



Gibt es den verständlichen Text? - eine empirische Untersuchung zum Verstehen chemischer Texte

Claudia Schrader, Elke Wolf und Helmut Wenck

WER HAT DIESE ERFAHRUNG noch nicht gemacht? Man erzählt im Bekanntenkreis, dass man Chemie studiert hat und blickt in entgeisterte Gesichter. „Das Fach habe ich in der Schule noch nie verstanden“, ist dann oft die Antwort.

Ist Chemie wirklich so kompliziert oder schaffen die Lehrkräfte und Schulbücher es nicht, den Lehrstoff transparent zu gestalten? Sicherlich spielen beide Aspekte eine wichtige Rolle, doch soll in diesem Artikel nur auf die Kommunikationsproblematik eingegangen werden. Ein Großteil der Kommunikationsprobleme beruht auf der Fachsprache und auf dem kommunikativen Gefälle zwischen Lehrkräften und Schülerschaft. Das Sprachvermögen beeinflusst also das Lernen von Chemie. Becker et al. folgern daraus, dass der Verständlichkeit von Schulbuchtexten eine dominierende Bedeutung zukommt [1]. Doch was ist ein verständlicher Text?

Stichworte: Schülerbefragung · Textverstehen

Neuere Ansätze zum Verstehen von Texten weisen darauf hin, dass der Text nicht isoliert betrachtet werden darf, sondern immer im Zusammenhang mit dem Rezipienten und seiner Situation (z.B. Wissen, Motive und Emotionen) gesehen werden muss [2]. Optimales Textverstehen kann also nur erreicht werden, wenn für jeden Leser in jeder Situation ein individueller Text vorliegt. Doch das ist im Schulalltag unmöglich zu realisieren. Nahezu alle Schülerinnen und Schüler haben jedoch ein Merkmal gemeinsam: Sie sind keine Experten auf dem Fachgebiet der Chemie.

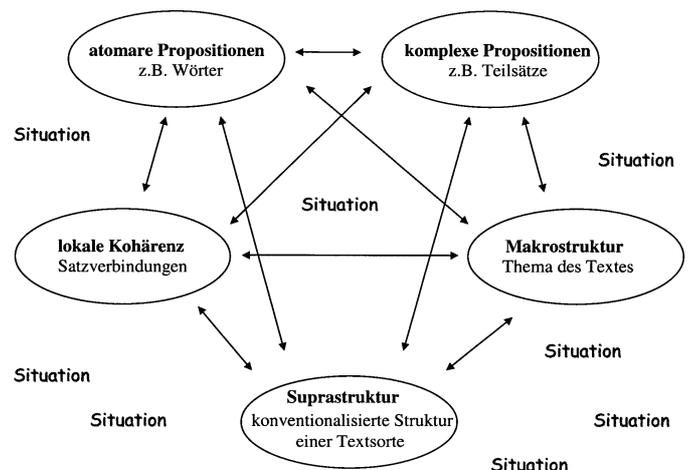
Gerade diese Lesergruppe ist auf möglichst kohärente und explizite Texte angewiesen [3]. Darum wurden für diese Untersuchung Schulbuchtexte auf der Grundlage des Hamburger Verständlichkeitskonzepts [4] zu kohärenteren Textfassungen umgearbeitet, um zu überprüfen, ob diese von der Schülerschaft besser verstanden werden. Zusätzlich wurde die Wirkung von motivierenden Stilmitteln im Text und der Einfluss weiterer Lesermerkmale, die jede Lehrkraft über ihre Schülerinnen und Schüler in Erfahrung bringen kann, überprüft. Ob und inwiefern sich diese Merkmale auf das Verstehen chemischer Texte auswirken, sollte in dieser empirischen Untersuchung in 10. Klassen an Realschulen und Gymnasien nachgewiesen werden. Ziel der Untersuchung war es schließlich, einen ersten Anhaltspunkt dafür zu finden, inwieweit sich die Erkenntnisse der linguistischen Forschung zum Textverstehen auf Texte für den Chemieunterricht übertragen lassen.

Theoretischer Hintergrund

Kintsch hat in den 90er Jahren das situierte Verständlichkeitsmodell [5] entwickelt. Bei diesem Ansatz ist das Textverstehen erstmals in einer expliziten Sprachverarbeitungstheorie verankert und wird als ein Ergebnis der Interaktion von Text und Leser aufgefasst. Demnach müssen sowohl Text- als auch Lesermerkmale beim Textverstehensprozess berücksichtigt werden. Ein Text wird als eine Liste von Propositionen (Be-

deutungseinheiten) aufgefasst. Diese Bedeutungseinheiten gelangen gruppenweise ins Arbeitsgedächtnis, wo dann die Verarbeitung der Informationen erfolgt.

Mit Hilfe des Mehrebenenmodells (Abb.1) kann die Verarbeitung erklärt werden.



Kohärenz: Grad des Zusammenhangs einzelner Textteile

Abb. 1: Mehrebenenmodell

Der Textverstehensprozess verläuft auf allen Ebenen parallel und mit hoher Interaktivität. Beeinflusst wird dieser Vorgang durch Wissen, Motive und Ziele der Leserin bzw. des Lesers, d.h. vor dem Hintergrund ihrer/seiner Situation.

Claudia Schrader, geboren 1977, studierte von 1996 bis 2000 an der Universität Bielefeld Chemie und Deutsch für das Lehramt der Sekundarstufe I. Sie beendete ihr Studium mit dem 1. Staatsexamen in diesen Fächern. Im Anschluss daran absolvierte sie ihr Referendariat am Studienseminar in den beiden oben aufgeführten Fächern. Im Januar 2003 schloss sie ihre Ausbildung mit dem 2. Staatsexamen ab. Seit Februar ist sie Lehrerin an der Realschule der Stadt Frechen und unterrichtet dort Chemie, Deutsch, Methodentraining und Physik.

Elke Wolf, Jahrgang 1971, studierte an der Universität Bielefeld die Fächer Chemie und Deutsch für das Lehramt der Sekundarstufen II und I. 1997 schloss sie das Studium mit dem 1. Staatsexamen ab. Sie arbeitete dann als Wissenschaftliche Angestellte im Arbeitskreis von Prof. Dr. H. Wenck und wurde im Jahr 2003 promoviert. Zurzeit ist sie Studienreferendarin im Studienseminar Osnabrück.

Helmut Wenck, siehe CHEMKON 8/3 (2001) 138. Er wurde mit Ablauf des Sommersemesters 2000 emeritiert, ist aber weiterhin in Forschung und Lehre in der Chemiedidaktik der Universität Bielefeld tätig.

Anschriften:

Elke Wolf, Knetterhauserstr. 78, 33775 Versmold, Claudia Schrader, Schiefbahn 5, 50169 Kerpen, Prof. Dr. H. Wenck, Universität Bielefeld, Fakultät für Chemie, Postfach 10 01 31, 33501 Bielefeld

E-Mail: claudiaschrader@yahoo.de
elke.wolf@uni-bielefeld.de
helmut.wenck@uni-bielefeld.de

Kann zwischen zwei Textteilen keine Kohärenz hergestellt werden, muss die Leerstelle mit Hilfe bereits verarbeiteter Informationen oder durch Vorwissen des Rezipienten gefüllt werden. Dass dem Vorwissen eine entscheidende Rolle zukommt, hat Kintsch in mehreren Untersuchungen nachgewiesen [6, 7, 8]. Für Rezipienten mit einem geringen Hintergrundwissen muss ein Text möglichst explizit und kohärent sein, wohingegen Rezipienten mit einschlägigem Wissen keine Probleme haben, Kohärenzlücken zu schließen [9]. Gibt es Probleme bei der Kohärenzbildung, dauert der Verarbeitungsprozess erheblich länger, und es wird weniger auf Details geachtet [10]. Demnach ist ein Text optimal verständlich, wenn er von der Leserin bzw. dem Leser weitgehend störungsfrei verarbeitet werden kann. Ein Text kann also nicht per se als „einfach“ oder „schwer“ eingestuft werden.

Übertragen wir dieses Modell auf die Schule: Schülerinnen und Schüler sind als Rezipienten mit geringem Hintergrundwissen einzustufen. Demnach müssten Lehrtexte möglichst kohärent sein, wenn sie selbständigen Wissenserwerb ermöglichen sollen. Texte lassen sich mit Hilfe des Hamburger Verständlichkeitskonzeptes verändern [4]. Der Vorteil des Konzeptes ist, dass hier eine konkrete und einfach anwendbare Anleitung gegeben wird, wie man Texte im oben angesprochenen Sinn optimieren kann. Im Rahmen dieses Artikels kann nur grob auf das Modell eingegangen werden, eine ausführliche Beschreibung mit Beispielen und Übungen findet man in dem Buch „Sich verständlich ausdrücken“ von I. Langer, F. Schulz von Thun und R. Tausch [4].

Das Hamburger Modell [4] unterscheidet vier Dimensionen der Verständlichkeit. Die Dimension *Einfachheit* bezieht sich einerseits auf den Satzbau und andererseits auf die Wortwahl. Ein optimaler Text ist aus kurzen, einfachen Sätzen und geläufigen, anschaulichen Wörtern aufgebaut.

Die Dimension *Gliederung – Ordnung* umfasst zwei Kriterien: Die innere Ordnung bezieht sich darauf, ob Sätze folgerichtig aufeinander bezogen sind und ob die Informationen in einer sinnvollen Reihenfolge dargeboten werden. Die *äußere Gliederung* umfasst in erster Linie die optische Darstellung des Textes. Dazu gehören u.a. Absätze nach Sinneinheiten, Überschriften und Hervorhebungen oder Zusammenfassungen von wichtigen Informationen. Die genannten Merkmale bewirken, dass die Leserin/der Leser sich im Text zurechtfindet und leichter Zusammenhänge erkennt. Größere Bedeutung erhält diese Dimension bei längeren Texten.

Die dritte Dimension *Kürze – Prägnanz* bezieht sich auf das Verhältnis der Textlänge zum Informationsziel. Ein kurzer, prägnanter Text beschränkt sich auf die wesentlichen Informationen und konzentriert sich ausschließlich auf das Lernziel. Im Gegensatz zu den ersten beiden Aspekten sollte diese Dimension nicht zu stark ausgeprägt sein, d. h. ein verständlicher Text sollte nicht zu kurz, aber auch nicht zu lang sein. Das ist einsichtig, wenn man berücksichtigt, dass ein sehr knapper und komprimierter Text stärker entschlüsselt werden muss als ein etwas ausführlicherer Text. Weitschweifige Texte hingegen lenken vom Thema ab und lassen nicht deutlich werden, welches die Kernaussagen sind.

Das Merkmal *Anregende Zusätze* beschreibt Stilmittel, die die Motivation der Leserin/des Lesers anregen sollen. Dazu zählen die wörtliche Rede, rhetorische Fragen, lebensnahe Beispiele, direkte Ansprache, humoristische Formulierungen u.ä.. Anregende Zusätze fördern jedoch nur dann die Leistung, wenn gleichzeitig ein hohes Ausmaß an Gliederung - Ordnung gegeben ist. Ist dies nicht der Fall, führt es nur zu weiterer Verwirrung bei der Leserschaft.

Eine weitere Möglichkeit diese Dimension zu verwirklichen, sind *Advance Organizer*. Diese werden für gewöhnlich eingesetzt, um die Einführung neuen Wissens zu erleichtern. Durch ihre Hilfe erkennen Lernende leichter, wie sich das neue Wissen sinnvoll mit bereits vorhandenen Strukturen verknüpfen lässt. Um viele Lerner anzusprechen, sollten die *Advance Organizer* auf einer allgemeineren und höheren Abstraktionsebene verfasst sein als das neu zu lernende Material. Damit soll ein Rahmen für das neue Wissen geschaffen werden [11].

Zum Verändern von Texten kann auch die Technik des Einstreuens von Fragen genutzt werden. Zwischenfragen sind ein Mittel, die Lesemotivation kurzfristig zu aktivieren, wobei in erster Linie Probanden mit einem niedrigen Leistungsniveau von eingestreuten Fragen profitieren, da man von ihnen ein ineffektives Lernverhalten erwartet. Voraussetzung muss hier natürlich sein, dass die Fragen nicht zu anspruchsvoll sind [12].

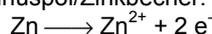
Die theoretisch beschriebenen Dimensionen sollen nun an ein paar Beispielsätzen verdeutlicht werden.

In den folgenden Texten wird die didaktische Schwierigkeit, dass es sich bei dem Zinkbecher um den Minuspol der Batterie handelt, während dieser im Sinne der elektrochemischen Reaktion die Anode ist, nicht berücksichtigt. Dieses gilt entsprechend für den Kohlestift.

Auszug aus einem Schulbuchtext zum Thema „Elektrische Energie aus Batterien“ [13]:

... Wird der Batterie elektrische Energie entnommen, so finden folgende chemische Teilreaktionen statt:

Minuspol/Zinkbecher:



Pluspol/Kohlestift



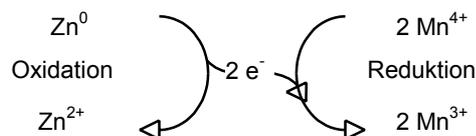
Durch die Oxidation des Zinks werden Elektronen frei. Diese gehen über einen Verbraucher zum Kohlestift und reduzieren dort das Mangan(IV)-oxid zu einer Mangan(III)-Verbindung.

Unter Berücksichtigung der ersten 3 Dimensionen des Hamburger Verständlichkeitskonzeptes ist folgender Text entstanden:

... *Nutzung der Batterie*

Beim Einschalten der Taschenlampe wird der Batterie elektrische Energie entnommen. Diese Energie wird durch folgende chemische Reaktionen gewonnen:

Minuspol/Zinkbecher: Pluspol/Kohle-Braunstein-Stab:



Zink gibt Elektronen (e^{-} /negative Ladungen) ab, d.h. es wird oxidiert. Diese wandern durch das Stromkabel der Taschenlampe zum Kohlestift. Dort wird das Mangan(IV)-oxid zu einer Mangan(III)-Verbindung reduziert.

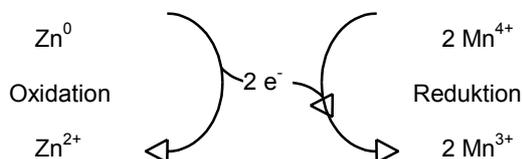
Bezieht man zusätzlich noch die vierte Dimension mit ein und berücksichtigt dabei auch den Advance Organizer und Leseleitfragen, verändert sich der Text wie folgt:

Batterien findest du heute in jedem Haushalt. Im Gegensatz zum Akku kann man sie jedoch nicht wiederverwenden, sondern muss sie im Sondermüll entsorgen. Weißt du eigentlich, warum man sie nicht in den Hausmüll geben darf? Am Beispiel der typischen Taschenlampenbatterie soll es erklärt werden....

...Was passiert, wenn du eine Batterie benutzt?

Wenn du deine Taschenlampe anschaltest, entnimmst du der Batterie elektrische Energie. Diese Energie wird durch folgende chemische Reaktionen gewonnen:

Minuspol/Zinkbecher: Pluspol/Kohle-Braunstein-Stab:



Zink gibt Elektronen (e-/negative Ladungen) ab, d.h. es wird oxidiert. Diese wandern durch das Stromkabel der Taschenlampe zum Kohlestift. Dort wird das Mangan(IV)-oxid zu einer Mangan(III)-Verbindung reduziert. Mangan und Zink sind Schwermetalle. Da Schwermetalle schädlich für die Umwelt sind, darf man sie nicht im Hausmüll entsorgen.

Aufbau der Untersuchung

Design

Die theoretische Grundlage der Untersuchung ist das Modell des situierten Textverstehens [5]. In der Schule ist es jedoch nicht möglich, bei der Formulierung von Lehrtexten jede Schülerin und jeden Schüler in seiner individuellen Situation zu berücksichtigen. Darum wurden nur Merkmale erhoben, die charakteristisch für viele Probanden sind und die eine Lehrkraft in Erfahrung bringen kann. Die Untersuchung gliederte sich in eine Voruntersuchung und eine Hauptuntersuchung. Mit Hilfe der Voruntersuchung wurde die Anwendbarkeit und Güte des Messinstrumentariums untersucht. Der Ablauf von Vor- und Hauptuntersuchung war gleich.

In einem Fragebogen mussten die Probanden Angaben zur Schulform, zum Geschlecht, zur Muttersprache und zu den letzten Zeugnisnoten in Chemie und Deutsch machen. Dann hatten die Schülerinnen und Schüler sieben Minuten Zeit, einen der Untersuchungstexte zu lesen. Im Anschluss daran mussten die Probanden 8 Lückentext- und 10 Multiple Choice-Aufgaben zum gelesenen Text beantworten (einige Beispiel-Items sind am Ende dieses Artikels abgedruckt). Die Messgenauigkeit wurde mit Hilfe der Konsistenzanalyse (Crombachs α) ermittelt. Die Werte Crombachs α 's der einzelnen Tests liegen zwischen 0,65 und 0,84, so dass eine hinreichende Messgenauigkeit gegeben ist. Es gab zwei Parallelversionen des Tests, damit benachbarte Schülerinnen und Schüler nicht voneinander abschreiben konnten. Ein Globalvergleich (nach Kruskal u. Wallis) [14] zeigt, dass die Daten der Paralleltests

und der Tests der Vor- und Hauptuntersuchungen für die jeweilige Schulform übereinstimmen. Da dies der Fall war, wurden die Daten zu zwei Stichproben (Realschule u. Gymnasium) zusammengefasst und transformiert. Die Testleistungen wurden dann als Prädiktor für das Textverstehen gewertet.

In der Realschule wurde der Text „Elektrische Energie aus Batterien“ [13] gelesen. Für die Gymnasialschülerinnen und -schüler wurde der Text „Recycling von Schwefelsäure“ [15] ausgewählt. Im Vorfeld war sichergestellt worden, dass diese Themen im Unterricht noch nicht behandelt worden waren.

Von jedem Text gab es drei Fassungen. Einmal den Originaltext (Text 1), dann den hinsichtlich der ersten drei Dimensionen des Hamburger Verständlichkeitskonzepts optimierten Text (Text 2) und eine Version, die zusätzlich *Anregende Zusätze* inkl. *Advance Organizer* und *Leseleitfragen* enthielt (Text 3). Die Texte wurden nach dem Zufallsprinzip an die Schüler verteilt.

Um eine Vergleichbarkeit der Texte zu gewährleisten, konnten die Texte 2 und 3 lediglich im Rahmen des Hamburger Verständlichkeitskonzepts verändert werden. Fachlich und fachdidaktisch sinnvolle Veränderungen des Textes hätten das Untersuchungsergebnis verzerrt. Der Originaltext wurde nach dem Realitätspostulat ausgewählt, d.h. sowohl der Text für die Realschulen als auch der Text für Gymnasien entstammen Schulbüchern, die derzeit häufig an den Schulformen eingesetzt werden.

Population und Stichprobe

Die Untersuchung fand in zehn 10. Klassen an Realschulen und Gymnasien in der Stadt Bielefeld und dem Kreis Herford statt, welche per Losverfahren ausgewählt wurden. Die Untersuchung fand von September bis Dezember 1999 statt. Für die Auswertung wurden die Daten von 246 Probanden berücksichtigt; 116 besuchten Realschulen und 130 Gymnasien.

Das Geschlechterverhältnis ist an beiden Schulformen ausgeglichen. An der Realschule liegt der Anteil der nicht-deutschen Muttersprachler bei 26,7%. Davon sind jedoch 80,7% in Deutschland geboren worden oder noch vor dem ersten Schuljahr in die Bundesrepublik gezogen. Am Gymnasium liegt der Anteil nicht-deutscher Muttersprachler bei lediglich 6,9%. Da die Anzahl sowohl an den Realschulen als auch an den Gymnasien zu gering ist, wurde dieses Merkmal in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Ergebnisse der Untersuchung

Die Daten wurden zunächst mit Hilfe einer Varianzanalyse ausgewertet um herauszufinden, ob bestimmte Ausprägungen eines Merkmals (Textfassung, Geschlecht, Muttersprache, Note in Chemie bzw. Deutsch) das Textverstehen beeinflussen. Dabei zeigte sich für die **Realschule**, dass es signifikante Unterschiede zwischen den Textfassungen gibt (F-Wert: 6,54; $p < 1\%$). Da das Merkmal drei Faktorstufen (die drei Textversionen) umfasst, wurde zur genaueren Aufschlüsselung ein Post-Hoc-Test (Dunnett-T3) [16] durchgeführt. Dieser ergab signifikante Unterschiede zwischen dem Schulbuchttext und den beiden Textfassungen ($p < 1\%$ (Text 2) bzw. $p < 5\%$ (Text 3), wobei p = Signifikanzniveau). Das folgende Diagramm (Abb. 2) verdeutlicht das Ergebnis:

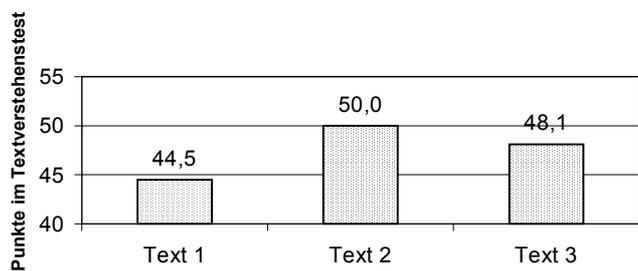


Abb. 2: Mittelwerte im Textverstehen (Realschule)

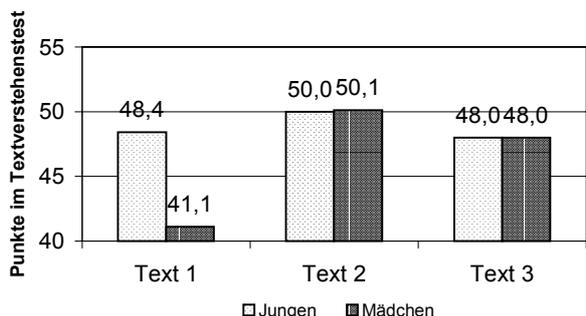


Abb. 3: Mittelwerte im Textverstehen unter Berücksichtigung des Geschlechts (Realschultexte)

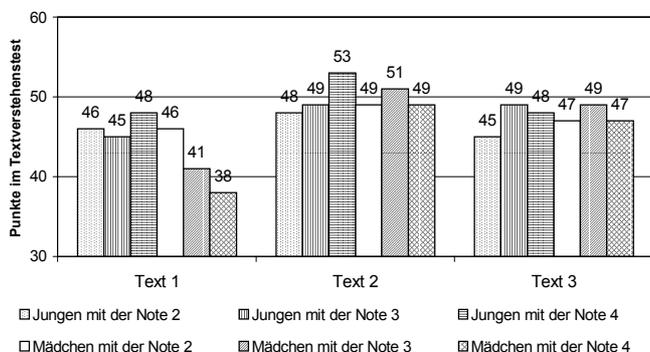


Abb. 4: Mittelwerte im Textverstehen unter Berücksichtigung der Texterfassung, der Chemienote und des Geschlechts (Realschultexte)

Text 2 führt zu den besten Verstehensleistungen, Text 1 zu den schlechtesten.

Zusätzlich wurden signifikante Wechselwirkungen zwischen Text und Geschlecht (F-Wert: 7,92; $p < 1\%$) (vgl. Abb. 3), und zwischen Text, Geschlecht und Chemienote festgestellt.

Im Diagramm wird deutlich, dass sich das Textverstehen bei den Jungen in bezug auf die Textfassung kaum verändert. Das Optimum liegt bei Text 2. Auffällig ist aber, dass **Mädchen** Text 1 signifikant schlechter verstehen als Jungen, während sie bei den anderen beiden Textfassungen genauso gut abschnitten wie Jungen. Auch Mädchen verstehen Text 2 am besten. In der folgenden Abb. 4 wird zusätzlich noch die Chemienote berücksichtigt, die ebenfalls signifikante Wechselwirkungen mit Text und Geschlecht (F-Wert: 7,34; $p < 1\%$) aufweist.

Bei Jungen sind die Unterschiede bezüglich der Chemienoten nicht sehr groß. Auffällig sind auch hier die Ergebnisse der **Mädchen**. Dort ist das Textverstehen nur bei Text 2 und Text 3 weitgehend unabhängig von der Chemienote. Bei Text 1 gibt es ein starkes Gefälle; je schlechter die Chemienote, desto geringer ist das Textverstehen. Gute Chemieschülerinnen schneiden unabhängig von der Textfassung relativ einheitlich ab. Mittelmäßige und schlechte Chemieschülerinnen verstehen Text 2 und 3 viel besser als Text 1. Es gibt kaum Unterschiede zwischen diesen beiden Textfassungen. Eine Regressionsanalyse der Daten zeigt, dass 14,6% (F-Wert: 3,125, $p < 1\%$) der Gesamtvarianz des Textverstehens durch die Variablen dieser Untersuchung aufgeklärt werden können. Dieser relativ niedrige Wert war zu erwarten, da die Situiertheit des Textverstehensprozesses durch eine Vielzahl von Variablen verursacht wird [2].

Auch die Daten der **Gymnasien** wurden mit Hilfe der Varianz- und Regressionsanalyse ausgewertet. Es lassen sich zunächst keine signifikanten Effekte bei der Varianzanalyse feststellen. A priori-Tests und die Koeffizientenanalyse im Rahmen der Regressionsanalyse ergeben jedoch signifikante Effekte beim **Unterschied zwischen Text 1 und Text 2** (T-Wert: -2,633, $p < 5\%$) und bei den **Chemienoten** zwischen den Noten 2 und 4 (T-Wert: -2,429, $p < 5\%$). Eine signifikante Wechselwirkung zwischen Textfassung, Chemienote und Geschlecht lässt sich bei den Gymnasiasten nicht nachweisen.

Die folgende Graphik (Abb. 5) veranschaulicht, dass Text 2 signifikant besser verstanden wird als Text 1:

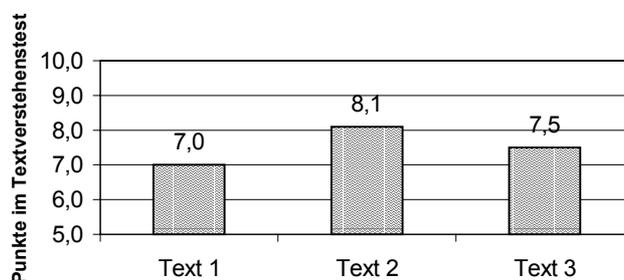


Abb. 5: Mittelwerte im Textverstehen (Gymnasialtexte)

Die Abb. 6 zeigt, dass gute Chemieschülerinnen und -schüler die Texte, und zwar unabhängig von der Texterfassung mit großer Wahrscheinlichkeit besser verstehen als die mit schlechten Noten. Letzteres Ergebnis ist nicht trivial wie der Vergleich mit den Realschülerinnen zeigt.

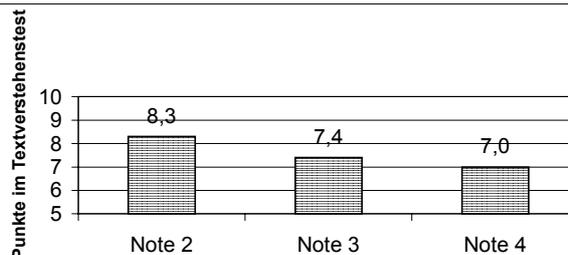


Abb. 6: Mittelwerte im Textverstehen in Abhängigkeit von der Chemienote (Gymnasialtexte)

Der Anteil der aufgeklärten Varianz mit 14,4% entspricht den Ergebnissen der Realschule. Anders als bei den Realschülern bestimmt bei den Gymnasiasten in erster Linie die Chemienote mit 8,1% von den 14,4% die Erklärung der Verstehensleistung.

Interpretation der Ergebnisse und Beurteilung ihrer didaktischen Relevanz

Das deutlichste und wichtigste Ergebnis der Untersuchung ist, dass - sowohl in der Realschule als auch am Gymnasium - die nach dem Hamburger Verständlichkeitskonzept veränderte Textfassung ohne *Anregende Zusätze* zu den besten Verstehensleistungen führt. Da dieses Resultat unabhängig von allen erhobenen Rezipientenmerkmalen zustande kommt, ergibt sich daraus, dass alle Schülerinnen und Schüler dieser Population am besten mit dieser Textfassung lernen können. Erstaunlich ist das vergleichsweise schlechte Abschneiden der Textfassung, die zusätzlich die erweiterten *Anregenden Zusätze* mit *Advance Organizer* und *Leseleitfragen* enthält. Vermutlich führen die Informationen des *Advance Organizers*, die helfen sollen, im Gedächtnis eine bessere Vernetzung und damit Lern erleichterung zu bewirken, dazu, dass testrelevante Informationen nicht mehr aufgenommen werden. Es ist möglich, dass sich die Rezipienten die alltagsnahen Informationen besser einprägen können und darum zuviel Aufmerksamkeit darauf lenken. Letzteres entspricht den Befunden von Schiefele [17] und Garner et al. [18]. Daraus sollte jedoch nicht der Schluss gezogen werden, dass z.B. Schulbuchtexte keine Alltagsbezüge enthalten sollten. Wichtig ist aber, dass die Alltagsbezogenheit kein ablenkendes Details ist, sondern die Hauptgedanken des Textes ergänzen oder verdeutlichen. Zum anderen ist anzumerken, dass in dieser Studie lediglich ein kurzfristiger Lernprozess untersucht wurde.

Vielmehr sollte für den Unterricht gefolgert werden, dass die Sprache, sowohl geschriebene als auch gesprochene, u.a. durch die Verwendung des Hamburger Verständlichkeitskonzepts eine bessere Adressatenbezogenheit erreicht als die Sprache der untersuchten Schulbücher. Dadurch kann das Erlernen chemischer Inhalte erleichtert werden. Das Textverstehen der Realschülerinnen und -schüler wird besonders durch die Variable „Text“ bestimmt. Realschülerinnen und -schüler haben besonders große Probleme mit dem Schulbuchtext, während die anderen beiden Textfassungen zu signifikant besseren Ergebnissen führen. Dieses Resultat wird etwas relativiert, wenn man zusätzlich die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Variablen mit einbezieht. Die **Interaktion von Text und Geschlecht** macht deutlich, dass besonders Mädchen von den veränderten Textfassungen profitieren. Ihre Verständnisseleistungen sind bei dem Schulbuchtext wesentlich geringer als die der Jungen. Noch stärker ausdifferenziert wird das Ergebnis, wenn man auf die Interaktion von Text, Geschlecht und Chemienote eingeht. Gute Schülerinnen schneiden bei dem Schulbuchtext etwa genauso ab wie die Schüler, aber bereits Schülerinnen mit der Note 3 zeigen wesentlich schlechtere Leistungen. Das Textverstehen der Chemieschülerinnen mit der Zensur 4 ist noch einmal auffällig schlechter. Hier deuten sich Vorwissens-

effekte an. Außerdem weisen die Ergebnisse darauf hin, dass der Lernprozess dieser Schülerinnen mit geringerer Leistung im Fach Chemie durch weniger kohärente Texte blockiert wird, und zwar deutlich stärker als bei Schülern. Bezieht man in dieses Ergebnis Befunde geschlechtsspezifischer Untersuchungen ein [19], kann man folgern, dass ein mangelndes Selbstkonzept durch „schwierige“ Texte verstärkt wird und der Lernprozess blockiert wird.

Die Unterschiede verschwinden bei den Mädchen, wenn man die Ergebnisse bei den veränderten Textfassungen vergleicht. Es zeigt sich also, dass besonders Mädchen im mittleren bis unteren Leistungsbereich von den veränderten Textfassungen profitieren.

Die Berücksichtigung des Hamburger Verständlichkeitskonzepts im Chemieunterricht gibt vor allem Mädchen die Chance, im Unterricht bessere Leistungen zu erzielen und könnte damit dazu beitragen, dass ihr mangelndes Selbstbewusstsein in diesem Fach ausgeglichen wird.

Als bedeutendster Faktor für das Textverstehen erwies sich am Gymnasium die Chemienote. Je besser die Note in Chemie, desto höher das Textverstehen. Etwas geringer ist der Effekt der Textfassung ohne *Anregende Zusätze*. Das Ergebnis deutet daraufhin, dass sich am Gymnasium Vorwissenseinflüsse bemerkbar machen, die die Bedeutung von kohärenten Textfassungen etwas relativieren. Dabei kann nur die Chemienote als Indikator für das Vorwissen angesehen werden, während die Deutschnote weder am Gymnasium noch an der Realschule einen Einfluss auf das Textverstehen hat. Auch geschlechtsspezifische Vorwissensunterschiede können nicht beobachtet werden.

Abschließend muss noch darauf verwiesen werden, dass die untersuchten Variablen nur einen relativ kleinen Teil der Varianz des Textverstehens erklären. Wenn man das Modell des situierten Textverstehens anwendet, ist das jedoch schlüssig, denn viele Variablen, die ebenfalls eine Rolle beim Textverstehen spielen (z.B. Motivation, Emotion) konnten und sollten in dieser Studie noch nicht berücksichtigt werden. Vielmehr sollte diese Arbeit zeigen, ob und unter welchen Prämissen ein in der Kognitionsforschung nicht mehr aktuelles Modell wie das Hamburger Verständlichkeitskonzept im Chemieunterricht noch anwendbar ist, wenn man nur die Variablen berücksichtigt, die jede Lehrkraft direkt in Erfahrung bringen kann.

Insbesondere an der Realschule scheint es sich zu lohnen, noch stärker auf die Verständlichkeit von Sprache und Texten zu achten, um den Schülerinnen und Schülern den Zugang zur Chemie zu erleichtern.

Beispiel-Items

Insgesamt wurden in den Tests 4 mal 18 verschiedene Items zur Überprüfung des Textverstehens eingesetzt. Im Folgenden sind für beide Textversionen zwei Beispiele zur Veranschaulichung des jeweiligen Aufgabentyps ausgewählt worden. Zur besseren Verständlichkeit ist auch der Schwierigkeitsindex (p) und der Trennschärfekoeffizient (r_{ji}) angegeben.

Textversion: Elektrische Energie aus Batterien

1. Wenn der Batterie elektrische Energie entnommen wird, wird Zink oxidiert. ($p = .55$; $r_{jt} = .31$)
2. Eine Batterie ist immer aus zwei a aufgebaut.
a) Elektroden b) Elektronen c) Stromquellen
d) Spannungsquellen e) Elektrolyten
($p = .52$; $r_{jt} = .59$)

Textversion: Recycling von Schwefelsäure

1. Finde den Fehler: Wenn eine verunreinigte, konzentrierte Schwefelsäure vorliegt, wird diese aufkonzentriert und gereinigt. Richtige Lösung: verdünnte ($p = .48$; $r_{jt} = .41$)
2. Über das Zwischenprodukt b wird dann die Schwefelsäure zurückgewonnen.
a) Schwefelmonoxid b) Schwefeltrioxid c) Schwefeloxid
d) Schwefeldioxid e) Dischwefeloxid
($p = .58$; $r_{jt} = .35$)

Literatur

- [1] H.-J. Becker, W. Glöckner, F. Hoffmann, G. Jüngel, Fachdidaktik Chemie, Köln 1992², S. 99, 276
- [2] G. Rickheit, H. Strohner, Textverarbeitung: Von der Proposition zur Situation, in: A. D. Friederici (Hrsg.), Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie III: Sprache. Band 2: Sprachrezeption, Göttingen 1999, S. 285
- [3] A. Gerrads, Vorwissenseinflüsse auf den Erwerb und die Repräsentation von Wissen, Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie **35** (1988) S. 405-426
- [4] I. Langer, F. Schulz von Thun, R. Tausch, Sich verständlich ausdrücken: Anleitungstexte, Unterrichtstexte, Vertragstexte, Wissenschaftstexte u.a., München 1993, 5. verb. Aufl.
- [5] W. Kintsch, Comprehension: a paradigm for cognition, Cambridge 1998
- [6] W. Kintsch, Text Comprehension, Memory and Learning, The American psychologist **19** (1994) S. 294-303
- [7] D. S. McNamara, E. Kintsch, N. Butler Songer, W. Kintsch, Are Good Texts Always Better? Interactions of Text Coherence, Background Knowledge, and Levels of Understanding in Learning From Text, Cognition and Instruction **14** (1996) S. 1-46
- [8] D. S. McNamara, W. Kintsch, Learning from Texts: Effects of Prior Knowledge and Text Coherence, Discourse Processes **22** (1996) S. 247-288
- [9] S. Schüttler, Zur Verständlichkeit von Texten mit chemischem Inhalt, Lang 1994
- [10] G. Rickheit, H. Strohner, a.a.O. [2] S. 285-299
- [11] D. P. Ausubel, J. D. Novak, H. Hanesian, Educational Psychology, A Cognitiv View, New York 1978², S. 116/S. 170 -204
- [12] H. Faw, T. G. Waller, Mathemagenic behaviors and efficiency learning from prose materials: review, critique, recommendations, Review of Educational Research **46** (1976) S. 701
- [13] D. Frühauf, M. Jäckel, H. Tegen (Hg.), Grothe Chemie. Ein Lern- und Arbeitsbuch, Neubearbeitung, Hannover 1994, S.85
- [14] G. Clauß, F.-R. Finze, L. Patsch. Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner: Grundlagen, Frankfurt a.M. 1999, 3 überarb. u. erw. Aufl., S. 180
- [15] W. Eisener, P. Gietz, A. Justus, W. Schierle, M. Sternberg, Elemente chemie, Nordrhein-Westfalen, 9/10, Unterrichtswerk für Gymnasien, Stuttgart 1998, 2. überarb. Aufl., S. 216/17
- [16] A. Bühl, P. Zöfel, SPSS Version 8: Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, Bonn 1999, S. 261-266
- [17] U. Schiefele, Motivation und Lernen mit Texten, Göttingen 1996
- [18] R. Garner, M.G. Gillingham, C.S. White, Effects of "seductive details" on macroprocessing and microprocessing in adults and children, Cognition und Instruction **6** (1989) S. 41-57
- [19] U.a. P. Pfeifer, K. Häusler, B. Lutz, Konkrete Fachdidaktik Chemie, Neuauflage, München 1997, S. 402-407

Eingegangen am 06. Mai 2002

