

Gestaltung von Lernmaterial und Didaktische Typografie – wie sich die Lesbarkeit von Texten auch ohne sprachliche Anpassungen verändern lässt

Rosalie Heinen, Susanne Heinicke

Institut für Didaktik der Physik, WWU Münster,
Wilhelm-Klemm-Str. 10, 48149 Münster
rosalie.heinen@wwu.de

Kurzfassung

Zahlreiche Studien haben in den letzten Jahren aufgezeigt, dass naturwissenschaftsbezogene Texte, wie sie üblicherweise in Schulbüchern und Lernmaterialien verwendet werden, allgemein- und fachsprachliche Herausforderungen an die Lernenden stellen (Busch & Ralle, 2011; Merzyn, 1994; Prediger, 2013; Sumfleth & Schüttler, 1995; Fraas, 1998; Hoffmann, 1998). Kohnen et al. (2017) zeigen außerdem auf, dass Änderungen allein auf morphosyntaktischer Ebene kaum signifikante Effekte in Bezug auf die Erhöhung der Lesbarkeit hervorbringen. Die Ergebnisse einer aktuellen Studie unter 200 Schülerinnen und Schülern zeigen, wie bereits durch typografische Maßnahmen das sinnentnehmende Lesen deutlich erleichtert werden kann. Der Beitrag wird zum einen die Ergebnisse der Studie vorstellen, daraus Empfehlungen der didaktischen Typografie ableiten und zum anderen evidenz- und theoriebasierte (Cognitive Load Theory nach Sweller, 2005; Theory of Multimedia Learning nach Mayer, 2005) Designs zur Gestaltung von Lernmaterial vorstellen, die anhand dieser Basis an der Universität Münster entwickelt werden.

1. Einleitung

Die Forschung von Merzyn (1994) kommt zu dem Ergebnis, dass Schülerinnen und Schüler vor allem die Sprache und Verständlichkeit von Physiklehrwerken bemängeln (zitiert nach Starauschek, 2003). Auch Bölsterli et al. (2010) macht deutlich, dass naturwissenschaftliche Schulbücher, wenn sie unverständlich konzipiert sind, selten genutzt werden. Somit spielt der Faktor „Sprache“ auch im Physikunterricht eine wesentliche Rolle. Vor allem das Lesen und Verstehen von Schulbuchtexten stellt sprachschwache Schülerinnen und Schüler vor Herausforderungen – nicht nur aufgrund fachwissenschaftlicher Inhalte. Dabei lag das Hauptaugenmerk der Verständlichkeit von Schulbuchtexten lange auf der fachinhaltlichen und sprachlichen Ebene. Studien zur sprachlichen Struktur von Lehrtexten aus naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern machen allerdings sichtbar, dass die Texte äußerst komplexe sprachliche Eigenschaften vorweisen (Busch & Ralle, 2011; Merzyn, 1994; Prediger, 2013). Aktuelle Studien, in denen sprachlich vereinfachte Schulbuchtexte erprobt wurden, zeigen, dass die sprachliche Gestaltung bei der Rezeption von Texten nicht die einzige Rolle spielt: Ein Text kann trotz reduzierter Sprachhindernisse komplex wirken (Kohnen et al., 2017). Die Vorstudien zu Textverständlichkeitsmerkmalen in Physikschulbüchern legen nahe, dass neben fachlichen und sprachlichen Anforderungen auch die grafische Gestaltung die Verständlichkeit von Texten beeinflussen kann.

2. Anforderungen an Lehrwerke

Obwohl andere Medien und Medienpraktiken im Lehr- und Lernkontext zunehmend wichtiger werden, strukturieren Schulbücher den Unterricht und beeinflussen dessen Gestaltung auch heutzutage (Diegmann, 2013). Dabei kommt ihnen eine Doppelrolle zu: Einerseits dienen sie als Lernmittel für die Schülerinnen und Schüler, andererseits bieten sie der Lehrkraft „mannigfaltige Arbeitserleichterung bei der Unterrichtsvorbereitung“ (Merzyn, 1994, S. 28) und im Unterricht. Lehrwerke besitzen „[...] mit Lehrenden und Lernenden einen klar definierten Adressatenkreis und erfordern ein ‚Informationsdesign‘ im Sinne eines ganzheitlichen Blicks auf Gestaltung und Verwendung“ (Pettersson 2010 zitiert aus Fuchs et al., 2014; S. 41). Dabei hat der Adressatenkreis bestimmte Voraussetzungen, die für eine Lernförderung gegeben sein müssen (ebd.). Nach Aeberli (2004) sollen moderne Lernmaterialien an den Lebenswelten der Schülerinnen anknüpfen, eine Hilfestellung zur Zusammenarbeit bieten und bei gemeinsamem Erforschen von Bedeutungen unterstützen. Sie bieten Hilfe zur autodidaktischen Selbstbildung an und unterstützen den Aufbau von Basiskonzepten, indem Inhalte mithilfe didaktischer Mittel auf das Wesentliche reduziert werden (Fuchs et al., 2014). Zusätzlich sollen verschiedene Repräsentationsformen angeboten und vielfältige Interessen berücksichtigt werden (Fuchs et al., 2014; S. 41 f.).

Neben diesen fachinhaltlichen, kognitionspsychologischen und fachdidaktischen Rahmenbedingungen formuliert Ballstaedt (1997) erstmals auch diverse Gestaltungsgrundsätze für Lehrwerke: Funktionalität, Einfachheit und Konsistenz. Damit finden auch die grafischen Aspekte einer Lehrwerksgestaltung Beachtung. In diesem Kontext existieren zwei Theorien zum Lernen mit multimedialen Inhalten, die verbreitet aufgenommen und allgemein akzeptiert sind. Beide beschäftigen sich mit der Gestaltung multimedialer Lerninhalte und bezwecken die Reduzierung der kognitiven Belastung des Arbeitsgedächtnisses: die Cognitive Load Theory nach Sweller (2005) und die Cognitive Theory of Multimedia Learning nach Mayer (2005). Beide Modelle sind nicht als konkurrierend, sondern als sich gegenseitig ergänzende Theorien zu betrachten.

3. Cognitive Load Theory

Die Cognitive Load Theory geht von einer begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses aus. Dementsprechend besteht das Ziel darin, die zur Verfügung stehenden kognitiven Ressourcen der Lernenden optimal für lernrelevante Verarbeitungsprozesse zu nutzen. Dabei wird das Lernen als eine Veränderung im Langzeitgedächtnis angesehen (Rey, 2008). Wie kognitiv anspruchsvoll ein multimedialer Inhalt ist, hängt nach Sweller und Paas (2014) von drei Quellen der kognitive Belastung ab (vgl. Abb.1):

1. Intrinsic cognitive load
(Intrinsische kognitive Belastung)
2. Extraneous cognitive load
(Extrinsische kognitive Belastung)
3. Germane cognitive load
(Lernbezogene kognitive Belastung)

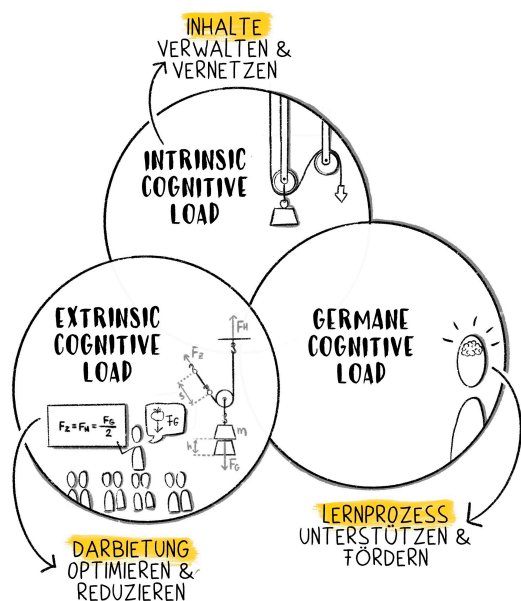


Abb.1: die drei kognitiven Belastungen nach Sweller (2005)

3.1. Intrinsic cognitive Load

Die intrinsic cognitive load (intrinsische kognitive Belastung bezeichnet) bezieht sich auf die durch die Lerninhalte bedingte Belastung (Hofmann, 2012; Rey, 2008; Zander et al., 2012): Je schwieriger und komplexer der Lerninhalt für die Lernenden, desto höher die intrinsische kognitive Belastung. Je höher das Vorwissen des Lernenden in Bezug auf den Lerninhalt, desto niedriger die intrinsische kognitive Belastung.

3.2. Germane cognitive load

Die germane cognitive (lernbezogene oder relevante kognitive Belastung) gilt als Prozess im Arbeitsgedächtnis, der für die Schemabildung und -automation relevant ist (Rubitzko, 2006). Die Erhöhung der germane cognitive load sorgt für einen besseren Aufbau und eine leichtere Aktivierung der Schemata im Arbeitsgedächtnis (Hofmann, 2012). Nach Rey (2008) ist die Lern- bzw. die Verständnisleistung besser, je größer die germane load ist.

3.3. Extraneous cognitive load

Im Gegensatz zur intrinsic cognitive load bezieht sich die extraneous cognitive load (lernirrelevante/extrinsische kognitive Belastung) nicht auf die lernbezogene Belastung des Arbeitsgedächtnisses und das Vorwissen des Lernenden, sondern auf die Darstellung sowie Gestaltung des Lernmaterials (Chandler & Sweller, 1991).

Die Verständlichkeit eines Lernstoffs hängt damit auch von der Darstellungsform des Inhalts ab: Ist ein Lernmaterial schwer verständlich und enthält eine Vielzahl in Bezug auf den Lerninhalt unwichtige Informationen, so folgt eine hohe extrinsische Belastung, da die Informationsfindung kognitive Anstrengung benötigt und nicht sofort zugänglich ist (Hofmann, 2012). Zander et al. (2012) führen an, dass die extrinsische Belastung steigt, wenn Lernende einen Text auf ein Bild beziehen sollen, das sich z. B. auf einer anderen Seite des Buches befindet.

Ziel der Cognitive Load Theory ist, Lernmaterialien so zu gestalten, dass die extraneous cognitive load möglichst geringgehalten wird. Darum werden im Folgenden verschiedene Effekte und daraus resultierende Design- und Gestaltungsmöglichkeiten beschrieben, die Einfluss auf die extrinsische Belastung haben.

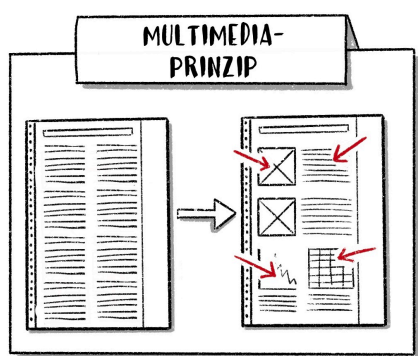
4. Prinzipien Reduktion des „Loads“

Bei der Gestaltung von Lernumgebungen ist darauf zu achten, dass alle drei erwähnten kognitiven Belastungen aufgrund ihres als additiv geltenden Charakters berücksichtigt werden. Ziel ist wie bereits erwähnt, eine kognitive Überlastung des Lernenden zu verhindern. Um dies zu erreichen, gibt es nach Sweller (2005) und Mayer (2005) eine Reihe von Design- und Gestaltungsmöglichkeiten, die sich aus der

Cognitive Load Theory ableiten lassen. Im Folgenden werden 4 dieser Prinzipien vorgestellt und diese in einem weiteren Schritt auf die typografische Gestaltung von Lehrwerken übertragen.

4.1. Multimedia-Prinzip

Das Multimediaprinzip besagt, dass das Lernen mit der Kombination von Text und Bild effektiver ist als das Lernen ausschließlich anhand von Text (Butcher, 2014). Außerdem wird damit argumentiert, dass Bilder anschaulich sind und als Ganzes erfasst werden können (Rey, 2008). Dementsprechend müssen die Lernenden keine gedanklichen Bilder konstruieren. Dies hat schließlich zur Folge, dass durch die Konstruktion von Bildern kognitive Belastungen reduziert werden können (vgl. Abb.2)

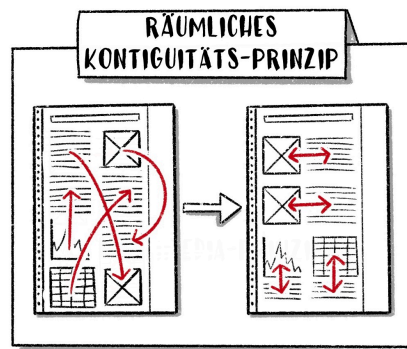


PERSONEN LERNEN BESSER,
WENN ZU EINEM LERNTXT
GEEIGNETE BILDER
HINZUGEFÜGT WERDEN.

Abb.2: das Multimedia-Prinzip nach Sweller (2005)

4.2. Räumliches Kontiguitäts-Prinzip

Damit Lernende von Text-Bild-Kombinationen profitieren können, müssen Bilder und Texte in unmittelbarer räumlicher Nähe stehen. Dazu werden z.B. Bilder, Grafiken, Tabellen etc. neben den Absätzen platziert, in denen sie beschrieben werden (vgl. Abb. 3). Ein Verweis auf ein Bild, das in Relation zu dem entsprechenden Text auf einer anderen Seite steht, hat zur Folge, dass die Aufmerksamkeit geteilt wird (Split-Attention-Effekt; auch bekannt als Prinzip der geteilten Aufmerksamkeit) (Zander et al., 2012). Der Split-Attention-Effekt ist somit ein Resultat der Nichteinhaltung des räumlichen Kontiguitätsprinzips.

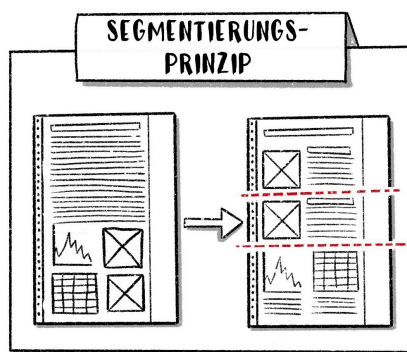


PERSONEN LERNEN BESSER,
WENN ZUSAMMENGEHÖRIGE
TEXTINHALTE & ABBILDUNGEN
IN RÄUMLICHER NÄHE
DARGESTELLT WERDEN.

Abb.3: das räumliche Kontiguitäts-Prinzip nach Sweller (2005)

4.3. Segmentierungs-Prinzip

Das Segmentierungsprinzip beschreibt das Gliedern von Lernsequenzen in Abschnitte (Mayer & Pilegard, 2014). Ist das vorliegende Material ein Text, so bedeutet dies dessen Gliederung in Abschnitte (vgl. Abb. 4). Ist das Material hingegen eine Animation, so wird vom Gliedern in Teilsegmente gesprochen, die durch ‚stop‘ und ‚weiter‘ nacheinander aktivierbar sind (Rey, 2008). Durch die Segmentierung sind die Lernenden nach Zander et al. (2012) in der Lage, „[...] mentale Repräsentationen einzelner Abschnitte aufzubauen, bevor der kommende Abschnitt bearbeitet wird“ (S. 52). Es müssen also keine bzw. wenige Informationen im Arbeitsgedächtnis erhalten bleiben, um den Lerninhalt verstehen zu können. Durch kognitive Überlastung gelingt es den Lernenden nicht, Textinhalte in einem verbalen und Bildinhalte in einem visuellen Modell zu organisieren. Dementsprechend wird der Lernprozess erschwert.



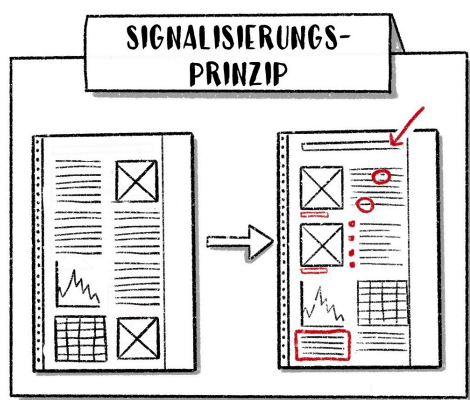
PERSONEN LERNEN BESSER,
WENN DIE INFORMATIONEN IN
LERNGERECHTEN ABSCHNITTEN
DARGESTELLT WIRD.

Abb.4: das Segmentierungsprinzip nach Sweller (2005)

4.4. Signalisierungs-Prinzip

Das Signalisierungsprinzip besagt, dass das Lernen effektiver wird, wenn Hinweiszeichen hinzugefügt und Kerninhalte des Lernmaterials hervorgehoben werden (van Gog, 2014). Die Signalisierung lenkt nicht nur die Aufmerksamkeit des Lernenden auf die Kerninhalte, sondern verbessert auch die Struktur des Materials (ebd.). Das Signalisierungsprinzip kann nach van Gog (2014) in verschiedenen Formen umgesetzt werden. Zum einen können die Hinweise text- und bildbasiert sein, d. h. es kann entweder ein kurzer Text oder ein Bild mit Markierungen erstellt werden, die vorab auf die zentralen Aspekte und Elemente des Themas hinweisen.

Zum anderen kann das Lernmaterial durch die Markierung von Textstellen und die Hervorhebung wesentliche Aspekte in Bildern erleichtert werden (vgl. Abb. 5). Dabei sollten zugehörige Prozesse bzw. Textstellen die gleiche Farbe erhalten (van Gog, 2014). Die Signale können auch in Form von Pfeilen, Piktogrammen etc. dargestellt werden.



PERSONEN LERNEN BESSER,
WENN WICHTIGES, STRUKTUREN
& ZUSAMMENHÄNGE GRAFISCH
HERVorgehoben werden.

Abb.5: das Signalisierungs-Prinzip nach Sweller (2005)

5. Übertragung der Prinzipien auf die Lehrwerksgestaltung

Die verschiedenen Gestaltungsprinzipien lassen sich auf das Repertoire der typografischen Gestaltung von Lehrwerken übertragen. Wenn es um wissensvermittelnde Texte geht, spricht man in diesem Kontext auch von didaktischer Typografie. Gemeint ist damit der zweckdienliche Einsatz typografischer Gestaltungsmittel in Texten, die in Lehr- und Lernprozessen eingesetzt werden, zur Erhöhung der Lesbarkeit und zur Unterstützung des Lese- und Verständnisprozesses. Dies geschieht z.B. durch die Wahl verschiedener Schriften, Schriftschnitte und Schriftgrößen zur Kennzeichnung von Textkörpern und klarer Unterscheidbarkeit der Textfunktionen (z. B. Lesetext, Aufgaben, Zusammenfassungen oder Merksätze).

Inwiefern sich die einzelnen Prinzipien in typografische Maßnahmen übersetzen lassen, kann aus Tab. 1 entnommen werden.

Gestaltungsprinzipien nach Sweller (2005)	Übertragung in eine typografische Lösung
Segmentierungs-Prinzip	<ul style="list-style-type: none"> - Segmentierung des Textes in Abschnitte - Einsatz von Zwischenüberschriften zur Portionierung fachlicher Inhalte - Strukturierung von Elementen mithilfe deutlicher Abschnittsmarkierungen - Textstrukturierung mithilfe von Aufzählungen (Zahlen, Punkte, Spiegelstriche)
Signalisierungs-Prinzip	<ul style="list-style-type: none"> - Überschriften und Zwischenüberschriften - konsequente Auszeichnung von Schlüsselbegriffen - farbige Hinterlegung von Textflächen zur Kennzeichnung von Textkörpern - Piktogramme
Multimedia-Prinzip	<ul style="list-style-type: none"> - Kombination verschiedener Repräsentationsformen wie bspw. Texte, Grafiken und Abbildungen
räumliches Kontiguitäts-Prinzip	<ul style="list-style-type: none"> - Abbildungsnummerierung und -unterschriften, Bildverweise im Text, räumliche Nähe von zusammengehörigen Text- und Bildelementen - Einsatz grafischer Strukturmarker (Linien, Pfeile, Punkte etc.) - Rasterkonforme Text-Bild-Arrangements bzw. die Ausgewogenheit von Text, Bild und Weißraum

Tab. 1: Übertragung der Gestaltungsprinzipien auf typografische Maßnahmen.

6. Empirische Arbeit

Im Rahmen der Studie soll erhoben werden, ob sich die grafische Gestaltung eines Textes auf seine Verständlichkeit auswirkt – während sprachliche Merkmale auf der Textoberflächenstruktur bewusst außer Acht gelassen werden. Dazu werden ausgewählte Texte aus Nawi-Schulbüchern unter verschiedenen Gesichtspunkten überarbeitet. Ohne sprachliche Veränderungen vorzunehmen wird eine Defragmentierung des Schulbuchtextes in seine einzelnen Bestandteile durchgeführt, um diese dann in kohärenter Abfolge neu zusammenzusetzen. Darüber hinaus werden die Layouts rein typografisch überarbeitet. Bei der grafischen Manipulation werden die Annahmen und Erkenntnisse der Cognitive Load Theory nach Sweller (1998) und der Cognitive Theory of Multimedia Learning nach Mayer (2005) berücksichtigt. Zusätzlich wird das Erfahrungswissen von Designern und Typografen zum Thema Layout und Gestaltung hinzugezogen.

6.1. Methodisches Vorgehen

Die teils qualitativ, teils quantitativ angelegte Studie zielt auf eine erste Erfassung des Einflusses von typografischen Manipulationen in naturwissenschaftlichen Lehrwerken in sprachlich heterogenen Klassen ab. Konkret soll erhoben werden, inwiefern sich die Manipulation eines naturwissenschaftlichen Schulbuchtextes durch auf die Zugänglichkeit des Textes für Schülerinnen und Schülern auswirkt. Dazu wurden insgesamt zwei Schulbuchtexte in 4 Stufen manipuliert, sodass die Layouts A bis D entstanden (vgl. Abb.6).

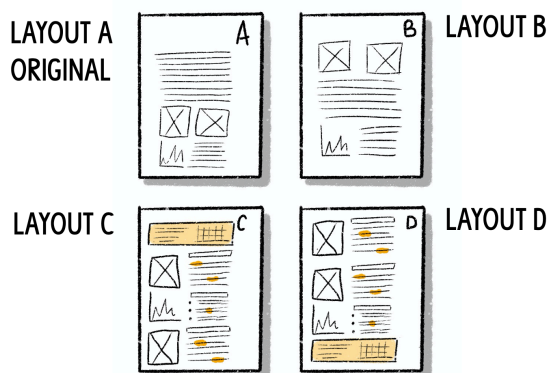


Abb.6: Schematische Darstellung der verschiedenen Textlayouts

Die Erhebung wurde an lokalen und internationalen deutschen Auslandsschulen (Köln, Kairo, Teheran, Istanbul, Kapstadt) in den Jahrgangsstufen 8 bis 10 durchgeführt. Für die Datenerhebung wurden vor allem deutsche Auslandsschulen ausgewählt, weil dort der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die Deutsch als Fremdsprache lernen, überproportional hoch ist.

Damit wird eine bewusste Stichprobenziehung nach dem Top-down-Verfahren erzielt.

Zuerst wurden bei allen Schülerinnen die deutsche Sprachkompetenz anhand eines C-Tests und die basalen Lesekompetenzen anhand eines standardisierten Lesetests erhoben.

In einer weiteren Unterrichtsstunde erhielten die Schülerinnen je eines der vier Textlayouts. Der Text wurde von den Schülerinnen gelesen und im Anschluss ein Leseverständnistest ausgefüllt, der sich am Lesekompetenzmodell nach PISA orientiert. Zudem wurden Bearbeitungszeit und weitere subjektive Einschätzungen zum Text erfasst.

7. Tendenzen der Vorstudie

Anhand der mündlichen und schriftlichen Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler zu den vier verschiedenen Textversionen konnten durch strukturierte Zusammenfassung der Vorstudienresultate insgesamt vier verschiedene Feedback-Kategorien festgestellt werden (vgl. Abb.7):

- Feedback zur typografischen Gestaltung
- Feedback zur sprachlichen Gestaltung
- Feedback zur inhaltlichen Gestaltung
- sonstiges (z. B. Gewicht und Kosten des Lehrwerks)

(Heinen & Heinicke, 2021)

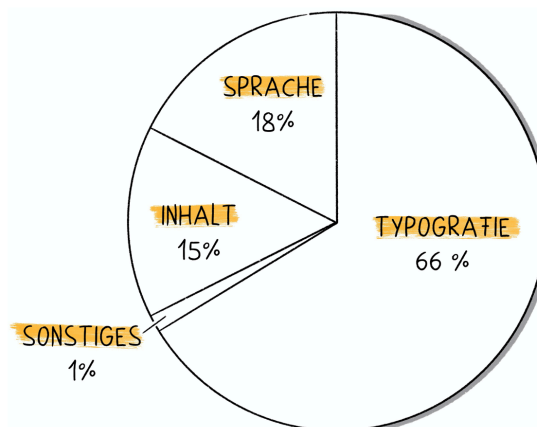


Abb.7: Rückmeldungskategorien

Die Rückmeldungen machen deutlich, dass bereits junge Leserinnen und Leser ein Gespür für gute oder schlechte Typografie besitzen (Heinen & Heinicke, 2021). Die subjektiven Bewertungen und der Lernzuwachs zeigen in Tendenzen, dass die Verständlichkeit von Texten durch die Neustrukturierung der Inhalte und dem Einsatz typografischer Mittel verbessert werden kann. Dabei scheinen deutsche Muttersprachler als auch Deutschlernende von der grafischen Überarbeitung zu profitieren (Heinen & Heinicke, 2021).

8. Implikationen für die Praxis

Die bisherigen Erkenntnisse zur Wirkung von Layout und Schrift dienen u.a. zur Konzeption eines webbasierten Arbeitsblatt-Generators namens Wunderbooks, einem gemeinschaftlichen Arbeitsprojekt des Instituts für Didaktik der Physik (WWU Münster) und diversen Kooperationspartnern (Physikanten und Co., mintley GmbH, tutori UG) gefördert durch die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung (vgl. Abb.8).

Das Projekt versteht sich als Weiterentwicklung des Schulbuchs und soll durch die modulare Arbeitsblattgestaltung und die Integration einer Video- und Foto-datenbank den digitalen Medieneinsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht didaktisch begleiten.

8.1. Schrift

Die Arbeitsblätter werden in der Grundeinstellung mit der Schrift Fira Sans erstellt. Dabei handelt es sich um eine hochwertige, gut ausgebaute Open Source Schrift ohne Serifen, die eine große Anzahl Zeichen unterstützt. Gemeinsam mit vorgegebenen Schriftgrößen und Zeilenabständen kann eine optimale Lesbarkeit gewährleistet werden. Den Nutzerinnen und Nutzern werden limitierte Schriftgrößen und Hervorhebungen angeboten. Hierbei handelt es sich um die bewusste Entscheidung, den Lehrenden einen Großteil der Layoutarbeit abzunehmen, damit diese sich auf die reine Vermittlung der Inhalte konzentrieren können. Auf der einen Seite haben die Nutzerinnen und Nutzer zwar weniger Kontrolle über die grafische Gestaltung der Arbeitsblätter, andererseits kann damit gewährleistet werden, dass die Materialien immer ähnlich systematisch aufgebaut werden und eine hohe Wiedererkennbarkeit besitzen.

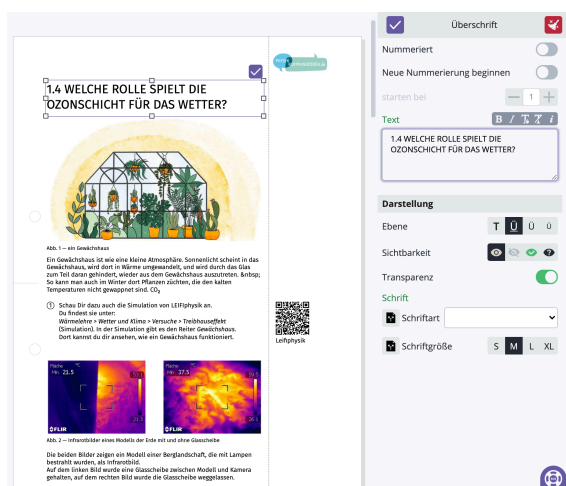


Abb.8: Einblick in den Arbeitsblattgenerator Wunderbooks

8.2. Marginalspalte

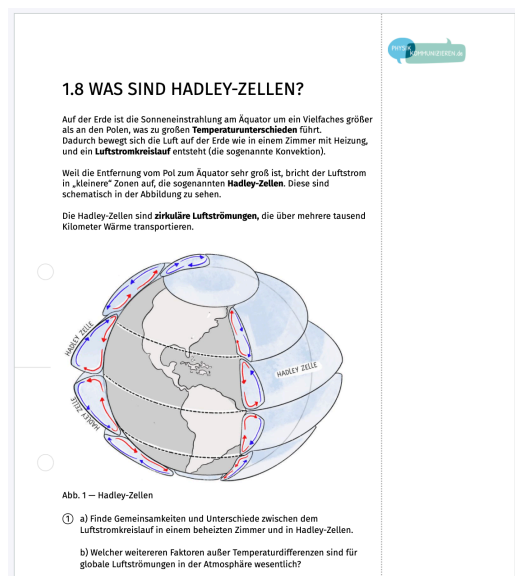


Abb.9: Beispielhaftes Arbeitsblatt mit Marginalspalte

Bei der Konzeption von Arbeitsmaterialien besteht die Möglichkeit, mit Marginalspalten zu arbeiten (vgl. Abb.9). Diese erlauben, dass man Inhalte, die nebensächlich oder weiterführend sind, an der Seite platzieren kann, ohne den Lesefluss zu stören. Auf diese Weise können sich die Lernenden mit dem Hauptinhalt beschäftigen, ohne von Zusatzinformationen gestört zu werden. In der Marginalspalte können bspw. QR-Codes, Hinweise, Definitionen oder Piktogramme platziert werden.

8.3. Piktogramme



Abb.10: entwickelte Piktogramme

Der allgemeine Einsatz von Piktogrammen ist beliebt. Dabei ist es wichtig zu gewährleisten, dass die Piktogramme leicht verständlich und deutlich voneinander zu unterscheiden sind. Das Institut für Didaktik der Physik (WWU Münster) entwickelte gemeinsam mit der Fachhochschule für Design in Münster Piktogramme, die nicht nur als dekorative Illustration verwendet werden, sondern anhand eines systematischen Farbcodes die Wiedererkennbarkeit und Wiederauffindbarkeit von Aufgaben gewährleisten (vgl. Abb.10).

9. Anschlussforschungen

Mit dem Arbeitsblatt-Generator Wunderbooks wird den Lehrenden ein sowohl intuitiv zu bedienender als auch modularer Baukasten zur Erstellung systematischer, gut lesbarer und attraktiver Arbeitsmaterialien geboten, der den Basisanforderungen eines guten Kommunikationsdesigns gerecht wird.

Mit der Annahme, dass die Verständlichkeit von Lehr- und Lernmaterialien nicht nur durch fachinhaltliche oder sprachliche Überarbeitung erzielt wird, sondern durch den zweckmäßigen Einsatz didaktischer Typografie, können im Rahmen der Nutzung des Wunderbooks-Arbeitsblattgenerators weitere Anschlussforschungen zu folgenden Fragestellungen stattfinden:

- Welche didaktischen Einsatzmöglichkeiten bieten die Wunderbooks-Materialien?
- Wie können die Wunderbooks-Materialien die Integration digitaler Medien im analogen naturwissenschaftlichen Unterricht didaktisch optimal begleiten?
- Welche Rolle spielen die Designentscheidungen bei der Gestaltung und Nutzung von Wunderbooks-Materialien?

10. Literatur

Aeberli, C. (Hrsg.) (2004): Lehrmittel neu diskutiert. Ergebnisse des 1. Schweizer Lehrmittelsymposiums am 29./30. Januar 2004 auf dem Wolfsberg in Ermatingen, TG. Zürich: Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.

Ballstaedt, S.-P. (1997): Wissensvermittlung. Die Gestaltung von Lernmaterial. Weinheim: Beltz.

Bölsterli Bardy, K.; Wilhelm, M. & Rehm, M. (2010): Die Bedeutung von Schulbüchern im kompetenzorientierten Unterricht - am Beispiel des Naturwissenschaftsunterrichts. In: Beiträge zur Lehrerbildung, 28(1), S. 138–146.

Busch, H. & Ralle, B. (2011): Fachbegriffe und ihre Bedeutung. Diagnostik fachsprachlicher Kompetenz. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 22 (124/125). S. 52-55.

Butcher, K. R. (2014): The Multimedia Principle. In: Mayer, E. R. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. 2. Aufl. New York: Cambridge University Press. S. 174 - 205.

Chandler, P., Sweller, J. (1991): Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. In: Cognition and Instruction 8, Heft 4. S. 293-332.

Diegmann, D. (2013): Schulbücher. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 16(2), S. 463 - 472.

Fraas, C. (1998). Lexikalisch-semantische Eigenschaften von Fachsprachen. In: L. Hoffmann, H. Kanalverkämper & H. Wiegand (1998). Fachsprachen. Languages for special purposes. Ein internationales Handbuch zur Fachsprachenforschung und Terminologiewissenschaft. Berlin: Walter de Gruyter. S. 428-438.

Fuchs, E.; Niehaus, I. & Stoletzki, A. (2014): Das Schulbuch in der Forschung: Analysen und Empfehlungen für die Bildungspraxis. Band 4. Göttingen: V & R Unipress.

Heinen, R. & Heinicke, S. (2021): Die Rolle der Typografie in naturwissenschaftlichen Lehrwerken. In: Michalak, M. & Döll, M. (Hrsg.): Lehrwerke und Lernmaterialien im Kontext des Deutschen als Zweitsprache und der sprachlichen Bildung. Deutsch als Zweitsprache – Positionen, Perspektiven, Potenziale (Band 2). Münster: Waxmann Verlag GmbH. S. 91 – 118.

Hoffmann, L. (1998). Syntaktische und morphologische Eigenschaften von Fachsprachen. In: L. Hoffmann, H. Kanalverkämper & H. Wiegand (Hrsg.): Fachsprachen. Ein internationales Handbuch zur Fachsprachenforschung und Terminologiewissenschaft. Berlin: Walter de Gruyter. S. 416-427.

Hofmann, T. (2012): eFATHOM: Entwicklung und Evaluation einer multimedialen Lernumgebung für einen selbstständigen Einstieg in die Werkzeugsoftware FATHOM. Wiesbaden: Springer Spektrum Vieweg+Teubner Verlag.

- Kohnen, N., Härtig, H., Bernholt, S.; Retelsdorf, J. (2017): Leichte Sprache im Physikunterricht. In: Bock, B.M., Fix, U., Lange, D. (Hrsg.): „Leichte Sprache“ im Spiegel theoretischer und angewandter Forschung. Berlin: Frank&Timme, S. 337-34.
- Mayer, E. R. (Hrsg.) (2005): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. Cambridge.
- Mayer, E. R. & Pilegard, C. (2014): Principles for Managing Essential Processing in Multimedia Learning: Segmenting, Pre-training, and Modality Principles. In: Mayer, E. R. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. 2. Aufl. New York: Cambridge University Press. S. 316 - 344.
- Merzyn, G. (1994): Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht. Beiträge auf der Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Pettersson, R. (2008): Aspekte der Verwendung von Bildern in Lehrbüchern. In: Gabriele Lieber (Hrsg.): Lehren und Lernen mit Bildern. Ein Handbuch zur Bilddidaktik. S. 134 – 145.
- Prediger, S. (2013): Darstellungen, Register und mentale Konstruktion von Bedeutungen und Beziehungen – Mathematikspezifische sprachliche Herausforderungen identifizieren und überwinden. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann. & H. J. Vollmer (Hrsg.), Sprache im Fach – Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Münster: Waxmann. S. 167-183.
- Rey, G. D. (2008): Lernen mit Multimedia: Die Gestaltung interaktiver Animationen. <https://tinyurl.com/ykfpjefa> (Stand 05/2021)
- Rubitzko, T. (2006): Aktives Lernen mit multiplen Repräsentationen: Zur Vermittlung komplexer physikalischer Inhalte mit Texten, Bildern, Animationen und Simulationen. <https://tinyurl.com/erch764m> (Stand 05/2021)
- Staruschek, E. (2003): Ergebnisse einer Schülerbefragung über Physikschulbücher. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (9). S. 135–146.
- Sumfleth, E. & Schüttler, S. (1995): Linguistische Textverständlichkeitskriterien. Helfen sie bei der Darstellung chemischer Inhalte? Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. S. 55-72.
- Sweller, J. (2005): Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In: Mayer, E. R. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. New York: Cambridge University Press. S. 19 - 30.
- Sweller, J. & Paas, F. (2014): Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In: Mayer, E. R. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. 2. Aufl. New York: Cambridge University Press. S. 27–42.
- van Gog, T. (2014): The Signaling (or Cueing) Principles in Multimedia Learning. In: Mayer, E. R. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. 2. Aufl. New York: Cambridge University Press. S. 263 - 278.
- Zander, S.; Hawlitschek, A.; Seufert, T.; Brünken, R.; Leutner, D. (2012): Psychologische Grundlagen des Lernens mit neuen Medien. In: Universität Rostock (Hrsg.): Wissenschaftliche Weiterbildung. 2. Auflage.