenn wichtige Informationen gänzlich fehlen (Mandl, 1981). Gelingt es dem Leser nicht, diese Kohärenzlücken durch sein Vorwissen zu schließen, bleibt der Text für ihn unverständlich. Die bei Verständnisschwierigkeiten einsetzenden Suchprozesse sind inferentiell, d.h. sie gehen über die Dekodierung des Textes hinaus. Intendierte Inferenzen (Ballstaedt et al., 1981) sind (triviale) Schlußfolgerungen, von denen der Autor annimmt, daß sie von den Lesenden ohne ausdrücklichen Hinweis vollzogen werden. Dagegen erschließen elaborative Inferenzen Zusammenhänge, die weit über die Bedeutungseinheiten der impliziten Textbasis hinausgehen. Mit ihrer Hilfe wird Kohärenz im Wissen der Leser angestrebt. Enge und intensive Verknüpfungen der Textinformationen mit Wissenselementen des Lesers bewirken eine umfangreiche Erweiterung der ursprünglichen Textinformationen. Auch die Generierung von Vorstellungsbildern zählt zu den elaborativen Inferenzen (Ballstaedt et al., 1981; Paivio, 1984). Diese bewirken immer eine tiefergehende Textverarbeitung und fördern damit das Verstehen und Behalten von Texten. Gleichzeitig bilden sie das sogenannte kreative Moment beim Lesen (Scherner, 1989).

Um einen umfangreichen Text behalten zu können, muß die Vielzahl der Einzelaussagen, die semantische Mikrostruktur eines Textes, bei der kognitiven Verarbeitung in eine gekürzte, auf das Wesentliche beschränkte Form verdichtet werden, nämlich auf die Bildung von Makropropositionen, die zur semantischen Makrostruktur führen. Ihre Bildung gelingt nur aufgrund intensiver Interaktionen zwischen den kognitiven Schemata der Rezipienten und den Textinformationen (Frederiksen, 1977). Die Textaussagen werden neu angeordnet, so daß Gemeinsamkeiten, Gegensätze, Querverbindungen deutlich werden (Aebli, 1987). Begriffe werden unter Oberbegriffen zusammengefaßt, Sachverhalte verallgemeinert, Teilinformationen subsumiert. Deshalb wird die Makrostruktur auch als das abstrakte Kondensat des Textinhaltes bezeichnet (Mandl et al., 1980). Neben intendierten und elaborativen Inferenzen spielen hier Reduktionsprozesse (Ballstaedt et al., 1981) eine Rolle, also Operationen der Auslassung, Generalisierung, Konstruktion, Integration, Selektion und Bündelung. Reduktive Prozesse laufen während des gesamten Lesevorganges ab. Das hat zur Folge, daß der Dekodierungsprozeß ständig überprüft und korrigiert wird. Je komplexer das Wissen des Rezipienten ist, desto effektiver können die Textinformationen in übergreifende Handlungszusammenhänge eingebettet werden.

Bei der Rekonstruktion eines Textes, dem Erinnern und Wiedergeben, setzen die entgegengesetzten Prozesse wie beim Verstehen eines Textes ein (Schnotz, 1994). Mit Hilfe der semantischen Gedächtnisstruktur des Rezipienten (kognitive Schemata) wird zunächst die Makrostruktur des Textes rekonstruiert. Durch inverse Makrooperatoren wird die abstrakte Makrostruktur wieder mit anschaulichen Einzelinformationen konkretisiert. Der Vorgang des Erinnerns und Wiedergebens verläuft in der Regel nicht störungsfrei. Er ist in hohem Maße von den kognitiven Fähigkeiten und Verarbeitungstechniken der Rezipienten abhängig. Je schlechter die vorhergehende Kodierung des Textinhaltes erfolgt ist und je schlechter die kognitiven Verarbeitungsstrategien der Lernenden sind, desto fehlerhafter ist der Erinnerungs- und Rekonstruktionsvorgang.

2.5 Zusammenfassung

Das Lesen und Verstehen eines Textes stellt einen Problemlöseprozeß dar (Bild 1). Der

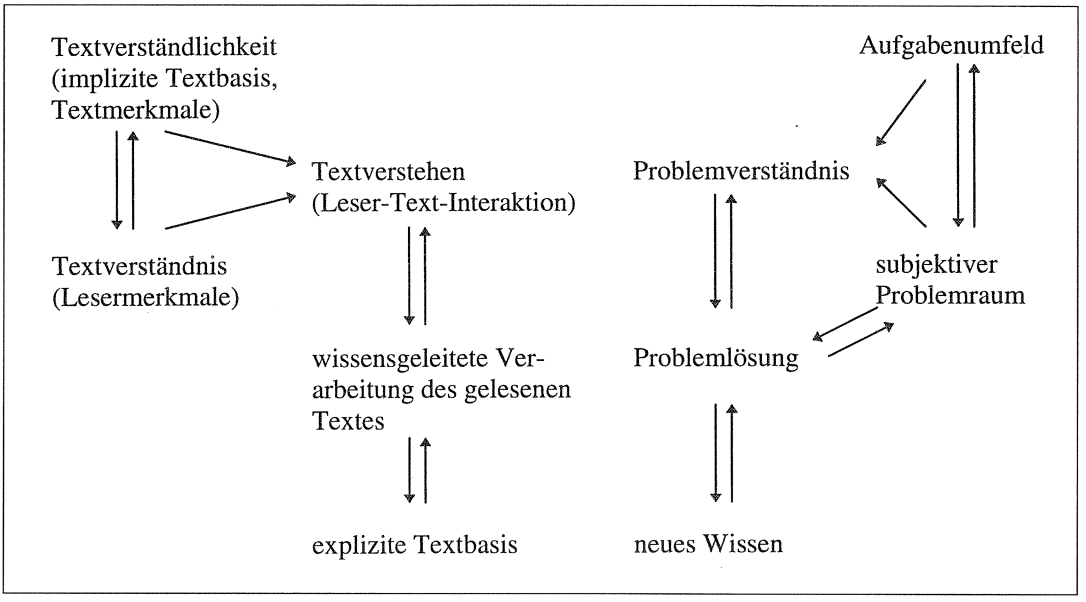

Bild 1: Textverstehen als Problemlöseprozeß

Ausgangszustand ist der vorgegebene Text; der Zielzustand ist erreicht, wenn die Textinformationen in die kognitiven Strukturen der Leser integriert worden sind, der Text also verstanden wurde. Die Textverständlichkeit, bestimmt durch die objekive Konstruktion der Bedeutungseinheiten eines Textes (implizite Textbasis), ist für alle Leser gleich und entspricht dem objektiven Aufgabenumfeld beim Problemlösen (Newell & Simon, 1972; Sumfleth 1988). Das Textverständnis umfaßt das fachliche Vorwissen des Lesers, seine Interessen, seine Gründe, den Text zu lesen, und seine Lern- und Lesestrategien und ist dem subjektiven Problemraum analog. Durch die Konstruktion des subjektiven Problemraumes entwickelt sich der Problemverständnisprozeß. Ebenso beruht das Verstehen eines Textes auf der Interaktion zwischen Leser und Text, die zu einer wissensgeleiteten Verarbeitung des Textes führt. Sie wird durch den Text ausgelöst und durch das Vorwissen des Lesers gesteuert mit dem Ziel, eine Textbasis aufzubauen. Dies entspricht weitgehend dem Problemlösungsprozeß. Verständnisvolles Lesen setzt damit voraus, daß der Leser aus seiner kognitiven Struktur geeignete Schemata auswählt, um die Textaussagen zu verarbeiten. Dabei werden die Textinformationen in bestehende Gedächtnisstrukturen integriert. Dies geschieht in der Regel unter Umstrukturierung seines vorhandenen Wissens.

Der vorliegenden Arbeit liegen das Verständlichkeitskonzept von Groeben (1982) und die prozeßorientierten Textverarbeitungsmodelle von Ballstaedt et al. (1981) und Kintsch und van Dijk (1978) zugrunde. Im Mittelpunkt stehen verschiedene Texte aus dem Bereich der Chemie, deren Verständlichkeit untersucht wird. Da die Verständlichkeit eines Textes durch den Leser beeinflußt und das Verständnis eines Lesers durch den Text beeinflußt werden, wird die Leser-Text-Interaktion überprüft. Die Unterscheidung zwischen Textverständlichkeit, Textverständnis und Leser-Text-Interaktion ist erforderlich, wenn entweder die Verständlichkeit von Texten in bezug auf Lesergruppen oder das Verständnis von Lesergruppen in bezug auf Texte beurteilt wird. Dagegen ist eine Begriffsdifferenzierung überflüssig, wenn nur ein bestimmter Text und Leser untersucht wird. In diesem Fall interessiert lediglich das Ergebnis dieser Leser-Text-Interaktion, nicht die übergeordneten Merkmale verschiedener Textkategorien und Lesertypen.

3. Hypothese und Durchführung der Untersuchung

Die Kernhypothese der vorliegenden Untersuchung lautet: Die Verständlichkeit chemischer Texte läßt sich erhöhen, indem bestimmte Textmerkmale sowie Lern- und Lesestrategien der Rezipienten berücksichtigt werden. Die Textoptimierung bewirkt eine bessere Behaltensleistung auf seiten der Rezipienten und damit einen größeren Lernerfolg.
Zur Überprüfung dieser Hypothese werden ausgehend von Textanalysen verschiedene chemiebezogene Texte im Hinblick auf die Leser-Text-Interaktion untersucht. Der Inhalt der Texte bezieht sich auf das Thema 'Waschmittel' und die durch sie verursachte Gewässerbelastung. Bei den ausgewählten Texten handelt es sich um Kapitel aus der Informationsschrift „Das Wasser holt Luft. Ein Kristall macht Karriere. Sasil im Persil" (Henkel KGaA, 1986), um Textauszüge aus der 31. Ausgabe der „Fakten zur Chemie-Diskussion" mit dem Titel „Chemie im Haushalt: Thema Waschmittel" (Fonds der Chemischen Industrie, 1986), um einen Text „Zwei von drei Hausfrauen waschen schon phosphatfrei – Belastung der Kläranlagen und Gewässer ging zurück" aus dem Themenheft „Chemie – Forschung für die Umwelt" (Fonds der Chemischen Industrie, 1988) und um ein Kapitel aus dem Schulbuch von Flörke und Wolff (1988). Für die vorliegende Untersuchung wurden aufgrund der Ergebnisse der Textanalysen (Schüttler, 1994) der erste und der letzte Text ausgewählt. Nur diese Ergebnisse werden im folgenden detailliert dargestellt.
Zunächst werden die Rahmenbedingungen der Untersuchung bestimmt: durch Textanalysen wird die Verständlichkeit der Texte und durch einen Verknüpfungstest (Sumfleth, 1988) das Vorwissen der Probanden ermittelt, denn der Lernerfolg der Probanden ist die Differenz zwischen dem Wissen vor und nach dem Lesen der Texte. Die Ergebnisse des Vorwissenstests beschreiben gewissermaßen die 'Nullinie' für die Ermittlung des Wissenszuwachses. Nach dem Lesen des Textes wird das dann vorhandene Wissen mit derselben Methode bestimmt. Dabei wird den Probanden eine Begriffsliste zur Waschmittelproblematik vorgelegt, die für die Konstruktion der Makrostrukturen der Texte von zentraler Bedeutung sind (Bild 2). Auf diese Weise geben die Probanden die Inhalte der Texte wieder. Dabei handelt es sich um aktive, konstruktive Vorgänge, denn das sinnvolle Verknüpfen der Begriffe erfordert die Rekonstruktion des Textmaterials und damit eine Reihe elaborierter Recodierungsprozesse. Dies ist nach Ballstaedt et al. (1981) als Verbalisierung der Makrostrukturen zu verstehen. Bei geringem Vorwissen bezüglich der zu lesenden Thematik sind die Ergebnisse des zweiten Verknüpfungstests ein Maß für das Verstehen eines Textes.

Wir haben im folgenden Wörter zusammengestellt, von denen wir annehmen, daß sie Ihnen bekannt sind. Lesen Sie die Liste durch und streichen Sie die Begriffe, die Ihnen unbekannt sind. Dann bilden Sie Aussagen zur Waschmittelproblematik, indem Sie die aufgeführten Begriffe miteinander verbinden.

binden	Molekularsieb
Calciumionen	Natriumaluminiumsilikat/Sasil/Zeolith
Eutrophierung	Phosphate
Fäkalien	Phosphatersatzstoffe
Härtebildner	Schmutzablagerung
Ionenaustausch	Waschmittel
Kalkablagerung	Waschwirkung der Tenside
Landwirtschaft	Wasserenthärtung
Magnesiumionen	

Bild 2: Der Verknüpfungstest

Voruntersuchungen (Schüttler, 1994; Sumfleth & Schüttler, 1994) haben ergeben, daß der Vorwissenstest als advanced organizer fungiert (Ausubel et al., 1980/81; Ballstaedt et al., 1981), weil die Begriffsliste die Ziele der nachfolgenden Textverarbeitung zusammenfaßt. Das Lesen der Texte erfolgt dann mit dem Ziel, Wissensdefizite auszugleichen. Der Verarbeitungsprozeß wird gesteuert (Mandl, 1981). Deshalb wird das Vorwissen einer anderen, vergleichbaren Probandengruppe ermittelt. Die Untersuchung wird mit 86 Studienanfängerinnen und -anfängern im Lehramtsstudiengang Primarstufe mit dem Schwerpunkt Lernbereich Naturwissenschaften durchgeführt. 50 Studierende lesen die Informationsschrift, 36 den Schulbuchtext zu Beginn einer zweistündigen Veranstaltung und geben den Text nach 15 Minuten wieder ab. Am Ende der Lehrveranstaltung bearbeiten sie den Verknüpfungstest.
Das Vorwissen dieser Probanden ist gering (Schüttler, 1994), das Argumentationsniveau niedrig. Nur zu ökologischen Themen werden etwas zahlzeicher Verknüpfungen formuliert. Der hier ermittelte Wissenshintergrund ist so begrenzt, daß im Prinzip alle im späteren Verknüpfungstest formulierten Aussagen als Lernzuwachs angesehen werden können.

4. Ergebnisse

4.1 Textanalysen

Sprachwissenschaftliche Textanalysen führen einerseits zu einer Zusammenstellung der zu vermittelnden Informationen, andererseits wird die semantische Bedeutung des Textes, seine Struktur und der Textfortgang erfaßt (Strube, 1989; Klein, 1984). Es wird beschrieben, in welcher Weise die Informationen miteinander verknüpft sind, ob sie in logischer Abfolge aufgeführt sind und wie die Sachverhalte sprachlich dargestellt werden (Ader, 1977; Anderson & Boticelli, 1990). Scherner (1977) hat in diesem Zusammenhang ein Analyseverfahren entwickelt, mit dem die Binnenstruktur eines Textes ermittelt wird. Die inhaltliche Strukurierung eines Textes ist dann sinnvoll und folgerichtig, wenn keine unübersichtlichen Argumentationszusammenhänge auftreten. Jeder Satz enthält sowohl eine bekannte als auch eine unbekannte Information. Im folgenden Satz wird die unbekannte Information erneut aufgegriffen, als bekannt vorausgesetzt und mit einer weiteren unbekannten Information verknüpft. Der Leser versteht den Text, wenn ihm die als bekannt angenommenen Informationen tatsächlich bekannt sind und er so in der Lage ist, die neuen Informationen in seine Wissensstruktur zu integrieren. Scherner nennt dieses Textmerkmal Adressatenbezug. Diese Bezeichnung ist irreführend, weil sie nicht adressatenabhängig, sondern textimmanent ist. Der Adressatenbezug ist auch gewährleistet, wenn der Sinngehalt der bekannten Satzstruktur durch Paraphrasierungen oder andere Transformationen erschlossen werden muß. Bezogen auf die Textverständlichkeitstheorien spiegeln die Textanalysen die Seite der Textverständlichkeit wider.
Analog zu dem Auswertungsverfahren der Verknüpfungstests werden die Textaussagen in Verknüpfungspaare zerlegt. Die Anzahl der Verknüpfungspaare ist in beiden Texten etwa gleich groß. Auf den Themenbereich Eigenschaften und Funktionen der Phosphate wird in beiden Texten etwa gleich ausführlich eingegangen. Während „Das Wasser holt Luft" die ökologischen Aspekte des Phosphateinsatzes stärker betont, behandelt der Schulbuchtext die Funktionen der Phosphatersatzstoffe etwas intensiver.
Die kognitive Strukturierung ist das Textmerkmal, das den größten Einfluß auf die Textverständlichkeit ausübt. Dieser Text zeichnet sich in diesem Zusammenhang durch eine lückenlose Argumentationsfolge aus. In Bild 3 sind die unbekannten Informationen kursiv, die sich wiederholenden fett gedruckt.
Der Textabschnitt beginnt mit einem bekannten Zungenbrecher. Er führt anschaulich in den Inhalt ein, weckt Interesse und steigert die Motivation weiterzulesen. Der Leser wird neugierig (Berlyne, 1960). Der Zungenbrecher beschreibt eine aus der Alltagserfahrung bekannte Tatsache. Im folgenden Satz (2) wird

(1) „Wenn wir nur wüßten, wo weiches, **warmes Waschwasser** wär", sagen die Wiener Waschweiber. (2) **„Weich" sagen sie,** und damit nennen sie den Punkt beim Namen, *der* lange *Zeit die Phosphate im Waschmittel unersetzlich erscheinen ließ.* (3) Denn eine wichtige Funktion der Phosphate ist, daß sie das **Wasser weich machen,** *enthärten.* (4) **Das tun sie, indem sie** die *Härtebildner Calcium und Magnesium binden* und **so** schädliche *Kalkablagerungen auf der Wäsche und auf den Heizstäben der Waschmaschine verhindern.*

Alltagswelt; Zungenbrecher
bekannt aus (1)
bekannt aus (1) + (2)
bekannt aus (3), Paraphrasierung
bekannt aus (3), Paraphrasierung

Bild 3: Binnenstruktur des Textes 'Das Wasser holt Luft'

der Ausdruck „weiches Wasser" aufgegriffen und um die Information erweitert, daß die Phosphate aus diesem Grund lange Zeit nicht zu ersetzen waren. Der nächste Satz (3) faßt die Aussage des vorherigen Satzes zusammen und ergänzt sie um die Erklärung, daß „das Wasser weich machen" gleichbedeutend mit „enthärten" ist. Um den folgenden Satz (4) zu verstehen, muß der Leser zunächst klären, worauf sich das Subjekt „sie" bezieht. Durch Paraphrasierung wird im ersten Teil des Satzes die unbekannte Information des vorangegangenen Satzes aufgegriffen, als bekannt vorausgesetzt und mit drei weiteren, unbekannten Informationen verknüpft. Obwohl dieser Satz relativ lang ist, ist er verständlich. Einfache, präzise Relationen zwischen den einzelnen Satzgliedern lassen keine Zweifel bezüglich des Satzgefüges entstehen. Die Syntax des gesamten Satzes erleichtert so die Aufnahme der semantischen Informationen aus dem Text. Dieses Prinzip wird durchgängig fortgesetzt. Aus fachlicher Sicht ist die Verwendung der Begriffe Calcium und Magnesium im vierten Satz nicht korrekt. Im chemischen Sinn müßte von Calcium- und Magnesiumionen gesprochen werden. Da der Ionenbegriff für das globale Verstehen des Zusammenhangs nur von untergeordneter Bedeutung ist, läßt sich diese Begriffswahl vertreten.

Der gesamte Text zeichnet sich durch eine kohärente kognitive Strukturierung (implizite Textbasis) aus. Der Leser wird in kleinen Schritten durch die Gedankengänge des Textes geführt. Bei der Herausarbeitung der gemeinsamen und unterschiedlichen Funktionsweisen der beiden Gerüststoffe Phosphat und Sasil im letzten Abschnitt des Textes findet ein steter Rückgriff auf im ersten Textabschnitt gemachte Aussagen statt. Diese Redundanzen erleichtern dem Leser den Aufbau einer Makrostruktur des Textes. Ohne die Redundanzen lägen zusammengehörende Bedeutungseinheiten zu weit auseinander. Die Konstruktion einer kohärenten, expliziten Textbasis wäre nicht mehr gewährleistet. Konsequentes Einhalten des Adressatenbezuges führt zu einer hohen semantischen Redundanz. Auf diese Weise bleibt die Informationsdichte des Textes niedrig, so daß auch ein Leser mit geringem Vorwissen die angebotenen Informationen verarbeiten kann. Zur Textdimension konzeptueller Konflikt bzw. zusätzliche Stimulanz zählen zum einen der einführende Zungenbrecher und zum anderen die Zwischenüberschriften wie z.B. „Das ist die Härte: rausgesiebt", die an Schlagzeilen aus der Zeitungsbranche erinnern. Es werden Begriffe in einen chemischen Kontext gesetzt, die im alltäglichen Erfahrungsbereich der Leser eine andere Bedeutung besitzen. Der Leser ist überrascht, wird neugierig. Die Doppeldeutigkeit der Überschrift ist allerdings nur im Nachhinein zu erfassen, wenn der Leser Wissen über die Ionenaustauschfähigkeit des Sasils besitzt. Zur zusätzlichen Stimulanz gehören auch Relevanzindikatoren, Ausdrücke wie „den Punkt beim Namen nennen", „viele machen sich nicht bewußt, daß..." oder „wer das weiß, versteht ...". Diese Redewendungen sprechen den Leser persönlich an und weisen den nachfolgenden Infor-

mationen eine besondere Bedeutung zu. Die Aufmerksamkeit der Leser wird verstärkt und die Verarbeitungstiefe dadurch erhöht. Die Wortwahl im Text entspricht in weiten Teilen dem allgemeinen Sprachgebrauch. Es werden überwiegend aktive Verben und keine Substantivierungen verwendet. Fachausdrücke werden mit einfachen Worten erläutert. Auf eine chemische Detailgenauigkeit wird verzichtet. Andere naturwissenschaftliche Zusammenhänge wie das „Umkippen eines Gewässers" werden mit Metaphern erklärt: „die Gewässer bekommen buchstäblich keine Luft mehr" oder „Algen schießen ins Kraut". Die blumige Sprache initiiert vermutlich bildhafte Vorstellungen, die besser verstanden und behalten werden (Körner, 1994; Sutton, 1992).

Im Gegensatz dazu ist der Schulbuchtext im Hinblick auf die kognitive Strukturierung durch häufige Unterbrechungen der logischen Argumentationsfolge charakterisiert (Bild 4).

eindeutigen Zuordnung des Begriffs Soda zu den vorangegangenen Aussagen. Bei einer Satzformulierung wie 'Große Bedeutung als Gerüststoff hatte lange Zeit ausschließlich die Soda' wäre die Beziehung zwischen den beiden Sätzen eindeutig.
Die Sätze 3 und 4 sind insgesamt verständlicher als die Sätze 1 und 2. Satz 3 greift den Begriff Soda erneut auf und ergänzt, daß die Stoffe Mononatriumphosphat und Dinatriumphosphat an die Stelle der Soda traten. Eine Begründung hierfür bleibt aus und wird erst in den Sätzen 9 und 10 gegeben. In Satz 4 wird die Substanzaufzählung noch um das Pentanatriumtriphosphat erweitert. Obwohl der Adressatenbezug formal nicht eingehalten wird, erhält der aufzählende Charakter den Sinnzusammenhang. Aber Leser ohne Vorwissen werden durch die Substanznamen verunsichert, so daß ihnen der Transfer, daß generell Phosphate an die Stelle der Soda traten und deren Aufgaben übernahmen, nicht gelingt. Unter diesen Umständen ist auch der nächste

(1) *Waschaktive Gerüststoffe (auch Builder genannt) haben die Aufgabe, die Härtebildner beim Waschprozeß unwirksam zu machen und die Waschkraft der WAS zu unterstützen.* (2) Große Bedeutung hatte lange Zeit ausschließlich *die Soda.* (3) In den 30er Jahren dieses Jahrhunderts traten teilweise *Mononatrium-und Dinatriumtriphosphat* **an die Stelle der Soda.** (4) **Zu Beginn der 60er Jahre** wurde das *Pentanatriumphosphat* eingesetzt. (5) Durch einen hohen **Gehalt an Phosphat** in der Waschflotte kann eine *Wasserhärte bis zu 25°d kompensiert werden.*

bekannt aus (2) Weiterführung Satz (3) bekannt aus (3) und (4); Paraphrasierung

Bild 4: Binnenstruktur des Schulbuchtextes

Die erste Information des Textes, daß waschaktive Gerüststoffe auch Builder genannt werden, ist nahezu sinnleer, denn es werden lediglich zwei unbekannte Begriffe miteinander verknüpft. Es bleibt offen, um welche Stoffe es sich handelt. Diese Kohärenzlücke kann nur durch Vorwissen des Lesers geschlossen werden.
Auch die nachfolgenden erweiterten Infinitive helfen nicht weiter. Die Konstruktion des zweiten Satzes führt ebenfalls nicht zu einer Satz unverständlich. Obwohl die Enthärtung des Waschwassers durch die Waschmittelgerüststoffe implizit in allen vorherigen Sätzen thematisiert wurde, wird der Begriff Wasserhärte erst an dieser Textstelle explizit erwähnt. Die Verknüpfung dieser Satzaussage mit den vorangegangenen Inhalten kann nur durch eigene Schlußfolgerungen der Leser gelingen.
Die kognitive Strukturierung dieses Textbeispiels macht die fehlende Kohärenz in der

Textbasis deutlich. Ein Adressatenbezug im Sinne von Scherner (1977) ist nicht gegeben. In dem gesamten Text werden Informationen vermittelt, die zu Fragen führen, die im Text nicht explizit beantwortet werden. Der zweite Textabschnitt, der die Eutrophierung als Folge des Phosphateintrags in die Gewässer beschreibt, weist Mängel in der logischen Argumentationsfolge auf, obwohl der Adressatenbezug durchgängiger eingehalten wird als im Abschnitt zuvor.
Nach der phänomenologischen Beschreibung des Phosphatersatzstoffes wird im vierten Abschnitt Sasil auf der Teilchenebene beschrieben. Die Eigenschaften des Sasils müssen dem Leser mit geringen chemischen Vorkenntnissen unklar bleiben, denn es ist die Rede von kolloidal dispergiertem Feststoffschmutz sowie schwerlöslichen Salzen, die über Van-der-Waals-Kräfte an die Oberfläche des Sasils gebunden werden. Die Informationsdichte ist hier hoch, da auf lehr- und lernsprachliche Elemente zugunsten einer reinen Fachterminologie verzichtet wird. Zur Gestaltung wird in diesem Text Fettdruck benutzt, um Begriffe hervorzuheben. Diese erhalten dadurch eine besondere Bedeutung und können als Makropropositionen für den Aufbau der entsprechenden Makrostruktur verstanden werden.
Anhand dieser Begriffe sowie mit Hilfe elaborierter Verarbeitungstechniken kann der Leser die Gedankengänge des Textes nachvollziehen, vorausgesetzt er besitzt das notwendige Vorwissen, um die Kohärenzlücken innerhalb der Textbasis zu schließen.
In diesem Text sind die Beziehungen zwischen den einzelnen Sätzen und Satzteilen weniger explizit als in der Informationsschrift. Redundanzen fehlen. Eine hohe Informationsdichte ist die Folge. Der Leser wird vor Problemsituationen gestellt, aus denen sich Verständnisfragen ergeben, die mit Hilfe der Informationen aus der Textbasis nicht beantwortet werden können. Auffallend ist, daß semantische Redundanzen gerade an den Textstellen eingeführt werden, die für das Verstehen des Inhalts von untergeordneter Bedeutung sind, wie z.B. bei den Herstellungsverfahren des Sasils oder bei der Erklärung des Begriffs Eutrophierung.
Die Informationsschrift ist dem Schulbuchtext in bezug auf die Textverständlichkeitskriterien deutlich überlegen. Zentrales Kriterium ist die Verwirklichung der kognitiven Strukturierung und der damit verbundenen semantischen Redundanz. Die Informationsschrift zeichnet sich durch eine ausgesprochen logische Gliederung und Ordnung der Inhalte aus. Das Textkriterium zusätzliche Stimulanz ist hier deutlich verwirklicht worden.
Beim Schulbuchtext ist die Textlänge der Informationsdichte nicht angemessen. Durch Aufzählungen ohne vertiefende Erklärungen wird die Aussagekraft eingeschränkt. Die wissenschaftlichen Begriffe werden vielfach nur einmal erwähnt. Dadurch wird die Anknüpfung der Textinformationen an das Vorwissen der Leser erschwert. Sprachlich sind beide Texte einfach. Die Sätze sind meist kurz und enthalten wenige Einschachtelungen.

4.2 Verknüpfungstests

Von den auf den Industrietext bezogenen Aussagen sind 7% fehlerhaft, von den schulbuchtextbezogenen 20%. Der Begriff des Phosphats nimmt in beiden Texten eine zentrale Stellung ein und wird von allen Lesern am häufigsten verknüpft. Auf der makroskopischen Ebene erklären 84% der Leser der Informationsschrift gegenüber 64% des Schulbuchtextes, daß Phosphate zur Wasserenthärtung dienen. Aussagen zu Kalkablagerungen sind mit 34% gleich häufig. Dies ist zum einen auf die ähnliche Darstellung in den Texten, zum anderen auf vorhandene Alltagserfahrung zurückzuführen. Die Leser der Informationsschrift stellen aber doppelt so oft die für das Verständnis wichtige Verknüpfung her, daß Phosphate diese Kalkablagerungen verhindern. Die Schlußfolgerung, daß Kalkablagerungen durch die Enthärtung des Wassers verhindert werden können, ziehen 10% der Leser der Informationsschrift und 14% der Leser des Schulbuchtextes.
Auf der submikroskopischen Ebene geht die Anzahl der Verknüpfungen insgesamt zurück.

Die Umsetzung der Aussage zur 'Bildung wasserlöslicher Komplexverbindungen' (Schulbuchtext) in die Erklärung, daß Phosphate die Calcium und Magnesiumionen binden, gelingt nur 17% der Probanden. Den Begriff Komplexverbindungen verwendet niemand. Dagegen geben zwei Drittel der Leser der Informationsschrift das Binden der Calciumionen und Magnesiumionen durch Phosphat an. Ein Viertel von ihnen ergänzt, daß Calcium- und Magnesiumionen Härtebildner sind. Bei den Lesern des Schulbuchtextes sind es nur 6%.

Die Mehrzahl der Probanden gibt Natriumaluminiumsilikat, Sasil oder Zeolith als Ersatzstoff für Phosphat an. Damit haben die Probanden eine der Kernaussagen der Texte erfaßt. Vor allem die Leser des Schulbuchtextes fügen noch wenig aussagekräftige Statements wie „Phosphate werden durch Phosphatersatzstoffe ersetzt" oder „Phosphatersatzstoffe sind in Waschmitteln enthalten" hinzu. Hier deutet sich an, daß diejenigen, die den weniger verständlichen Text gelesen haben, triviale Schlußfolgerungen ziehen, weil sie nicht in der Lage sind, kompliziertere Zusammenhänge darzustellen.

Die Funktionsweise der Phosphatersatzstoffe wird im wesentlichen nur von Lesern der Informationsschrift erklärt, obwohl hier diese Thematik im Text mit deutlich weniger Verknüpfungen behandelt wird. Etwa ein Viertel dieser Probanden beschreibt Sasil als Molekularsieb, das als Ionenaustauscher wirkt. Aussagen wie „Phosphat bindet Calciumionen und Magnesiumionen. Dadurch werden Härtebildner gelöst. Es findet Ionenaustausch statt" oder „bei der Beseitigung der Kalkablagerung findet ein Ionenaustausch zwischen Calciumionen und Phosphat statt" verdeutlichen die Verständnisschwierigkeiten der Leser des Schulbuchtextes.

Die Zusammenhänge zwischen den Begriffspaaren Eutrophierung – Überdüngung und Eutrophierung – Nährstoffanreicherung werden in den beiden Texten sehr ähnlich dargestellt. Dementsprechend weisen auch die erzielten Testergebnisse Parallelen auf. Die Ergebnisse zeigen die Überlegenheit derjenigen, die die Informationsschrift gelesen haben, gegenüber den Lesern des Schulbuchtextes. Der höhere Lernerfolg der Leser der Informationsschrift wird durch die Qualität und Quantität der Antworten belegt. Die Ergebnisse stimmen mit denen der Textanalysen überein. Die lückenlose Argumentationsfolge wirkt sich positiv auf den Lernerfolg aus.

Die geringere Verständlichkeit des Schulbuchtextes wird durch Gedankensprünge, durch etliche nicht erklärte Fachbegriffe und durch die abstraktere Darstellung verursacht. Die große Zahl der Kohärenzlücken verhindert explizit dargestellte Zusammenhänge.

5. Konsequenzen und deren Umsetzung

Die Informationsschrift weist einen Weg, wie komplizierte chemische Zusammenhänge verständlich dargestellt werden können. Die Berücksichtigung linguistischer Textverständlichkeitskriterien ist hilfreich. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Verwirklichung der Textdimensionen kognitive Strukturierung und semantische Redundanz. Dieses Vorhaben steht auf den ersten Blick in direktem Widerspruch zur Kapitelstruktur von Schulbüchern. Gleiche Begriffe werden in verschiedenen Kontexten benutzt und nicht jedes Mal erläutert. Im Hinblick auf eine hohe Textverständlichkeit müssen aber auch Begriffe, die in vorangegangenen Kapiteln bereits angesprochen wurden, mit ein oder zwei Merkmalen belegt werden, die den Begriff unter dem zur Diskussion stehenden Blickwinkel charakterisieren (Roelcke, 1991). Damit wäre das Kriterium der kognitiven Strukturierung der Texte erfüllt und der Lernende kann die entsprechenden Schemata seiner Wissensstruktur aktivieren. Auf keinen Fall dürfen die gleichen Begriffe in späteren Kapiteln durch Synonyme ersetzt werden, weil dann die Anknüpfung an das Gelernte nicht mehr möglich ist. Vor diesem Hintergrund ist ein inhaltlich schulbuchgeeigneter Text zum Thema der Phosphatersatzstoffe entwickelt worden.

5.1 Entwicklung und Analyse eines neuen Textes

Der erste Abschnitt führt das Thema ein, indem er die Hintergründe für den Einsatz von Gerüststoffen in Waschmitteln darstellt. Durch aus der Alltagserfahrung bekannte Phänomene werden die relevanten Schemata für die Aufnahme neuer Informationen aktiviert. Um gleichzeitig das Interesse für die Thematik zu wecken, ist das Textkriterium zusätzliche Stimulanz besonders berücksichtigt worden: „Kalk an den Heizstäben und Grauschleier auf der Wäsche der Schrecken eines jeden Hausmannes!" Die Formulierung ist bewußt an Waschmittelwerbungen angelehnt und soll die Aufmerksamkeit der Leser auf sich ziehen und Neugier wecken. Der Relevanzindikator „Wem sind die beiden Phänomene nicht bekannt?" führt dem Leser Kalk an den Heizstäben von Waschmaschinen, Kaffeemaschinen und in Wasserkesseln chemisch betrachtet das gleiche ist wie der Grauschleier auf der Wäsche" schafft die Voraussetzung für die Beantwortung der Frage. Der Satz enthält gleich zwei Relevanzindikatoren (unterstrichen). Er wiederholt den einführenden Werbeslogan und beschreibt phänomenologisch die Beziehungen zwischen Kalk und Grauschleier. Dadurch erfolgt eine Verflechtung der alltagsweltlichen mit chemischen Sichtweisen. Der folgende Satz „Dabei steht die Kalkbildung in umittelbarem Zusammenhang mit der Härte des Wassers" leitet zu den nachfolgenden Erklärungen über. Der Leser fragt sich unwillkürlich, um welche Zusammenhänge es sich dabei handelt. Die Berücksichtigung des Adressatenbezugs wird am hier anschließenden Textabschnitt dargestellt (Bild 5).

(6) **Die Wasserhärte** entsteht durch *im Leitungswasser enthaltene Calciumionen.* (7) Man nennt
bekannt aus (5)
diese Ionen *Härtebildner.* (8) **Sie** *reagieren beim Erwärmen von Wasser mit anderen im Wasser*
bekannt aus (6) bekannt aus (6) und (7); Paraphrasierung
im Wasser enthaltenen Ionen, wobei festes Calciumcarbonat entsteht. (9) **Der weiße Carbonat--**
bekannt aus (8)
niederschlag ist nichts anderes als *Kalk.* (10) **Aufgrund seiner nachteiligen Folgen für Wäsche**
bekannt aus (1); Paraphrasierung
und Waschmaschine gilt es, *seine Bildung zu vermeiden.* (11) **Die entscheidende Komponente -**
bekannt aus (10)
für die Kalkvermeidung beim Waschen ist die *Menge des Waschmittels.*

Bild 5: Binnenstruktur des neuen Textes

vor Augen, daß Zusammenhänge diskutiert werden, die ihn persönlich etwas angehen. Als Überleitung zum Kontext Kalk, Wasserenthärtung und Waschmittel wird zunächst die Frage gestellt, wie der Kalk an den Heizstäben und der Grauschleier auf der Wäsche überhaupt zustande kommen. Bei dieser Frage handelt es sich um eine konfliktevozierende Frage (Berlyne, 1960). Sie hält das Aufmerksamkeitsniveau aufrecht. Außerdem besitzt sie Orientierungsfunktion, weil sie dem Leser hilft, relevantes Vorwissen bereitzustellen (Ballstaedt et al., 1981). Daneben beeinflussen Textfragen sowohl die Tiefe als auch die Richtung der Verarbeitung. Der nächste Satz „Zunächst einmal muß klar sein, daß der In Satz 6 wird der Begriff Wasserhärte aus dem Textabschnitt zuvor aufgegriffen und genauer definiert, eine bekannte Information wird um eine unbekannte erweitert. Im 7. Satz wird dieses Prinzip fortgesetzt. Dagegen ist die Informationsdichte im 8. Satz höher. Zunächst muß der Leser für sich klären, worauf sich das Subjekt „sie" bezieht. Das ist aufgrund der einfachen syntaktischen Strukturen kein Problem. Anschließend muß der Leser drei neue, unbekannte Informationen aufnehmen und verarbeiten. Die Darstellung in logischen Kausalketten hat sich in den bisherigen Untersuchungen als verständnisfördernd herausgestellt und soll auch hier möglichen Verständnisschwierigkeiten aufgrund

der Faktendichte entgegenwirken. Dieser Aussage liegt das Grundprinzip aller chemischen Reaktionen zugrunde: Eine Substanz reagiert mit einer zweiten zu einem oder mehreren Produkten. Dieses Prinzip ist aus dem Anfangsunterricht bekannt. Auch wenn die inhaltlichen Informationen neu sind, bieten die Gedächtnisstrukturen der Leser Anknüpfungspunkte, mit denen die unbekannten Informationen verknüpft werden können. In Satz 9 wird das entstehende Produkt Calciumcarbonat aus Satz 8 wieder aufgegriffen und näher spezifiziert. Der Leser muß zum Verstehen dieser Aussage den Schluß ziehen, daß es sich bei festem Calciumcarbonat, weißem Carbonatniederschlag und beim Kalk um ein und dieselbe Substanz handelt. Dabei soll sich die durchgängige Argumentation auf der Stoffebene verständniserleichternd auswirken. Gleichzeitig wird die Kalkbildung als alltagsweltliche Erfahrung mit dem chemischen Hintergrund verknüpft. Gelingt diese Informationsaufnahme aus dem Text, werden von den Lernenden zwei Begriffe unterschiedlicher Schemata miteinander verknüpft. Im ersten Teil des 10. Satzes wird wiederholt, daß durch die Kalkbildung nachteilige Folgen für Wäsche und Waschmaschinen entstehen. Durch einfache Paraphrasierungen müssen die Leser den Ausdruck „nachteilige Folgen" durch „Kalk an den Heizstäben und Grauschleier auf der Wäsche" ersetzen, um Kohärenz innerhalb der Textbasis zu erreichen. An diese Überlegungen schließt sich die logische Konsequenz an, daß Kalkbildungen vermieden werden müssen. An dieser Stelle muß sich die Frage nach dem 'wie' anschließen, auf die der nächste Satz (11) eine erste Antwort gibt. Die Rolle der Waschmitteldosierung bei der Kalkvermeidung wird im nächsten Textabschnitt erläutert.

Der Textabschnitt beginnt mit dem Relevanzindikator „Jedem ist einsichtig, daß ..." und der Aussage, daß mit zunehmendem Verschmutzungsgrad die Waschmittelmenge erhöht werden muß. Um den Zusammenhang zwischen Waschmittelmenge und Wasserenthärtung herzustellen, werden Dosierungshinweise auf Waschmittelpaketen zitiert. Die Darstellung dieser Alltagserfahrung und der nachfolgende Relevanzindikator „legen den Schluß nahe, daß ..." weisen den Leser explizit darauf hin, daß im Waschmittel Substanzen enthalten sind, die Kalkbildung vermeiden. Implizit enthält die Aussage die Frage, um welche Substanzen es sich dabei konkret handelt. Auf diese wird im nächsten Satz eingegangen. Es wird bewußt der Begriff Phosphatverbindungen statt Phosphate verwendet, um falsche Vorstellungen im Hinblick auf eine Substanz 'Phosphat' zu verhindern. Der exakte Name Pentanatriumtriphosphat spielt für das Verstehen des Sachverhalts keine Rolle, könnte die Schüler aber nach dem Motto „Verstehe ich sowieso nicht" abschrecken und dadurch den Verstehensprozeß hemmen. Bei der Erläuterung der Eigenschaften der Phosphatverbindungen wird ständig auf zuvor dargestellte Zusammenhänge zurückgegriffen. Alle verwendeten Begriffe sind bereits mit mindestens einem charakteristischen Merkmal belegt. Die Begriffe werden jetzt in neue Kontexte gestellt, so daß eine vielfältige Verknüpfung ermöglicht wird. Zur Herstellung dieser Verknüpfungen sind allerdings elaborierte Verarbeitungstechniken notwendig. Um die im Text auseinanderliegenden Bedeutungseinheiten zusammenzuführen, müssen die Rezipienten die bereits gelesenen Inhalte wiederholen. Durch das Einhalten des Adressatenbezugs und der damit verbundenen redundanten Darstellung der Inhalte sind im Text bisher wenige elaborierte Strategien erforderlich gewesen. Die vorangegangenen Textpassagen sollen die Voraussetzungen schaffen, diese elaborativen Inferenzen zu erbringen, denn je mehr Inhalte ein Leser versteht, desto leichter gelingen ihm auch schlußfolgernde Verarbeitungsprozesse. Im letzten Satz „Das wirkt sich positiv auf Wäsche und Waschmaschine aus, da sie auf diese Weise nicht verkalken" findet ein erneuter Rückgriff auf zuvor dargestellte Zusammenhänge statt. Es handelt sich um die 'Gegendarstellung' der negativen Folgen der Kalkbildung. Weitere Eigenschaften und Funktionen der Phosphatverbindungen werden wiederum mit Hilfe eines Relevanzindikators angekündigt und

zunächst phänomenologisch in Form einer logischen Kausalkette aufgeführt, anschließend auf der Teilchenebene erklärt. Der Wechsel zwischen Stoff und Teilchenebene wird explizit durch die Aussage „betrachtet man diese Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene, so ist festzustellen, daß ...", angekündigt. Diese Vorgehensweise knüpft an Alltagserfahrungen an und macht den Schülern die Bedeutung chemischer Sachverhalte für den Alltag bewußt. Gleichzeitig soll die Ankündigung des Wechsels der Sichtweise dem Leser die Orientierung innerhalb der Textinformationen erleichtern.

Der Textabschnitt zu den Umweltfolgen des Phosphateintrags in die Gewässer beginnt mit dem Relevanzindikator „Aber nichts ist vollkommen", der auch einen Wechsel der Sichtweise ankündigt. Zuerst werden die Phosphate als ideale Waschmittelinhaltsstoffe zusammenfassend beschrieben. Das zuvor erworbene Wissen bleibt aktiviert und kann mit den nachfolgend beschriebenen, für die Umwelt negativen Eigenschaften der Phosphate verknüpft werden. Der Leser benötigt kein biologisches Vorwissen, um die Inhalte zu verstehen. Als unmittelbare Konsequenz wird die Verringerung des Phosphateintrags in die Gewässer genannt. Die Beschreibung des Einsatzes und der Funktionsweise von Phosphatersatzstoffen erfolgt im ersten Zugriff wieder phänomenologisch. Dann erfolgt der Wechsel zur submikroskopischen Betrachtungsweise. Dabei werden die Begriffe Härtebildner, Calciumionen, Waschwasser und Wasserenthärtung, die bereits im Zusammenhang mit der Wirkungsweise der Phosphate von Bedeutung gewesen sind, in einem teilweise bekannten und teilweise unbekannten Kontext verwendet. Der Rückbezug auf zuvor dargestellte Zusammenhänge soll das erworbene Wissen aus den ersten Textabschnitten erneut aktivieren, weiter festigen und eine intensive Verknüpfung mit den neuen Informationen ermöglichen. Abschließend erfolgt in den letzten beiden Sätzen des Textes rein phänomenologisch ein kurzer Vergleich weiterer Eigenschaften der Phosphatersatzstoffe mit denen der Phosphate.

Zusammenfassend läßt sich feststellen: Die semantisch-syntaktische Verarbeitung des Textes ist einfach. Neben notwendigen Fachbegriffen, die alle erläutert werden, werden nur bekannte Wörter, aktive Formulierungen und wenige Substantivierungen verwendet. Die Sätze sind überwiegend kurz und enthalten wenige Einschachtelungen. Zur Vermeidung von Sprachbarrieren gibt es mehr gemeinsprachliche als wissenschaftssprachliche Elemente. Gleichzeitig stellen diese Aussagen zusätzliche Stimulanzen dar. Sie sind in Form von humorvollen Formulierungen oder von Relevanzindikatoren im Text enthalten. Auch die Überschrift „hart – härter – enthärtet", die für den Leser zunächst nicht interpretierbar ist, soll die Neugier wecken. Wenn z.B. im Text steht, daß eine Tatsache jedem einsichtig sein soll, fragt sich der Leser unwillkürlich, ob er diese Tatsache auch wirklich verstanden hat. Dies soll zu einer intensiveren Verarbeitung der Textinformationen führen. Der Leser wird in kleinen Schritten durch die Gedankengänge des Textes geführt. Dies führt zu einer insgesamt logischen inneren und äußeren Strukturierung des Textes. Es werden nur die wesentlichen Gesichtspunkte der Thematik dargestellt. Dadurch bleibt die Informationsdichte überschaubar. In diesem Zusammenhang spielt die semantische Redundanz eine entscheidende Rolle. Durch den durchgängig eingehaltenen Adressatenbezug sind textimmanente konzeptuelle Konflikte nur als Paraphrasierungen oder überraschende, uneindeutige Stimulanzen im Text enthalten. Damit können alle konzeptuellen Konflikte mit Hilfe der im Text enthaltenen Informationen gelöst werden. Der Text knüpft immer wieder an den Alltagserfahrungen und ein bestimmtes Grundwissen der Probanden wie z.B. der Teilchenstruktur der Materie an.

5.2 Ermittlung der Leser-Text-Interaktion am Beispiel des neuen Texts

Die Ergebnisse der Verknüpfungstests (Sumfleth & Schüttler, 1994) bestätigen die Hypothese, daß die Verwirklichung der verschiedenen Kriterien der Textverständlichkeit und

deren gleichzeitige Anpassung an die Lernvoraussetzungen der Rezipienten (Lern- und Lesestrategien) die Verständlichkeit von Texten erhöht. Der neu konzipierte Text ist verständlicher als der Schulbuchtext. Bei der Untersuchung fallen vor allem gute Ergebnisse im Themenbereich Eigenschaften und Funktionen der Phosphate auf. Gerade diese Textabschnitte weisen eine Reihe von Relevanzindikatoren auf. Aufgrund der Anknüpfung an Alltagserfahrungen geben diese Leser hier mindestens doppelt so viele Antworten auf der makroskopischen Ebene wie die Leser des Schulbuchtextes. Vergleichbares gilt für die Ergebnisse im Themenbereich Eigenschaften und Funktionen der Phosphatersatzstoffe, auch wenn dort die Unterschiede zwischen den beiden Probandengruppen insgesamt geringer sind. Auf der submikroskopischen Ebene stellen fast nur Leser des neuen Textes Verknüpfungen her. Hierzu müssen die Probanden Schemata aktivieren, deren Vernetzungsgrad vermutlich noch klein ist. Der Bezug zu Alltagserfahrungen ist gering. Deshalb können die Kohärenzlücken im Schulbuchtext nicht durch das Vorwissen der Probanden und durch das Ziehen von Schlußfolgerungen kompensiert werden.

6 Zusammenfassung

Die Verknüpfungstestergebnisse korrelieren mit denen der Textanalysen. Die kognitive Strukturierung und die semantische Redundanz sind die Parameter, die die Verständlichkeit von Texten am stärksten beeinflussen. Die qualitative Interpretation der Ergebnisse zeigt, daß die Probanden überwiegend explizit in der Textbasis enthaltene Informationen reproduzieren. Dabei werden bevorzugt Aussagen zu nichtchemischen Bereichen, die stark an Alltagserfahrungen anknüpfen, oder zu phänomenologisch-chemisch Inhalten gemacht. Erläuterungen zu Diskontinuumsvorstellungen sind seltener. Dies gilt um so mehr, je unverständlicher die Texte sind. Zu den nichtchemischen Inhalten besitzen die Probanden die besten Vorkenntnisse. Deshalb können Inkongruenzen innerhalb der Textbasis am ehesten kompensiert werden. Die Ergebnisse bestätigen die Aussage von Schnotz (1994, 293): „So sehr auch der Erfolg der Wissensvermittlung letztlich von einem effektiven Umgang des Lernenden mit dem Text abhängen mag, so wenig läßt sich doch bestreiten, daß durch eine adäquate Textgestaltung die erforderlichen Grundlagen für einen erfolgreichen Lernprozeß geschaffen werden." Textverständlichkeitskriterien helfen bei der Darstellung chemischer Inhalte. Im Gegensatz zu Untersuchungen von Kempa (1985) zur Formulierung von Aufgabenstellungen, bei denen eine Erhöhung der relevanten Informationen nicht zu besseren Lernergebnissen geführt hat, hat die ausführlichere Darstellung und die Anknüpfung an Alltagserfahrungen, die Verwendung von Relevanzindikatoren und der durchgängig eingehaltene Adressatenbezug zu einer deutlichen Lernsteigerung geführt. Die Leser haben das entsprechende, relevante Vorwissen zur Lösung des Problems 'Textverstehen' aktiviert und mit den jeweiligen Textinformationen sinnvoll verknüpft. Im Hinblick auf die Untersuchungen von Kempa (1985) bedeutet das, daß nicht nur die Zahl der relevanten Informationen, sondern auch die Art und Weise der Darstellung für die Informationsaufnahme und verarbeitung von Bedeutung sind.

Literatur

Ader, D. (1977). Textanalyse – linguistisch – Einige Überlegungen zu Texttheorien, zur Didaktik und zur Unterrichtspraxis. Praxis Deutsch 23, 9-14.

Aebli, H. (1987). Zwölf Grundformen des Lehrens – Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. 3. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.

Anderson, J.R. (1988). Kognitive Psychologie – Eine Einführung. Heidelberg: Spektrum der Naturwissenschaft.

Anderson, O.R. & Boticelli, S. (1990). Quantitative analysis of content organisation in some biology texts varying in textual composition. Science Education 74, 167-182.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, H. (1980/81). Psychologie des Unterrichts. Bd. 1; Bd. 2. 2. Auflage. Weinheim - Basel: Beltz.

Ballstaedt, S.-P., Mandl, H., Schnotz, W. & Tergan, S.-O. (1981). Texte verstehen – Texte gestalten. München: Urban Schwarzenberg.

Berlyne, D.E. (1960). Conflict, arousal and curiosity. New York: McGraw Hill.

Flörke und Wolff (1988). Chemie für die Jahrgangsstufen 11-13. Neu herausgegeben von E. Glaum und Dr. R. Wolff. Bonn: Dümmler.

Fonds der chemischen Industrie (1986/87). Chemie geht alle an (3). Schriftenreihe des Fonds der Chemischen Industrie – Autorenwettbewerb, 28.

Fonds der chemischen Industrie zur Förderung der Chemie und der biologischen Chemie im Verband der Chemischen Industrie (1988). Chemie – Forschung für die Umwelt – Eine Podiumsdiskussion. Schriftenreihe des Fonds der Chemischen Industrie 30, 46-47.

Frederiksen, C.H. (1977). Structure and Process in discours production and comprehension. In M.A. Just & P.A. Carpenter (Eds.), Cognitive process in comprehension. Hillsdale N.J.: Lawrence Erlbaum, 313-322.

Gesellschaft Deutscher Chemiker – GDCh (Hrsg.) (1983). Denkschrift zur Lehrerbildung für den Chemieunterricht in den Altersstufen der Zehn- bis Fünfzehnjährigen. Frankfurt.

Gilliland, J. (1972). Readability. London.

Groeben, N. (1978). Die Verständlichkeit von Unterrichtstexten. Münster: Aschendorf.

Groeben, N. (1982). Leserpsychologie. Textverständnis – Textverständlichkeit. Münster: Aschendorf.

Henkel KGaA (1986). Das Wasser holt Luft. Ein Kristall macht Karriere. Sasil im Persil. Düsseldorf: Henkel.

Kempa, R. (1985). Problem-solving behaviour and cognitive structure. Vortrag anläßlich der Europaregionaltagung der ICASE, Braunschweig.

Kintsch, W. & van Dijk, T.A. (1978). Towards a model of text comprehension and production. Psychological Review 85, 363-394.

Klare, G.R. (1971). Some empirical predictors of readability. In E.Z. Rothkopf & P.E. Johnson (Eds.), Verbal learning research and the technology of written instruction, 241-254.

Klein, W. (Hrsg.) (1984). Textverstehen – Textverständlichkeit. Themenheft der Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik 55.

Körner, H.-D. (1994). Vorstellen und Verstehen. Frankfurt: Lang.

Kretzenbacher, H.L. (1991). Syntax des wissenschaftlichen Fachtextes. Fachsprache 13, (3/4), 118-137.

Langer, I., Schulz von Thun, F. & Tausch, R. (1974). Verständlichkeit in Schule, Verwaltung, Politik und Wissenschaft, München, Basel: Ernst Reinhardt.

Langer, I., Schulz von Thun, F. & Tausch, R. (1990). Sich verständlich ausdrücken. München, Basel: Ernst Reinhardt.

Lindsay, P.H. & Norman, D.A. (1981). Einführung in die Psychologie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

Mandl, H. (Hrsg.) (1981). Zur Psychologie der Textverarbeitung – Ansätze, Befunde, Probleme. München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg.

Mandl, H. et al. (1980). Lernen mit Texten. Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie 12, 444-474.

Newell, A. & Simon, H.A. (1972). Human Problem Solving. Englewood Cliffs N.J: Prentice Hall.

Paivio, A. (1984). Visuelles Vorstellen und verbale symbolische Prozesse. In G. Steiner (Hrsg.), Psychologie des zwanzigsten Jahrhunderts – Entwicklungspsychologie. Bd. 2, Weinheim, Basel: Beltz.

Pfeifer, P., Häussler, K. & Lutz, B. (Hrsg.) (1992). Konkrete Fachdidaktik Chemie. München: Oldenbourg.

Roelke, T. (1991). Das Eindeutigkeitspostulat der lexikalischen Fachsprachensemantik. Zeitschrift für germanistische Linguistik 19, 194-208.

Rost, D.H. (1985). Dimensionen des Leseverständnisses. Zeitschrift für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie. Beih. 1. Braunschweig: Pedersen.

Rowan, K.E. (1991) When simple language fails: Presenting difficult science to public. Journal of Technical Writing and Communication 21, 369-382.

Rumelhart, D.E. & Ortony, A. (1977). The representation of knowledge in memory. In R.C. Anderson, R.C. Spiro & W.E. Montagne (Eds.), Schooling and the aquisition of knowledge. Hillsdale N.J.: Lawrence Erlbaum.

Scherner, M. (1977). Was heißt: ein Text ist „adressatenbezogen"? Praxis Deutsch 23, 22-24 u. 37-39.

Scherner, M. (1989). Kognitionswissenschaftliche Beschreibung des „Umgangs mit Texten" - eine neue Möglichkeit zur Fundierung der Deutschdidaktik? Der Deutschunterricht 4, 85-95.
Schnotz, W. (1994). Aufbau von Wissensstrukturen. Weinheim: Beltz, Psychologie Verlags Union.
Schulz von Thun, F. (1976). Die Aneignung von Kenntnissen im Unterricht durch selbständige Lehrtexte. Unterrichtswissenschaft 2, 101-113.
Strube, P. (1989). The notion of style in physics textbooks. Journal of Research in Science Teaching 26, 291-299.
Schüttler, S. (1994). Zur Verständlichkeit von Texten mit chemischen Inhalt. Frankfurt am Main: Peter Lang.
Sumfleth, E. (1988). Lehr- und Lernprozesse im Chemieunterricht. Frankfurt am Main: Peter Lang.
Sumfleth, E. & Schüttler, S. (1994). Zum Problem der Verständlichkeit von Texten. In H. Behrendt (Hrsg.), Zur Didaktik der Physik und Chemie. Alsbach: Leuchtturm, 220-222.
Sumfleth, E., Körner, H.D. & Todtenhaupt, S. (1991). Eine Pilotstudie zum Lernen und Vergessen im Chemieunterricht. chimica didactica 17, (1), 5-29.
Sutton, C. (1992). Words, Science and Learning. Buckingham: Open University.
Vollmer, G. (1980). Sprache und Begriffsbildung im Chemieunterricht. Frankfurt: Diesterweg.
Weingartz, M. (1981). Zur Gestaltung schriftlichen Studienmaterials. 1. Aufl. Bochum: Kamp.

Dr. Elke Sumfleth ist Professorin für Didaktik der Chemie an der Universität-Gesamthochschule Essen.
Dr. Susanne Schüttler ist zur Zeit Referendarin am Studienseminar Kleve.

Prof. Dr. Elke Sumfleth
Institut für Didaktik der Chemie
Universität-GH Essen
Schützenbahn 70
45127 Essen