



Wie betrachten und bewerten Lernende Geographieschulbuchseiten?

How Do Learners Observe and Assess Geography Textbook Spreads?

Yvonne Behnke 

Zitieren dieses Artikels:

Behnke, Y. (2016). Wie betrachten und bewerten Lernende Geographieschulbuchseiten? *Zeitschrift für Geographiedidaktik | Journal of Geography Education*, 44(3), S. 5-34. doi 10.18452/23263

Quote this article:

Behnke, Y. (2016). Wie betrachten und bewerten Lernende Geographieschulbuchseiten? *Zeitschrift für Geographiedidaktik | Journal of Geography Education*, 44(3), pp. 5-34. doi 10.18452/23263

Wie betrachten und bewerten Lernende Geographieschulbuchseiten?

How Do Learners Observe and Assess Geography Textbook Spreads?

Yvonne Behnke

Zusammenfassung

Dieser Beitrag behandelt die Frage, welchen Grad an visueller Aufmerksamkeit Lernende den einzelnen gestalterischen Komponenten Foto, Grafik und Text einer Geographieschulbuchseite widmen und wie diese Gestaltungskomponenten der Schulbuchseiten im Hinblick auf deren Effektivität und Effizienz für den eigenen Lernprozess bewerten. In diesem Kontext wird untersucht, inwieweit das Design von Geographieschulbuchseiten visuelle Aufmerksamkeitsprozesse Lernender beeinflussen könnte. Eye Tracking, als Methode der non-reaktiven rezeptionsbegleitenden Beobachtung, wurde in einer explorativen Stichprobe angewendet, um die Blickbewegungen von 20 Probanden/Probandinnen beim Betrachten verschiedener Geographieschulbuchseiten aufzuzeichnen. Die Stimuli bildeten fünf verschiedene Doppelseiten aus fünf Geographieschulbüchern zu einem identischen Thema, jedoch mit unterschiedlichem Design. Es erfolgte eine Aufzeichnung der Blickbewegungen beim Betrachten der Schulbuchseiten sowie beim Lösen exemplarischer Aufgaben aus deren Aufgabenteil. Im Anschluss beantworteten die Probanden und Probandinnen einen Fragebogen. Die Untersuchung zeigte einen visuellen Fokus auf die Textelemente der Schulbuchseiten. Die geringste visuelle Aufmerksamkeit wurde den Fotos auf den Schulbuchseiten geschenkt. Anhand der Untersuchungsergebnisse werden mögliche Herausforderungen im Lernprozess mit den Geographieschulbuchseiten erläutert, die aus Komponenten des Schulbuchdesigns resultieren könnten. Hierfür werden in einer interdisziplinären Betrachtungsweise Erkenntnisse aus pädagogischer Psychologie, Visueller Kommunikation und Schulbuchforschung herangezogen.

Schlüsselwörter: Geographieschulbücher, Eye Tracking, Schulbuchdesign, Schulbuchforschung, Abbildungen

Abstract

This paper investigates what degree of visual attention learners pay to design components of geography textbooks, such as photos, graphics and text, how learners assess the visual quality of their textbooks, and how the design of current geography textbooks may influence learners visual attention. In an exploratory eye tracking study using random sampling, the eye movements of 20 students (secondary school students 15–17 years of age and university students 20–24 years of age) were recorded. Double-page spreads of current German geography textbooks covering an identical topic and taken from five separate textbooks were utilised, and a two-stage test was developed. Participants first looked at the entire textbook spread to determine what was being explained on the pages, and then solved one of the tasks from the exercise section. Each participant studied five different textbook spreads and completed five set tasks. Participants subsequently completed a questionnaire. The study revealed that visuals were often looked at rather superficially. While solving the tasks, a marked focus on text was observed. Based on the observation, I describe learning-related challenges posed by components of textbook design and relate the findings to educational psychology insights and findings from visual communication and textbook analysis.

Keywords: geography textbooks, eye tracking, textbook research, textbook design, visuals

Autorin:

Dipl. Des. Yvonne Behnke | Humboldt-Universität zu Berlin | yvonne.behnke@geo.hu-berlin.de

1 Einleitung

Im Medienkanon des Geographieunterrichtes nehmen Schulbücher nach wie vor eine zentrale Rolle ein (BAGOLY-SIMÓ, 2014, 121). Schulbücher, somit auch Geographieschulbücher, geben das Wissen einer Gesellschaft wieder (BARDY BÖLSTERLI, 2014, 13). Wie anschaulich, ästhetisch und kohärent dieses Wissen visuell durch ein Schulbuchdesign präsentiert wird, könnte beeinflussen, wie erfolgreich Schüler und Schülerinnen mit einem Geographieschulbuch lernen (vgl. BEHNKE 2016a, 2016b). Dies würde an MORGAN (2014, 73–75) anschließen, die feststellte, dass *well designed textbooks* aktiv kognitive Verarbeitungsprozesse der Lernenden wie analytisches Denken, Argumentieren und die Strukturierung von Wissen unterstützen und anregen können.

Eine erste Voraussetzung für die Anregung kognitiver Verarbeitungsprozesse, wie z.B. der Strukturierung von Wissen, ist visuelle Aufmerksamkeit. Visuelle Aufmerksamkeit ist ein Konstrukt, das die Bereitschaft eines Individuums umschreibt, visuelle Kommunikationsinhalte bzw. Reize aus der Umwelt aufzunehmen (GEISE, 2011, 164). Dies ist ein selektiver Prozess, in dem Lernende z.B. entscheiden, welche Details einer Geographieschulbuchseite sie bewusst betrachten (PETTERSSON, 1995, 2).

Hierzu liegen in der geographiedidaktischen Forschung bisher noch keine Erkenntnisse vor. Die bisherige Forschung der Geographiedidaktik zu Schulbüchern widmet sich u.a. dem Stellenwert des Verbundmediums Schulbuch in der Geographiedidaktik (BAGOLY-SIMÓ, 2014), dem Kompetenzerwerb mit dem Schulbuch (FLATH, 2011) oder Studien zur Verwendung von Schulbüchern (HEMMER

& ETTERICH, 2015) und zu Schülerinteresse an der Arbeit mit diesem Medium (HEMMER & HEMMER, 2010). Zwar untersuchten JANKO und PEŠKOVÁ (2013) verschiedene Typen von in Geographieschulbüchern verwendeten Visualisierungen und JANKO und KNECHT (2014) entwickelten ein Kategoriensystem zur Beurteilung von Visualisierungen in Geographieschulbüchern, jedoch fand die Art und Weise wie Geographieschulbücher durch Lernende rezipiert werden, in der geographiedidaktischen Forschung zu Schulbüchern bisher nur wenig Beachtung.

In der Schulbuchforschung existieren zur Gestaltung von Lernmaterialien explizit für den Geographieunterricht, bisher ebenfalls nur allgemein gehaltene Empfehlungen (NIEHAUS, STOLETZKI, FUCHS & AHLRICH, 2011, 88), die sich im Wesentlichen auf Regeln aus der Wahrnehmungs- und Gestaltpsychologie beziehen, welche um Empfehlungen aus der Forschung zum Lernen mit Medien ergänzt wurden.

Zum Lernen mit Medien wurden in der Pädagogischen Psychologie verschiedene theoretische Modelle entwickelt, wie die *Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML)* von MAYER (2005), das integrative Modell des Text- und Bildverstehens von SCHNOTZ (2005) und die *Cognitive Load Theory* von CHANDLER und SWELLER (1991). Solche Modelle bilden eine Grundlage der Gestaltungsempfehlungen für Bildungsmedien aus der Pädagogischen Psychologie. Einige dieser Modelle werden aktuell diskutiert, da diese bisher vorrangig in experimentellen Testsettings und anhand experimenteller Testmaterialien erforscht wurden (vgl. JARODZKA, 2016, 2–3). Forschungsbedarf, insbesondere zur

weiteren Untersuchung dieser Modelle in realen Lernumgebungen (*classroom based research*) sowie mit authentischen Lernmaterialien (z.B. Schulbüchern) wurde festgestellt (CHENG, CHOU, WANG, & LIN, 2015, 467). Darüber hinaus bemängelte die Schulbuchforschung, dass bisher empirische Erkenntnisse darüber fehlen, welche Wirkungen Komponenten des Schulbuchdesigns auf die Lernenden und speziell auf ihre Motivation und ihre Lernergebnisse haben (FUCHS, NIEHAUS & STOLETZKI, 2014, 71–76). Dies gilt im Folgeschluss auch für Geographieschulbücher.

Daneben legen Forschungsergebnisse nahe, dass für eine erfolgreiche Implementierung der Gestaltungsempfehlungen für Bildungsmedien aus der Pädagogischen Psychologie *“a designer’s artistic sense”* (UM, PLASS, HAYWARD, & HOMER, 2012, 488)

ebenso wie designtheoretisches Wissen und die praktische Erfahrung eines Gestalters notwendig sind. Empirische Erkenntnisse aus der Perspektive der Visuellen Kommunikation (bzw. Schulbuchgestaltung) zu den Wirkungen von Schulbuchdesign auf Lernen und Lernergebnisse sind bisher jedoch ein Desiderat.

Dieser Beitrag untersucht deshalb, wie Lernende die Gestaltung ausgewählter Geographieschulbuchseiten bzw. die auf den Schulbuchseiten angebotenen Visualisierungen (Grafiken, Fotos) und Bild-Text-Kombinationen rezipieren und bewerten. Parallel dazu werden Gestaltungsparameter dieser Schulbuchseiten aus der Perspektive der Visuellen Kommunikation analysiert. Die Ergebnisse werden mit Erkenntnissen zum Lernen mit Medien aus der Pädagogischen Psychologie abgeglichen.

2 Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung

Den theoretischen Hintergrund der Fragestellung bilden Erkenntnisse aus den Bereichen Visuelle Kommunikation, Informationsdesign, Medienforschung und Schulbuchforschung, sowie aus der Pädagogischen Psychologie zum Lernen mit Medien. Die umfangreiche Literatur kann an dieser Stelle nur ausschnittsweise dargestellt werden.

Im Folgenden werden erstens theoretische Grundlagen der Gestaltung von Schulbüchern erläutert. Zweitens (2.2) werden theoretische Modelle des Lernens mit Medien aus der Pädagogischen Psychologie dargestellt. Den dritten Teil (2.3) bildet die

Erläuterung der theoretischen Hintergründe der *Eye Tracking* Methode. Abschließend präzisiere ich unter 2.4. die Forschungsfragen, denen sich dieser Beitrag widmet.

2.1 Theoretische Grundlagen der Gestaltung von Schulbüchern

Der *Pictual Turn* (MITCHELL, 1992), die in den Kulturwissenschaften postulierte Hinwendung zum Bild, ist in einem medienintensiven Unterrichtsfach wie der Geographie (DGFG, 2014, 6) auch in aktuellen Geographieschulbüchern deutlich sichtbar, nämlich in Form einer verstärkten Hinwendung zu Abbildun-

gen und modernen (geographischen) Informationsvisualisierungen (vgl. auch JANKO & KNECHT, 2014, 228–229). Trotz des hohen Bildanteils aktueller deutscher Geographieschulbücher existieren in der Schulbuchforschung insbesondere zur Gestaltung visueller Elemente bisher nur allgemein gehaltene Empfehlungen (NIEHAUS, STOLETZKI, FUCHS & AHLRICHS, 2011, 88), die sich überwiegend auf altbekannte Regeln aus der Wahrnehmungs- und Gestaltpsychologie beziehen (z.B. Gestaltungsgesetze nach Max Wertheimer aus den 1920er-Jahren wie Nähe, Ähnlichkeit, Signal und Kontinuität), die um Empfehlungen aus der Forschung zum Multimedialernen (u.a. MAYER, 2009), wie z.B. dem *Redundancy Principle*, dem *Coherence Principle* und dem *Multimedia Principle* ergänzt wurden.

Zur visuellen Gestaltung von Bildungsmedien gibt es Forschungsergebnisse aus der Pädagogischen Psychologie sowie Erkenntnisse und Praxiserfahrungen aus verschiedenen Fachbereichen des Designs.

So unterscheiden die Typographen WILLBERG und FORSMANN (1997) in ihren Regeln zur Lesetypographie drei verschiedene Arten des Lesens: „informierendes Lesen“, „lineares Lesen“ und „differenzierendes Lesen“. Für jede dieser Lesearten wird für eine möglichst optimale Lesbarkeit eine optimale Zeichenanzahl pro Textzeile empfohlen: für „lineares Lesen“ 60–70 Zeichen, für „informierendes Lesen“ 40–50 Zeichen und für „differenzierendes Lesen“ bis zu 80 Zeichen pro Zeile. Eine Umsetzung dieser Empfehlungen kann die gute Lesbarkeit eines Schulbuchtextes unterstützen, z.B. indem Spaltenbreiten entsprechend eingestellt werden. Denn aus langen, schmalen Textspalten können zahlreiche Worttrennungen resultieren. Erfolgen diese Trennungen

nicht nach dem Wortsinn, so kann dies den Lesefluss und damit die Erfassung eines Textinhaltes erschweren. Dies betrifft insbesondere weniger geübte Leser und Leserinnen (vgl. WILLBERG & FORSMANN, 1997).

Bei der Farbgestaltung von Bildungsmedien sollte u.a. beachtet werden, dass in Europa ca. neun Prozent der männlichen Bevölkerung von einer Rot-Grün-Sehschwäche betroffen sind (STAPELKAMP, 2013, 202). Im Mediendesign wird deshalb empfohlen, Rot-Grün-Kontraste zur Hervorhebung relevanter Textinhalte (z.B. Textauszeichnungen) zu meiden. Gleiches gilt für die Farbgebung verständnisrelevanter Elemente in Grafiken oder Schemata (z.B. Pfeile, entscheidende grafische Details, Hervorhebungen von Unterschieden oder Gemeinsamkeiten).

Informationsdesigner wie u.a. TUFTE (1990) und HORN (1999a) entwickelten Konzepte zur grafischen Visualisierung komplexer Informationen (Informationsdesign). Die Aufgabe von Informationsdesign ist es, Informationen visuell aufbereitet darzustellen, sodass sie verstanden und genutzt werden können. Das bedeutet, Informationsdesign schafft Struktur und sorgt dafür, dass Daten lesbar und Inhalte verständlich werden (STAPELKAMP, 2013). CARD, MACINLAY und SNEIDERMAN (1999) betonen, die Aufgabe, bzw. das Ziel von Informationsvisualisierungen sollte *“insight, not pictures”* sein.

Zu den in Bildungsmedien (Geographieschulbüchern) zahlreich abgebildeten Informationsvisualisierungen gehören Infografiken. Infografiken haben zum Ziel, komplexe und/oder komplizierte Sachverhalte zu illustrieren und/oder zu erklären (vgl. BEHNKE, 2016c). Mithilfe von Infografiken sollen Lernende z.B. unterstützt werden, Sachverhalte zu konzeptualisieren, komplexe Strukturen zu verstehen, aufeinander

derfolgende Schritte eines Prozesses nachzuvollziehen oder Ursachen und Wirkungen eines Prozesses zu erkennen (HOLSANOVA, HOLMBERG & HOLMQVIST, 2009, 1216).

Paired Graphics sind eine Untergruppe der Infografiken und gehören zu denen am häufigsten in Bildungsmedien abgebildeten grafischen Informationsvisualisierungen. *Paired Graphics* implizieren analytische Vergleiche zwischen spezifischen Details zweier nebeneinander oder übereinander abgebildeter Grafiken (BOUCHEIX et al., 2013, 6). Mit deren Hilfe sollen z.B. Gemeinsamkeiten, Unterschiede oder Zusammenhänge zwischen zwei Sachverhalten herausgearbeitet werden.

Das Verständnis grafischer Informationsvisualisierungen ist jedoch ein komplexer Prozess, der zahlreiche Lernende vor kognitive Herausforderungen stellt. Denn Voraussetzung hierfür ist die Kenntnis und Beherrschung der verwendeten Zeichen- und Symbolsysteme (vgl. OESTERMEIER & EITEL, 2014, 10). Darüber hinaus ist für das Verständnis grafischer Informationsvisualisierungen Abstraktionsvermögen, wie die Fähigkeit der Analyse und Dekodierung räumlicher Informationen aus zweidimensionalen Modellen und Symbolen notwendig (vgl. SCHNOTZ, PICARD & HRON, 1993; WILMOT, 1999).

Um z.B. eine Aufgabe mithilfe einer Infografik zu bearbeiten, müssen Lernende zunächst die dargestellten Sachverhalte analysieren und verstehen und hierfür teilweise komplexe Zeichen- und Symbolsysteme dekodieren. Danach gilt es, das Ergebnis dieser Überlegungen mit der Aufgabenstellung abzugleichen und herauszuarbeiten, welche der in der Grafik enthaltenen Informationen für die Lösung der Aufgabe relevant sind (vgl. BÉTRANCOURT, AINSWORTH, DE VRIES & BOUCHEIX, 2012, 37).

Unter anderem deshalb sind Grafiken in Bildungsmedien nur dann lerneffektiv, wenn deren Informationen in einer Art und Weise visualisiert sind, die sowohl in Bezug auf die Aufgabe als auch in Bezug auf die Kenntnisse der Lernenden adäquat ist (SCHNOTZ & BAADTE, 2014, 6).

Ähnliches gilt für auf Schulbuchseiten abgebildete Fotos, deren Herausforderung darüber hinaus darin besteht, Informationen holistisch zu repräsentieren (GEISE & BADEN, 2015, 5). Das bedeutet unter anderem: Fotos können je nach Kontext, Vorwissen und Perspektive des Betrachters/der Betrachterin sehr unterschiedlich interpretiert werden. Deshalb sind in Aufgabenstellungen, die Fotos beinhalten, klare und eindeutige Arbeitsanweisungen zu deren Bearbeitung besonders relevant (PETTERSSON, 2010). Welche Relevanz Lernende abgebildeten Fotos auf einer Schulbuchseite beimessen (z.B. in Bezug auf die Aufgabe, die Bildinformation und den Lernkontext), ist entscheidend dafür, wieviel visuelle Aufmerksamkeit diese den Fotos schenken (vgl. OESTERMEIER & EITEL, 2014). Dies impliziert Ansprüche an die didaktische, ästhetisch-gestalterische, inhaltliche und technische Qualität abgebildeter Fotos in Schulbüchern (vgl. PETTERSSON, 2010).

Wie anschaulich, ästhetisch und kohärent Lerninhalte mithilfe visueller Gestaltungselemente wie Seitenlayout, Typographie, Bild-Text-Kombinationen, Grafiken und Fotos präsentiert werden, könnte folglich einen Wirkungsfaktor (neben anderen Faktoren) dafür darstellen, wie effektiv und effizient Lernende mit einem Geographieschulbuch Wissen erwerben. In diesem Kontext stellte MORGAN (2014, 73–75) fest, dass *well designed textbooks* aktiv kognitive Verarbeitungsprozesse der Lernenden unterstützen und anregen können.

2.1 Theoretische Modelle des Lernens mit Medien

Zum Lernen mit Medien wurden in der Pädagogischen Psychologie verschiedene theoretische Modelle und Konzepte entwickelt, von denen hier eine Auswahl dargestellt wird.

Die *Cognitive Load Theory* von CHANDLER und SWELLER (1991) geht von einer begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses Lernender aus. Chandler und Sweller unterscheiden drei Arten von *Cognitive Load*: *Intrinsic Cognitive Load*, z.B. durch die Komplexität bzw. den Schwierigkeitsgrad eines Lernstoffes; *Extraneous Cognitive Load*, z.B. durch die Gestaltung der Lernmaterialien (unübersichtlich, unstrukturiert) und *Germane Cognitive Load*, als positive kognitive Belastung durch Verstehensprozesse. Die visuelle Gestaltung von Lernmaterialien soll dabei unterstützen *Intrinsic Cognitive Load* zu optimieren, *Extraneous Cognitive Load* zu reduzieren und *Germane Cognitive Load* zu fördern (vgl. ZANDER, HAWLITSCHKE, SEUFERT, BRÜNKEN, & LEUTNER, 2007).

Cognitive Overload entsteht sowohl wenn Schulbuchseiten zu komplex gestaltet sind, als auch wenn Aufgaben die Integration zu vieler verschiedener Materialien erfordern, der Lerninhalt zu komplex ist und/oder das Vorwissen Lernender zu gering ist (vgl. PAAS, SWELLER, & VAN GOG, 2010). In diesem Fall konzentrieren sich viele Lernende auf die für sie am einfachsten verständliche bzw. die für sie am erfolgversprechendste Repräsentation und beachten weitere Materialien (z.B. auf einer Schulbuchseite) nicht (vgl. OESTERMEIER & EITEL, 2014, 18).

Erkenntnisse aus der *Cognitive Load Theory* flossen in MAYERS (2005b) *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML) und

MAYERS (2009) Prinzipien zum *Multimedia Learning* ein. Zusammengefasst geht die CTML von einem besseren Lerneffekt aus, wenn Bild- und Textinformationen gemeinsam bzw. miteinander verbunden erfasst werden. Informationen, die über Text und Bild vermittelt werden, sollten deshalb in enger räumlicher, zeitlicher sowie mit ausreichender thematischer Nähe präsentiert werden (vgl. OESTERMEIER & EITEL, 2014, 19). MAYER (2009, 52) stellt hierzu zwölf Prinzipien auf, die *Cognitive Load* reduzieren und Lernen mit Medien fördern sollen: *Coherence*, *Signaling*, *Spatial Contiguity*, *Temporal Contiguity*, *Segmenting*, *Pre-training*, *Modality*, *Personalization*, *Voice*, *Image*, *Multimedia* und *Redundancy*. Damit beinhalten Mayers Prinzipien auch Regeln aus den Gestaltgesetzen nach Max Wertheimer, wie das Signalprinzip und das Gesetz der räumlichen Nähe (vgl. Kap. 2.1).

Zwei von Mayers Prinzipien werden im Folgenden näher erläutert, da diese für die in Kap. 4.3 folgende Analyse der Schulbuchseiten besonders relevant sind. Das *Multimedia Principle* geht davon aus, dass Lernen mit Bildern und Texten gemeinsam effektiver ist, als nur mit Bildern oder nur mit Texten alleine (MAYER, 2009, 223–241). Das *Redundancy Principle* besagt zusammengefasst: wenn ein und dieselbe Information z.B. auf einer Schulbuchseite, in verschiedenen Repräsentationsformen präsentiert wird (z.B. Text und Grafik oder in zwei Grafiken oder Foto, Grafik und Text) so wird dadurch nicht automatisch ein besserer Lerneffekt erzeugt (MAYER, 2009, 118–134).

SCHNOTZ (2005) geht in seinem Integrativen Modell des Text- und Bildverstehens von einer integrierten Verarbeitung deskriptionaler und depiktoraler Informationen aus.

Das mentale Modell entsteht nach Schnotz aus einer wechselseitigen Verarbeitung von Bild- und Textinformationen (vgl. auch ULLRICH et. al, 2012). Dies begründet Schnotz u.a. damit, dass Bildeindrücke verbal artikuliert werden können und es umgekehrt möglich ist, sich Erzähltes bildlich vorzustellen.

In der letzten Zeit beschäftigt sich Forschung verstärkt mit kognitiven, affektiven und behavioralen Effekten des Lernens mit Medien. Diese hat u.a. zum Ziel, Emotionen, Motivation und Verhalten in bestehende Modelle des Lernens mit Medien (also auch mit Schulbüchern) zu integrieren (vgl. PARK, PLASS & BRÜNKEN, 2014, 125–127). Es wurde beispielsweise festgestellt, dass Lernergebnisse im Multimedialernen durch Konstrukte wie „Situatives Interesse“, „Verwirrung“ oder „positive Emotionen“ beeinflusst werden können (LEUTNER, 2014, 174).

MORENOS (2006) *Cognitive Affective Theory of Learning with Media (CATLM)* erweitert deshalb Mayers *CTML* um motivationale und affektive Aspekte wie selbstregulatorische Eigenschaften und Lernerpräferenzen.

In diesem Kontext kann die *Emotional Design Hypothesis* verortet werden. Zusammenfassend nimmt die *Emotional Design Hypothesis* an, dass Lernende visuell ansprechendes Lernmaterial kognitive Verarbeitungsprozesse fördern und somit zu besseren Lernergebnissen führen kann (vgl. MAYER & ESTRELLA, 2014, 14). Darüber hinaus wurde festgestellt, dass eine als positiv empfundene Lernumgebung die individuell empfundene Schwere einer Lernaufgabe reduzieren kann (vgl. UM, PLASS, HAYWARD & HOMER, 2012, 485–487), positive Emotionen der Lernenden induzieren kann und Verständnisprozesse fördern kann (PARK, KNÖRZER, PLASS & BRÜNKEN, 2015; PLASS, HEIDIG, HAYWARD,

HOMER & UM, 2013). An die *Emotional Design Hypothesis* anschließend zeigten Studien, dass Innovationen (z.B. neue Schulbuchkonzepte) dann erfolgreich implementiert werden können, wenn Präferenzen und Nutzungsverhalten ihrer Anwender und Anwenderinnen (Schüler/Schülerinnen) bei deren Konzeption berücksichtigt werden (vgl. JOO, JOUNG, CHOI, LIM & GO, 2014, 95).

Mithilfe von Strategien des *Emotional Design* kann die visuelle Aufmerksamkeit Lernender auf ein bestimmtes, für einen Aufgabenkontext relevantes Element einer Schulbuchseite gelenkt werden. Darüber hinaus kann *Emotional Design* dazu motivieren, Materialien genauer zu betrachten. Dadurch kann eine bessere kognitive Verarbeitung und Integration relevanter Informationen angeregt werden.

Lange visuelle Aufmerksamkeitsspannen für abgebildete Materialien (z.B. eine Grafik auf einer Schulbuchseite) bedeuten jedoch nicht automatisch ein besseres Inhaltsverständnis, wie der *Attention Comprehension Gap* beschreibt (ST. AMANT & MELONCON, 2015). Dennoch ist Aufmerksamkeit für jeweils im Aufgabenkontext relevante Materialien (einer Schulbuchseite) eine wichtige erste Voraussetzung für deren Verständnis.

Visuelle Aufmerksamkeit ist ein Konstrukt, welches die Bereitschaft eines Individuums umschreibt, visuelle Kommunikationsinhalte bzw. Reize aus der Umwelt aufzunehmen (GEISE, 2011, 164). Dies ist ein selektiver Prozess, in dem z.B. entschieden wird, welche Details einer Schulbuchseite von Lernenden bewusst betrachtet und welche Elemente ignoriert werden (PETTERSSON, 1995, 2).

2.3 Theoretische Hintergründe der Eye Tracking Methode

Um visuelle Aufmerksamkeitsprozesse von Lernenden bei der Betrachtung von Geographieschulbuchseiten zu analysieren, wurde *Eye Tracking* gewählt. *Eye Tracking* als Methode der non-reaktiven, rezeptionsbegleitenden Beobachtung ermöglicht Erkenntnisgewinne über den Prozess der Medienrezeption (GEISE, 2011, 160). Hierfür werden die Blickbewegungen von Probanden und Probandinnen beim Betrachten eines Stimulus aufgezeichnet. Eine umfassende Beschreibung der Methode sowie des theoretischen Hintergrundes ist in HOLMQUIST et al. (2010) dargelegt.

Im Kontext der *Eye Tracking* Methode werden als Blickbewegungen diejenigen Bewegungen des Augapfels verstanden, welche in Verbindung mit vom Auge aufgenommenen Informationen stehen (JOOS, RÖTTING & VELICHOVSKY, 2003, 143). Blickbewegungen reflektieren menschliche Denkprozesse und werden deshalb auch als *“window to the mind“* bezeichnet (vgl. HOLSANOVA, 2011, 293). Beispielsweise können mithilfe einer *Eye Tracking* Aufzeichnung Erkenntnisse darüber gewonnen werden, auf welchen Bereichen einer Schulbuchseite die visuelle Aufmerksamkeit eines Betrachters bzw. einer Betrachterin in welcher Intensität fokussiert war oder welche der abgebildeten Materialien in welcher Reihenfolge bei der Lösung einer Aufgabe betrachtet wurden.

Mit *Eye Tracking* werden u.a. zwei Arten von Blickbewegungen aufgezeichnet: Fixationen und Sakkaden. Sakkaden sind Sprünge zwischen zwei Aufmerksamkeitsbereichen (DUCHOWSKI, 2007, 42–45). In diesem

Zeitraum ist das visuelle Wahrnehmungsvermögen stark eingeschränkt (JOOS et al., 2003, 144). Während einer Fixation verharrt die Pupille auf einem Aufmerksamkeitsbereich. Hierbei erfolgen Wahrnehmungs- und kognitive Verarbeitungsprozesse eines visuellen Eindruckes (DUCHOWSKI, 2007, 46–48; JOOS et al., 2003, 150–153). Eine bewusste kognitive Verarbeitung, z.B. einer Abbildung auf einer Schulbuchseite, erfordert folglich eine Fixation. Diese Fixation kann mithilfe von *Eye Tracking* gemessen, aufgezeichnet und ausgewertet werden. Der während einer Fixation fokussierte (und damit scharf sichtbare) Bereich beträgt nur etwa zwei Prozent des menschlichen Sehfeldes, was ungefähr der Größe eines menschlichen Daumennagels entspricht. (DUCHOWSKI, 2007). Diese Einschränkung wird im Alltag jedoch nicht bewusst wahrgenommen. Seh- und Wahrnehmungsprozesse bestehen aus einem komplexen Zusammenspiel zwischen Sakkaden und Fixationen (JOOS et al., 2003, 142–144). Während dieses hoch automatisierten Prozesses werden u.a. für den Betrachter/die Betrachterin (in diesem Moment) relevante Details selektiert (GEISE, 2011, 164–165).

Bereits 1980 formulierten JUST und CARPENTER zwei Hypothesen, die bis heute die theoretische Grundlage der *Eye Tracking* Methode bilden. Die *Immediacy Assumption* (Unmittelbarkeitshypothese) geht davon aus, dass kognitive Auswertungsprozesse unmittelbar und direkt bei der Aufnahme eines visuellen Stimulus erfolgen. Erweiternd dazu lautet die *Eye Mind Assumption* (Auge-Geist-Hypothese), dass Objekte nur so lange im visuellen Fokus behalten werden, wie sie das Interesse des Betrachters oder der Betrachterin auf sich ziehen bzw. bis diese kog-

nitiv ausgewertet wurden (vgl. auch RAKOCZI, 2012, 87). Obwohl die Ausschließlichkeit der *Eye Mind Assumption* seit einiger Zeit diskutiert wird (u.a. HYÖNÄ, 2010) besteht doch Einigkeit darüber, dass ein Zusammenhang zwischen visueller Wahrnehmung, visueller Aufmerksamkeit und kognitiver Verarbeitung existiert (VAN GOG & SCHEITER, 2010; HOLSANOVA, 2011). Denn, um beispielsweise eine Abbildung auf einer Geographieschulbuchseite analysieren zu können, muss diese zunächst bewusst visuell wahrgenommen werden (vgl. SELKE, 2007, 19). Augenbewegungen und damit Betrachtungsmuster können jedoch variieren, z.B. nach individuell empfundener Schwere einer Aufgabe (HOLMOVIST et al., 2010). Darüber hinaus gibt eine *Eye Tracking* Aufzeichnung lediglich Aufschluss darüber, welche Bereiche (z.B. einer Schulbuchseite) mit welcher Intensität betrachtet wurden, jedoch nicht mit welchem Ergebnis und auch nicht warum bestimmte Bereiche nicht betrachtet wurden (vgl. RAKOCZI, 2012, 95).

Daraus resultiert die Notwendigkeit, *Eye Tracking* mit weiteren Evaluationsmethoden (z.B. schriftliche Evaluation, Schulbuchanalyse) zu triangulieren sowie bei der Interpretation von *Eye Tracking* Daten Erkenntnisse aus weiteren Forschungsfeldern (z.B. Pädagogische Psychologie, Schulbuchforschung, Visuelle Kommunikation, Fachdidaktik) heranzuziehen.

3 Methodik

In einer explorativen Stichprobe wurden die Blickbewegungen von 20 Probanden und Probandinnen während der Betrachtung von fünf Geographieschulbuchdoppelseiten aufgezeichnet und analysiert. Die explorative

2.4 Forschungsfragen

Abgeleitet aus der Problemstellung und den theoretischen Grundlagen ergeben sich für die vorliegende Studie folgende Forschungsfragen:

1. Welche visuelle Aufmerksamkeit widmen die Probanden und Probandinnen gestalterischen Komponenten einer Schulbuchseite insgesamt sowie einzelnen Elementen wie Grafiken, Fotos und dem Textbereich beim ersten Betrachten sowie beim Lösen einer Aufgabe?
2. Wie bewerten die Probandinnen und Probanden die einzelnen gestalterischen Komponenten einer Schulbuchseite?
3. Wie lernförderlich ist die grafische Gestaltung der Schulbuchseiten aus der Sicht der Forschung?
4. Welche Zusammenhänge sind erkennbar zwischen
 - a) der Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit der Probanden und Probandinnen auf die gestalterische Komponenten der Schulbuchseiten,
 - b) ihrer Bewertung der gestalterischen Komponenten und
 - c) den Ergebnissen der Analyse der gestalterischen Komponenten aus Sicht der Forschung?

Studie umfasste eine *Eye Tracking* Untersuchung mit begleitender Befragung der Probanden und Probandinnen und eine Analyse der gestalterischen Komponenten der ausgewählten Geographieschulbuchseiten.

3.1 Eye Tracking Untersuchung

3.1.1 Probanden und Probandinnen

Es wurden die Blickbewegungen von 22 Probanden und Probandinnen aufgezeichnet. Die Aufzeichnungen von zwei Probanden/Probandinnen mussten aufgrund fehlender Daten aus der Analyse ausgeschlossen werden. Insgesamt wurden die Daten von 20 Probanden/Probandinnen (Gymnasium 15–17 Jahre und Studierende der Universität Potsdam 20–24 Jahre; drei männlich, siebzehn weiblich, $M=19,3$; $SD=2,78$) während der Betrachtung von Geographieschulbuch-Doppelseiten analysiert. Die Studierenden waren an der Universität Potsdam in den Fächern Psychologie, Biowissenschaften, Französisch und Linguistik immatrikuliert. Studierende des Faches Geographie wurden aus der Stichprobe ausgeschlossen, um den Einfluss von potentiell vertieften Vorkenntnissen auszuschließen. Die teilnehmenden Schüler und Schülerinnen entstammten verschiedenen Potsdamer Gymnasien (Klasse 9–13). Die Studie wurde von April 2014 bis Juni 2014 durchgeführt. Die Teilnahme erfolgte auf freiwilliger Basis gegen eine Aufwandsentschädigung von 10 Euro oder 0,5 VP-Stunden (Studierende Psychologie).

3.1.2 Stimuli und Technik

Die *Eye Tracking* Untersuchung wurde an einem EyeLink® 1000 (Desktop Mount) durchgeführt. Dort wurden die Blickbewegungen der Probanden monocular mit einer Frequenz von 1000 Hz gemessen. Die Stimuli wurden auf einem Farbmonitor in Originalgröße präsentiert.

Als Stimuli dienten fünf verschiedene Doppelseiten aus deutschen Geographieschulbüchern (Erscheinungsjahre 2012–2013) ver-

schiedener Verlage und verschiedener Bundesländer: Berlin/Brandenburg Klasse 9/10 (A), Berlin Klasse 9/10 (B), Saarland Klasse 7(C), Hessen Klasse 5/6 (D) und Niedersachsen Klasse 7/8 (E). Seite D (Hessen Klasse 5/6) ist identisch mit Nordrhein-Westfalen Klasse 7/8 (vgl. Abb 1).

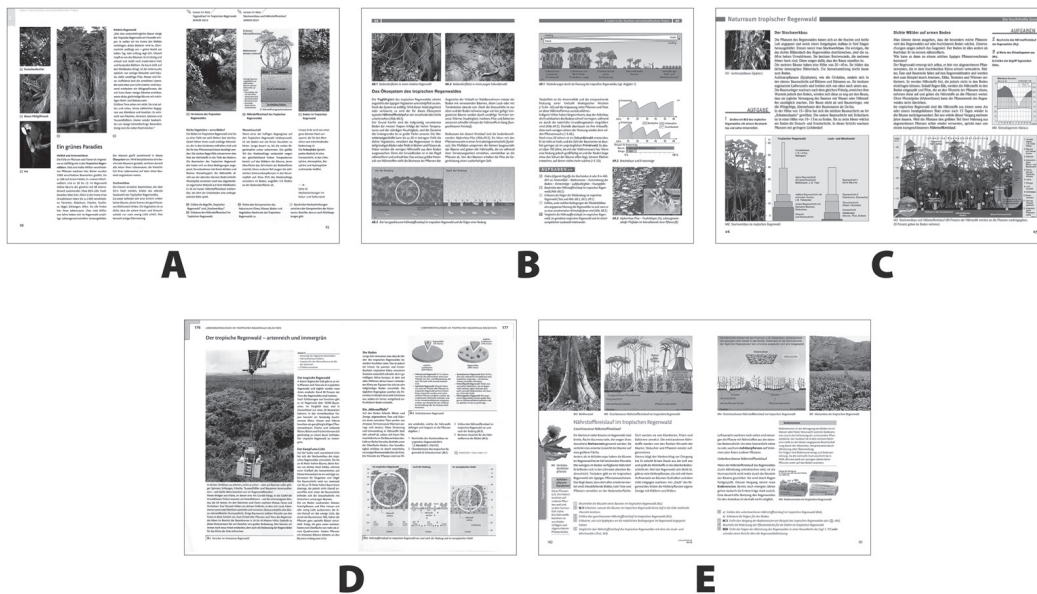
Die Auswahl des Themas wurde anhand folgender Kriterien getroffen: Das Thema ist in aktuellen Schulbüchern der führenden Bildungsmedienanbieter in allen deutschen Bundesländern enthalten. Es wurde bereits im Geographieunterricht der Probanden und Probandinnen behandelt (Gymnasium ab Klasse 9 Brandenburg und Studierende der Universität Potsdam). Alle ausgewählten Doppelseiten enthielten ähnliche Aufgaben. Auf allen ausgewählten Schulbuchseiten wurde das Thema mithilfe der Elemente Text, Foto und Grafik präsentiert. Die Stimuli unterschieden sich jedoch hinsichtlich ihres Designs sowie der gestalterischen und inhaltlichen Präsentation der Informationen.

3.1.3 Untersuchungsablauf

Die *Eye Tracking* Untersuchung erfolgte in zwei Stufen. In der ersten Teststufe erhielten die Probanden und Probandinnen die Aufgabe, die gesamte Schulbuchseite zu betrachten, um herauszufinden, was auf dieser Doppelseite erklärt wurde. In der zweiten Teststufe erschien dieselbe Schulbuchdoppelseite ein zweites Mal und die Probanden und Probandinnen lösten eine von der Versuchsleiterin zuvor ausgewählte Aufgabe aus dem Aufgabenteil.

Die Untersuchungssequenz war randomisiert, d.h., jeder Proband und jede Probandin betrachtete alle fünf Schulbuchseiten in einer unterschiedlichen, zufälligen Reihenfolge auf einem Bildschirm. Die Untersuchung

Abb 1 Schulbuchseiten A–E



erfolgte ohne vorgegebenes Zeitlimit, d.h., jeder Proband und jede Probandin bestimmte eigenständig, wie viel Zeit er bzw. sie jeweils für die Betrachtung der am Bildschirm dargestellten Schulbuchseite aufwendete.

Für die Teststufe 2 wurden anhand der ausgewählten Testaufgaben auf den Seiten A–E *Areas of Interest* (AOI) definiert. Eine Markierung als AOI erhielten diejenigen Seitenelemente, welche Informationen zur Lösung der Testaufgabe enthielten und/oder explizit in den Aufgaben vorgeschlagen wurden. Dies ermöglichte separate Datenaufzeichnungen zu jedem AOI, wie z.B. die jeweilige Verweildauer, die Anzahl der Fixationen und die Reihenfolge der angesteuerten AOI. Insgesamt betrachtete jeder Proband/ jede Probandin fünf verschiedene Geographieschulbuchseiten (A–E) in den zwei Teststufen und löste jeweils fünf Aufgaben.

Eye Tracking zeichnet die visuelle Intensität und die Reihenfolge auf, mit der Elemente einer Schulbuchseite betrachtet werden. Die Aufzeichnung der Blickbewegungen liefert jedoch keinen Aufschluss darüber, mit welchem Ergebnis eine Aufgabe gelöst wurde.

Die begleitende Befragung der Probanden und Probandinnen erfolgte direkt im Anschluss an die Aufzeichnung der Blickbewegungen. Sie diente der Ermittlung ihrer Bewertung der gestalterischen Komponenten der Schulbuchseiten. Die im Fragebogen aufgelisteten aus der Theorie (vgl. Kap. 2.1.) abgeleiteten Bewertungskategorien und -kriterien ebenso wie die unter Kap. 3.1.2 genannten Auswahlkriterien der Stimuli sollten eine Vergleichbarkeit der Schulbuchseiten untereinander ermöglichen. Die abgefragten Bewertungskategorien werden im Ergebnisteil (Kap. 4.2) erläutert.

3.2 Analyse der Gestaltung der Schulbuchseiten A–E

Die Analyse der Schulbuchseiten A–E erfolgte anhand der in den Kapiteln 2.1 und 2.2 erläuterten Kriterien. Hierbei ist zu betonen, dass der Untersuchungsfokus nicht auf einer Inhaltsanalyse des Textes, sondern auf gestalterischen Komponenten der Schulbuchseiten im Kontext des Lernens mit Medien lag.

Untersucht wurde: das typographische Konzept, die gestalterische Organisation der Doppelseite (Seitenlayout), das Bild-Text-Verhältnis, Größenrelationen der Abbildungen zum Abbildungsinhalt sowie zur Doppelseite, die Integration von Materialien (Grafiken, Fotos) und Texten, die Integration von Materialien in Aufgabestellungen, das Informationsdesign der Grafiken sowie die Bildinhalte abgebildeter Fotos.

4. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse anhand der Forschungsfragen gegliedert dargelegt.

4.1 Visuelle Aufmerksamkeit der Probanden und Probandinnen

Die *Eye Tracking* Untersuchung lieferte Daten in Form von statischen Visualisierungen (*Heat Maps*, *Gaze Plots* und *Trains of Vision*), dynamischen Visualisierungen (*Gaze Replays*) und numerischen Datensätzen (Gesamtverweildauer, Daten zu den AOI). Die Visualisierungen ermöglichten einen ersten Überblick darüber, in welcher Intensität die Probanden und Probandinnen einzelne Elemente der untersuchten Schulbuchseiten A–E betrachteten. Anhand fehlender Blickspuren ist z.B. sichtbar, welche Bereiche der untersuchten Schulbuchseiten A–E nicht oder nur oberflächlich betrachtet wurden. Für eine bewusste visuelle Wahrnehmung und bewusste kognitive Verarbeitung von Bildeindrücken wird eine Fixationszeit ab 330 Millisekunden angenommen (vgl. JOOS et al., 2003; GEISE, 2011). TAB 1 und TAB 2 stellen die Anzahl der ermittelten Fixationen über 300 Millisekunden auf den Grafiken, Textelementen,

und Fotos jeweils für Teststufe 1 (TAB 1) und Teststufe 2 (TAB 2) dar. Die Werte sind über alle 20 Probanden und Probandinnen jeweils pro Testseite (A–E) addiert.

TAB 1 stellt dar, dass in der Teststufe 1 bei der ersten Betrachtung der Schulbuchseiten auf allen untersuchten Seiten (A–E) die jeweils meisten Fixationen auf den Textblöcken ermittelt wurden. Die wenigsten Fixationen wurden auf abgebildeten Fotos ermittelt. Ein vergleichbarer Befund zeigte sich für Teststufe 2 (TAB 2), die Lösung der Testaufgaben. Auch hier wurden die meisten Fixationen auf den Textelementen der Seiten A–E ermittelt. Auffällig ist die hohe Anzahl an Fixationen auf der Grafik von Seite A (vgl. TAB 2). Jedoch enthielt die Testaufgabe der Seite A keinerlei Materialverweise (siehe * in TAB 2). Dennoch enthielt die Grafik relevante Informationen zur Lösung der Testaufgabe von Seite A. Laut Datenauswertung fiel ein großer Teil der auf der Grafik von Seite A verbrachten Fixationzeit auf den langen, klein gedruckten Textteil der Grafik. Trotz der hohen Anzahl an Fixationen auf der Grafik von Seite A bewerteten die Probanden und Probandinnen diese Grafik schlecht (vgl. TAB 4).

Tab 1 Anzahl der Fixationen (n) auf einzelnen Seitenelementen in Teststufe 1
(eigene Darstellung, eigene Berechnung)

	Seite A	Seite B	Seite C	Seite D	Seite E
Textblöcke	1060	1046	773	916	669
Überschriften	5	32	12	14	21
Bildunterschriften	28	84	27	21	44
Aufgaben	121	64	84	101	82
Weiteres Textmaterial	403	–	–	159	160
Foto 1	6	13	15	20	3
Foto 2	18	21	–	–	18
Foto 3	8	25	–	–	19
Foto 4	9	8	–	–	–
Foto 5	11	–	–	–	–
Foto 6	23	–	–	–	–
Grafik 1	80	134	195	151	131
Grafik 2	–	144	127	191	134
Grafik 3	–	169	22	–	35

– = auf diesen Seiten waren jeweils keine bzw. keine weiteren Grafiken, Fotos oder Verweise abgebildet

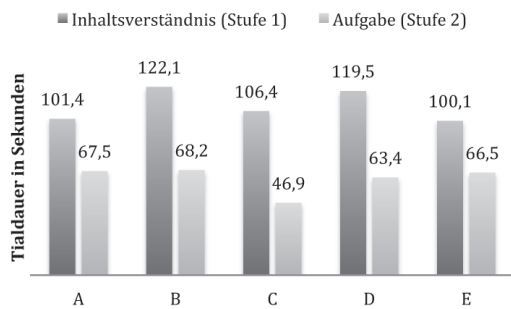
Tab 2 Anzahl der Fixationen (n) auf einzelnen Seitenelementen in Teststufe 2
(eigene Darstellung, eigene Berechnung)

	Seite A	Seite B	Seite C	Seite D	Seite E
Textblöcke	479	567	366	573	593
Überschriften	4	19	8	0	8
Bildunterschriften	26	42	17	8	23
Aufgaben	213	351	106	184	175
Weiteres Textmaterial	48	–	–	0	14
Foto 1	1	1	1	3	1
Foto 2	0	25*	–	–	2
Foto 3	4	7	–	–	4
Foto 4	2	1	–	–	–
Foto 5	10	–	–	–	–
Foto 6	6	–	–	–	–
Grafik 1	398	64*	19	34	182*
Grafik 2	–	67*	111*	94*	18
Grafik 3	–	15	12	–	1

* = auf diese Grafik/ dieses Foto wird in der Aufgabe verwiesen.

– = auf diesen Seiten waren jeweils keine bzw. keine weiteren Grafiken, Fotos oder Verweise abgebildet

Abb 2 Trialdauer in Sekunden für Stufe 1 und Stufe 2 (eigene Darstellung, eigene Berechnung)



Daraus könnte abgeleitet werden, dass die Probanden und Probandinnen vor Herausforderungen beim Dekodieren der Grafik standen. Dies könnte einen Indikator für den *Attention Comprehension Gap* (St. AMANT & MELONCON, 2015) darstellen, der beschreibt, dass eine längere Aufmerksamkeitsspanne (hier für die Grafik der Seite A) nicht automatisch mit deren Verständnis einhergeht (vgl. Kap. 2.2). Die Trialdauer (Abb 2) veranschaulicht die gemittelte Zeitdauer in Sekunden welche die Probanden und Probandinnen durchschnittlich in Stufe 1 und Stufe 2 auf den Testseiten A–E verbrachten. Die Probanden und Probandinnen verweilten deutlich länger in

Stufe 1 (erstes Inhaltsverständnis) als in Stufe 2 (Lösen der Aufgaben) auf den Testseiten. Eine Erklärung hierfür könnte das Untersuchungsdesign bieten. Die Seiten erschienen jeweils zweimal hintereinander auf dem Monitor (Stufe 1 Inhaltsverständnis, danach Stufe 2 Aufgabe).

Für Teststufe 2 (Lösen der Aufgabe) wurden Datensätze mit Messwerten zu den definierten *Areas of Interest* (AOI) für jede Testseite, jeden Probanden/jede Probandin und jede Testphase erzeugt. Der Datensatz zur Verweildauer in den AOI (TAB 3) gibt Auskunft über die gemittelte Dauer in Sekunden, welche alle 20 Probanden und Probandinnen jeweils in jedem definierten AOI beim Lösen der Testaufgabe verbrachten. Es wurden die Fixationen ab einer Dauer von 100 Millisekunden aufgezeichnet. Auch hier wurde die längste Verweildauer jeweils auf den Textelementen der Testseiten A–E gemessen.

Auffällig ist der Befund für Seite B. Trotz der (im Vergleich zu den Seiten A–E) höheren Anzahl an AOI wurde nur eine mittlere Verweildauer von 31,06 Sekunden in den AOI gemessen, was deutlich niedriger ist auf den Seiten A und E (vgl. TAB 3).

Tab 3 Mittlere Verweildauer in den AOI (in Sekunden) in Stufe 2 (Lösen der Aufgabe) (eigene Darstellung, eigene Berechnung)

	Seite A	Seite B	Seite C	Seite D	Seite E
Aufgaben	4,84	6,97	3,16	4,74	3,23
Text	17,32	14,23	17,73	18,11	19,98
Überschrift	0,21	0,70	0,34	0,08	0,94
Grafik 1	11,66	3,44	6,64	4,43	9,01
Bildunterschrift Grafik 1	1,21	0,76	1,11	0,36	0,48
Foto	–	0,57	–	–	–
Bildunterschrift Foto	–	0,23	–	–	–
Grafik 2	–	3,39	–	–	–
Bildunterschrift Grafik 2	–	0,77	–	–	–
Gesamt	35,24	31,06	28,98	27,72	33,64

4.2 Bewertung der Schulbuchseiten durch die Probanden und Probandinnen (Fragebogenevaluation)

Mithilfe des Fragebogens bewerteten die Probanden und Probandinnen die visuelle Qualität der untersuchten Geographieschulbuchseiten. Daneben hatte der Fragebogen zum Ziel, mögliche Präferenzen der Probanden und Probandinnen hinsichtlich der Gestaltung der Schulbuchseiten bzw. einzelner Komponenten des Schulbuchdesigns zu untersuchen (vgl. TAB 4).

Dafür bewerteten diese die Seitengestaltung insgesamt, die Grafiken, den Text, die Verständlichkeit des Inhaltes und die gestalterische Organisation der Informationen (alle relevanten Inhalte schnell gefunden = Orientierung). Die Probanden vergaben Einzelnoten für jede abgefragte Kategorie. Jede Note durfte pro Kategorie nur einmal vergeben werden.

Die Vergabe der Noten erfolgte analog zum Schulnotensystem (Note 1 = beste Bewertung, Note 5 = schlechteste Bewertung). Für jede Kategorie waren 20 Punkte als bester Gesamtwert möglich (20 Probanden mit jeweils Note eins). Die beste mögliche Gesamtbewertung pro Schulbuchseite betrug

somit 100 Punkte = Note 1,0; die schlechteste mögliche Gesamtbewertung betrug demzufolge 500 Punkte = Note 5,0.

Insgesamt bewerteten die Probanden und Probandinnen Seite E mit einer Durchschnittsnote von 2,31 am besten und Seite D mit einer Durchschnittsnote von 3,53 am schlechtesten, dicht gefolgt von der mit 3,49 am zweitschlechtesten bewerteten Seite A. Somit erhielt keine der untersuchten Seiten eine sehr gute Bewertung.

Auffällig ist die konsistente Bewertung der Schulbuchseiten über die Einzelkategorien hinweg. Seite E schnitt mit einem deutlichen Punktabstand zur zweitplatzierten Seite C als die von den Probanden und Probandinnen am besten bewertete Seite ab. In drei von fünf abgefragten Kategorien erhielt Seite E die beste Bewertung (Seitengestaltung, Grafiken, Orientierung). Die von den Probanden und Probandinnen schlechter bewerteten Seiten (B, A, D) liegen in ihren Punktwerten nahe beieinander und wiesen jeweils einen deutlichen Punktabstand zur zweitplatzierten Seite C auf.

TAB 4 Bewertung der Gestaltung der Schulbuchseiten A–E (in Punkten sowie in Form einer Schulnote) (eigene Darstellung, eigene Berechnung)

Seite	Design	Grafik	Text	Verständlichkeit	Orientierung	Punkte	Note
A	72	73	63	69	72	349	3,49
B	62	63	59	66	66	316	3,16
C	60	47	48	47	49	251	2,51
D	68	77	76	67	65	353	3,53
E	38	40	54	51	48	231	2,31

4.3 Ergebnisse der Analyse der Gestaltung der Schulbuchseiten in Relation zur Bewertung der Probanden und Probandinnen (Fragebogenevaluation) und der Datenauswertung der *Eye Tracking* Untersuchung

Im Folgenden werden ausgewählte Gestaltungskomponenten der untersuchten Schulbuchseiten A–E aus der Perspektive der Visuellen Kommunikation analysiert. Diese Analyse wird durch Erkenntnisse der Pädagogischen Psychologie zum Lernen mit Medien ergänzt. Die Ergebnisse werden mit Daten der *Eye Tracking* Untersuchung und der Bewertung durch die Probanden und Probandinnen (Fragebogenevaluation, TAB 4) in Beziehung gesetzt.

Exemplarisch werden hierfür ausgewählte Gestaltungskomponenten betrachtet, und zwar der von den Probanden und Probandinnen am schlechtesten bewerteten Seite D (vgl. TAB 4), welche aus einem Geographieschulbuch der Jahrgangstufe 5/6 für Hessen entstammt (ABB 4) und der ebenfalls eher schlecht bewerteten Seite B, welche einem Berliner Geographieschulbuch der Klassenstufe 9/10 entnommen wurde (ABB 5).

4.3.1 Analyse der Schulbuchseite D

Betrachtet man das Seitenlayout der von den Probanden und Probandinnen am schlechtesten bewerteten Seite D (TAB 4, ABB 4), so fallen im Haupttext lange schmale Textspalten auf. Insbesondere das Spaltenraster sowie die großformatigen Abbildungen könnten ein Indikator für eine optische Anlehnung des Layoutkonzeptes an einen Zeitungs- bzw. Magazinstil darstellen.

Die Probanden und Probandinnen bewerteten dieses Design unter den Seiten A–E mit 68 Punkten (vgl. TAB 4) am zweitschlechtesten.

Ein typographischer Aspekt, nämlich die geringe Zeichenanzahl pro Zeile (30 bis 40 Zeichen) folgt aus den schmalen Textspalten. Aus dieser relativ geringen Zeichenzahl resultieren zahlreiche Worttrennungen, die in vielen Fällen automatisch und nicht nach dem Wortsinn erfolgten. Viele Trennungen, besonders wenn diese nicht nach dem Wortsinn erfolgen, sowie lange schmale Textspalten können den Lesefluss erschweren, insbesondere den weniger geübter Leser und Leserinnen (vgl. Kap. 2.1).

Obwohl eine sehr gut lesbare, ästhetische serifenlose Grotesk sowie ein optisch harmonischer Durchschuss gewählt wurde, bewerteten die Probanden und Probandinnen den Text von Seite D mit 76 Punkten am schlechtesten unter den untersuchten Seiten A–E (vgl. TAB 4). Dennoch lag bei Seite D die visuelle Hauptaufmerksamkeit der Probanden und Probandinnen sowohl in Stufe 1 (Inhaltsverständnis, TAB 1) als auch bei der Lösung der Aufgabe (Stufe 2) auf dem Textteil der Seite D (TAB 2).

Auf Seite D (ABB 4) ist mit einem Foto und zwei Grafiken die geringste Zahl an Abbildungen unter den untersuchten Seiten A–E enthalten (vgl. ABB 1). Entsprechend dem gestalterischen Charakter des Buches sind die Abbildungen dieser Schulbuchdoppelseite jedoch verhältnismäßig großformatig. So ist Foto M1 mit 112 mm x 166 mm das größte Foto unter den Seiten A–E. Dennoch zeigt die Auswertung der Fixationen (TAB 1, TAB 2), dass die Probanden und Probandinnen dieses Foto selten länger fixierten.

Grafiken (Nährstoffkreislauf im tropischen Regenwald, Regenwaldabholzung und Nährstoffkreislauf im europäischen Wald). Somit illustriert diese eine Grafik drei verschiedene Aspekte einer Thematik, was eine hohe Komplexität bedeutet. Denn um die Aufgabe drei mithilfe der Grafik M3 zu bearbeiten, müssen Lernende zunächst alle drei Grafiken analysieren und dekodieren und das Ergebnis mit der Aufgabenstellung abgleichen, um herauszuarbeiten, welche der drei Grafiken für die Lösung der Aufgabe relevant ist (vgl. Kap. 2.2). Für die Bearbeitung der Testaufgabe von Seite D ist der dritte Teil der Grafik M3 (Nährstoffkreislauf im europäischen Wald) irrelevant. Die hohe Komplexität der Grafik M3 ist in diesem Fall unnötig und könnte den *Intrinsic Cognitive Load* sowie den *Extraneous Cognitive Load* (vgl. Kap. 2.2.) der Lernenden erhöhen.

Der *Gaze Plot* eines Probanden/einer Probandin (VP19) beim Betrachten von Seite D in Stufe 2 Seite D (Abb 4) demonstriert ein exemplarisches Betrachtungsmuster der Probanden und Probandinnen beim Lösen der Testaufgabe: wenig visuelle Aufmerksamkeit für die Abbildungen und ein Fokus der Betrachter/Betrachterinnen auf Textelemente (Fließtext, Aufgabenstellungen).

Im Mittel verwendeten die Probanden und Probandinnen 63,7 Sekunden um die Testaufgabe von Seite D am Bildschirm zu bearbeiten. Hiervon verbrachten sie jedoch im Mittel nur 4,43 Sekunden in Grafik M3 während 18,11 Sekunden für den Fließtext aufgewendet wurden. Betrachtet man die mit 77 Punkten (vgl. Tab 4) schlechteste Bewertung der Probanden und Probandinnen für die abgebildeten Grafiken der Seite D im Zusammenhang mit der geringen Bewertung in der Kategorie Verständlichkeit (67 Punkte) und der geringen visuellen Aufmerksamkeit

für die abgebildeten Grafiken, so könnte dies als ein Indiz dafür gewertet werden, dass die Lernenden bei der Bearbeitung von Grafik M3 vor kognitiven Herausforderungen standen (vgl. Kap. 2).

4.3.1 Analyse der Schulbuchseite B

Die Analyse des Seitenlayouts von Seite B zeigt ein klassisches deutsches Schulbuchdesign in einem relativ starren zweispaltigen Raster, wie die schematische Anordnung der Materialien (oben, unten, außen) demonstriert. Eine gut lesbare serifenlose Grotesk, ergänzt von Auszeichnungen, gesetzt mit einem luftigen Durchschuss, charakterisiert die Typographie dieser Doppelseite. Trotz der nach WILLBERG und FORSMANN (1997) für „informierendes Lesen“ idealen Zeichenanzahl von ca. 50 Zeichen pro Zeile erfolgten auch auf Seite B zahlreiche Worttrennungen nicht nach dem Wortsinn. Insgesamt bewerteten die Probanden und Probandinnen Seite B mit der Punktzahl 316 eher im niedrigeren Bereich, was auch auf die Bewertung der Kategorie Seitengestaltung (62 Punkte) zutrifft.

Die Testaufgabe forderte die Probanden und Probandinnen auf, die Folgen der Waldrodung im tropischen Regenwald zu erläutern. Hierfür wurden in der Testaufgabe drei Materialien vorgeschlagen (Grafiken 68.2 und 69.1, Foto 68.3). Grafik 68.2 repräsentiert eine Infografik, bestehend aus zwei nebeneinanderstehenden Grafiken: Auf der linken Seite ist der Nährstoffkreislauf im tropischen Regenwald vor der Rodung und auf der rechten Seite nach der Rodung abgebildet. Damit gehört diese Infografik auch zur Gruppe der *Paired Graphics*. Für das Verständnis dieser Grafik relevante Elemente, nämlich die Nährstoffpartikel, gehen in der bunten illustrativen

68.1 Bodenoberfläche in einem intakten Regenwald

68.2 Das Ökosystem des tropischen Regenwaldes

68.3 Bodenoberfläche in einem jungen Sekundärwald

69.1 Leben in den feuchten und wechselfeuchten Tropen

69.2 Brachedauer und Ernterträge

69.3 Mykorrhizas-Pilze – Fruchtkörper (A), Lebensgemeinschaft: Pilzfäden im Wurzelbereich einer Pflanze (B)

AUFGABEN >>>

○ 200ms ○ 300ms ○ 400ms ○ 500ms ○ 600ms ○ 700ms ○ 800ms ○ 900ms

Abb 5 Betrachtungsmuster (gaze plot) eines Probanden/einer Probandin (VP9) von Seite B in Teststufe 2 beim Lösen der Testaufgabe eigene Darstellung (Visualisierungen produziert mithilfe SR Research Dataviewer)

Grafik jedoch unter und erschweren so deren Verständnis. Für die Darstellung der Nährstoffpartikel im tropischen Regenwald wurde darüber hinaus ein Rot-Grün-Kontrast gewählt, von dem in Bildungsmedien zur Hervorhebung relevanter Details abgesehen werden sollte (vgl. Kap. 2.1 Rot-Grün-Sehschwäche).

Die zweite Infografik (69.1) stellt „Veränderungen durch die Nutzung des tropischen Regenwaldes“ (Bildunterschrift) dar. Als erstes fallen dem Betrachter/der Betrachterin zwei weiße, mit „hoch“ und „niedrig“ beschriftete Pfeile am oberen Rand der Grafik auf. Obwohl Aufgabe drei der Schulbuchseite B auf die Grafik 69.1 verweist, erschließt sich die Bedeutung dieser Pfeile erst bei der Lösung

der Aufgabe eins der Seite B. Das bedeutet, um Grafik 69.1 für die Bearbeitung der Aufgabe drei zu nutzen, muss zunächst Aufgabe eins gelöst werden. Diese Konstruktion könnte problematisch sein, da während der Arbeit mit einem Schulbuch nicht in jedem Fall alle Aufgaben von jedem Schüler/jeder Schülerin hintereinander gelöst werden. Darüber hinaus enthält Grafik 68.2 alle relevanten Informationen, um Aufgabe drei zu lösen. Der Verweis auf Grafik 69.1 ist somit redundant und könnte im Gegenteil zum *Redundancy Effect* führen (vgl. Kap. 2.2).

Das Foto 68.3 „Bodenoberfläche in einem jungen Sekundärwald“ (Bildunterschrift) ist hauptsächlich in Brauntönen gehalten, relativ kontrastarm und ein insgesamt wenig

attraktives Fotomotiv. Darüber hinaus sind auf dem Foto keine Referenzobjekte abgebildet, welche eine Einschätzung der Größe des Ausschnittes ermöglichen. Die Aufgabe drei enthält neben dem Verweis auf das Foto 68.3 keinerlei Hinweise, in welcher Form dieses in die Bearbeitung der Aufgabe integriert werden soll, was für Lernende eine Herausforderung darstellen könnte. Denn Fotos können je nach Kontext und Perspektive des Betrachters/der Betrachterin auf verschiedenste Weise interpretiert werden (vgl. Kap. 2.1).

Eine mögliche Erklärung für das mäßige Abschneiden von Seite B in der Bewertung der Probanden und Probandinnen könnte sich aus der Betrachtung der für Seite B definierten AOI erschließen (vgl. Abb 5). Die AOI wurden anhand der Materialverweise der Testaufgabe definiert (68.2, 68.3 und 69.1). Somit verweist die Aufgabe auf drei Materialien, während die Seiten C, D und E jeweils auf nur eine Grafik verweisen. Bei Seite A verzichtete man auf Materialverweise, sowohl in den Aufgaben als auch im Fließtext. Die Datenauswertung der in den AOI verbrachten Zeit während des Lösen der Testaufgabe (Tab 3) zeigte für Seite B jedoch, dass die hohe Anzahl an Materialverweisen nicht mit einer insgesamt längeren Verweildauer in den abgebildeten Materialien einherging. Denn von 68,2 Sekunden gemittelter

Gesamtverweildauer (Abb 2; längste Gesamtverweildauer unter den Testseiten A–E) wurden nur durchschnittlich 31,06 Sekunden in den AOI verbracht (Grafik 68.2 = 3,44 Sekunden, Grafik 69.1 = 3,39 Sekunden, Foto 68.3 = 0,57 Sekunden, im Fließtext dagegen 15,23 Sekunden). Darüber hinaus entfielen 6,97 Sekunden auf den Aufgabentext (Tab 4). Im Vergleich (Tab 3) ist die in der Aufgabenstellung von Seite B verbrachte Fixationszeit deutlich länger als die in den Aufgaben der weiteren Testseiten A–E. Anhand der Datenvisualisierungen ist ersichtlich, dass die visuelle Aufmerksamkeit der Probanden und Probandinnen mehrmals zwischen abgebildeten Materialien und der Aufgabenstellung hin und her wanderte. In diesem Kontext ist bemerkenswert, dass die Probanden und Probandinnen die Seite B in der Kategorie Orientierung mit 66 Punkten am zweitschlechtesten bewerteten (vgl. Tab 4).

Insgesamt könnten die Blickbewegungsdaten im Zusammenhang mit der Bewertung der Probanden/Probandinnen als Indiz für eine hohe Komplexität des Materials interpretiert werden und auf einen hohen *Cognitive Load* bzw. *Cognitive Overload* (vgl. Kap. 2.2.) der Lernenden hinweisen. In diesem Fall konzentrieren sich viele Lernende auf einzelne Repräsentation und beachten weitere Materialien nicht (vgl. OESTERMEIER & EITEL, 2014, 18).

5 Reflexion

Die beschriebene Untersuchung analysierte welche visuelle Aufmerksamkeit die Probanden und Probandinnen den gestalterischen Komponenten der Schulbuchseiten A–E beim ersten Betrachten sowie beim Lösen einer Aufgabe widmeten. Daneben wurde untersucht, wie die Probanden und

Probandinnen die visuelle Qualität der analysierten Geographieschulbuchseiten in Bezug auf deren Effektivität und Effizienz für den eigenen Lernprozess bewerteten. Der Fragebogen hatte zum Ziel, Präferenzen der Probanden und Probandinnen hinsichtlich der Gestaltung der Schulbuchseiten bzw.

einzelner Komponenten des Schulbuchdesigns zu evaluieren. Daneben wurde die Gestaltung der Schulbuchseiten A–E aus der Perspektive der Visuellen Kommunikation analysiert und die Ergebnisse mit Erkenntnissen aus der Forschung zum Lernen mit Medien ergänzt. Die Ergebnisse wurden mit den Daten der *Eye Tracking* Untersuchung und der Bewertung der Probanden und Probandinnen (Fragebogenevaluation, TAB 4) in Beziehung gesetzt.

5.1 Zusammenfassung: Visuelle Aufmerksamkeit

Die Ergebnisse der *Eye Tracking* Untersuchung zeigen, dass die visuelle Aufmerksamkeit der Probanden und Probandinnen sowohl in Stufe 1 (Inhaltsverständnis) als auch in Stufe 2 (Lösung der Testaufgaben) vorrangig auf Textelemente der untersuchten Schulbuchseiten A–E fokussiert war. Dieses Ergebnis schließt u.a. an SCHNOTZ, MENGELKAMP, BAADTE und HAUCK (2014, 484) an, welche feststellten, dass Lernende häufig die Tendenz zeigen, Bilder in Lernmaterialien zu ignorieren und Text zu bevorzugen.

Darüber hinaus offenbarte die *Eye Tracking* Untersuchung eine Diskrepanz zwischen dem hohen Abbildungsanteil auf den untersuchten Geographieschulbuchseiten und der visuellen Aufmerksamkeit, welche die Probanden und Probandinnen den Abbildungen der Seiten A–E widmeten. Die Probanden und Probandinnen betrachteten Grafiken in vielen Fällen eher oberflächlich und schenken abgebildeten Fotos wenig visuelle Aufmerksamkeit. Für eine Wissenskonstruktion mithilfe von Abbildungen in Geographieschulbüchern ist visuelle Aufmerksamkeit für die abgebildeten Materialien jedoch eine wich-

tige Voraussetzung, gefolgt von der Fähigkeit Abbildungen im spezifischen Aufgabenkontext zu interpretieren und zu dekodieren sowie zusammengehörige Bild- und Textinformationen zu integrieren.

In diesem Kontext bemerken PINTÓ und AMETTLER (2002, 341): *“Science teachers should be aware that an image is worth more than thousand words only if the reader knows the codes to interpret and to design images”*. Im Folgeschluss könnte dies bedeuten, Abbildungen werden trotz ihrer Omnipräsenz im Alltagsleben wie im Lernkontext immer noch unterschätzt, und zwar sowohl in ihrem Potenzial für den Lernprozess als auch in den kognitiven Herausforderungen, die Abbildungen für Lernende darstellen können.

Jedoch belegen zahlreiche Studien, dass der Wissenserwerb mit Abbildungen und Texten gemeinsam erfolgreicher ist (*Multi-media Effect*) als nur mit Texten oder nur mit Abbildungen allein (vgl. MAYER, 2009; ULLRICH et al., 2012; ARNDT, SCHÜLER & SCHEITER, 2015). Diese Untersuchungen zeigen aber auch: eine Integration der Informationen aus Abbildungen und Texten geschieht nicht automatisch. Die Kompetenzen hierfür müssen erlernt und eingeübt werden (vgl. SCHLAG, 2011; SCHNOTZ et al., 2014).

5.2 Zusammenfassung: Analyse der Gestaltung der Schulbuchseiten A–E

Die Analyse der untersuchten Schulbuchseiten A–E demonstrierte, dass eine Umsetzung bzw. ein Praxistransfer bekannter Erkenntnisse, z.B. aus der Gestalttheorie und den verschiedenen Fachdisziplinen des Designs (vgl. Kap. 2.1) sowie zum Lernen mit Medien aus der Pädagogischen Psychologie

(vgl. Kap. 2.2), bisher noch nicht umfassend auf das Design der untersuchten Geographieschulbuchseiten A–E stattfand.

So waren z.B. auf allen Seiten für die Lösung der Testaufgaben relevante Informationen jeweils vollständig sowohl im Text als auch in Abbildungen enthalten. Es ist also möglich, die Aufgaben auf den Testseiten allein durch eine Analyse der Abbildungen zu lösen oder allein durch die Bearbeitung des Textes. Somit blieb es den Probanden und Probandinnen überlassen, für welche Repräsentation sie sich entschieden.

Erkenntnisse zum Lernen mit Medien, wie u.a. die *Cognitive Load Theory* von CHANDLER und SWELLER (1991) und MAYERS (2009) Forschung zu *Multimedia Learning*, beschreiben jedoch kognitive Herausforderungen, die sich aus dieser Konstruktion ergeben könnten. Es wird laut MAYER (2009) nicht unbedingt ein besserer Lerneffekt erzielt, wenn ein und dieselbe Information in verschiedenen Repräsentationen präsentiert wird (*Redundancy Principle*; vgl. Kap. 2.2). Darüber hinaus können Aufgabenstellungen, bei denen zahlreiche Materialien integriert werden sollen und/oder komplexe Schulbuchseiten mit vielen unterschiedlichen Materialien zu *Cognitive Overload* (vgl. Kap. 2.2), bei (insbesondere leistungsschwächeren) Lernenden führen.

Legt man bei der Analyse der Gestaltung der Schulbuchseiten A–E Maßstäbe der Visuellen Kommunikation, des Informationsdesigns sowie der Forschung zum Lernen mit Medien (Pädagogische Psychologie) an, so zeigten sich auf allen untersuchten Seiten (A–E) Defizite.

Exemplarisch werden im Folgenden Herausforderungen für die Lernenden erläutert, die aus gestalterischen Komponenten der Seiten D und B resultieren könnten:

- Das Seitenlayout der Seite D mit langen schmalen Textspalten und großformatigen Abbildungen wurde als Indikator für eine optische Anlehnung an einen Zeitungs- bzw. Magazinstil identifiziert. Dies wurde vom Verlag bestätigt. Die Probanden und Probandinnen bewerteten Seite D am schlechtesten unter den Seiten A–E. Daraus könnte geschlossen werden: eine Adaption eines in anderen Printmedien gebräuchlichen Layoutstils auf ein Schulbuchgestaltungskonzept sollte nicht nur ästhetischen Maßstäben folgen, sondern sehr genau in Bezug auf die Zielgruppe (z.B. Klassenstufe, Schulform der Schüler/Schülerinnen) geprüft und sorgfältig an deren Bedürfnisse angepasst werden (vgl. dazu auch JOO et al., 2014).
- Die langen, schmalen Textspalten auf Seite D mit einer Zeichenanzahl von 30–40 Zeichen pro Zeile unterschreiten die nach WILLBERG und FORSMANN (1997) empfohlene Zeichenanzahl für „informierendes Lesen“ von 40–50 Zeichen. Dies kann den Lesefluss erschweren (vgl. Kap. 2.1.)
- Sowohl auf Seite D als auch auf Seite B (und auch Seite A) erfolgten zahlreiche Worttrennungen nicht nach dem Wortsinn, was nach WILLBERG und FORSMANN (1997) den Lesefluss erschwert (vgl. Kap. 2.1).
- Die Bildinhalte der Fotos auf den Seiten B und D (aber auch der Seiten A, C und E) sind größtenteils dekorativer Art. Die Bildinhalte der Fotos sind nicht/oder nur ungenügend in den Text integriert und wurden darüber hinaus nicht/oder nur ungenügend durch Aufgaben erschlossen. Darüber hinaus wurden Parameter, nach denen Fotos in Aufgabe integriert werden sollen nicht/oder nur ungenügend

- beschrieben. Explizite inhaltliche und gestalterische Verschränkungen zwischen zusammengehörigen Bildern und Texten sind jedoch insbesondere beim Lernen mit Bildern und Texten von Bedeutung, da Lernende häufig Schwierigkeiten haben, Abbildungen und Texte sinnvoll zu integrieren (SCHLAG 2011; ULLRICH et al. 2012). Dies impliziert auch Ansprüche an die didaktische, ästhetisch-gestalterische, inhaltliche und technische Qualität abgebildeter Fotos (vgl. PETERSSON, 2010).
- Die Farbgestaltung der Grafiken auf Seite B und D (aber auch Seite E) berücksichtigt die Rot-Grün-Sehschwäche nicht. Im Sinne einer möglichst barrierefreien Gestaltung von Bildungsmedien sollte diesem Rechnung getragen werden (vgl. STAPELKAMP, 2013).
 - Der Wissenserwerb mit Grafiken ist ein komplexer Prozess, der für viele Lernende eine kognitive Herausforderung darstellt, da unterschiedliche Zeichen- und Symbolsysteme analysiert, dekodiert und im Lernkontext interpretiert werden müssen (vgl. DE VRIES/LOWE 2010; BÉTRANCOURT et al. 2012; BOUCHEIX ET AL. 2013). Das bedeutet: Grafiken in Schulbüchern sind nur dann lerneffektiv, wenn diese so gestaltet sind, dass sie sowohl in Bezug auf die Aufgabe als auch in Bezug auf die Kenntnisse der Lernenden adäquat sind (SCHNOTZ & BAADTE, 2014, 6). Die Analyse der Grafiken offenbarte in zahlreichen Fällen deren (teilweise unnötig) hohe Komplexität. Erkenntnisse des Informationsdesigns zur effektiven Visualisierung von Informationen (z.B. TUFTÉ, 1990; HORN, 1999a) wurden noch nicht umfassend in den Grafiken der Seiten A–E umgesetzt.

5.3 Zusammenfassung: Bewertung der gestalterischen Komponenten der Seiten A–E durch die Probanden und Probandinnen in Relation zur Analyse der Gestaltung der Seiten A–E aus der Perspektive der Forschung

Die Bewertung der gestalterischen Komponenten der untersuchten Schulbuchseiten A–E durch die Probanden und Probandinnen (TAB 4) zeigte deutlich unterschiedliche Werte und somit Präferenzen. Diese Bewertung zog sich mit nur geringen Abweichungen konsistent durch alle abgefragten Kategorien (Design, Grafik, Text, Orientierung, Verständlichkeit).

Die Datenauswertung zeigte, dass die Bewertung der Probanden und Probandinnen (TAB 4) für die Gestaltung und die Verständlichkeit der untersuchten Geographieschulbuchseiten in zahlreichen Aspekten mit

den Ergebnissen der Analyse aus der Perspektive der Visuellen Kommunikation sowie mit Erkenntnissen aus der Pädagogischen Psychologie übereinstimmte. Daraus könnte abgeleitet werden, dass die Probanden und Probandinnen in der Lage waren, die visuelle Qualität der untersuchten Geographieschulbuchseiten in Bezug auf deren Effizienz und Effektivität für den eigenen Lernprozess zu beurteilen.

Dies ist insofern von Bedeutung, als Untersuchungen nahelegen, dass subjektive Normen und individuell wahrgenommene Faktoren wie Selbstwirksamkeit, Nützlichkeit

und Benutzerfreundlichkeit wichtige Einflussfaktoren für die Akzeptanz und die Wirksamkeit eines Bildungsmediums darstellen (vgl. Joo et al., 2014, 100). Darüber hinaus können laut Joo et al. (2014, 95) technologische Innovationen wie z.B. neue Schulbuchkonzepte nur dann erfolgreich implementiert werden können, wenn Präferenzen und Nutzungsverhalten ihrer Anwender und Anwenderinnen bei deren Konzeption berücksichtigt werden. Dies wird sowohl durch die *Emotional Design Hypothesis* (vgl. MAYER & ESTRELLA, 2014, 14) als auch durch MORENOS (2006) *Cognitive Affective Theory of Learning with Media* (CATLM) (Kap. 2.2) gestützt, welche annehmen, dass Emotionen, Motiva-

tion und Verhalten neben kognitiven Variablen eine entscheidende Rolle im Lernprozess mit Bildungsmedien spielen (vgl. PARK et al., 2014, 125).

Zusammenfassend könnte die Datenauswertung in der Weise interpretiert werden, dass die Gestaltung von Schulbüchern einen entscheidenden Faktor (unter anderen Faktoren) für den Wissenserwerb Lernender darstellt. Dies würde MORGANS (2014, 73–75) These zu den Wirkungen von *well designed textbooks* bestätigen.

Allerdings scheint noch Handlungsbedarf bezüglich einer stärker differenzierten Erforschung von Lernerpräferenzen bei der Schulbuchrezeption zu bestehen.

6 Fazit und Ausblick

Um moderne geographische Informationsvisualisierungen, die Vielzahl heute möglicher Abbildungsformen, sowie komplexe Bild-Text-Strukturen in einem möglichst lernförderlichen Gestaltungskonzept für ein Geographieschulbuch zu vereinen, scheint es hilfreich zu sein, Wissen aus verschiedenen Fachgebieten bereits in einer frühen Projektphase zu bündeln. Dies stützen Untersuchungen der Schulbuchforschung (NIEHAUS et al, 2011; FUCHS et al., 2014).

In ein modernes, lernförderliches Schulbuchkonzept sollte im Idealfall nicht nur Erkenntnisse der Fachdidaktik und Gestaltung einfließen, sondern auch Wissen aus der Pädagogischen Psychologie wie z.B. dem Multimedialernen und zu kognitiven, affektiven und behavioralen Effekten des Lernens mit Medien (z.B. *Emotional Design*, CATLM) ebenso, wie neueste Erkenntnisse der Informationsvisualisierung und des Informa-

tionsdesigns. Dabei ist Klarheit und Kohärenz in der visuellen Präsentation der Lerninhalte ebenso entscheidend wie eine genaue Prüfung der Qualität verwendeter Abbildungen. Darüber hinaus sind ein ästhetisches Layout, welches Lernende eindeutig durch die abgebildeten Ressourcen leitet und klare visuelle sowie textuelle Verlinkungen zwischen zusammengehörigen Materialien von Bedeutung, um nur einige Faktoren zu nennen.

Zusammenfassend ist der Wissenserwerb mit (Geographie-)Schulbüchern ein vielschichtiger und komplexer Prozess. Dieser kann neben den diskutierten Variablen von zahlreichen weiteren Faktoren beeinflusst werden, wie z.B. Vorwissen, individuelle Interessen, Lernstrategien oder medien spezifische Kompetenzen (vgl. AINSWORTH, 2006; SCHNOTZ et al., 2011). Deshalb besteht an dieser Stelle weiterer Forschungsbedarf.

Abschließend seien noch einige Anmerkungen zur Einordnung dieses Beitrages sowie zu möglichen Limitationen der Untersuchung angeführt. Die hier vorliegende explorative Studie konzentrierte sich auf die Erforschung der visuellen Aufmerksamkeit Lernender für die gestalterischen Elemente der untersuchten Schulbuchseiten, auf Merkmale der Schulbuchgestaltung und deren Beurteilung sowie auf die Erforschung von Präferenzen der Lernenden hinsichtlich der Schulbuchgestaltung. Es erfolgte keine ausführliche Inhaltsanalyse des Textes. Darüber hinaus wurde kein Vorwissen der Probanden und Probandinnen erhoben. Die Bearbeitung der Testaufgaben wurde lediglich als Parameter dafür herangezogen, auf welche Weise die Probanden und Probandinnen die visuellen Elemente der Schulbuchseiten nutzten. Sie diente explizit nicht der Messung eines Lernprozesses.

Der Fragebogen zur Bewertung der Schulbuchseiten beschränkte sich nur auf wenige Punkte (Design, Orientierung, Verständnis) und ließ keinen Raum zur Begründung der Bewertung.

Das Untersuchungsdesign der Blickbewegungsaufzeichnung (fünf Schulbuchseiten mit identischem Thema) könnte ebenfalls die visuelle Aufmerksamkeit der Probanden und Probandinnen beeinflusst haben. Darüber hinaus wurden unter den Grafiken hauptsächlich ein Typ (Infografiken) und unter den Fotos hauptsächlich Landschaftsaufnahmen genauer untersucht.

Mögliche Limitationen resultieren aus der Stichprobengröße ($n=20$), der heterogenen Stichprobenszusammensetzung (Schüler und Schülerinnen sowie Studierende) und der Heterogenität der Stimuli. Genauer: die Studie arbeitete bei notwendig unterschiedlichen Stimuli (Schulbuchseiten) mit ähnlichen, aber nicht gleichen Aufgabenstellungen.

Die Stärke dieser Untersuchung liegt in der Nutzung authentischer Stimuli, d.h. die untersuchten Geographieschulbuchseiten und die Testaufgaben wurden unverändert regulären Geographieschulbüchern entnommen.

Die explorative Studie zeigte auf diesem Forschungsfeld erste interessante Erkenntnisse, die durch weitere Untersuchungen mit optimiertem Forschungsdesign und einer größeren Probandengruppe vertieft und erweitert werden sollten.

Literatur

- AINSWORTH, S. (2006). DeFT: A Conceptual Framework For Considering Learning With Multiple Representations. *Learning and Instruction*, 16, 183–198.
DOI 10.1016/j.learninstruc.2006.03.001
- ARNDT, J., SCHÜLER, A., & SCHEITER, K. (2015). Text–Picture Integration: How Delayed Testing Moderates Recognition of Pictorial Information in Multimedia Learning. *Applied Cognitive Psychology*, 29, 702–712.
DOI 10.1002/acp.3154
- BAGOLY-SIMÓ, P. (2014). Traditionen geographiedidaktischer Schulbuchforschung—eine Metaanalyse. In P. KNECHT, E. MATTHES, S. SCHÜTZE, & B. AAMOTSBAKKEN (Hg.), *Methodologie und Methoden der Schulbuch- und Lehrmittelforschung* (S. 111–123). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- BARDY BÖLSTERLI, K. (2014). *Kompetenzorientierung in Schulbüchern für die Naturwissenschaften aufgezeigt am Beispiel der Schweiz*. Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- BÉTRANCOURT, M., AINSWORTH, S., DE VRIES, E. & BOUCHEIX, J.-M. (2012). Graphicacy: Do Readers Of Science Textbooks Need It? In E. DE VRIES & K. SCHEITER (Hg.), *Staging Knowledge And Experience: How To Take Advantage Of Technologies In Education And Training? Proceedings of the EARLI SIG Meeting on Comprehension of Text and Graphics*, August 28–31, 2012 (S. 37–39). Grenoble.
- BEHNKE, Y. (2016a). How textbook design may influence learning with geography textbooks. *Nordidactica – Journal of Humanities and Social Science Education*, 1/2016, 38–62.
- BEHNKE, Y. (2016b). Nutzung und Bewertung visueller Gestaltungselemente in Schulbüchern durch Lernende. Zur Legitimierung von Schulbuchgestaltung aus lernpsychologischer und designtechnischer Sicht. In E. MATTHES & S. SCHÜTZE, (Hg.), *Schulbücher auf dem Prüfstand* (S. 31–42). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- BEHNKE, Y. (2016c, im Druck): Learning Related Challenges Presented by Graphic Visualisations in Geography Textbooks. In F. DERVIN, L. A. KULBRANDSTAD & H. RAGNARSDÓTTIR (Hg.) *Nordic Studies on Diversity in Education* Cambridge: Cambridge Scholars Press.
- BOUCHEIX, J.-M., THIBAUT, J.-P., LOWE, R.K., AUGIER, L., BÉTRANCOURT, M. & DE VRIES, E. (2013). Learning Novel Concepts In E-Media: The Power Of Comparison. The Example Of Paired Graphics. *Proceedings of ICT for Language Learning*, Florence, November 14–15, 2012.
- CARD, S.K., MACINLAY, J.D & SNEIDERMAN, B. (1999). *Readings In Information Visualization: Using Vision To Think*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- CHANDLER, P. & SWELLER, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332.
- CHENG, M.C., CHOU, P.I., WANG, Y.T., & LIN, C.H. (2015). Learning Effects of a Science Textbook Designed with Adapted Cognitive Process Principles on Grade 5 Students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 467–488.
DOI 10.1007/s10763-013-9471-3
- DGfG (®2014). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss mit Aufgabenbeispielen*. Bonn: Selbstverlag Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG).
- DUCHOWSKI, A. (2007). *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice* (2. Auflage). London: Springer.
- FLATH, M. (2011). Geographisches Schulbuch und Kompetenzerwerb—konzeptionelle Ansätze für ein kompetenzorientiertes Lehren und Lernen mit einem traditionellen Medium. In C. MEYER, R. HENRÿ & G. STÖBER (Hg.), *Geographische Bildung. Kompetenzen in didaktischer Forschung und Schulpraxis* (S. 50–67). Braunschweig: Westermann.

- FUCHS, E., NIEHAUS, I. & STOLETZKI, A. (2014). *Das Schulbuch in der Forschung. Analysen und Empfehlungen für die Bildungspraxis*. Göttingen: V&R unipress.
- GEISE, S. (2011). Extended Paper. Eyetracking in der Kommunikations- und Medienwissenschaft: Theorie, Methode und kritische Reflexion. Eyetracking In Communication And Media Studies: Theory, Method And Critical Reflection. *Studies in Communication|Media*, 2, 149–263.
- GEISE, S. & BADEN, C. (2015). Putting The Image Back Into The Frame: Modeling The Linkage Between Visual Communication And Frame-Processing Theory. *Communication Theory*, 25(1), 46–69. DOI 10.1111/comt.12048
- HEMMER, I. & HEMMER, M. (2010). *Schülerinteresse an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts. Ergebnisse der empirischen Forschung und deren Konsequenzen für die Unterrichtspraxis*. Weingarten: Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik e.V. (Selbstverlag).
- HEMMER, M. & ETTERICH, M. (2015). *Der Einsatz des Geographieschulbuchs im Unterricht—ein Desiderat geographiedidaktischer Forschung*. In Deutscher Kongress für Geographie, 1–6 Oktober 2015, Berlin (S. 88). Berlin.
- HOLMQVIST, K., NYSTRÖM, M., ANDERSSON, R., DEWHURST, R., JARODZKA, H. & VAN DE WEIJER, J. (2010). *Eye Tracking: A Comprehensive Guide To Methods And Measures*. Oxford: Oxford University Press.
- HOLSANOVA, J. (2011). How We Focus Attention In Picture Viewing, Picture Description And Mental Imagery. In K. SACHS-HOMBACH & R. TROTZKE (Hg.), *Bilder—Sehen—Denken. Zum Verhältnis von begrifflich-philosophischen und empirisch-psychologischen Ansätzen in der bildwissenschaftlichen Forschung* (S. 291–313). Köln: Herbert von Halem Verlag.
- HOLSANOVA, J., HOLMBERG, N. & HOLMQVIST, K. (2009). Reading Information Graphics: The Role Of Spatial Contiguity And Dual Attentional Guidance. *Applied Cognitive Psychology*, 23 (December 2015), 1215–1226. DOI 10.1002/acp.1525
- HORN, R.E. (1999). Information Design. In R. JACOBSEN (Hg.), *Information Design* (S. 15–33). Cambridge: Cambridge University Press.
- HYÖNÄ, J. (2010). The Use Of Eye Movements In The Study Of Multimedia Learning. *Learning and Instruction*, 20(2), 172–176. DOI 10.1016/j.learninstruc.2009.02.013
- JANKO, T. & KNECHT, P. (2014). Visuals In Geography Textbooks—Increasing The Reliability Of A Research Instrument. In P. KNECHT, E. MATTHES, S. SCHÜTZE, & B. AAMOTSBAKKEN (Hg.), *Methodologie und Methoden der Schulbuch- und Lehrmittelforschung* (S. 227–239). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- JANKO, T. & PEŠKOVÁ, K. (2013). Analysing The Types Of Visuals In Textbooks Of Geography And German Language: Considering The Instructional Functioning Of Photographs. *Anthropologist*, 16(1–2), 363–372.
- JARODZKA, H. (2016). Eye Tracking In Educational Science: Theoretical Frameworks and Research Agenda. In *SWEAT 2016—Scandinavian Workshop on Applied Eye Tracking, 19–22.6.2016* (S. 2–3). Turku.
- JOO, Y.J., JOUNG, S., CHOI, S., LIM, E. & GO, K. Y. (2014). Structural Relationships Between Variables Of Elementary School Students' Intention Of Accepting Digital Textbooks. In M.B. NUNES & M. MCPHERSON (Hg.), *Proceedings of the International Conference on e-Learning 2014*, July 15–19, Lisbon (S. 95–102). IADIS Press.
- JOOS, M., RÖTTING, M. & VELICHOVSKY, B.M. (2003). Bewegungen des menschlichen Auges: Fakten, Methoden und innovative Anwendungen. In G. RICKHEIT, T. HERRMANN, & W. DEUTSCH (Hg.), *Psycholinguistik. Ein Internationales Handbuch* (S. 142–168). Berlin: DeGruyter.

- JUST, M. & CARPENTER, P. (1980). A Theory Of Reading: From Eye Fixations To Comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329–354. DOI 10.1037/0033-295X.87.4.329
- LEUTNER, D. (2014). Motivation And Emotion As Mediators In Multimedia Learning. *Learning and Instruction*, 29, 174–175. DOI 10.1016/j.learninstruc.2013.05.004
- MAYER, R.E. (2005). Cognitive Theory Of Multimedia Learning. In R.E. MAYER (Hg.) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 31–48). Cambridge: Cambridge University Press.
- MAYER, R.E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MAYER, R.E. & ESTRELLA, G. (2014). Benefits Of Emotional Design In Multimedia Instruction. *Learning and Instruction*, 33, 12–18. DOI 10.1016/j.learninstruc.2014.02.004
- MITCHELL, W.J.T. (1992). The Pictorial Turn. *Artforum*, 30, 89–94.
- MORENO, R. (2006). Does The Modality Principle Hold For Different Media? A Test Of The Method-Affects-Learning Hypothesis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(3), 149–158. DOI 10.1111/j.1365-2729.2006.00170.x
- MORGAN, K.E. (2014). Decoding The Visual Grammar Of Selected South African History Textbooks. *Journal of Educational Media, Memory, and Society*, 6(1), 59–78. DOI 10.3167/jemms.2014.060104
- NIEHAUS, I., STOLETZKI, A., FUCHS, E. & AHLRICHS, J. (2011). *Wissenschaftliche Recherche und Analyse zur Gestaltung, Verwendung und Wirkung von Lehrmitteln (Metaanalyse und Empfehlungen)*. Braunschweig: Georg Eckert Institut.
- OESTERMEIER, U. & EITEL, A. (2014). *Lernen mit Text und Bild*. Aufgerufen am 25. Juni 2016 unter https://www.e-teaching.org/etresources/media/pdf/langtext_2014_oestermeier-uwe_eitel-alexander_lernen-mit-text-und-bild.pdf
- PAAS, F., SWELLER, J. & VAN GOG, T. (2010). Cognitive Load Theory: New Conceptualizations, Specifications, And Integrated Research Perspectives. *Educational Psychology Review*, 22(2), 115–121. DOI 10.1007/s10648-010-9133-8
- PARK, B., KNÖRZER, L., PLASS, J.L. & BRÜNKEN, R. (2015). Emotional Design And Positive Emotions In Multimedia Learning: An Eye-tracking Study On The Use Of Anthropomorphisms. *Computers & Education*, 86, 30–42. DOI 10.1016/j.compedu.2015.02.016
- PARK, B., PLASS, J.L. & BRÜNKEN, R. (2014). Cognitive And Affective Processes In Multimedia Learning. *Learning and Instruction*, 29, 125–127. DOI 10.1016/j.learninstruc.2013.05.005
- PETTERSSON, R. (1996). *The Learning Helix. Selected Readings from the Annual Conference of the International Visual Literacy Association (27th, Chicago, IL, October 18-22, 1995)*. Aufgerufen am 20.6.2016 unter <http://eric.ed.gov/?id=ED391522>
- PETTERSSON, R. (2010). *Bilder in Lehrmitteln*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- PINTÓ, R. & AMETLLER, J. (2002). Students' Difficulties In Reading Images. Comparing Results From Four National Research Groups. *International Journal of Science Education*, 24(3), 333–341. DOI 10.1080/09500690110078932
- PLASS, J.L., HEIDIG, S., HAYWARD, E.O., HOMER, B.D. & UM, E. (2013). Emotional Design In Multimedia Learning: Effects Of Shape And Color On Affect And Learning. *Learning and Instruction*, 29, 128–140. DOI 10.1016/j.learninstruc.2013.02.006

- RAKOCZI, G. (2012). Eye Tracking in Forschung und Lehre. Möglichkeiten und Grenzen eines vielversprechenden Erkenntnismittels. In G. CSANYI, F. REICHL & A. STEINER (Hg.), *Digitale Medien–Werkzeuge für exzellente Forschung und Lehre* (S. 87–98). Münster: Waxmann.
- SCHIERWAGEN, A.K. (2004). Visuelle Wahrnehmung und Augenbewegungen: Neurale Mechanismen der Saccadenkontrolle. In K. SACHS-HOMBACH & K. REHKÄMPFER (Hg.), *Bild–Bildwahrnehmung–Bildverarbeitung* (2. Auflage, S. 275–283). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- SCHLAG, S. (2011). *Kognitive Strategien zur Förderung des Text- und Bildverstehens beim Lernen mit illustrierten Sachtexten*. Berlin: Logos.
- SCHNOTZ, W. (2005). An Integrated Model For Text And Picture Comprehension. In R.E. MAYER (Hg.), *Cambridge Handbook Of Multimedia Learning* (S. 49–70). Cambridge: Cambridge University Press.
- SCHNOTZ, W. & BAADTE, C. (2014). Surface And Deep Structures In Graphics Comprehension. *Memory & Cognition*, 42(8), 1–16. DOI 10.3758/s13421-014-0490-2
- SCHNOTZ, W., LUDEWIG, U., McELVANY, N., ULLRICH, M., HORZ, H. & BAUMERT, J. (2014). Strategy Shifts During Learning From Texts And Pictures. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 974–989. DOI 10.1037/a0037054
- SCHNOTZ, W., MENGELKAMP, C., BAADTE, C. & HAUCK, G. (2014). Focus Of Attention And Choice Of Text Modality In Multimedia Learning. *European Journal of Psychology of Education* 29, 483-501. DOI 10.1007/s10212-013-0209-y
- SCHNOTZ, W., PICARD, E. & HRON, A. (1993). How Do Successful And Unsuccessful Learners Use Texts And Graphics? *Learning and Instruction*, 3(3), 181–199. DOI 10.1016/0959-4752(93)90003-I
- SCHNOTZ, W., ULLRICH, M., HOCHPÖCHLER, U., HORZ, H., McELVANY, N., SCHROEDER, S. & BAUMERT, J. (2011). What Makes Text-Picture-Integration Difficult? A Structural And Procedural Analysis of Textbook Requirements. *Ricerche di Psicologia* 1, 103–135. DOI 10.3280/RIP2011-001006
- SELKE, S. (2007). Wie man die Wirkung von Bildern messen kann. Voraussetzungen empirischer Bildwirkungsforschung. In D. FETZNER & S. SELKE (Hg.), *Bild–Raum–Interaktion. Angewandte empirische Wirkungsforschung. Ergebnisse interdisziplinärer Zusammenarbeit* (S. 11–32). Furtwangen: Hochschule Furtwangen.
- ST. AMANT, K. & MELONCON, L. (2015). The Attention-Comprehension Gap: A Framework For Rethinking Information Design. *Intercom*, 62(2), 15–17.
- STAPELKAMP, T. (2013). *Informationsvisualisierung. Web–Print–Signaletik. Erfolgreiches Informationsdesign: Leitsysteme, Wissensvermittlung und Informationsarchitektur*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- TUFTE, E.R. (1990). *Envisioning Information*. Columbia: Graphics.
- ULLRICH, M., SCHNOTZ, W., HORZ, H., McELVANY, N., SCHROEDER, S. & BAUMERT, J. (2012). Kognitionspsychologische Aspekte eines Kompetenzmodells zur Bild-Text-Integration. *Psychologische Rundschau*, 63(1), 11–17. DOI 10.1026/0033-3042/a000105
- UM, E., PLASS, J.L., HAYWARD, E.O. & HOMER, B.D. (2012). Emotional Design In Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 485–498. DOI 10.1037/a0026609
- VAN GOG, T. & SCHEITER, K. (2010). Eye Tracking As A Tool To Study And Enhance Multimedia Learning. *Learning and Instruction*, 20(2), 95–99. DOI 10.1016/j.learninstruc.2009.02.009
- WILLBERG, H.P. & FORSMANN, F. (1997). *Lesetypographie*. Mainz: Schmidt.

WILMOT, P.D. (1999). Graphicacy As A Form Of Communication. *South African Geographical Journal*, 81(2), 91–95.

ZANDER, S., HAWLITSCHKE, A., SEUFERT, T., BRÜNKEN, R. & LEUTNER, D. (2007). *Psychologische Grundlagen des Lernens mit Neuen Medien*. Rostock: Universität Rostock Zentrum für Qualitätssicherung in Studium und Weiterbildung.

Untersuchte Schulbuchseiten

A: KRAUSE, K. & WERNER, S. (2013). *Terra Geographie 9/10 Berlin und Brandenburg*. Stuttgart: Klett.

B: FELSCH, M., HESS, H. & MARTH, U. (2012). *Seydlitz 9/10 Geographie Berlin*. Braunschweig: Schroedel.

C: HEIT, E. & ERNST M. (Hg.) (2012). *Diercke Erdkunde Saarland Gymnasium 7. Schuljahr*. Braunschweig: Westermann.

D: FLATH, M., RUDYK, E. (Hg.) (2012). *Unsere Erde Hessen 1*. Berlin: Cornelsen.

E: BAHR, M., FRAMBACH, T., HOFEMEISTER, U., LÜDECKE, T., TESCHNER, H. & WENDORF, M. (2013). *Durchblick. Erdkunde 7/8. Niedersachsen. Differenzierende Ausgabe*. Braunschweig: Westermann.