

Kohärenzaufbau aus Text-Bild-Gefügen: Wissenserwerb mit schulischen Fachtexten

Miriam Dittmar, Claudia Schmellentin, Eliane Gilg und Hansjakob Schneider

Abstract

Der vorliegende Artikel beschäftigt sich mit der Gestaltung von Biologielehrmitteltexten als Text-Bild-Kombinationen und erörtert mögliche Gründe, warum Schülern und Schülerinnen der Sekundarstufe I der Kohärenzaufbau und das damit gekoppelte Verstehen der im Text und den Abbildungen vermittelten Wissenskonzepte oft nicht gelingt. Die diesbezüglichen schülerseitigen Verstehensschwierigkeiten basieren auf empirischen Daten aus Leseprozessbeobachtungen. Zudem werden Vorschläge gemacht, wie der Kohärenzaufbau und der damit verbundene Wissenserwerb mithilfe von Textgestaltungsprinzipien optimiert werden können. Diese in eine Textüberarbeitung eingeflossenen Prinzipien wurden in ihrer Wirksamkeit sowohl mit einer Interventionsstudie als auch mit qualitativen Daten aus Leseprozessbeobachtungen überprüft.

Schlüsselwörter

Textverstehen, Kohärenzaufbau, Text-Bild-Bezüge, Biologielehrmittel

⇒ *Titre, chapeau et mots-clés en français à la fin de l'article*

AutorInnen

Miriam Dittmar, Pädagogische Hochschule FHNW, Bahnhofstrasse 6, 5210 Windisch,
miriam.dittmar@fhnw.ch

Claudia Schmellentin, Pädagogische Hochschule FHNW, Bahnhofstrasse 6, 5210 Windisch,
claudia.schmellentin@fhnw.ch

Eliane Gilg, Pädagogische Hochschule FHNW, Bahnhofstrasse 6, 5210 Windisch,
eliane.gilg@fhnw.ch

Hansjakob Schneider, Pädagogische Hochschule Zürich, Lagerstrasse 5, 8090 Zürich,
hansjakob.schneider@phzh.ch

Kohärenzaufbau aus Text-Bild-Gefügen: Wissenserwerb mit schulischen Fachtexten

Miriam Dittmar, Claudia Schmellentin, Eliane Gilg und Hansjakob Schneider

1. Einleitung

Textverständnis entsteht aus der Interaktion von Personen mit Texten. Ein erfolgreicher Verstehensprozess bedeutet, dass Leser und Leserinnen mentale Kohärenz aufbauen, das heißt, sie können Gelesenes kognitiv verknüpfen und die Zusammenhänge des Textes repräsentieren (Rickheit & Schade, 2000). Mentale Kohärenz ist die Voraussetzung dafür, dass ein Situationsmodell des Textes erstellt werden kann, d.h. dass der Text in seinem Ganzen verstanden und die entnommenen Informationen in vorhandenes Wissen eingeordnet werden kann (van Dijk & Kintsch, 1983). Verschiedene Variablen beeinflussen das Verstehen des Textes. Das sind auf der einen Seite Personenmerkmale, wie die verschiedenen sprach- bzw. lesebezogenen Teilfähigkeiten, die eine Person mitbringt (vgl. Schnotz & Dutke, 2004), aber auch nichtsprachliche Variablen, wie Motivation und Volition, das sachliche Vorwissen, die allgemeine nichtsprachliche Intelligenz oder die Fähigkeit zu schlussfolgerndem Denken (Christmann, 2010). Auf der anderen Seite beeinflussen Textmerkmale das Textverstehen, darunter sprachliche Merkmale wie Wortlänge, Satzlänge und -komplexität, Kohäsionsmittel sowie sprachliche Mittel, die die Informationsdichte beeinflussen (z.B. Nominalisierungen, Schlepppegrell, 2008). Zusätzlich wirken inhaltliche Merkmale wie die thematische Komplexität auf das Verstehen.

Es wird teils angenommen, dass sich das Textverstehen additiv hierarchisch aufbaut (vgl. Kintsch & van Dijk, 1978, van Dijk & Kintsch, 1983, Schnotz, 1994b), teils dass eine mentale Kohärenzbildung auf mehreren mentalen Repräsentationsebenen parallel stattfindet (vgl. Kintsch, 1988, 1998). Einig ist man sich jedoch darin, dass unterschiedliche Textverstehensebenen am Kohärenzaufbau beteiligt sind. Die primäre Repräsentationsebene ist dabei die Textoberflächenrepräsentation. Um diese zu bilden, müssen die graphemischen, lexikalischen und syntaktischen Eigenschaften des Textes verstanden werden, Wörter müssen also dekodiert und verstanden, die Syntax erschlossen werden. Die Textoberflächenrepräsentation gilt als bedeutende Vorstufe der mentalen Kohärenzbildung, da nur mit ihr semantische Einheiten (Propositionen) aus dem Text extrahiert werden können (Schnotz, 2006). Diese semantischen Propositionen bilden die zweite Repräsentationsebene. Mit ihnen können lokale und globale Textzusammenhänge konstruiert werden. Es kommt zum Aufbau einer lokalen Kohärenz (propositionale Mikrostruktur), wenn der Lesende innerhalb eines Textabschnittes versteht, wie diese Propositionen zusammenhängen. Der lokale Kohärenzaufbau wird textseitig oft über direkte Kohäsionsmittel unterstützt. Beim Aufbau einer globalen Kohärenz (propositionale Makrostruktur) hingegen gilt es, Textabschnitte miteinander in Verbindung zu bringen. Hierbei hilft textseitig eine nachvollziehbare inhaltliche Strukturierung (van Dijk & Kintsch, 1983). Oft kommt es trotzdem textseitig zu fehlender Kohäsion, da Verbindungen zwischen den Textabschnitten implizit bleiben und wissensgeleitete Inferenzen notwendig werden (Kintsch & van Dijk, 1978). Personen-seitige Merkmale, die solche Inferenzen begünstigen, sind z. B. das Vorwissen oder die Fähigkeit zu schlussfolgerndem Denken. Der Textverstehensprozess führt zur Bildung eines mentalen Modells zu einem Sachverhalt. Dieses Wissenskonzept wird nicht mit lokalen Textinformationen, sondern mit globalen Textinhalten repräsentiert (Schnotz & Dutke, 2004). Die vorangehend beschriebenen komplexen Prozesse spielen sich im Prinzip bei jeglichem Lesen ab. Allerdings knüpfen Alltagstexte stärker an das Vorwissen an, sodass das Vorwissen das Herstellen von Inferenzen stärker unterstützt, als dies in schulischen Fachtexten insbesondere der Sekundarstufe I der Fall ist: In letztem sollen neue Wissensbestände aufgebaut werden. Die Texte knüpfen daher meist nur wenig ans Vorwissen an und erfordern damit von den Jugendlichen ein hohes Mass an schlussfolgerndem Denken. In Schmellentin, Dittmar, Gilg, & Schneider (im Druck) sind die Merkmale des verbalen Textes, die für die Lernenden zu Verstehensschwierigkeiten führen können, detailliert dargestellt und diskutiert.

Gerade in naturwissenschaftlichen Lehrmitteltexten ist der Aufbau mentaler Modelle jedoch nicht nur von verbal linearen Textelementen abhängig. Sie enthalten zudem bildliche Elemente (Abbildungen, Diagramme usw.), häufig in einem Verhältnis 1:1 (Fankhauser & Labudde, 2010). Dabei unterstützen die bildlichen

Elemente nicht nur den Aufbau des mentalen Modells, sondern bedingen ihn meist auch, denn die Information in Text und Bild ist nie identisch. Bilder zeichnen sich immer durch eigene, über den Text hinausgehende Komponenten aus. Der Text übernimmt abstrakte Begriffe und Zusammenhänge, Begründungen und Argumente, das Bild liefert Merkmale, wie Formen und Farben, sowie eine räumliche Anordnung. Dies gilt für alle möglichen Bildtypen (z.B. Abbild, Diagramm usw., vgl. Ballstaedt, 2015). In Dokumenten mit Text und Bild erfüllen beide Modi gemeinsam die kommunikative Funktion (Ballstaedt, 2012). Die häufigste Art von Bildern in Fachtexten – und das gilt auch für naturwissenschaftliche Lehrmitteltex-te – sind informierende Bilder. Sie enthalten immer ein visualisiertes Argument, also bildhaft codierte Inhalte. Die Codierung ist dabei möglichst optimal auf die RezipientInnen und die Rezeptionssituation abgestimmt und enthält alle relevanten Aspekte. Informierende Bilder haben die Funktion, Informationen effektiv zu kommunizieren. Sie grenzen sich ab von künstlerischen Bildern mit ihrer ästhetischen Dimension und unterhaltenden Bildern, die die Aufmerksamkeit fesseln und emotionalisieren (Weidenmann, 1994). Hauptsächlich unterscheidet man bei informierenden Bildern drei Funktionen: die Zeigefunktion, die Situierungsfunktion und die Konstruktionsfunktion. Bilder mit Zeigefunktion zielen darauf ab, dass Rezipierende ein deutliches und zutreffendes Bild von einem Thema erlangen. Es entstehen bildhafte Vorstellungen. Bilder mit einer Situierungsfunktion betten das Thema in ein Szenario ein und aktivieren so bei den RezipientInnen Situationsvorstellungen. Bilder mit einer Konstruktionsfunktion schliesslich unterstützen die Lesenden bei der Konstruktion eines mentalen Modells zu einem komplexen Sachverhalt. Sie informieren sowohl über die einzelnen Elemente als auch über das Zusammenspiel dieser Elemente (Weidenmann, 2002). Ballstaedt (2015) ergänzt diese Funktionen noch durch Begründen und Argumentieren (das Bild als Beweis für eine Behauptung im Text) sowie – für den Zusammenhang mit Lehrbüchern besonders wichtig – Anregen zum Nachdenken, denn unerwartete, inkongruente Text-Bild-Verhältnisse können die epistemische Neugier aktivieren.

Informierende Bilder haben einen positiven Effekt auf das Textverstehen, vorausgesetzt, sie werden in einer funktionalen Text-Bild-Kombination eingesetzt (Weidenmann, 1988; Schnotz, 1994a). Personenbezogen bedeutet dies, dass der positive Einfluss von Text-Bild-Kombinationen nur zum Tragen kommt, wenn Rezipierende diese Kombination mit ihrer Funktion erkennen und Bilder nicht als reine Illustrationen interpretieren. Reinking, Hayes & McEneaney (1988) weisen darauf hin, dass Bildern ohne ausdrückliche Verweise im Text wenig Beachtung geschenkt wird. Bilder mit Bildverweisen und Bildleseanleitungen, die beispielsweise die Bildfunktion explizieren, haben hingegen einen positiven Einfluss auf das Bildverstehen (Ballstaedt, 2011, Weidenmann, 2002).

Text-Bild-Gefüge werden multicodal auf drei Ebenen verarbeitet (Kürschner & Schnotz, 2007; Ballstaedt, 2012). Zuerst wird prä-attentiv der globale Ersteindruck gebildet. Unbewusst und automatisch wird so Vorwissen aktiviert und die visuelle Organisation erfasst (Weidenmann, 1994). Anschliessend kommt es zu Blickbewegungen zwischen Text und Bild. Die Aufmerksamkeit wird auf die beiden Zeichensysteme aufgeteilt, was zu einem Split-Attention-Effekt, also zu reduzierter Lernleistung aufgrund kognitiver Überlastung führen kann (Kürschner & Schnotz, 2007). Ein grosser Abstand zwischen Text und Bild kann dabei die integrative Verarbeitung erheblich stören. Daher ist eine Streuverteilung, bei welcher Bilder je nach Platzbedarf auf der Sehfläche verteilt werden, mit ihrem unruhigen Layout eher von Nachteil. Empfohlen werden Vertikalverteilungen (Bild über oder unter dem Text) oder besser noch Horizontalverteilungen (Bild neben dem Text), da dann die Blickbewegungen fürs Auge leichter auszuführen sind (Ballstaedt, 2012). Die dritte Ebene der Verarbeitung ist die begriffliche Verarbeitung. Idealerweise geschieht diese kongruent, d.h., Text und Bild aktivieren dieselben Begriffe. Die begriffliche Verarbeitung führt zum Erfassen und Rekonstruieren des in Text-Bild-Kombinationen enthaltenen visuell-verbalen Arguments (Weidenmann, 1994).

Gerade das Erschliessen des visualisierten Arguments (Weidenmann, 2002) in informierenden Bildern braucht besondere Fähigkeiten, denn Bilder sind immer mehrdeutig. Sie müssen in Bezug auf ihr Argument hin decodiert werden. Damit dies den RezipientInnen gelingt, werden zum einen bestimmte Darstellungscodes, zum anderen Steuerungscodes eingesetzt. Darstellungscodes helfen den Betrachtenden, das Thema des Bildes zu erkennen. Sie fokussieren auf kritische Merkmale der Wahrnehmung von Objekten und Szenen, indem sie z.B. Kontraste, Begrenzungen und Umrisse übertreiben. Steuerungscodes helfen den Betrachtenden, das Bildangebot optimal zu nutzen. Sie steuern den Blickverlauf, heben Details hervor und regen kognitive Operationen wie Vergleichen und Schlussfolgern an. Typische Steuerungscodes sind Pfeile, Vergrösserungen oder Hervorhebungen (Weidenmann, 1994, 2002).

Die obigen Ausführungen zeigen, dass das Textverstehen nicht nur von Merkmalen des verbalen Texts beeinflusst wird, sondern auch von abbildungsspezifischen Merkmalen, wie dem Erkennen und Lesen der verschiedenen Darstellungs- und Steuerungs-codes. Solche Codes und auch Konventionen von Text-Bild-Verhältnissen sind fach-, inhalts- und registerspezifisch: Je nach sachfachlichem Inhalt bieten sich bestimmte Gestaltungsformen an. Zudem haben sich für das Register der Vermittlung im Kontext von Schulbüchern bestimmte Konventionen herausgebildet, deren Kenntnis für das Verstehen hilfreich ist: So werden beispielsweise in den naturwissenschaftlichen Lehrbuchtexten Themen(-abschnitte) auf einer Doppelseite abgehandelt, was auf die Text-Bild-Gestaltung (über eine einzelne Seite hinaus) erhebliche Konsequenzen hat. Das Doppelseitenprinzip führt durch die Platzbeschränkung tendenziell auch zu einer Informationsverdichtung, die ihrerseits zu redaktionellen Entscheidungen wie dem Verzicht auf Bildverweise im Text führt. Häufig wird zudem versucht, die hohe Informationsdichte durch allgemein situierende Bilder etwas zu lockern. Dies führt aber typischerweise zu zusätzlicher Informationsverdichtung, denn diese Bilder bieten wenig Information, wodurch den eigentlich informierenden Text- und Bildelementen Platz verloren geht. Das für die Erfassungsspanne von sich noch entwickelnden Lesern und Leserinnen in der Schule hilfreiche Prinzip des Spaltenlayouts ist zudem mit den Arrangements von Bildern (die aus Gründen der Wahrnehmbarkeit von Details oft nicht dem Spaltenformat angepasst werden können) wenig vereinbar. Dies führt dazu, dass sich Bilder über das Spaltenformat hinaus erstrecken, was den Leseablauf beeinträchtigen kann.

Alle diese Phänomene erfordern hohe Lesekompetenzen, damit ein Textverstehen überhaupt gewährleistet werden kann. Der Erforschung dieser Interaktion von Text und Lesenden (am Beispiel von Schulbuchtexten im Fach Biologie) hat sich ein Forschungsprojekt angenommen, über das in der Folge berichtet wird.

2. Das Projekt «Textverstehen in den naturwissenschaftlichen Schulfächern»¹

Das SNF-Projekt «Textverstehen in den naturwissenschaftlichen Schulfächern» gibt Hinweise darauf, wie der Wissenserwerb aus der Text-Schüler-Interaktion am Beispiel von Biologielehrmitteltexten in der Schule gelingen kann und wo dem Wissenserwerb aus der alleinigen Interaktion mit Lehrmitteltexten Grenzen gesetzt sind.

2.1 Untersuchungsdesign

Im SNF-Projekt «Textverstehen in den naturwissenschaftlichen Schulfächern» wird der Forschungsfrage nachgegangen, inwieweit sprachlich-textstrukturell wie auch bildlich-visuell aufbereitete Biologielehrmitteltexte das Leseverstehen verbessern und somit den Erwerb von biologischen Konzepten mit dem Text unterstützen können. Das Projekt verfolgt das Ziel, empirisch fundierte Aussagen darüber zu machen, wie Lehrmitteltexte im Fach Biologie gestaltet sein müssen, damit der Wissenserwerb erleichtert wird.

Dem Projekt unterliegt ein mixed-methods-Design, welches sich in vier Projektphasen gliedert. In einer ersten Phase wurden anhand von linguistischen Textanalysen typische Textkomplexitätsmerkmale (Mesmer, Cunningham & Hiebert, 2012) für das Fach Biologie bestimmt. Als Grundlage für unsere Studie dienten uns drei Lehrmitteltexte, die wir aus gängigen Schweizer Biologie- und Naturwissenschaftslehrmitteln gewählt haben. Die Themen der drei Lehrmitteltexte entsprachen laut dem Lehrplan der siebten Klasse und es handelte sich um einführende Texte, die der Vermittlung von Lerninhalten dienen (Kernen et al. 2012). Die Texte waren im Doppelseitenprinzip gestaltet und enthielten sowohl Text als auch Bilder. Die folgenden drei thematisch und sprachlich unterschiedlichen Texte aus den Feldern der Humanbiologie, der Ökologie und der Botanik kamen zum Einsatz: «Atmung» aus Erlebnis Biologie 2 (Beuck et al. 2012: 194–195), «Die Amsel – ein Allerweltsvogel» aus Urknall 7 (Aegerter et al. 2012: 55–56) und «Vom Bau der Blüte» aus Biologie (Wildermuth 2010: 10–11).

Textkomplexitätsmerkmale allein reichen jedoch nicht aus, um Vorhersagen darüber zu treffen, wie ein Text von seiner Leserschaft in einer bestimmten Situation verstanden wird. Dafür braucht es Wissen über die Textschwierigkeit (Mesmer, Cunningham & Hiebert, 2012). In einer zweiten Projektphase haben wir deshalb Leseprozessbeobachtungen mit oben genannten drei Lehrmitteltexten durchgeführt, um herauszufinden, welche Verstehensschwierigkeiten beim Lesen dieser Texte auftreten. An den Leseprozessbe-

¹ Wir danken dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung für die finanzielle Unterstützung dieses Forschungsprojekts.

obachtungen nahmen 24 Schüler und Schülerinnen der siebten Jahrgangsstufe aus Real- und Sek-Klassen² im Kanton Aargau teil (N = 8 pro Text, je 4 aus beiden Schulniveaus). Die progymnasiale Niveaustufe wurde nicht berücksichtigt. Die Leseprozessbeobachtung umfasste zwei Sequenzen, die getrennt voneinander durchgeführt wurden. In einer ersten Lesesequenz lasen die Versuchspersonen den Lehrmitteltext still für sich und wurden gebeten, mit dem Finger den von ihnen gelesenen Zeilen bzw. betrachteten Bildern nachzufahren. Dadurch konnte der Leseverlauf und die Lesegeschwindigkeit nachvollzogen werden. Die Versuchspersonen wurden zudem aufgefordert, mitzuteilen, wenn im Leseprozess Verstehensschwierigkeiten auftauchten. Dadurch sollten kognitive Prozesse und Strategien sichtbar gemacht werden. Wir haben die Methode des Lauten Denkens (Stark 2010) jedoch modifiziert, indem die Versuchsleitung zusätzlich durch Nachfragen intervenierte, sobald Verhaltensweisen beobachtet werden konnten, die auf mögliche Verstehensschwierigkeiten hindeuteten (z.B. verlangsamtes oder wiederholtes Lesen, vgl. Christmann 2010: 154). Durch die Intervention der Versuchsleitung wurden zusätzliche Verbalisierungen der Versuchspersonen angeregt.

Mit der beschriebenen, wenig invasiven Methode während der Lesesequenz konnten hauptsächlich solche Verstehensschwierigkeiten sichtbar gemacht werden, die den Versuchspersonen bewusst sind bzw. über die sie zu berichten gewillt waren.

Um auch ein breiteres Spektrum von Verstehensschwierigkeiten sichtbar zu machen, wurde mit der Fragesequenz eine ergänzende, invasivere Methode gewählt. Die Fragesequenz hatte zum Ziel, die Versuchspersonen gezielt auf bestimmte Textstellen zu lenken. Die schriftlichen Fragen in der Fragesequenz, die die Versuchspersonen unter Zuhilfenahme des Textes beantworten sollten, bezogen sich einerseits auf Textstellen, die in der linguistischen Textanalyse als mögliche Problemstellen analysiert wurden, andererseits bezogen sich die Fragen aber auch auf die im Text beschriebenen wesentlichen fachlichen Konzepte. So konnten Informationen zum Verstehen von spezifischen Textstellen und zum Erwerb zentraler Konzepte gewonnen werden³.

Die beobachteten Verstehensschwierigkeiten und die Textkomplexitätsmerkmale aus der linguistischen Textanalyse wurden miteinander verknüpft, wodurch Rückschlüsse auf mögliche textseitige Ursachen⁴ für die Verstehensschwierigkeiten gezogen werden konnten. Anhand dieser textseitigen Ursachen wurden globale Prinzipien der Lehrmitteltextgestaltung entwickelt. In der dritten Projektphase wurden diese Prinzipien auf den Lehrmitteltext zur Atmung angewandt und dieser basierend auf den empirischen Befunden auf bessere Verständlichkeit hin überarbeitet. Die Textanpassung wird in Abschnitt 2.3 anhand einiger Beispiele genauer beschrieben.

In der vierten Projektphase wurde in einer Vergleichsstudie mit Prä- und Postdesign (N=232) überprüft, inwiefern der optimierte Lehrmitteltext im Vergleich zum alten Text verständlicher geworden ist. Die Interventionsgruppe bearbeitete den überarbeiteten Text, während die Kontrollgruppe den Originaltext bekommen hat. Zur Ermittlung des Wissenszuwachses wurde ein dem Leseprozess vorgeschalteter Vorwissenstest und ein direkt nach dem Leseprozess durchgeführter mit dem Vorwissenstest identischer Nachwissenstest eingesetzt. Vor- und Nachwissenstest wurden im zeitlichen Abstand von 4 – 6 Wochen durchgeführt. (vgl. Schneider et al., eingereicht, für Details zur Methode und zu den Ergebnissen der Vergleichsstudie). Zudem wurden in dieser letzten Projektphase mit 8 Schülern und Schülerinnen – 4 Real (1 mit DaZ-Hintergrund) und 4 Sek (1 mit DaZ-Hintergrund) – wiederum Leseprozessbeobachtungen mit dem überarbeiteten Text durchgeführt und videografiert. Diesmal, um auch nach der sprachlichen Überarbeitung des Textes weiter bestehende (bzw. neue) Textschwierigkeiten zu erkennen.

² Realklassen entsprechen dem Niveau für Grundansprüche, Sekundarklassen dem Niveau für erweiterte Ansprüche.

³ Die Lese- und Fragesequenz wurde mit zwei Kameras videografiert. Eine Kamera filmte dabei das Lehrmittelblatt, um die Fingerbewegungen der Versuchspersonen aufzuzeichnen. Während der gesamten Leseprozessbeobachtung sass die Versuchsleitung im Raum und konnte über einen an diese Kamera gekoppelten Bildschirm die Fingerbewegungen der Versuchspersonen beobachten und bei Bedarf intervenieren. Eine zweite Kamera filmte die Versuchspersonen in einem Ausschnitt, der Kopf, Oberkörper und Textblatt umfasste. Mit dieser Einstellung konnte das nonverbale Verhalten (v.a. Finger-, Kopf- und Blickbewegungen) erfasst werden.

⁴ Die Begriffe textseitige Ursachen bzw. Massnahmen werden als Gegenbegriffe zu leserseitige Ursachen bzw. Massnahmen verwendet. Ist im Folgenden von textseitigen Massnahmen bzw. Ursachen die Rede, so sind sowohl sprachlich-textuelle als auch bildlich-visuelle Ursachen bzw. Massnahmen gemeint.

Im Folgenden werden Erkenntnisse aus den linguistischen Textanalysen und den Leseprozessbeobachtungen vorgestellt, die in den ersten zwei Projektphasen anhand der drei oben genannten Biologielehrmitteltexte gewonnen wurden. Diese Erkenntnisse werden exemplarisch an einem Lehrmitteltext zum Thema Atmung beschrieben, um aufzuzeigen, inwieweit ein Kohärenzaufbau und der damit verbundene Aufbau eines mentalen Modells zu diesen Texten überhaupt möglich ist (siehe Abschnitt 2.2 «Die Komplexität von Biologielehrmitteltexten»). Anschliessend werden Vorschläge gemacht, mit welchen Textüberarbeitungsprinzipien ein solcher Kohärenzaufbau optimiert werden könnte (siehe Abschnitt 2.3 «Textseitige Massnahmen zur Erleichterung des Kohärenzaufbaus»). Der Vergleich empirischer Daten aus Leseprozessbeobachtungen zu beiden Textversionen (original und überarbeitet) wird hinzugezogen, um Rückschlüsse zu ziehen, inwieweit der Wissenserwerb mit den beiden Texten gelingt. Die schülerseitigen Textverstehensschwierigkeiten, die trotz der Textüberarbeitung beobachtet werden können, werden abschliessend in einen didaktischen Zusammenhang gestellt (siehe Abschnitt 3 «Diskussion der Verstehensschwierigkeiten im Zusammenhang mit Text-Bild-Gefügen»).

2.2 Die Komplexität von Biologielehrmitteltexten

Die Textanalysen haben ergeben, dass die Texte sehr hohe Anforderungen an die Verstehenskompetenzen der Lernenden stellen. Im Folgenden werden diese Anforderungen exemplarisch an einem der für die Studie verwendeten Texte dargestellt und mit Bezug zu den Leseprozessbeobachtungen, die Textschwierigkeiten sichtbar machen sollten, und den in der Einleitung beschriebenen Bedingungen für erfolgreichen Kohärenzaufbau kritisch diskutiert, denn die Analysen weisen darauf hin, dass der Aufbau eines mentalen Modells in bestehenden Lehrmitteltexten mitunter unnötig erschwert wird.

Wir konzentrieren uns bei der exemplarischen Darstellung von ermittelten Textkomplexitätsmerkmalen und Textschwierigkeiten auf globale Strukturelemente wie explizite Leserführung, Text-Bild- und Bild-Bild-Kohäsion sowie übersichtliche Inhaltsorganisation (zu weiteren Merkmalen wie lokalen Kohäsionsmitteln, Begriffskonstanz usw. vgl. auch Schmellentin, Dittmar, Gilg, & Schneider (im Druck)).

Anforderungen

Auf naturwissenschaftlichen Lehrmittelseiten finden sich vielfältige Textelemente, die auch im Layout sichtbar werden und hohe Ansprüche an die Strukturierung des Leseprozesses stellen: So findet sich, wie in vielen Lehrmitteln üblich, auch im Lehrmitteltext zur Atmung aus Erlebnis Biologie 2 der Fliesstext in einer Spaltengliederung (vgl. Abbildung 1). Es kommen zudem Überschriften auf unterschiedlichen Hierarchieebenen vor, die von fettgedruckten Hervorhebungen im Text in ihrer Funktion abgegrenzt werden müssen. Auch die spezifischen Funktionen abgesetzter Textblöcke (Merkbox, Frageblock) müssen erkannt und zugeordnet werden (vgl. auch gelbe Markierungen in Abbildung 1). Zu den verbal-schriftlichen Komponenten kommen Abbildungen unterschiedlichster Art (z.B. realistische und schematische Darstellungen, Querschnitte und Ausschnitte) mit ihren unterschiedlichen Symbolebenen bzw. Codes (Weidenmann 2002) hinzu. Die Abbildungen haben meist Zeige- oder Konstruktionsfunktion (Weidenmann 2002). Das aktive Herstellen von Text-Bild-Bezügen und das Verstehen der Darstellungscodes in den Bildern ist entsprechend wesentlich für den Kohärenzaufbau (Weidenmann 2002). Weiter müssen die Beschriftungen verstanden und dem richtigen Bild zugeordnet werden, was besonders schwierig ist, wenn, wie im Text zur Atmung, die Beschriftung nicht direkt beim entsprechenden Bild steht (Weidenmann 2002, vgl. rote Markierungen und Pfeile in Abbildung 1). Auch das Herstellen von Bild-Bild-Bezügen setzt hohe Anforderungen an die Deutungsfähigkeiten voraus: Steuerungscode wie Pfeile müssen als kohäsive Elemente erkannt werden, Kontextualisierungen (z.B. Vergrösserung) für Ausschnitte müssen richtig interpretiert, Bildunterschriften richtig zugeordnet werden usw.

Trotz dieser hier skizzierten hohen Anforderungen zeigt sich, dass in den Lehrmitteltexten kaum explizit und an das Lernalter angepasste Lesesteuerungselemente enthalten sind. Unsere Lesebeobachtungen mit dem Originaltext haben entsprechend auch gezeigt, dass die Schüler und Schülerinnen Schwierigkeiten hatten, sich im Text zu orientieren und die Funktionen der unterschiedlichen Textelemente zu erkennen bzw. diese richtig zu interpretieren.⁵ Dazu im Folgenden einige Beispiele aus unseren Lesebeobachtungen mit dem Atmungstext.

⁵ Die vielfältigen Elemente und das damit verbundene unruhige Layout kann – so die Leseprozessbeobachtungen – bereits den Einstieg in den Text problematisch gestalten: Alle beim Lesen beobachteten Schüler und Schülerinnen haben in der zwei-

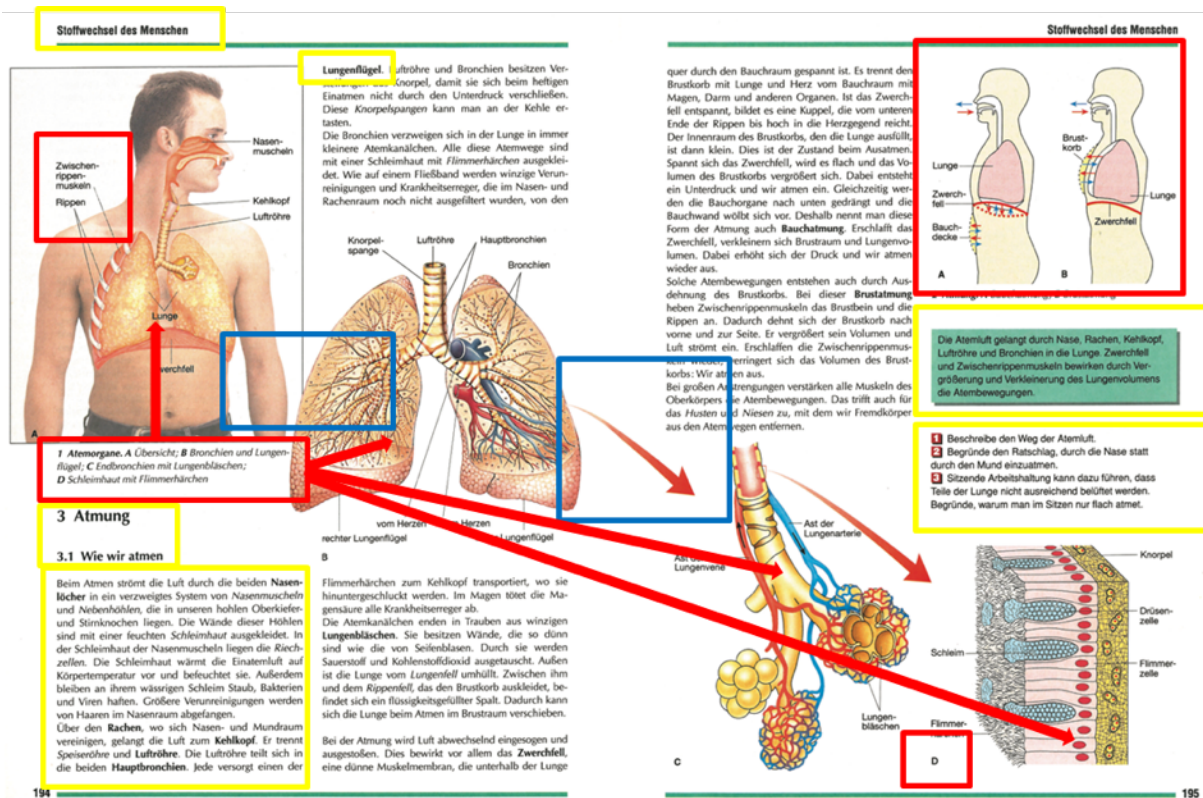


Abbildung 1: Verschiedene Textsorten im Biologielehrmitteltext [gelb: Fliesstext und Überschriften, sowie hervorgehobene Textboxen; rot: Abbildungen mit Bildbeschriftungen und Bildunterschriften; blau: Bild-Bild-Bezüge]

Herstellen von Text-Bild-Bezügen

Wie bereits oben erwähnt, setzt das Verstehen der im Text vermittelten Wissenskonzepte voraus, dass Informationen aus dem Text mit Informationen aus den Abbildungen kombiniert werden. Explizite Text-Bild-Bezüge in Form von Abbildungsverweisen sind allerdings weder im hier dargestellten Lehrmitteltext zur Atmung noch in den beiden anderen in der Studie verwendeten Texten zu finden. Damit fehlt das Signal, an welchen Stellen es sinnvoll wäre, eine Abbildung zu konsultieren. Für die Kohärenzbildung ist das ein grosses Hindernis, zumal auch die Bildplatzierungen es mitunter nicht leicht machen, das passende Bild zu finden (vgl. unten Abbildung 2). So sind die Abbildungen häufig weit von der entsprechenden Textstelle entfernt platziert. Dies erschwert, wie bereits in der Einleitung erwähnt, die integrative Verarbeitung der Bilder (Ballstaedt, 2015, p. 153f.). Nicht weniger problematisch ist zudem, dass Texte, in denen die Lesewege wenig angeleitet sind, von den Lesenden eigenständige Strukturierung verlangen. Sie müssen sozusagen versteckte Zusammenhänge eruieren und auffinden. Abbildung 2 stellt solch komplexe Strukturen am Beispiel des Textes zur Atmung dar.

Die Leseprozessbeobachtungen weisen darauf hin, dass die SchülerInnen bei Nicht-Strukturierung des Lesewege dazu neigen, den Text linear zu bearbeiten⁶. Diese Lesestrategie verhindert die integrative Verarbeitung von Text und Bild und damit auch den Aufbau des mentalen Modells. Explizite Verweise auf die Bilder sind daher enorm wichtig, wie auch Ballstaedt (2011, 2012) betont.

Neben expliziten Abbildungsverweisen könnten auch leicht auffindbare Begriffe in Text und Bild als Kohäsionsmittel fungieren: Begriffe, die im Text markiert sind, sollten in den Abbildungen leicht auffindbar sein

ten Spalte statt in der ersten Spalte unter dem Bild den Text zu lesen begonnen und ihren Fehler erst nach einem Hinweis der Versuchsleitung bemerkt. Lernende dieser Altersstufe erwarten anscheinend, dass Texte jeweils oben beginnen. Verstärkt wurde dieses Verhalten vermutlich auch dadurch, dass die zweite Spalte mit einem fettgedruckten Wort beginnt, welches fälschlicherweise als Titel interpretiert wurde.

⁶ Dies übrigens auch dann, wenn der Lauftext – wie in der zweiten Spalte – durch ein Bild unterbrochen wird, welches nicht zum gelesenen Abschnitt passt. Die Lernenden haben trotzdem zunächst das Bild «gelesen», bevor sie mit der Lauftextbearbeitung fortfuhren.

und umgekehrt. Aus früheren Analysen von Schulbuchtexten ist allerdings bekannt, dass lediglich 50% aller im Text vorkommenden Fachbegriffe wortgetreu in den Abbildungen wiedergefunden werden können (Drumm, im Druck). Auch im Atmungstext aus Erlebnis Biologie 2 sind zum einen einige Begriffe nicht in den Abbildungen wiederzufinden, zum anderen werden die Begriffe nicht konstant gleich gebraucht. Beides führt zu schülerseitigen Verstehensschwierigkeiten: So können beispielsweise die Schüler und Schülerinnen die Lage des Rachens nicht situieren. Diese wird zwar im Text beschrieben («Über den Rachen, wo sich Nasen- und Mundraum vereinigen, ...»), in der entsprechenden Abbildung ist der Begriff jedoch nicht enthalten, sodass der Bezug nicht hergestellt werden kann.

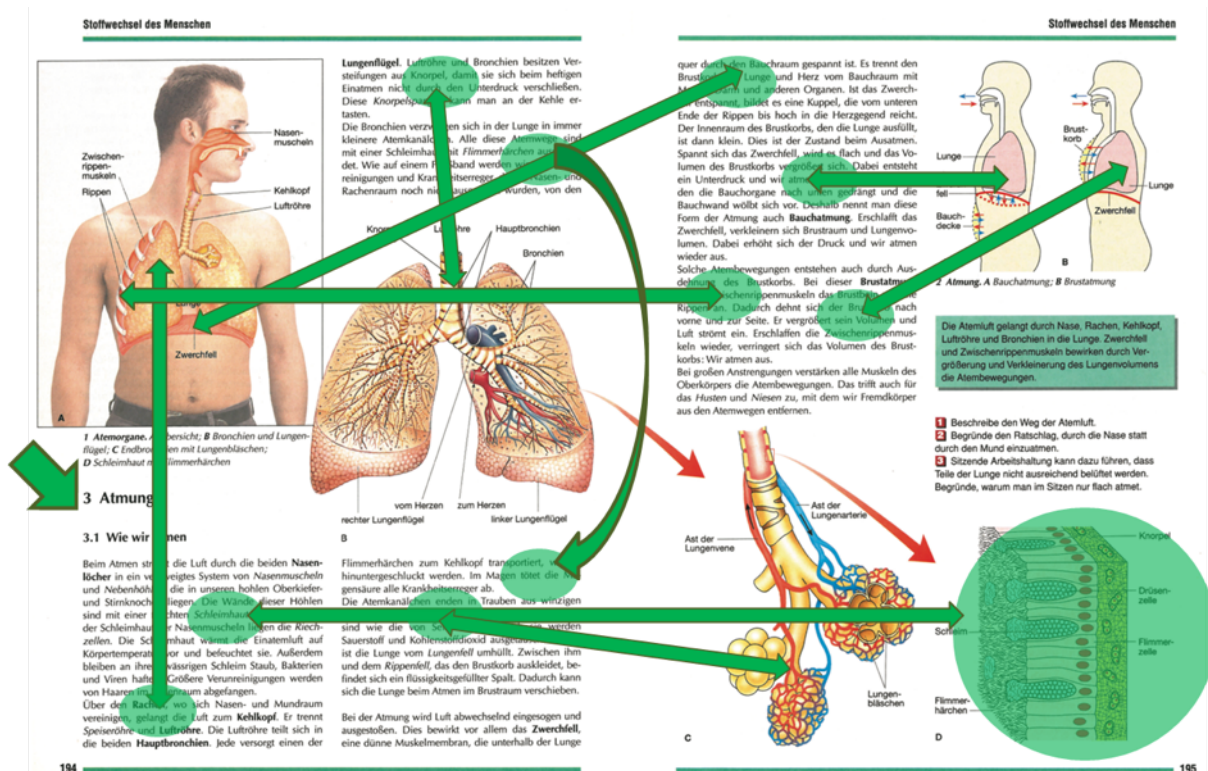


Abbildung 2: Lesewege und Text-Bild-Bezüge

Schwierigkeiten ergeben sich auch, wenn die Begriffe in Text und Bild nicht konstant gleich gebraucht sind. Dies zeigt sich zum Beispiel beim Fachbegriff «Bronchien». So heisst es im Text:

«Die Bronchien verzweigen sich in der Lunge in immer kleinere Atemkanälchen. [...] Die Atemkanälchen enden in Trauben aus winzigen Lungenbläschen.» (Auszug aus Beuck et al. 2012: 194)

Der Begriff «Bronchien» findet sich zwar in der Abbildung von der Lunge (Abbildung 1B im Lehrmitteltext) wieder und somit wäre ein Bezug zwischen der verbalen und der visuellen Information zu den Bronchien möglich; dieser beschränkt sich jedoch nur auf einen Teilaspekt des Konzepts, die grobe Lage der Bronchien in der Lunge. Vertiefte Informationen zum Verhältnis Bronchien – Lungenbläschen zu gewinnen gestaltet sich hingegen schwieriger. Zum einen muss textseitig inferiert werden, dass die Atemkanälchen aus dem zweiten Satz synonym für die Bronchien aus dem ersten Satz stehen. Diese Inferenz wird nicht durch räumliche Nähe unterstützt, da zwischen den beiden Sätzen acht Zeilen zu anderem Inhalt und eine Abbildung liegen. Zum andern muss für vertiefte Informationen zum Aufbau der Struktur die Abbildung 1C im Lehrmitteltext hinzugezogen werden. In dieser sind nun aber die Bronchien nicht zu finden und in der Abbildungsunterschrift findet sich lediglich der Begriff «Endbronchien», wobei unklar ist, auf welchen Teil der Abbildung sich dieser Begriff bezieht. Da verwundert es nicht, wenn es Schülern und Schülerinnen nicht gelingt, die Fachbegriffe «Bronchien» und «Lungenbläschen» ausreichend voneinander abzugrenzen, wie in unseren Leseprozessbeobachtungen erkennbar wurde.

Übersichtliche thematische Gliederung – kohärente Inhaltsorganisation

Eine gut nachvollziehbare Inhaltsorganisation (vgl. Kintsch, 1988, 1998) unterstützt den Kohärenzaufbau. Die Textanalyse weist darauf hin, dass auch hier noch grosses Verbesserungspotential besteht (vgl. Abbildung 3): Strukturbeschreibungen vermischen sich mit Funktionsbeschreibungen und zusammenhängende Konzepte werden nicht zusammenhängend dargestellt. So wird z.B. beim Atmungstext in die Abhandlung über die Abfolge der Atemwege (Strukturbeschreibung) die Funktion der Schleimhaut und die Funktion der Knorpelspangen in diesen Atemwegen eingefügt. Die verschiedenen Funktionen der Schleimhaut und der Knorpelspangen werden dabei so mit der Struktur der Atemwege verschränkt, dass sich die drei Themen «Stationen der Atemwege», «Funktionen der Schleimhaut» und «Knorpelspangen» gegenseitig immer wieder unterbrechen. Das führt dazu, dass sich die einzelnen Wissenskonzepte über den Gesamttext verteilen und Informationen zum gleichen Konzept aus verschiedenen Passagen zusammengesucht werden müssen. Es bleibt implizit, in welchem Zusammenhang die Funktion der Schleimhaut an Textstelle 1 und die Funktion der Schleimhaut an Textstelle 2 stehen (siehe Abbildung 3). Den Lernenden gelang es in den Leseprozessbeobachtungen entsprechend auch nicht, diesen Zusammenhang zu erkennen.

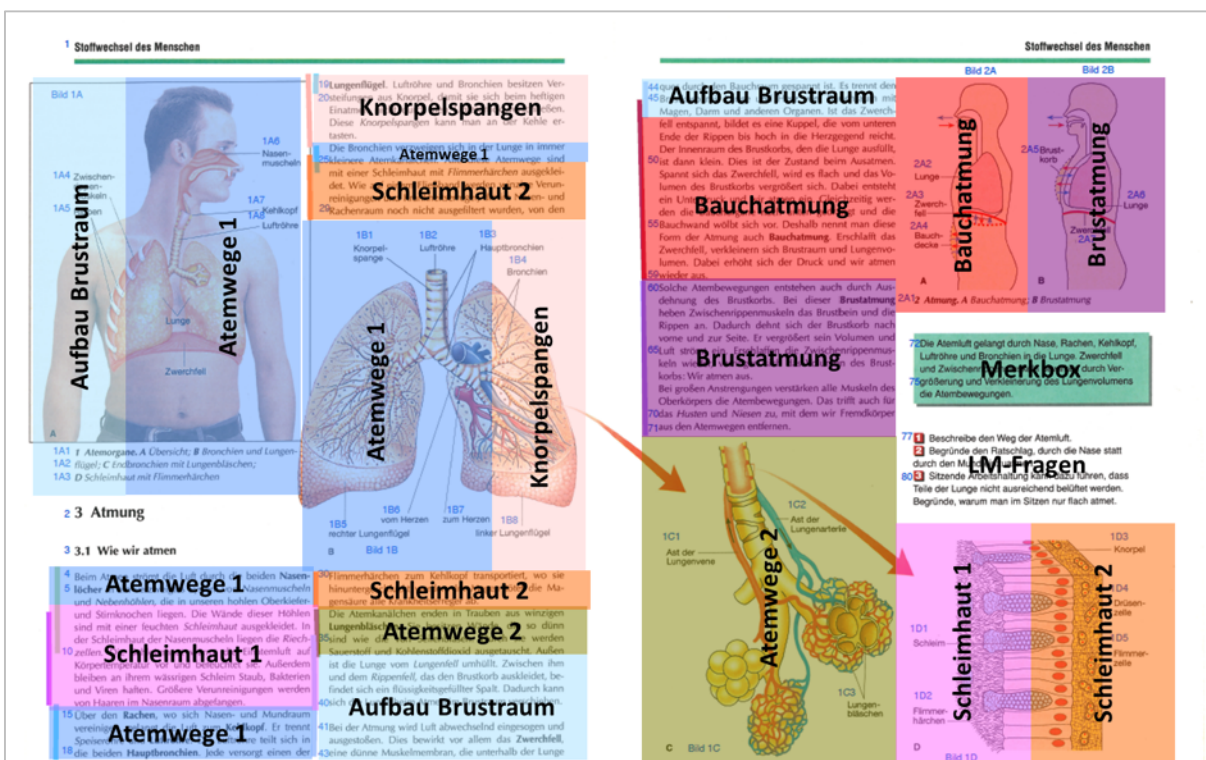


Abbildung 3: Verteilung der einzelnen Wissenskonzepte über den Original-Lehrmitteltext zur Atmung

2.3 Textseitige Massnahmen zur Erleichterung des Kohärenzaufbaus

Wie im Abschnitt 2.1 «Untersuchungsdesign» erwähnt, wurde der originale Lehrmitteltext zur Atmung in Leseprozessbeobachtungen eingesetzt und es konnten schülerseitige Verstehensschwierigkeiten eruiert werden. Exemplarisch wurden einige Verstehensschwierigkeiten im vorangegangenen Abschnitt vorgestellt. Gesamthaft zeigten sich Verstehensschwierigkeiten bei den Schülern und Schülerinnen in Bezug auf die folgenden Dimensionen: Nichtverstehen von Abbildungen, Layout, Wörtern und Begriffen (insbesondere Fachbegriffe), Sätzen oder ganzen Fachkonzepten (vgl. Schmellentin et al., im Druck für die Auswertungsmethode und detaillierte Ergebnisse). Entsprechend wurden bei der Überarbeitung des Textes alle diese Aspekte berücksichtigt. Der Text wurde in den Kategorien Layout, Abbildungen, Text-Bild-Verweise, Inhaltsorganisation und Gliederung, Informationsdichte, Kohäsionsmittel sowie Wort- und Begriffsebene komplett neu gestaltet.⁷

⁷ Zu beachten ist zudem, dass nicht alle Verstehensschwierigkeiten vermieden werden können. Es geht nicht darum, alle Textkomplexitäten zu eliminieren, die zu Textschwierigkeiten führen, denn die Texte haben einerseits eine wissenstransferierende Funktion und komplexe Inhalte lassen sich nicht durch einfache Sprache vermitteln. Zudem haben die Texte auch die

In Bezug auf die Inhaltsorganisation haben wir die einzelnen Themen in Unterkapitel gegliedert und diese Gliederung auch auf der Ebene des Layouts sichtbar gemacht, indem die einzelnen Abschnitte mit Abschnittstiteln versehen wurden. Zudem beginnt der Text mit einer Synopse, die die Leseerwartung aufbauen soll und den Text situiert (vgl. gelb hervorgehobenen Textkasten in Abbildung 4). Visualisierbare Sachverhalte wurden durch Bilder unterstützt. Dabei haben wir auf eine leseprozesslogische Text-Bild-Platzierung geachtet, d.h., die Abbildungen sind räumlich in ihr Unterkapitel eingebunden und stehen immer vor der detaillierten Beschreibung der in der Abbildung vorkommenden Inhalte, so dass sich Leser und Leserinnen zuerst in der Abbildung grob orientieren können und danach die inhaltlichen Details sprachlich im Fliesstext präsentiert bekommen, die sie über Text-Bild-Verweise wiederum mit den in der Abbildung dargestellten Strukturen abgleichen können (siehe Abbildung 4).

Die Atmung

Was du in diesem Text lernst

Bei der Atmung gelangt die Luft in die Lunge transportiert und wieder aus der Lunge ausgestossen. Sinn der Atmung ist es, den Körper mit dem lebenswichtigen Sauerstoff zu versorgen. Die Lunge ist das wichtigste Atmungsorgan. In diesem Text erfährst du, welchen Weg die Luft zur Lunge nimmt. Du erfährst auch, wie die Luft in den Atemwegen gereinigt wird. Zudem lernst du zwei Muskelbewegungen kennen, die die Atmung ermöglichen: die Bauchatmung und die Brustatmung.

Die Atemwege

Über die Atemwege gelangt die Luft in die Lunge, die aus zwei Lungenflügeln besteht (Bild A).

Bild A: Der Weg der Atemluft in die Lunge

1. Nase, 2. Mund, 3. Rachen, 4. Kehlkopf, 5. Luftröhre mit Knorpelstapfen, 6. Bronchien mit Knorpelstapfen, 7. Lungenbläschen

Der Mensch atmet die Luft durch die Nase (1) oder den Mund (2) ein. Die Luft gelangt über den Rachen (3) zum Kehlkopf (4). Beim Kehlkopf trennen sich die Speiseröhre und die Luftröhre (5). Die Luft gelangt in die Luftröhre. Die Luftröhre teilt sich am unteren Ende in zwei Äste. Diese Äste nennt man Bronchien (6). Damit sich die Luftröhre und die Bronchien beim Einatmen nicht verschliessen, haben sie Ringe aus Knorpel. Diese Ringe nennt man Knorpelstapfen (5 und 6). Knorpel ist biegsam aber doch fest. Die Knorpelstapfen halten die Luftröhre und die Bronchien offen. Die Luft gelangt durch die Luftröhre und die Bronchien in die Lunge. In der Lunge teilen sich die Bronchien in immer kleinere Bronchien. Am Ende der Bronchien befinden sich winzige Lungenbläschen (7). Durch die dünne Haut der Lungenbläschen gelangt Sauerstoff in das Blut. Wie dies funktioniert, erfährst du in einem anderen Text.

Reinigung der Luft in den Atemwegen

Die Luft wird auf dem Weg von der Nase zur Lunge gereinigt. Die erste Reinigung findet in der Nase statt. Hier fangen die Nasenhaare grössere Verunreinigungen ab. Kleinere Verunreinigungen wie Staub, Viren oder Bakterien werden mithilfe von Schleimhäuten aufgehalten. Alle Atemwege von der Nase bis zu den Bronchien haben Schleimhäute. Diese sind feucht und klebrig. Die kleinen Verunreinigungen bleiben auf den Schleimhäuten kleben. Die Schleimhäute haben winzige Härchen. Diese Härchen nennt man Flimmerhärchen. Die Flimmerhärchen bewegen sich ständig und transportieren so die Verunreinigungen, Bakterien und Viren zum Kehlkopf (4). Dort werden sie hinuntergeschluckt und gelangen in den Magen. Im Magen werden die Bakterien und Viren von der Magensäure abgetötet.

Die Schleimhäute in der Nase fangen Verunreinigungen ab und wärmen und befeuchten die Luft. Es ist deshalb ratsam, durch die Nase zu atmen und nicht durch den Mund. Wenn man durch die Nase atmet, kommt gereinigte und gewärmte Luft in die Lunge.

Die Atembewegungen

Die Atembewegungen ermöglichen, dass die Luft in die Lunge transportiert und wieder ausgestossen wird. In diesem Abschnitt wird zuerst beschrieben, wie die Organe aufgebaut sind, die für die Atembewegungen wichtig sind. Danach werden die Atembewegungen erklärt.

Bild B: Der Brustraum

1. Lunge, 2. Rippen, 3. Zwischenrippenmuskeln, 4. Zwerchfell, 5. Lungenfell, 6. Rippenfell

Im Brustraum (Bild B) befinden sich das Herz und die Lunge (1). Der Brustraum ist von schmalen Knochen umschlossen, den Rippen (2). Zwischen den Rippen hat es Muskeln. Diese nennt man Zwischenrippenmuskeln (3). Rippen und Zwischenrippenmuskeln bilden eine Art «Korb» um die Lunge. Man nennt ihn deshalb Brustkorb. Unten am Brustkorb befindet sich das Zwerchfell (4). Das Zwerchfell trennt den Brustraum vom Bauchraum. Es ist ein starker Muskel, der wie eine Haue aussieht.

Zwei Atmungsarten

Es gibt zwei Arten von Atembewegungen: die Bauchatmung (Bilder C1 und C2) und die Brustatmung (Bilder D1 und D2). Beide Atembewegungen werden durch Muskeln bewirkt.

Die Bauchatmung: Das Zwerchfell ist der Muskel, der die Bauchatmung bewirkt. Muskeln können angespannt oder entspannt sein. Im angespannten Zustand ist das Zwerchfell flach (Bild C1), im entspannten Zustand ist es nach oben gewölbt (Bild C2).

Bild C1: Bauchatmung eingeatmet
Bild C2: Bauchatmung ausgeatmet

Einatmen: Wenn das Zwerchfell angespannt wird, dann bewegt es sich nach unten (Bild C1). Die Lunge folgt der Bewegung des Zwerchfells und wird dadurch grösser. Als Folge strömt Luft in die vergrösserte Lunge: Wir atmen ein.

In diesem angespannten Zustand drückt das Zwerchfell von oben auf die Bauchorgane. Diese verschoben sich deshalb nach vorne und drücken den Bauch heraus.

Ausatmen: Wir atmen aus, wenn sich das Zwerchfell entspannt (Bild C2). Im entspannten Zustand wölbt sich das Zwerchfell nach oben und die Lunge wird kleiner. Dadurch wird die Luft aus der Lunge gedrückt. Die Organe im Bauch haben wieder mehr Platz und der Bauch wird wieder flach. Weil sich der Bauch bewegt, nennt man diese Atmungsart Bauchatmung.

Die Brustatmung:

Die Zwischenrippenmuskeln bewirken die Brustatmung. Sie heben und senken die Rippen.

Bild D1: Brustatmung eingeatmet
Bild D2: Brustatmung ausgeatmet

Einatmen: Bei der Brustatmung werden die Zwischenrippenmuskeln angespannt (Bild D1). Sie heben so die Rippen nach oben. Der Brustkorb wölbt sich dadurch nach vorne. Die Lunge folgt der Bewegung des Brustkorbs und wird grösser. Als Folge strömt Luft in die vergrösserte Lunge: Wir atmen ein.

Ausatmen: Wenn sich die Zwischenrippenmuskeln entspannen, dann senken sich die Rippen wieder (Bild D2). Der Brustkorb wird kleiner und damit auch die Lunge. Dadurch wird die Luft aus der Lunge gedrückt und wir atmen wieder aus. Weil sich der Brustkorb hebt und senkt, nennt man diese Atmungsart Brustatmung.

Fragen

Lies noch einmal den Absatz «Reinigung der Luft in den Atemwegen» und bearbeite die folgenden Fragen auf dem Blatt.

- Notiere alle richtigen Antworten.
 - Die Schleimhäute sind feucht und klebrig.
 - Die Schleimhäute transportieren die Luft.
 - Die Schleimhäute reinigen die Luft.
 - Die Schleimhäute kühlen die Luft.
- Was gibt es in den Atemwegen Schleimhäute? Zähle drei Dinge auf.
- Fasse in 2-3 Sätzen zusammen, welche Funktion die Schleimhäute bei der Atmung haben.

Abbildung 4: Der überarbeitete Lehrmitteltext zur Atmung

Die Themenentfaltung geschieht schrittweise, wobei alle Informationen zu einem Thema auch in einem Abschnitt stehen (vgl. Abbildung 5). Dabei werden bei der Beschreibung Aufbau und Funktion weitgehend auseinandergehalten. Die Informationsstrukturierung ist möglichst prototypisch, sowohl auf Text- als auch auf Satzebene. Auf der Textebene wurde auf eine nachgestellte Themennennung verzichtet. Auf Satzebene steht das Thema möglichst vor dem Rhema und bekannte Information führt neue ein.

Die Abbildungen im Text wurden komplett neu gestaltet. Sie ähneln sich in ihrem Abstraktionsniveau und machen einzelne Elemente für Betrachtende wiedererkennbar (Bild-Bild-Kohäsion). Zudem fokussieren die Abbildungen auf die wesentlichen, im Text fokussierten Informationen (Weidenmann 2002). Nebenkongzepte, wie beispielsweise der Aufbau und die Funktion der Nasenmuscheln und Nebenhöhlen wurden sowohl in den Abbildungen als auch im Fliesstext möglichst weggelassen. Im überarbeiteten Text wurden Abbildungsverweise eingefügt, die die Text-Bild-Bezüge explizit machen und damit den Leseweg steuern sollen.

Funktion, fachspezifische literale Kompetenzen aufzubauen und dies geht nicht ohne Fachsprache. Bei der Textoptimierung wurde auf diese beiden Funktionen Rücksicht genommen und darauf geachtet, dass Textkomplexitätsmerkmale abgebaut wurden, deren fachliche Notwendigkeit nicht ersichtlich war.

Die Textkohärenz wurde ausserdem unterstützt, indem mit eindeutiger Kohäsion gearbeitet wurde. Dies geschah in erster Linie durch Rekurrenz. Wichtige Begriffe wurden konstant verwendet und meist wieder aufgenommen, nur selten durch ein Pronomen ersetzt.

All diese Massnahmen lassen eine strukturierte Verteilung der einzelnen Wissenskonzepte über den Text entstehen (siehe Abbildung 5).

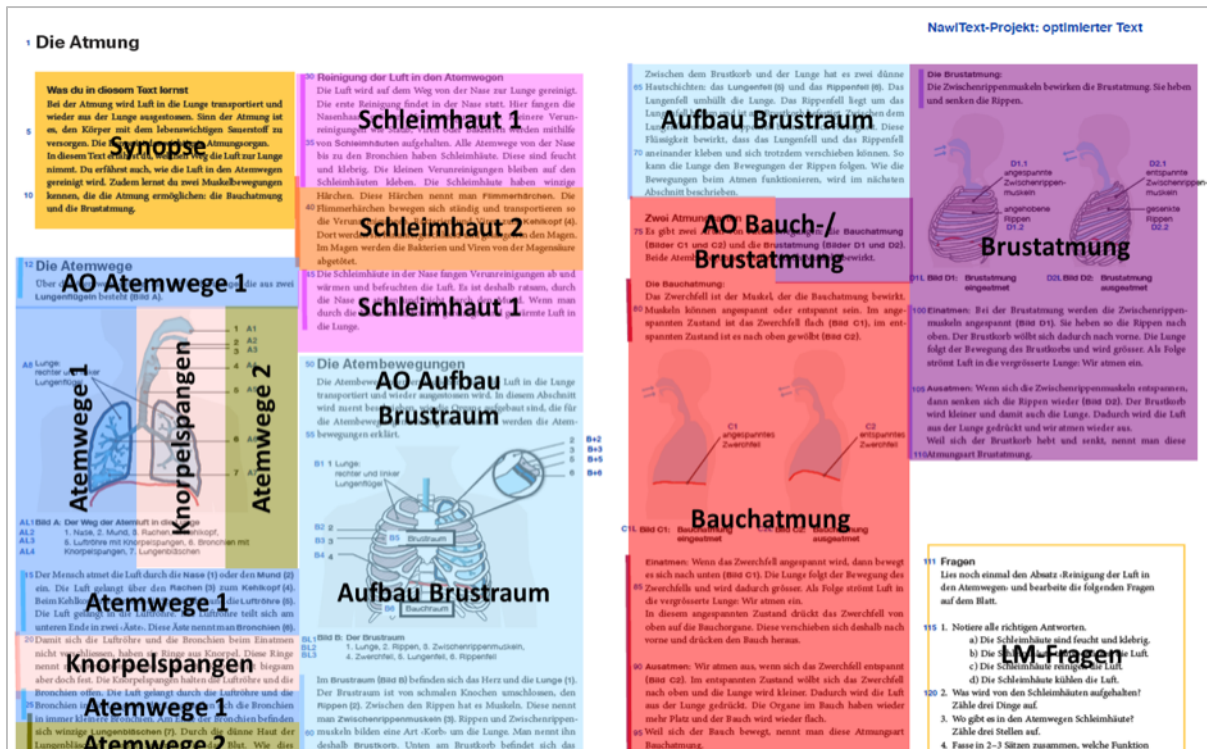


Abbildung 5: Verteilung der einzelnen Wissenskonzepte über den überarbeiteten Lehrmitteltext zur Atmung

2.4 Ergebnisse aus den qualitativen und quantitativen Studien

Inwiefern den Schülern und Schülerinnen der Kohärenzaufbau gelingt, wurde auf qualitativer und quantitativer Ebene überprüft (Vergleichsstudie mit Prä- und Postdesign, $N = 232$ sowie Leseprozessbeobachtungen, $N = 8$ pro Text; vgl. Abschnitt 2.1 «Untersuchungsdesign»).

Die Befunde der Vergleichsstudie ergaben, dass der Wissenszuwachs der Gruppe, die den überarbeiteten Text bearbeitet hatte, grösser war ($n=108$; $M=0.19$; $SD = 1.08$) als der Wissenszuwachs der Gruppe «Originaltext» ($n=105$; $M=-0.19$; $SD=0.88$). Dieser Unterschied ist sehr signifikant aber von eher schwachem Effekt ($t[211]=-2.813$; $p=0.005$; $d=0.38$). Mit der Berücksichtigung des Schulniveaus zeigte sich zudem, dass ein Effekt der Textüberarbeitung auf den Wissenszuwachs in der Interventionsgruppe nur bei den Schülern und Schülerinnen der Sek vorlag ($t(96) = -3.223$; $p < .05$; $d = 0.62$). Innerhalb der Gruppe der SchülerInnen, die die Realschule besuchten, war keine förderliche Wirkung der Textüberarbeitung auf das Textverstehen zu beobachten (zu einer detaillierteren Beschreibung der Ergebnisse und der Auswertungsmethoden vgl. Schneider et al., eingereicht). Die Vergleichsstudie konnte somit zeigen, dass der überarbeitete Biologielehrmitteltext für die SchülerInnen verständlicher ist, von den Textanpassungen jedoch vor allem die stärkeren Lernenden profitieren. Textseitige Massnahmen unterstützen den Wissensaufbau zwar, reichen aber für die schwächeren Lernenden nicht aus. Diese benötigen weitere sprach- und fachdidaktische Massnahmen. Die qualitative Auswertung der Lese- und Verstehensprozessbeobachtungen liefert Aufschluss zu möglichen Massnahmen, wie der folgende Abschnitt zeigt.

Mithilfe der qualitativen Leseprozessbeobachtung konnte ermittelt werden, inwieweit den Schülern und Schülerinnen der Wissensserwerb mit den beiden Lehrmitteltexten Probleme bereitet. Dazu wurde das Ver-

hältnis von problematischen und unproblematischen Ereignissen⁸ während des Fragebeantwortens analysiert. Die Gegenüberstellung der Anteile problematischer und unproblematischer Ereignisse pro Textversion zeigt, dass sich dieses Verhältnis mit dem überarbeiteten Text zu Gunsten des Textverständnisses erheblich verbessert. Tabelle 1 zeigt die prozentualen Anteile der problematischen Ereignisse während der Fragesequenz pro Gesamttext und pro Konzept sowie die prozentuale Abnahme der problematischen Fälle beim überarbeiteten Text im Gegensatz zum Originaltext. Die Daten basieren auf 759 beobachteten Ereignissen während der Leseprozessbeobachtungen mit 16 Versuchspersonen (8 mit dem Originallehrmitteltext und 8 mit dem überarbeiteten Lehrmitteltext).

	Originaltext probl. Ereignisse (%)	überarbeiteter Text probl. Ereignisse (%)	Abnahme der probl. Ereignisse durch die Textüberarbeitung
Gesamttext	54%	20%	-34%
Konzept Atemwege 1	65%	29%	-36%
Konzept Atemwege 2	63%	26%	-37%
Konzept Knorpelspangen	27%	12%	-15%
Konzept Schleimhaut 1	17%	19%	2%
Konzept Schleimhaut 2	68%	14%	-54%
Konzept Aufbau Brustraum	78%	13%	-65%
Konzept Atembewegungen	34%	23%	-11%

Tabelle 1: Anteil problematischer Ereignisse an der Gesamtzahl Ereignisse während der Fragesequenz

Aufgrund dieser Daten kann vermutet werden, dass die angestrebte Verminderung der Textkomplexität zur Verminderung der Textschwierigkeiten beim Lesen geführt haben. Trotzdem bleiben je nach Konzept 12-29% problematische Ereignisse, die auf Verstehensschwierigkeiten auch mit dem überarbeiteten Text hinweisen.

Im Folgenden werden Beispiele von verbalisierten Verstehensschwierigkeiten der Schüler und Schülerinnen aus der qualitativen Studie diskutiert. Fokussiert werden Verstehensschwierigkeiten, die auf komplexe Text-Bild-Gefüge zurückzuführen sind.

⁸ Als problematisches Ereignis galt, wenn die Versuchsperson zur Beantwortung einer Frage die richtige Textstelle konsultierte, die Frage zu dieser Textstelle aber falsch beantwortete. Dieses Verhalten gab Hinweise darauf, dass das Verstehen der Textstelle eingeschränkt war und der Wissenserwerb erschwert wurde. Weiterhin galt als problematisches Ereignis, wenn Schüler und Schülerinnen in einer Verbalisierung einen Sachverhalt falsch darstellten. Hier konnte ebenso angenommen werden, dass der Wissenserwerb beeinträchtigt war. Als unproblematisch wurden Ereignisse dann eingestuft, wenn die Schüler und Schülerinnen die Fragen nach dem Lesen der richtigen Textstelle korrekt beantworteten oder Sachverhalte des Textes korrekt wiedergaben.

3. Diskussion der Verstehensschwierigkeiten im Zusammenhang mit Text-Bild-Gefügen

Schwierigkeiten mit dem Verstehen von Abbildungen wurden primär im Rahmen der Fragesequenz ermittelt, indem gezielte Fragen zur Interpretation der einzelnen Abbildungen gestellt wurden. Diese beobachteten Verstehensschwierigkeiten werden im folgenden Abschnitt daraufhin analysiert, mit welchen Massnahmen solchen nach wie vor bestehenden Verstehensschwierigkeiten begegnet werden kann. Diskutiert werden Schwierigkeiten mit dem Verstehen von Abstraktionen in Abbildungen, Schwierigkeiten mit dem Verstehen von komplexen Prozessen und Schwierigkeiten mit dem Erkennen von im Bild als Nebenkonzep- te dargestellten Elementen.

3.1 Schwierigkeiten mit dem Verstehen von Abstraktionen in Abbildungen

Schwierigkeiten mit dem Verstehen von abstrakten Abbildungen wurden im Zusammenhang mit dem Konzept der Lungenbläschen deutlich. So sollten die Versuchspersonen unter Bezugnahme auf das Bild A im überarbeiteten Lehrmitteltext (vgl. Abbildung 6) erklären, wo überall in der Lunge Lungenbläschen sind und ob ihrer Meinung nach Lungenbläschen auch an Stellen in der Lunge vorkommen, an denen sie nicht eingezeichnet sind. 6 (4 Real / 2 Sek) von 8 Versuchspersonen nehmen an, dass sich Lungenbläschen ausschliesslich unten im rechten Lungenflügel befinden. Sie konnten die Lage der nur teilweise und vergrößert eingezeichneten Lungenbläschen nicht auf die ganze Lunge generalisieren. Diese Darstellung der Lungenbläschen (vgl. Abbildung 6) wird folglich nicht in ihrer Abstraktion, sondern «wortwörtlich» verstanden. Abstraktionsleistungen solcher Art beim Lesen von Abbildungen können bei Schülern und Schülerinnen der siebten Jahrgangsstufe offenbar nicht vorausgesetzt werden.

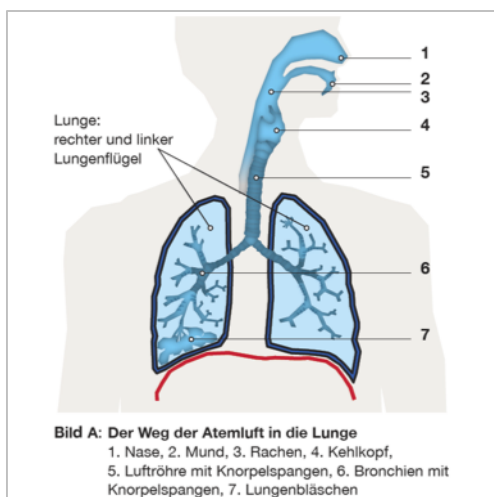


Abbildung 6: Darstellung der Atemwege im überarbeiteten Text

Ebenfalls deutlich wurde, dass es den Versuchspersonen nicht gelang, die Informationen aus Text und Bild sinnvoll miteinander zu verknüpfen und dass sie sich primär auf die Bildinformation stützten. Die dem Bild entsprechende Textstelle lautet nämlich: «Am Ende der Bronchien befinden sich winzige **Lungenbläschen (7)**» (überarbeiteter Lehrmitteltext, Hervorhebung im Original). Den Schülern und Schülerinnen gelingt es also nicht zu inferieren, dass mit Bronchien *alle* Bronchien gemeint sind. In diesem Beispiel könnte das Bild verstehen allenfalls durch die textseitige Umformulierung zu «Am Ende *aller* Bronchien ... » unterstützt werden. Bildseitig könnte diesem schülerseitigen Problem begegnet werden, indem die Abstraktionsebenen innerhalb der Abbildung gleich gehalten würden oder das Verlassen einer Abstraktionsebene markiert bzw. kontextualisiert wäre. Auf die Vergrößerung der Lungenbläschen könnte beispielsweise explizit mit einer Lupe hingewiesen werden. Zudem könnten Lungenbläschen an allen Bronchienenden angedeutet werden, wobei eine zu extreme Detailtreue die Gefahr der Unübersichtlichkeit birgt (Weidenmann, 2002). Man muss bei der Gestaltung von Lehrmitteln abwägen, inwieweit man auf mehrere Abstraktionsebenen verzichten kann. Den Deutungsschwierigkeiten kann nicht vollständig mit bildseitigen Massnahmen begegnet werden. Im Sinne des Aufbaus von fachspezifischer Literalität sollten Abbildungskonventionen wie die teilweise Darstellung und die Deutung von Darstellungs- und Steuerungs- und Steuerungs-codes im Unterricht thematisiert und eingeübt werden.

Weitere Probleme tauchen mit der Darstellung der Brustatmung auf. Mit der Frage, ob das Zwerchfell bei der Brustatmung angespannt ist, sollten die Versuchspersonen zu diesem Thema unter Bezugnahme auf Bild D1/D2 im überarbeiteten Lehrmitteltext Stellung nehmen (siehe Abbildung 7). Das gelang nur 4 von 8 Versuchsteilnehmenden korrekt. Die anderen 4 (3 Real / 1 Sek) erklärten, dass das Zwerchfell auch bei der Brustatmung beteiligt sei und seine Stellung ändere.

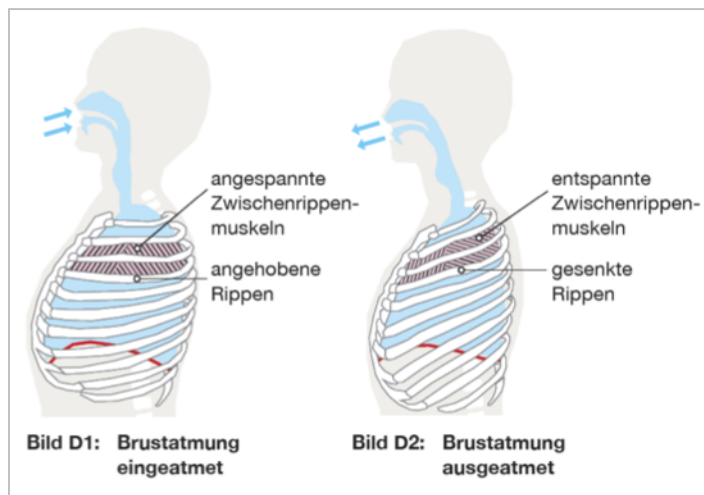


Abbildung 7: Darstellung der Brustatmung im überarbeiteten Text

Verursacht wurden diese Verstehensschwierigkeiten wahrscheinlich dadurch, dass das Zwerchfell nicht nur in der Abbildung zur Bauch- sondern auch in jener zur Brustatmung eingezeichnet ist, dies um über Ähnlichkeiten zwischen den beiden Bildern Bezüge herzustellen. Das Bild suggeriert, dass das Zwerchfell eine wichtige Rolle auch bei der Brustatmung spielt, was dazu geführt hat, dass die Konzepte der Bauch- und Brustatmung nicht von allen Lernenden klar voneinander abgegrenzt wurden und die untergeordnete Rolle, die das Zwerchfell bei der Brustatmung spielt, nicht erkannt wurde. Als Schwierigkeit kommt zudem hinzu, dass das Zwerchfell uneindeutig hinter den Rippen dargestellt ist, sodass tatsächlich nicht klar ersichtlich ist, wie es bei den jeweiligen Atemzuständen aussieht. Diesem schülerseitigen Problem muss textseitig begegnet werden, indem bei der Abbildungserstellung darauf geachtet wird, dass zum einen keine Misskonzepte aus undeutlichen Darstellungen entstehen und zum anderen nicht alle von den AutorInnen als wichtig erachteten Strukturen den Konzeptaufbau unterstützen. Es sollte abgewogen werden, ob das Zwerchfell nicht eigentlich ein Nebenkonzent bei der Brustatmung ist und daher in Abbildungen zur Brustatmung lieber weggelassen werden sollte. Auch Weidenmann (2002) weist darauf hin, dass die Zeigefunktion in Abbildungen nur erfüllt werden kann, wenn diese das Wesentliche herausheben und Unwesentliches weggelassen wird. Gleichzeitig bietet auch die Anpassung des verbalen Textes Ansatzpunkte zur Klärung, indem bspw. bei der Beschreibung der Brustatmung explizit erwähnt wird, dass das Zwerchfell dabei keine Funktion übernimmt.

Bei einer Schüleräußerung wurden auf eindrückliche Weise die Grenzen von zweidimensionalen schematischen Bildern in Biologielehrmitteltexten ersichtlich. Auf die Frage, wie er sich das Zwerchfell vorstelle, antwortete der Schüler: «Das Zwerchfell ist eine Linie». Tatsächlich ist das Zwerchfell in den Abbildungen des überarbeiteten Lehrmitteltextes abstrahiert als Linie eingezeichnet, was seiner eigentlichen Dreidimensionalität nicht gerecht wird. Ähnlich verhielt es sich mit der Verzweigung von Speiseröhre und Luftröhre am Kehlkopf, die für 2 Schüler (Niveau Real) zu Verstehensschwierigkeiten führte. Die schematische Vereinfachung der Abbildungen für eine verbesserte Lesbarkeit konnte nicht von allen Schülern und Schülerinnen genutzt werden, um sich dreidimensionale Strukturen gut vorzustellen. Hier müsste fachdidaktisch mit dreidimensionalen Modellen unterstützend eingegriffen werden. In einer solchen Unterrichtssequenz müssten die Konventionen der schematischen Darstellung und ihrer Funktion besprochen werden, was wiederum den Aufbau von fachspezifischer Literalität unterstützen könnte.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass ein sorgfältiger Umgang mit Abbildungen Voraussetzung dafür ist, dass Verstehen gelingen kann. Unterschiedliche Abstraktionsebenen müssen klar kontextualisiert werden und wichtige Konzepte müssen auch deutlich dargestellt sein. Abbildungen müssen jedoch auch

gedeutet werden können. Es gehört zum Aufbau fachspezifischer Literalität, dass das Verstehen von Deutungs- und Steuerungs-codes nicht selbstverständlich ist und didaktisch aufgebaut werden muss.

3.2 Schwierigkeiten mit dem Verstehen von komplexen Prozessen

Das Verstehen von komplexen Prozessen konnte auch mit dem überarbeiteten Text nicht optimal unterstützt werden:

Sehr komplex sind zum Beispiel die Abläufe bei den Atembewegungen. Die Überprüfung des Verstehens der Konzepte Bauch- und Brustatmung zeigte trotz der ausführlichen Erklärungen im Fliesstext, der Gliederung in eigene Unterkapitel, der Hinführung zum Thema mit advance organizer und der Sequenzabbildungen (vgl. Abbildung 7), bei welchen einmal der eingeatmete Zustand und einmal der ausgeatmete Zustand dargestellt wurden, viele schülerseitigen Schwierigkeiten (vgl. auch Tabelle 1). Insbesondere (kausale) Abfolgen wurden den Schülern und Schülerinnen nicht ersichtlich: Zum Beispiel erkennen 3 Versuchspersonen (2 Real / 1 Sek) die Passivität der Lunge bei diesen Atembewegungen nicht, sondern sie stellen sich vor, dass die Luft die Lunge ausdehnt und die Lunge dadurch die Rippen oder das Zwerchfell verschiebt. Auch bleibt unklar, wann genau die Lunge grösser wird oder was die Folge von angespannten Zwischenrippenmuskeln ist.

Die Dynamik von Prozessen lässt sich mit dem Medium Buch und seinen eher statischen Mitteln nur schwer vermitteln. Hier bedarf es unbedingt anderer, dynamischerer Darstellungsformen, wie Video oder Erklärungen an bewegten Modellen im Unterricht. Mit der Integration digitaler Medien in die Lehrmittel könnte dieser Problematik heute leicht entgegengewirkt werden.

3.3 Schwierigkeiten mit dem Erkennen von im Bild als Nebenkonzeppte dargestellten Elementen

Probleme zeigten sich auch beim Erkennen der Knorpelspangen in Luftröhre und Bronchien (siehe Abbildung 6). Die Knorpelspangen wurden bei der Überarbeitung bewusst in der Abbildung nicht dominant markiert, weil sie im Zusammenhang des Gesamtkonzepts «Weg der Atemluft» als Nebenkonzeppte eingestuft wurden. Im Fliesstext wie auch in der Bildlegende wurde hingegen explizit erwähnt, dass sowohl Luftröhre als auch Bronchien Knorpelspangen haben. Die einschlägige Passage im verbalen Text lautet:

«Damit sich die Luftröhre und die Bronchien beim Einatmen nicht verschliessen, haben sie Ringe aus Knorpel. Diese Ringe nennt man **Knorpelspangen** (5 und 6). Knorpel ist biegsam, aber doch fest. Die Knorpelspangen halten die Luftröhre und die Bronchien offen.» (Überarbeiteter Lehrmitteltext; Hervorhebung im Original).

Aus dieser Passage konnten alle Probanden und Probandinnen Informationen über die grobe Lage der Knorpelspangen (in der Luftröhre und in den Bronchien) entnehmen. Die genaue Lokalisierung der Knorpelspangen in der Abbildung ist aber 3 von 8 Schülern und Schülerinnen (2 Real / 1 Sek) nicht gelungen. Diese Jugendlichen konnten die Knorpelspangen nach eigenen Angaben in der Abbildung nicht finden. Eine Versuchsperson beschrieb zusätzlich ihre Vorstellung von den Knorpelspangen, als eine Spange, die am Übergang zwischen der Luftröhre zu den Bronchien liege. Die undeutliche Darstellung der Knorpelspangen als dunkle Schattierungen im Bild reicht trotz der Beschriftung der Struktur offenbar für einige Schüler und Schülerinnen nicht aus.

Hier zeigt sich ein Problem des Abwägens in Bezug auf das Fokussieren in den Bildern. Deutlich wird, dass die Schüler und Schülerinnen den Bildinformationen grosses Gewicht geben und nur begrenzt mit den Textinformationen (in Fliesstext und Bildlegende) verknüpfen können. Will man, dass ein Konzept im Bild erfasst wird, muss es explizit und eindeutig visualisiert sein.

4 Fazit

Die Massnahmen zur Verbesserung des Konzeptverstehens kann man grob in drei Kategorien einteilen: textseitige Massnahmen, sprachdidaktische Massnahmen und fachdidaktische Massnahmen. Ein schülerseitiges Problem kann dabei mehrere Massnahmen erfordern. Es konnte gezeigt werden, dass textseitige Massnahmen einen wichtigen Beitrag zur Kohäsivität der Texte sowie zum Kohärenzaufbau beitragen können. Dadurch wird die Verständlichkeit von Biologielehrmitteltexten erhöht und schliesslich der Wissenserwerb im Fachunterricht verbessert.

Im vorliegenden Beitrag wurden Abbildungen und die Text-Bild-Relation fokussiert. Dabei ist wichtig zu verstehen, dass Bilder Information in einem anderen Modus präsentieren als der verbale Text. Bilder haben gegenüber verbalem Text immer einen sinnlichen Mehrwert und gehen auch im Informationsgehalt meist über das im verbalen Text Dargestellte hinaus (etwa, indem die Form einer Struktur sichtbar wird). Gleichzeitig werden in fachlichen Texten oft schematische Bilder eingesetzt, die im Vergleich zu den Phänomenen in der Wirklichkeit vereinfacht sind (z.B. das Zwerchfell als Linie).

Zudem können sowohl Informationsüberschuss als auch Informationsdefizit den Aufbau von adäquaten Konzepten beeinträchtigen: Die Darstellung des Zwerchfells in der Abbildung zur Brustatmung als Informationsüberschuss hat teilweise zum Fehlkonzept geführt, dass das Zwerchfell an diesem Atemvorgang beteiligt ist. Ein Beispiel für ein Informationsdefizit ist die nicht explizite Darstellung der Lungenbläschen am Ende aller Bronchien im Bild, was eine generische Inferenz erfordert, die Jugendlichen mit wenig Bezug zu fachspezifischer Literalität Mühe bereitet.

Diese Betrachtungen machen klar: Texte können durch Präzisierung eindeutiger werden. Auf der anderen Seite müssten Lernende gerade an konventionalisierte Inferenzen in der Fachsprache herangeführt werden. Dies könnte in einem durchgängig gestalteten Lehrbuch systematisch erfolgen, indem bestimmte Darstellungskonventionen im Bild, aber auch im verbalen Text an bestimmten Stellen thematisiert und erst danach vorausgesetzt würden.

Abgesehen von modalen Unterschieden zum verbalen Text sind Bilder aber ebenfalls Textteile und sind ebenso wie der verbale Text mit den textlinguistischen Grundbegriffen «Kohäsion» und «Kohärenz» zu beschreiben. Bilder sollen kohäsiv sein – und zwar in Bezug zu anderen Bildteilen im Text (indem Gleiches erkennbar gleich dargestellt wird), aber auch zum verbalen Text (indem sich etwa verbale Beschreibungen im Bild wiedererkennen lassen oder indem die Bildbeschriftungen gleiche Termini verwenden wie der verbale Text und selbstverständlich indem im Text auf eine Bildnummer verwiesen wird, die sich beim Bild wiederfindet). Und auch in ihrem Beitrag zur Kohärenz eines Textes können Bilder eingeschätzt werden. Bilder, die bei Lesenden zur Kohärenzbildung beitragen, verbinden sich thematisch und räumlich mit den entsprechenden Textteilen. Bei Bildern, deren Hauptfunktion die Steigerung der Attraktivität einer Doppelseite ist, fehlt der spezifisch thematische Bezug zum verbalen Text. Bilder, die räumlich distant vom entsprechenden Text platziert werden, erschweren den Kohärenzaufbau bei den Lesenden, weil sie den Lesefluss stören und den Eindruck erwecken, sie würden für etwas anderes als das im Text Angesprochene stehen.

Bei der Vermittlung komplexer Informationen, ganz besonders bei der Darstellung von komplexen Prozessen, stoßen Bilder und Texte und auch ihre Verbindung oft an Grenzen. Die verbale Beschreibung von Prozessen wird oft enorm aufwändig, die bildliche Darstellung von Prozessen muss Bewegung auf irgendeine Weise darstellen, die kein Abbild der Wirklichkeit sein kann. In solchen Fällen ist Videomaterial oder die bewegte Demonstration im Unterricht vorzuziehen.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass die Beschreibung von Text und Bild als «didaktisches Traumpaar» (Ballstaedt, 2016) überholungsbedürftig ist. Selbstverständlich unterstützen Bilder den Wissensaufbau, wenn sie sinnvoll im verbalen Textkörper platziert sowie thematisch passend und damit kohärent verwendet sind, wenn sie zu anderen Bildern und zum verbalen Text kohäsiv sind und wenn sie weder zu informationsreich noch zu informationsarm sind. All dies zu erreichen ist aber kaum möglich (und in den existierenden Lehrmitteln kaum zu finden), weswegen wir dafür plädieren, das Lesen und das Verstehen von schulischen Fachtexten didaktisch zu begleiten. Von den Schülern und Schülerinnen zu beantwortende Fragen an den Text und der explizite Einbezug der Bildanteile in diese Fragen ermöglichen die Fokussierung des Verstehens auf bestimmte verbale und bildliche Inhalte und nicht zuletzt auch das Aufdecken von Fehlkonzepten bei den Lernenden. Die empirisch motivierte Überarbeitung eines Lehrbuchtextes war mindestens für Schüler und Schülerinnen des Sekundarschulniveaus für erweiterte Ansprüche wirkungsvoll. Daneben wäre aber unterrichtsseitig eine Kultur von zielführenden Fragen an Texte zur Lese- und Verstehensprozesssteuerung notwendig sowie der Erwerb fachsprachlicher Kompetenzen systematisch und curricular zu konzipieren und aufzubauen.

Literatur

- Aegerter, K. & „Urknall“-Team (Hrsg.) (2012). Urknall. Physik, Chemie, Biologie. Ausgabe für die Schweiz. 7 (2. aktualisierte Auflage.). Zug: Klett und Balmer.
- Ballstaedt, S.-P. (2011). Mit Fotos richtig kommunizieren. Wahrnehmung aus zweiter Hand. Technische Kommunikation. Fachzeitschrift für Technische Dokumentation und Informationsmanagement, 33 (4), 14–19.
- Ballstaedt, S.-P. (2012). Visualisieren: Bilder in wissenschaftlichen Texten. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.
- Ballstaedt, S.-P. (2015). Epistemische Text-Bild-Kommunikate. In H. Depner (Hrsg.), Visuelle Philosophie (S. 109–130). Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Ballstaedt, S.-P. (2016). Sprache im multikodalen Kontext als Parameter der sprachlichen Bildung und Wissenskonstitution. In J. Kilian, B. Brouër & D. Lüttenberg (Hrsg.), Handbuch Sprache in der Bildung (S. 141–154). Berlin, Boston: Walter de Gruyter.
- Beuck, H.-G., Dobers, J., Rabisch, G. & Zeeb, A. (2012). Erlebnis Biologie 2. Hannover: Schroedel.
- Christmann, U. (2010). Lesepsychologie. In M. Kämper-van den Boogaart & K. Spinner (Hrsg.), Lese- und Literaturunterricht, Teil 1 (S. 148–200). Baltmannsweiler: Schneider.
- van Dijk, T.A. & Kintsch, W. (1983). Strategies of discourse comprehension. New York: Academic Press.
- Drumm, S. (im Druck). Gemischte Zeichenkomplexe verstehen lernen: Arbeit mit Sachtexten im Fach Biologie. In B. Ahrenholz, B. Hövelbrinks & C. Schmellentin (Hrsg.), Fachunterricht und Sprache in schulischen Lehr-/Lernprozessen. Tübingen: Narr.
- Frankhauser, R. & Labudde, P. (2010). Bildrezeption und Bildkompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht: Herausforderungen und Desiderata. Zeitschrift für Pädagogik, 56 (6), 849–860.
- Kernen, N. & Riss, M. (2012). Textschwierigkeiten in Lehrmitteln für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe I – eine Analyse von der Pädagogischen Hochschule FHNW Zentrum Lesen im Auftrag des Departements Bildung, Kultur und Sport des Kantons Aargau. Rapperswil: ilz.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. Psychological Review, 95 (2), 163–182.
- Kintsch, W. (1998). Comprehension: A Paradigm for Cognition. Cambridge: University Press.
- Kintsch, W. & van Dijk, T.A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. Psychological Review, 85 (5), 363–394.
- Kürschner, C. & Schnotz, W. (2007). Konstruktion mentaler Repräsentationen bei der Verarbeitung von Text und Bildern. Unterrichtswissenschaft, 35 (1), 48–67.
- Mesmer, H.A., Cunningham, J.W. & Hiebert, E.H. (2012). Toward a Theoretical Model of Text Complexity for the Early Grades: Learning From the Past, Anticipating the Future. Reading Research Quarterly, 47 (3), 235–258.
- Reinking, D., Hayes, D.A. & McEneaney, J.E. (1988). Good and poor readers' use of explicitly cued graphic aids. Journal of Reading Behavior, 22 (3), 229–247.
- Rickheit, G. & Schade, U. (2000). Kohärenz und Kohäsion. In K. Brinker, G. Antos, W. Heinemann & S.F. Sager (Hrsg.), Text- und Gesprächslinguistik: Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung. Berlin: de Gruyter.
- Schleppegrell, M.J. (2008). The language of schooling. A Functional Linguistic Perspective. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schmellentin, C., Dittmar, M., Gilg, E. & Schneider, H. (im Druck). Sprachliche Anforderungen in Biologielehrmitteln. In B. Ahrenholz, B. Hövelbrinks & C. Schmellentin (Hrsg.), Fachunterricht und Sprache in schulischen Lehr-/Lernprozessen. Tübingen: Narr.
- Schneider, H., Dittmar, M., Gilg, E. & Schmellentin, C. (eingereicht): Textseitige Massnahmen zur Unterstützung des Leseverstehens im Biologieunterricht.
- Schnotz, W. (1994a). Wissenserwerb mit logischen Bildnern. In B. Weidenmann (Hrsg.), Wissenserwerb mit Bildern: Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen (S. 95–147). Bern: Huber.
- Schnotz, W. (1994b). Aufbau von Wissensstrukturen: Untersuchungen zur Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Texten. Weinheim: Beltz.
- Schnotz, W. (2006). Was geschieht im Kopf des Lesers? Mentale Konstruktionsprozesse beim Leseverständnis aus Sicht der Psychologie und der kognitiven Linguistik. In H. Blühdorn, E. Breindl & U.H. Wassner (Hrsg.), Text - Verstehen: Grammatik und darüber hinaus (S. 222–238). Berlin: de Gruyter.
- Schnotz, W. & Dutke, S. (2004). Kognitionspsychologische Grundlagen der Lesekompetenz: Mehrebenenverarbeitung anhand multipler Informationsquellen. In U. Schiefele, C. Artelt, W. Schneider & P. Stanat (Hrsg.), Struktur, Entwicklung und Förderung von Lesekompetenz: Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000 (S. 61–99). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Stark, T. (2010). Lautes Denken in der Leseprozessforschung. Kritischer Bericht über eine Erhebungsmethode. Didaktik Deutsch, 29, 58–83.

- Weidenmann, B. (1988). Psychische Prozesse beim Verstehen von Bildern. Bern: Verlag Hans Huber,.
- Weidenmann, B. (1994). Informierende Bilder. In B. Weidenmann (Hrsg.), Wissenserwerb mit Bildern: Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen (S. 9–58). Bern: Huber.
- Weidenmann, B. (2002). Abbilder in Multimediaanwendungen. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis (S. 2–11). Weinheim: Beltz, PVU.
- Wildermuth, H. (2010). Biologie (5. überarbeitete Aufl.). Zürich: Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.

AutorInnen

Miriam Dittmar, Dr. phil., ist Germanistin und Biologin. Sie ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum Lesen des Instituts für Forschung und Entwicklung an der Pädagogischen Hochschule FHNW. Zu ihren Forschungsschwerpunkten zählen u.a. Textverständlichkeit, Leseverstehen und sprachbewusster Fachunterricht.

www.fhnw.ch/personen/miriam-dittmar

Claudia Schmellentin, Prof. Dr. phil., ist Professorin für Linguistik und Deutschdidaktik an der Pädagogischen Hochschule der Fachhochschule Nordwestschweiz und Leiterin der Professur Deutschdidaktik und ihre Disziplinen des Instituts Sekundarstufen I und II. Ihre Arbeitsschwerpunkte und Interessen liegen in den Bereichen «Sprachbewusster Fachunterricht», DaZ sowie Grammatik- und Orthographiedidaktik.

<http://www.fhnw.ch/personen/claudia-schmellentin>

Eliane Gilg ist Germanistin und Erziehungswissenschaftlerin mit Lehrbefähigung auf Sekundarstufe II (Fach Deutsch). Seit 2013 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur Deutschdidaktik und ihrer Disziplinen am Institut Sekundarstufen I&II der PH FHNW. Sie befasst sich intensiv mit dem Thema der Leseforschung insbesondere mit Textverstehen im schulischen Fachunterricht.

www.fhnw.ch/personen/eliane-gilg

Hansjakob Schneider, Prof. Dr. phil., ist Professor für Deutsche Sprache und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Zürich. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Forschung zur literalen Sozialisation und zur Wirksamkeit von Lese- und Schreibunterricht.

<https://phzh.ch/personen/hansjakob.schneider>

Dieser Beitrag wurde in der Nummer 1/2017 von leseforum.ch veröffentlicht.

Construire la cohérence à partir de structures texte-image : acquisition de savoirs au moyen de textes scolaires disciplinaires

Miriam Dittmar, Claudia Schmellentin, Eliane Gilg et Hansjakob Schneider

Chapeau

Le présent article s'intéresse à la conception des moyens didactiques en biologie en tant que combinaisons de textes et d'images et questionne différentes raisons possibles de l'échec fréquent des élèves à construire la cohérence et ainsi à coupler la compréhension des concepts transmis par le texte d'une part et les images d'autre part. Les difficultés de compréhension des élèves sont identifiées sur la base de données empiriques issues de l'observation de processus de lecture. Les auteurs font en outre des propositions visant à créer la cohérence et optimiser de cette manière l'acquisition de savoirs par l'application de principes rédactionnels. Ces principes appliqués dans le cadre de la révision de textes ont été examinés quant à leur efficacité à l'occasion d'une étude d'intervention mais aussi à partir de données qualitatives extraites d'observations de processus de lecture.

Mots-clés

compréhension de textes, construction de la cohérence, rapports texte-image, moyens didactiques en biologie

Cet article a été publié dans le numéro 1/2017 de forumlecture.ch