

MATTHIAS SCHLESEWSKY *Lesen auf neuen Medien:*

Eine empirische Perspektive

IN RECENT YEARS, reading has become an increasingly digital experience. In addition to various subjective impressions about the quality of reading from digital media, e.g. that it is more effortful than reading conventional books, a number of more scientific questions arise at the interface of reading research and book studies. Here, we summarize several new insights on reading effort and reading behavior on digital media. Part one reviews a study in which young and elderly adults read short texts on three different reading devices: a paper page, an e-reader and a tablet computer and answered comprehension questions about them while their eye movements and EEG were recorded. Older adults showed faster mean fixation durations and lower EEG theta band voltage density – known to covary with memory encoding and retrieval – when reading from a tablet computer in comparison to the other devices. Young adults showed comparable fixation durations and theta activity for all three devices. These results can be explained by better text discriminability (higher contrast) of the tablet computer. Older readers may benefit from this enhanced contrast because contrast sensitivity decreases with age. In the second part, we present an explorative study about the influence of font type and typographic alignment (flush left vs. justified) on reading from a tablet computer. Importantly, the eyes do not fall between – increasingly larger – spaces, as expected, but – to the contrary – use these spaces for planning an optimal fixation of the next word. In summary, the perspective presented here provides initial evidence about the fruitfulness of interdisciplinary research between experimental reading, neurocognition and book studies.

DIE EINFÜHRUNG VON E-BOOKS UND DIGITALEN LESEGERÄTEN revolutionierte den internationalen Buchmarkt. Eine zentrale Frage der in diesem Kontext entstandenen Debatte ist, ob das Lesen auf digitalen Medien Einfluss auf die grundlegende Textverarbeitung, zum Beispiel gemessen als Lesegeschwindigkeit, und das globale Textverständnis, zum Beispiel ermittelt als Rate erinnerten Fakten eines gelesenen Textes, haben könnte. Bedingt durch die erst relativ kurze Verfügbarkeit von massentauglichen e-Readern, stützte sich die Argumentation für oder gegen digitale Lesegeräte insbesondere auf Untersuchungen zum Lesen an Computerbildschirmen sowie auf subjektive Empfindungen, die vor allem das Lesevergnügen in den Mittelpunkt stellten. Diese zeigten, dass das Lesen an Bildschirmen mitunter weniger genau, langsamer oder ermüdender ist.¹ Ebenfalls gaben die untersuchten Gruppen sehr häufig an,

Die Autoren bedanken sich bei J. Jarosch für die Bereitstellung von Daten aus seiner Masterarbeit und bei S. Füssel und D. Pleimling für die Unterstützung bei der Diskussion der Fragestellungen und der Durchführung der Studien.
¹ Vgl. ANNE MANGEN, BENTE R. WALGERMO und KOLBJØRN BRØNNICK: Reading linear texts on paper versus computer screen. Effects on reading

dass das Lesen am Monitor als deutlich weniger vergnüglich eingeschätzt wurde. Dies galt selbst für Nutzer von e-Books, wie eine Studie am University College London zeigte.² Von den Befragten lobten 53% zwar die Möglichkeit, mit digitalen Lesegeräten Informationen stets verfügbar zu haben, sie gaben aber gleichzeitig an, dass das Lesen auf einem Buch einfacher als auf e-Readern sei. Zudem berichtete eine Mehrheit der Befragten (52%), dass sie wissenschaftliche Artikel häufig lieber ausdrucken, als diese am Bildschirm zu lesen.

Nennenswert ist in diesem Kontext eine Studie von MAYES et al.³ In zwei Experimenten mussten die Probanden kurze Texte entweder an einem Computermonitor oder auf Papier lesen. Im ersten der Experimente zeigte sich ein signifikanter Vorteil in der Lesegeschwindigkeit für das Papier gegenüber dem Bildschirm, das heißt diejenigen Versuchspersonen, die den Text auf Papier lasen, waren deutlich schneller als die Probanden, die die Texte am Bildschirm lasen. Dieses Ergebnis konnte im zweiten Experiment, bei dem die Autoren die Arbeitsgedächtnisbelastung kontrollierten, zwar nicht wiedergefunden werden, trotzdem zeigte sich dort ein weiterer sehr interessanter Befund, den die Autoren als möglichen Nachteil für das Lesen auf dem Computerbildschirm interpretierten. In diesem zweiten Experiment, gab es neben der Aufgabe zum Lesen noch einen weiteren die Aufmerksamkeit bindenden Reiz. Wiederum die Hälfte der Probanden hörten vor der Leseaufgabe eine Reihe an Buchstaben, die sie hinterher wiederzugeben versuchen sollten. Während sich – wie oben bereits erwähnt – die Lesezeiten zwischen den Gruppen nicht mehr deutlich unterschieden, zeigte sich eine signifikant schlechtere Erinnerungsleistung für die Gruppe, die am Bildschirm las und hinterher die Buchstabenfolge erinnern sollte. Die Autoren der Studie argumentieren, dass ihre Ergebnisse daraufhin deuten, dass das Lesen auf dem digitalen Medium eine höhere Belastung des Arbeitsgedächtnisses erfordert (für weitere Gedächtniseffekte, siehe NOYES, GARLAND⁴). Sie leiten ihre

comprehension. In: *International Journal of Educational Research*. 58 (2013), S. 61–8; SIMONE BENEDETTO et al.: E-Readers and Visual Fatigue. In: *PLoS One*. 8 (12), e83676.

² Vgl. IAN ROWLANDS et al.: What do faculty and students really think about e-books? In: *Aslib Proceedings*. 59 (2007) 6, S. 489–511.

³ Vgl. DANIEL K. MAYES, VALERIE K. SIMS und JEFFERSON M. KOONCE: Comprehension and workload differences for VDT and paper-based reading. In: *International Journal of Industrial Ergonomics*. 28 (2001) 6, S. 367–78.

⁴ Vgl. JAN M. NOYES und KATE L. GARLAND: VDT versus paper-based text: reply to Mayes, Sims and Koonce. In: *International Journal of Industrial Ergonomics*. 31 (2003), S. 411–23.

⁵ Vgl. MEREDYTH DANEMAN und PATRICIA A. CARPENTER: Individual differences in working memory and reading. In: *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 19 (1980) 4, S. 450–66; MARCEL ADAM JUST und PATRICIA A. CARPENTER: *The Psychology of Reading and Language*

Comprehension. Boston 1987.

⁶ Vgl. EVA SIEGENTHALER et al.: Comparing reading processes on e-ink displays and print. In: *Displays*. 32 (2011) 5, S. 268–73.

⁷ Vgl. EVA SIEGENTHALER et al.: LCD vs. E-ink: An Analysis of the Reading Behavior. In: *Journal of Eye Movement Research*. 5 (2012) 3, S. 1–7.

⁸ Vgl. DANIELA ZAMBARBIERI und ELENA CARNIGLIA: Eye movement analysis of reading from computer displays, eReaders and printed books. In: *Ophthalmic and Physiological Optics*. 32 (2012) 5, S. 390–6.

⁹ Vgl. KEITH RAYNER: Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. In: *Psychological Bulletin*. 124 (1998) 3, S. 372–422.

¹⁰ Vgl. SIEGENTHALER et al. (siehe Anm. 7); ZAMBARBIERI und CARNIGLIA (siehe Anm. 8).

Argumentation aus mittlerweile klassischen Theorien zur Rolle des Arbeitsgedächtnisses in der Sprachverarbeitung ab.⁵ Diesen zufolge können verlangsamte Lesezeiten und eine verringerte Erinnerungsleistung direkt als Hinweis auf eine Zunahme in der Komplexität der Informationsverarbeitung interpretiert werden. Folgt man, wie die hier genannten Autoren, dieser Idee, dann ist die Annahme, dass das Lesen auf einem Computerbildschirm eine erhöhte Belastung des Arbeitsgedächtnisses darstellt, eine notwendige Konsequenz.

Mit der zunehmenden Verbreitung von e-Readern entstanden nun ebenfalls Studien, die untersuchten, ob sich 1. e-Reader vom Lesen auf Papier unterscheiden,⁶ 2. das Leseverhalten in Abhängigkeit von der e-Reader-Displaytechnologie ändert⁷ und 3. ob es einen Unterschied beim Lesen auf einem Computerbildschirm im Vergleich zu e-Readern gibt.⁸ Dabei wurden nun neben der Gesamtlesezeit der Texte weitere Verhaltensdaten erhoben, die man mit Hilfe von Blickbewegungsmessungen erfasste. Insbesondere standen hier die Anzahl und die Dauer der Fixationen (die Verweildauer der Augen auf einem Wort) sowie die Zahl der regressiven Sakkaden (sprunghafte Augenbewegungen von einem aktuellen Wort zurück auf bereits gelesene Textteile) im Vordergrund der Untersuchungen. Von beiden Maßen ist bekannt, dass sie einen direkten Index für grundlegende Textverarbeitungsschwierigkeiten darstellen: sowohl Fixationsdauer als auch Rücksprünge steigen mit zunehmender Schwierigkeit an.⁹ Obwohl in den unterschiedlichen Studien stets signifikante Effekte hinsichtlich der Gesamtlesedauer, der Zahl der Fixationen und der Prozentzahl der regressiven Sakkaden zwischen den unterschiedlichen Medien zu beobachten waren, zeigte sich, dass diese Unterschiede eher auf die Verschiedenheiten der Medien zurückführbar sind und nicht eine zugrundeliegende, die kognitive Informationsverarbeitung beim Lesen betreffende Eigenschaft ist. Aus diesen Beobachtungen schlossen sowohl Siegenthaler et al. 2011 als auch ZAMBARBIERI, CARNIGLIA 2012, dass das Leseverhalten auf e-Readern sehr vergleichbar zu dem auf Papier ist.¹⁰

An dieser Stelle setzen nun die Untersuchungen an, die wir in Mainz durchgeführt haben. Ausgangspunkt war wiederum die in der Öffentlichkeit geführte Diskussion über die Folgen der Einführung von e-Readern. Insbesondere interessierte uns dabei, ob die subjektive Bewertung des Lesevergnügens und die subjektiv eingeschätzte Lesbarkeit auf die Lesedauer abbildbar ist. Obwohl mitunter in der Literatur und vor allem in der öffentlichen Diskussion stets von einem Zusammenhang ausgegangen wurde, gab es bisher keine Daten, die die individuelle Bewertung und das individuelle Leseverhalten direkt miteinander verglichen. Vor dem Hintergrund dessen, was wir aus der Grundlagenforschung zu Augenbewegungen beim Lesen wissen, wäre es tatsächlich bedeutsam, sollte man experimentell zeigen können, dass Leseverhalten mit den subjektiven Bewertungen der Leser korrelieren. Denn gegenwärtig setzen alle Lesemodelle

voraus, dass die Steuerung der Augen beim Lesen automatisch abläuft und somit der Grad des Lesevergnügens gerade *keinen* Einfluss auf das Leseverhalten besitzen sollte.

Es schien uns ebenfalls lohnenswert der Frage nachzugehen, welche neuronalen Veränderungen für die unterschiedlichen Lesemedien sichtbar werden und ob diese ein ähnliches Muster zeigen wie das Leseverhalten oder die subjektiven Bewertungen des Lesevergnügens. Bereits MEYER et al. hatten 2001 darauf hingewiesen, dass man neue Erkenntnisse über das Verhältnis von Arbeitsgedächtnisbelastung beim Lesen und unterschiedlichen Präsentationsmedien gewinnen könne, wenn man elektro-physiologische Daten erhebt.¹¹ Bedenkt man zudem, dass es elektro-physiologisch durchaus Argumente gibt, nach einem solchen Unterschied zu suchen, dann ist die Erhebung dieser Daten für die im Kontext neuer digitaler Medien geführte Diskussion durchaus relevant.¹²

Abschließend drängte sich geradezu die Frage auf, ob sich das Leseverhalten auf den unterschiedlichen Medien mit dem Alter verändert. Der Hintergrund dieser Fragestellung basiert ebenfalls auf Erkenntnissen, die im Bereich der (neuro-)kognitiven Forschung seit langem erforscht und diskutiert werden.¹³ Unbestritten ist demnach, dass mit zunehmendem Alter der Grad der syntaktischer Komplexität sprachlicher Äußerungen und deren inhaltliche Dichte abnehmen.¹⁴ Diese Abnahme - und das zeigen vor allem Daten aus dem Bereich der Untersuchungen zu Veränderungen der syntaktischen Komplexität¹⁵ - ist quantitativer und nicht qualitativer Natur. Das heißt, dass die Zeitanforderungen zur Informationsverarbeitung beim Lesen höher und die Menge an Informationen, die verarbeitet werden kann, jedoch gleichzeitig geringer wird. Die von uns in diesem Kontext aufgestellte Hypothese war, dass mit zunehmendem Alter mögliche Unterschiede zwischen den Lesemedien deutlicher zu Tage treten.

Die Mainzer Lesestudie

Die Studie wurde im Labor der Allgemeinen Sprachwissenschaft an der Universität Mainz durchgeführt. Es handelte sich dabei um eine sogenannte gekoppelte Erhebung, bei der während des Lesens neben den Blickbewegungen, die mit einem Eyelink 1000 der Firma SR Research erfasst wurden, gleichzeitig die neurophysiologischen Veränderungen mit Hilfe eines EEG (Brain Amp, Brain Products GmbH) abgeleitet wurden. Teilnehmer unserer Studie waren Studierende der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (die jüngere Probandengruppe) sowie Senioren aus dem Rhein-Main-Gebiet, die älter als sechzig Jahre waren (die ältere Probandengruppe).

Während sich der zur Untersuchung herangezogenen Messparameter (Fixationszeit) der Blickbewegungserhebung an vorherigen Studien orientierte, wurden die EEG-Daten mit einer Methode ausgewertet, die in Untersuchungen zum Sprachverstehen eher selten angewendet wird. Während seit den 1980er Jahren das Sprachverstehen mit Hilfe von so-

nannten ereigniskorrelierten Potentialen, welche eine zeitpunktabhängige Interpretation der Daten erlauben, untersucht wird, haben wir uns auf eine sog. Frequenzbandanalyse konzentriert, welche Verarbeitungsaufwand zeitpunktunabhängig messen kann. Dabei lesen Versuchspersonen einzelne Wörter, Sätze oder kleine Texte. Diese enthalten ein unerwartetes Ereignis (der kritische Zeitpunkt) und lösen dadurch eine messbare Veränderung der neurophysiologischen Aktivierung aus. Der hier aus der Studie zitierte Beispieltext, enthält ein solches unerwartetes Ereignis: »So erinnern sich die Patienten daran, dass Roland Prinzessinnen geärgert haben.«

Während des Lesen des Satzes und insbesondere bei der Verarbeitung des Eigennamens *Roland* wird basierend auf der linearen Sequenz die Erwartung aufgebaut, dass *Roland* als Subjekt des Nebensatzes mit dem finiten Verb (*haben*) kongruiert. Wird diese Erwartung wie im obigen Beispiel verletzt und die Interpretation damit zwingend geändert, kann man im EEG ein reizrelatiertes Signal sehen.¹⁶

Nun ist es aber in einem fortlaufenden »natürlichen« Text zumeist schwierig, genau diese Merkmale zu identifizieren und messtechnisch zu erfassen, wenn man keine Kontrollbedingung besitzt, gegen die man diese »Erwartungsverletzung« vergleichen kann (im vorliegenden Fall wäre eine Kontrollbedingung ein Satz, in dem mit dem Auftauchen des Wortes *hat* die Subjektserwartung erfüllt wird). Darüber hinaus lässt sich für die von uns untersuchte Fragestellung – den (neuro-)kognitiven Aufwand beim Lesen auf unterschiedlichen Medien – kein konkreter Zeitpunkt ausmachen, zu dem ein plötzlicher Aufwand messbar sein sollte. Daher stellen neurophysiologische Untersuchungen von Texten, die ja die Grundlage des alltäglichen Lesens darstellen, eine messtechnische Herausforderung dar. In der vorliegenden Untersuchung nutzten wir somit ein Datenanalyseverfahren, bei dem die gesamten neuronalen Aktivierungsänderungen in den dem EEG zugrunde liegenden Frequenzbändern erfasst und – hinsichtlich der gesamten Lesedauer pro gelesener Textseite – ausgewertet wurden. Hier interessierte uns insbesondere das sogenannte Theta-Band (4–8 Hz-Schwingung), da es, der Literatur folgend, sensitiv auf Veränderungen der Informationsverarbeitungs- und Informationsspeicherungskomplexität reagiert.¹⁷

¹¹ Vgl. MAYES, SIMS und KOONCE (siehe Anm. 3).

¹² Vgl. DIETMAR RÖHM et al.: The role of theta and alpha oscillations for language comprehension in the human electroencephalogram. In: *Neuroscience Letters*. 310 (2001) 2/3, S. 137–40.

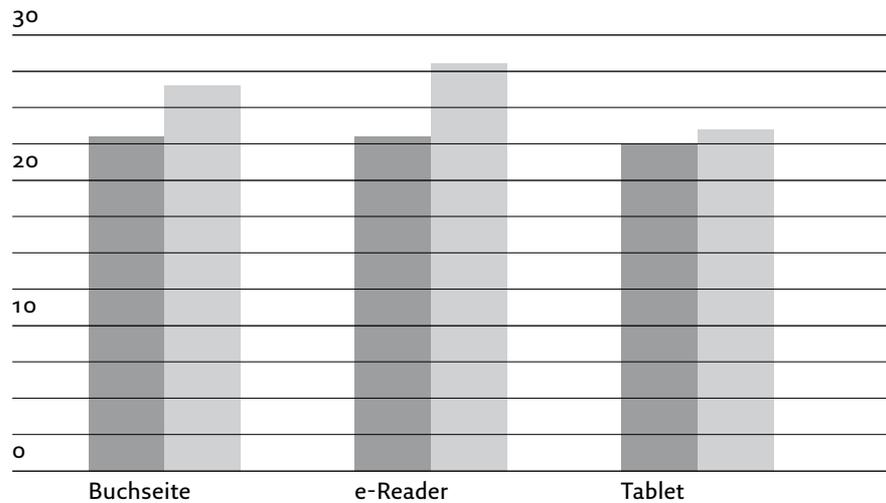
¹³ Vgl. KARA D. FEDERMEIER, MARTA KUTAS und RINA SCHUL: Age-related and individual differences in the use of prediction during language comprehension. In: *Brain and Language*. 115 (2010) 3, S. 149–61.

¹⁴ Für einen Überblick vgl. SUSAN KEMPER und KAREN A. KEMTES: Limitations on syntactic processing. In: *Constraints on language: Aging, grammar and memory*. Hrsg. von SUSAN KEMPER und REINHOLD KLIEGL. Dordrecht 1999, S. 79–106.

¹⁵ REINHOLD KLIEGL et al.: Testing age invariance in language processes. In: *Constraints on language* (siehe Anm. 14), S. 137–68.

¹⁶ Für die aktuelle Diskussion über die Interpretation sprachrelatierter ereigniskorrelierter Potentiale sei auf folgenden Aufsatz hingewiesen INA BORNKESSEL-SCHLESEWSKY und MATTHIAS SCHLESEWSKY: Abschied vom Baukastenprinzip. In: *Gehirn & Geist*. [13] (2011) 9, S. 66–70.

¹⁷ Vgl. RÖHM (siehe Anm. 12); für Beispiele aus dem Bereich der Sprachverarbeitung vgl. MARCEL C. BASTIAANSEN, JOS J. VAN BERKUM und PETER HAGOORT: Syntactic processing modulates the theta rhythm of the human EEG. In: *Neuroimage*. 17 (2002) 3, S. 1479–92.

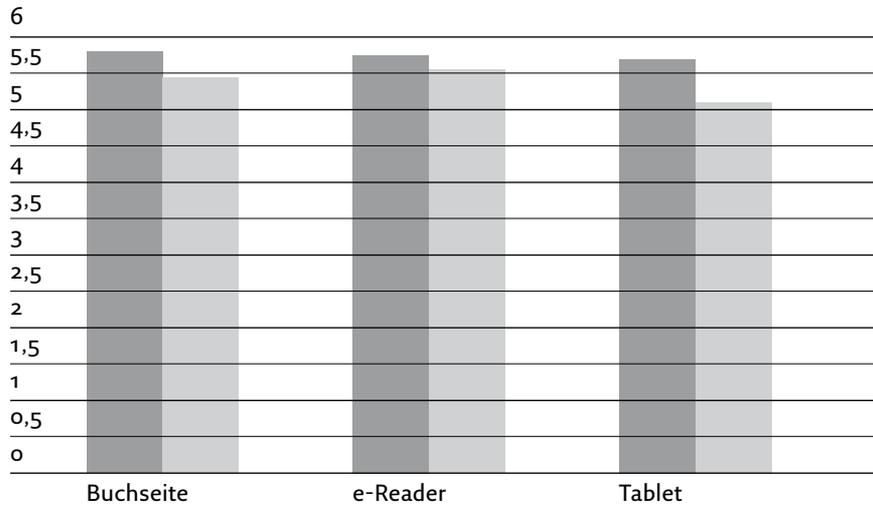


[Abb. 1] Fixationszeiten für **junge** und **ältere** Erwachsene für das jeweilige Lesemedium pro Seite in Sekunden

Neben der Erfassung dieser Parameter (Fixationsdauer und Theta-Aktivierungsänderungen) wurden weitere Daten der Versuchspersonen erhoben. Dabei handelte es sich um eine Verhaltensaufgabe (Verständnisfrage) und zwei das subjektive Lesevergnügen messende Fragen. Der folgende Text stellte ein Beispiel dar, welches den Umfang des zu lesenden Inhaltes illustriert:

Die Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der Berliner Charité ist weit über die Stadtgrenzen für ihr Behandlungsangebot bekannt. Insbesondere Patienten mit speziellen wahnhaften Störungen werden hier in einer geschlossenen Aufnahmestation behandelt. Das Besondere an ihrer Erkrankung ist, dass sie in ihrem bizarren Wahn annehmen, eine bedeutende Persönlichkeit der Weltgeschichte zu sein. Im Klinikalltag bilden hierbei interessanterweise ähnliche »Persönlichkeiten« kleine Grüppchen, die fest zusammenhalten. Das hat mittlerweile sogar dazu geführt, dass Königinnen Ilse gedroht haben. Denn Ilse gehört nicht zur Monarchiegruppe, sondern glaubt, eine bedeutende Wissenschaftlerin zu sein. Immer wieder kommt es zu wunderlichen Begebenheiten, in die die Monarchiegruppe verwickelt ist. So erinnern sich die Patienten daran, dass Roland Prinzessinnen geärgert haben. Roland war zu dem Zeitpunkt seit drei Tagen Pfleger auf der Station und musste sich noch an die dortigen Gepflogenheiten gewöhnen. Dabei hat geholfen, dass Erwin ihm mit seiner langjährigen Erfahrung im Pflegedienst beiseite stand. Auch Erwin hat seine Erfahrungen mit Psychatriepatienten gemacht und könnte viele Geschichten darüber erzählen. Es können allerdings nur wenige darüber lachen, dass Patientinnen Erwin gehuldigt hat. Sowas ist in einem medizinisch-therapeutischen Umfeld zu ungewöhnlich.

Neben diesen eher fiktionalen Texten, gab es zwei weitere Textsorten (wissenschaftlich und nicht-fiktional). Insgesamt sahen die Versuchspersonen jeweils neun Texte und beantworteten zu jedem dieser Texte zwei Fragen zum globalen Textverständnis (zum Beispiel die im Kontext des Textbeispiels gestellte Frage, ob Roland Pfleger sei). Als Lesemedium verwendeten wir eine Papierseite, einen e-Reader mit e-Ink-Technologie



(Kindle 3) und einen Tablet PC (iPad 1). Durch die Kombination der neun Texte auf den drei Medien, las jede Versuchsperson auf jedem Lesemedium jeweils einen Text pro Textsorte. Da sich in den anschließenden Analysen keine Unterschiede zwischen den Textsorten andeuteten, wurden diese als Faktor nicht weiter ausgewertet. Die weiteren technischen Details finden sich in der 2013 veröffentlichten Originalstudie.¹⁸

Wie man an den Werten in Tabelle 1¹⁹ sehen kann, empfanden unsere Teilnehmerinnen und Teilnehmer in beiden Altersgruppen das Lesen auf dem Papier als signifikant angenehmer als auf den beiden e-Readern, was entsprechend unserem bisherigen Wissen nicht überraschend ist. Hier reflektiert sich vor allem die in der öffentlichen Meinung oft zu findende – und möglicherweise kulturell bedingte – Skepsis gegenüber digitalen Lesemedien. Hinsichtlich der Lesbarkeit der Schrift auf den unterschiedlichen Medien ist die Datenlage deutlich heterogener. Der Vorteil des Papiers über die elektronischen Geräte wird deutlich kleiner. Insbesondere ist zu beobachten, dass die älteren Erwachsenen die Lesbarkeit auf dem Tablet PC gegenüber dem Papier besser bewerten als die jungen Erwachsenen [Tab. 1].

Hinsichtlich der Fehlerraten für die Verständnisaufgabe gab es zwischen den Altersgruppen und den drei Präsentationsmedien keine signifikanten Unterschiede. Die generelle Fehlerrate lag bei ungefähr 2%, wobei die älteren Erwachsenen Werte leicht oberhalb der jüngeren Gruppe zeigten.

Vollkommen unterschiedlich sah hingegen das Muster bei den Fixationszeiten und den relativen Änderungen im Theta-Band aus [Abb. 1]. Während die Gruppe der jungen Erwachsenen keine nennenswerten

¹⁸ Vgl. FRANZISKA KRETZSCHMAR et al.: Subjective impressions do not mirror online reading effort: concurrent EEG-eyetracking evidence from the reading of books and digital media. In: *PLoS One*. 8 (2013) 2, e56178.

¹⁹ Anmerkung zu Tabelle: Die erste Ziffer gibt die Häufigkeit der Nennungen für das Medium,

welche für die Probanden am angenehmsten zu lesen war, die zweite Ziffer gibt die Häufigkeit der Nennungen für das Medium mit der lesbarsten Schrift an.

[Abb. 2]

Mittlere Theta-Aktivierung für **junge** und **ältere** Erwachsene für das jeweilige Lesemedium pro Seite in mikroV / Hz

Buchseite	21/17	11/8
Kindle	7/5	1/2
iPad	4/8	5/9
keine Präferenz	-/2	4/2
Erwachsene:	junge	ältere

[Tabelle 1]

Unterschiede in der Gesamtfixationszeit je gelesener Textseite und der neuronalen Aktivierung in Abhängigkeit vom Medium zeigten [Abb. 1 und 2], reduzierten sich beide Messwerte bei den älteren Erwachsenen signifikant für den Tablet-PC im Vergleich zu e-Reader und Papierseite und zeigten für dieses Gerät sogar eine Lesegeschwindigkeit, die mit der der jüngeren Erwachsenen vergleichbar war. Unter der Annahme, dass die Theta-Aktivierung den Aufwand für die Informationsverarbeitung beim Lesen widerspiegelt, ist dieser ebenfalls für den Tablet-PC am geringsten.

Zusätzlich zeigte sich eine Korrelation zwischen den Lesezeiten und der Theta-Aktivierung. Diese Korrelation, auf die in diesem Kontext nicht näher eingegangen werden soll, bestätigt die der Studie zugrundeliegende Annahme, dass es zwischen den Blickbewegungszeiten und den Aktivierungsunterschieden im Theta-Band einen Zusammenhang hinsichtlich des zu beobachtenden Aufwands bei der Informationsverarbeitung im Leseprozess gibt.

Was bedeuten diese Daten aber nun für die Debatte über das Leseverhalten auf unterschiedlichen Lesemedien? Einerseits zeigen die Ergebnisse eindeutig, dass die subjektive Bewertung des Lesevergnügens keinen Einfluss auf das tatsächliche Leseverhalten besitzt (siehe auch Darroch et al. 2005 zur Lesegeschwindigkeit und subjektiver Bewertung verschiedener Schriftgrößen²⁰). Obwohl die Papierseite in beiden Altersgruppen das präferierte Lesemedium war, zeigte sich kein entsprechender Vorteil bei den objektiven Messparametern des Verarbeitungsaufwandes. Diese Beobachtung ist insofern bedeutsam, da sie bestätigt, dass der biologisch-kognitive Prozess der Informationsaufnahme beim Lesen unabhängig von unseren eher emotional und kulturell geprägten Perspektiven auf das Lesen als Kulturgut ist und damit gleichsam den Schluss nahelegt, dass die These, das Lesen auf neuen Medien beeinträchtigt die grundlegende Textverarbeitung, zumindest momentan in das Reich der Fabeln verwiesen werden kann. Andererseits liegt die Bedeutung der Daten in der Erkenntnis, dass mit zunehmendem Alter das Lesen auf hintergrundbeleuchteten Geräten vorteilhaft für die Lesegeschwindigkeit und für solche neuronalen Prozesse zu sein scheint, die mit der Informationsaufnahme und -speicherung zusammenhängen.

Woraus könnte aber dieser Unterschied zwischen den jungen und älteren Probanden und zwischen den Lesemedien resultieren? Bevor wir diese Frage beantworten, wollen wir im Folgenden Daten vorstellen, die die hier vorgestellte Datenlage stützen.

Evidenz für den Vorteil von hintergrundbeleuchteten Lesegeräten

Die Bedeutung der oben vorgestellten Daten für das Lesen und das Leseverhalten wird deutlich, wenn man Beobachtungen aus Studien mit Patienten hinzuzieht, die über eine verminderte Sehschärfe verfügen. Zeitgleich zu dem in Mainz durchgeführten Experiment untersuchte der am Retina Vitreous Center in New Jersey arbeitende und forschende

Mediziner Daniel B. Roth mit seiner Arbeitsgruppe Patienten mit einer mehr oder weniger ausgeprägten Sehbeeinträchtigung. Die Ergebnisse stellte er 2013 auf der Jahrestagung der Amerikanischen Gesellschaft für Ophthalmologie vor. In zwei Experimenten lasen Patienten mit unterschiedlichen Sehschärfeschwächen Texte aus der *New Yorks Times*. Im ersten Telexperiment wurden die Texte im Original, in der online Webseiten-Version und in der Tablet-PC-Version (via iPad) präsentiert. Dabei zeigte sich, dass die Patienten auf dem Tablet PC ca. 12% schneller lasen, als in den beiden anderen Versionen. Überraschend ist in diesem Zusammenhang, dass die online Webseiten-Version ebenfalls schneller gelesen werden konnte als das Original. Hier kommen möglicherweise Aspekte der Darstellung (Schrift, Setzung) zum Tragen, die bisher noch nicht umfassend untersucht sind (siehe unten zu Lesen auf neuen Medien). Im zweiten Telexperiment lasen die Patienten nun nicht mehr Texte aus der New York Times, sondern Kapitel aus einem Buch, welche im Original, auf dem Tablet PC (iPad 2) und auf einem e-Ink-Reader (Kindle) ohne Hintergrundbeleuchtung präsentiert wurden. Hier bestätigte sich das Resultat des ersten Telexperiments: Patienten lasen generell schneller, wenn der Text auf dem Tablet PC dargestellt wurde. Dieser Vorteil vergrößerte sich sogar mit zunehmender Sehschärfeschwäche. Während sich auf den beiden anderen Lesemedien die Lesezeiten um Teil drastisch, das heißt um nahezu 50%, verschlechterten, verlangsamte sich die Lesegeschwindigkeit auf dem Tablet PC nur um ca. 20%. Damit weisen die Daten in die gleiche Richtung wie die Mainzer Studie: Einschränkungen in der Informationsaufnahme beim Lesen werden durch das Lesen auf dem Tablet PC, das heißt auf einem hintergrundbeleuchteten Lesegerät, deutlich besser ausgeglichen. Auch eine weitere Beobachtung der Mainzer Studie wurde durch diese Arbeiten gestützt: Ebenso wie ältere Erwachsene, empfinden Patienten mit ansteigender Sehschwäche die Lesbarkeit auf dem hintergrundbeleuchteten Display als zunehmend besser im Vergleich zu Buch und e-Ink-Reader.

Betrachtet man sich in diesem Zusammenhang den Wert des sogenannten Michelsonkontrastverhältnisses für die drei Lesemedien, dann ist die Hintergrundbeleuchtung und der damit verbundene höhere Kontrast offenkundig derjenige Faktor, der die Daten am besten zu erklären in der Lage ist: iPad: 0,48 ($l_{\mu\text{max}}$: 13,09 cd/m², $l_{\mu\text{min}}$: 4,58 cd/m²); Kindle: 0,01 ($l_{\mu\text{max}}$: 2,93 cd/m², $l_{\mu\text{min}}$: 2,86 cd/m²); Papier: 0,05 ($l_{\mu\text{max}}$: 4,09 cd/m², $l_{\mu\text{min}}$: 3,72 cd/m²). Der Leser profitiert also bei der Informationsaufnahme von dem besseren Kontrast, den der Tablet PC im Vergleich zu den beiden anderen Lesemedien bietet. Dieser Kontrastvorteil wird mit zunehmendem Alter und/oder bei Sehschwäche immer bedeutsamer.

20 Vgl. IAIN DARROCH et al.: The Effect of Age and Font Size on Reading Text on Handheld Computers. In: *Human-Computer Interaction - INTERACT 2005*. Hrsg. von MARIA FRANCESCA COSTABILE und FABIO PATERNO. Berlin 2005 (Lecture Notes on Computer Science. 3585), S. 253-66.

Abschließend sei in diesem Zusammenhang noch auf einen weiteren Aspekt hingewiesen, der einen Vorteil für ältere Erwachsene und Patienten mit Sehschwäche beim Lesen auf digitalen Medien gegenüber Büchern darstellt. In der Studie von Roth und Kollegen war neben der Hintergrundbeleuchtung die einfache Schriftgrößenanpassung ein entscheidender Faktor für eine Verringerung des Lesezeitdefizits. Während bei Patienten mit milder Sehschwäche ein Schriftgrößenwechsel überhaupt nicht zum Tragen kam, wurde dieser Faktor mit zunehmender Leseschwäche immer bedeutsamer.

Lesen auf neuen Medien:

Herausforderungen für die moderne Buchwissenschaft

Insbesondere die Daten der hier vorgestellten Mainzer Studie haben gezeigt, dass die persönliche Einstellung zum Lesevergnügen keine objektive Grundlage für die Informationsaufnahme beim Lesen darstellt. Wichtiger ist hingegen der Faktor, dass in einer älter werdenden Gesellschaft und der damit einhergehenden Zahl an Menschen mit zunehmender milder oder moderater Sehschwäche, die gerne lesen und lesen wollen, e-Reader zunehmend an Bedeutung gewinnen werden. Dass die Hintergrundbeleuchtung, die sich immer stärker durchsetzt, einen entscheidenden Einfluss besitzt, haben die zuvor besprochenen Studien sehr deutlich gezeigt. Eine in diesem Zusammenhang ebenfalls für die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Phänomen des »Lesens auf neuen Medien« wichtige Frage ist, wie die Möglichkeit, die Schrift dynamisch zu verändern, und damit die Abstände zwischen Buchstaben und Wörtern in eben diese dynamischen Relationen zu setzen, das Leseverhalten beeinflusst. Diese eher typographischen Fragestellungen ermöglichen der experimentellen Forschung ein weites Feld. Wie ein möglicher Beitrag aussehen kann, soll im Folgenden besprochen werden. Dabei sollte der der Buchwissenschaft nahestehende Leser sich vor Augen halten, dass die beiden Autoren experimentelle Sprachwissenschaftler sind und der buchwissenschaftlich-typografischen Terminologie daher weniger vertraut sind.

In einer Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Buchwissenschaften und der Allgemeinen Sprachwissenschaft ist zwischen 2012 und 2013 eine Magisterarbeit entstanden, die untersuchte, wie Fonteeigenschaften (Serifenschrift vs. serifenlose Schrift), Schriftsatz (Blocksatz vs. Flattersatz) und Schrift (Lucida vs. Compatil) das Leseverhalten auf einem Tablet PC (iPad 2) beeinflussen. Damit greift diese Magisterarbeit eine bisher wenig untersuchte Schnittstelle auf, die die Typografie mit der experimentellen Sprach- und Leseforschung verbindet. Insbesondere geht es um die Frage, ob die sich seit Jahrhunderten bewährten typografischen »Grundgesetze« auf die modernen Medien übertragen lassen. Aus der gesamten Untersuchung soll hier nur ein Aspekt herausgegriffen werden: Inwiefern beeinflusst der Blocksatz das Leseverhalten auf neuen Medien? Diese

Frage ist in Anbetracht der Beobachtung, dass die aus dem Buchdruck stammenden Regeln zum Blocksatz in die Bildschirmtypografie direkt übertragen werden, bedeutsam, da auf digitalen Medien, insbesondere auf e-Readern, die Silbentrennung oftmals nicht existiert oder nur rudimentär vorhanden ist. Dadurch entstehen mitunter unnatürliche Spatien, die für die hochautomatischen Prozesse beim Lesen ein ungewohntes Problem darstellen. Normalerweise werden beim Lesen die Spatien übersprungen, das heißt die Sakkadenplanung des Gehirns »programmiert« die Augen so, dass diese von Wort zu Wort springen, wobei sehr kurze Wörter ebenfalls übersprungen werden. In der Fovea, also in dem Bereich in dem die Information scharf auf der Retina abgebildet wird, befinden sich also stets Buchstabenkombinationen beziehungsweise holistische Worteinheiten. Da die Sakkadenprogrammierung aber nur über einen bestimmten Bereich die Augen springen lassen kann (ca. sieben bis neun Schriftzeichen für Alphabetsprachen), nötigen ungewöhnliche Spatien die eigentlich hochautomatische Programmierung zu einer Anpassung. Zwei Szenarien sind in diesem Kontext vorstellbar. Einerseits können derartige »Lücken« dazu führen, dass die Augen in einem solchen Kontext zu suboptimalen Landepositionen tendieren, das heißt dass sie häufiger an einer Position im Wort landen, welches beim normalen Lesen in der Regel nicht auftritt (zum Beispiel der äußerste linke Rand). Andererseits kann man nicht ausschließen, dass die Augen beim Lesen von Texten im Blocksatz auf das Vorhandensein derartiger »ungewöhnlicher« Ereignisse programmiert werden. Dadurch sollten dann sehr große (weite) Spatien in die Sakkadenprogrammierung einbezogen werden, um die Informationsaufnahme zu optimieren.

In der oben genannten Magisterarbeit wurde die Analyse der Daten (Fixationen, Fixationsort) zunächst für die gesamte Textseite vorgenommen. Anschließend wurden jeweils zwei Zeilen ausgewählt, die eine unterschiedliche Weite der Spatien zeigten (ca. 160% vs. ca. 370%) und für die ebenfalls Fixationszeit und -ort untersucht wurden. Abschließend wurden aus diesen zwei Zeilentypen nochmals jene Wörter ausgewählt, denen die ungewöhnlich weiten Spatien unmittelbar vorausgingen. Diese hierarchische Analyse ermöglichte es, sowohl die globalen Einflüsse des Blocksatzes als auch deren unmittelbare Konsequenzen auf die Einzelwortverarbeitung zu untersuchen.

Die Datenanalyse, die in ihrer Gesamtheit sehr kleine aber doch signifikante Effekte zeigte, wies für den Blocksatz gegenüber dem Flattersatz signifikant mehr Fixationen pro Textseite auf. Dieser Unterschied wird durch Sakkaden in normaler Leserichtung ausgelöst und wahrscheinlich durch die Ausschöpfung des gesamten Bildschirms beim Blocksatz im Vergleich zu Flattersatz erklärt werden. Interessanter sind aber die Beobachtungen auf Zeilen- und Wortebene. Während bei einer normalen Größe (sechs Pixel) eines Spatiums, wie man es im Flattersatz findet, die Fixationswahrscheinlichkeit bei 6-7% lag, erhöhte diese sich bei Zeilen

mit einer Spatienweite von ca. 160% der normalen Weite auf 11% und bei einer Spatienweiterung auf ca. 370% auf 17%. Zusätzlich konnte man bei Zeilen mit der zuletzt genannten Spatienweite beobachten, dass die Augen auf dem Wort, welches dem Spatium voranging, ungefähr drei Zeichen weiter links im Wort fixieren, bevor sie mit der nächsten Sakkade auf dem Spatium landeten.

Die Erhöhung der Fixationen auf den Spatien entspricht nun den Erwartungen, die man aus einer typografischen Perspektive kennt: Die Augen »fallen« durch den Blocksatz häufiger in den leeren Zwischenraum. Träfe diese Annahme tatsächlich zu, dann müsste man erwarten, dass die Augen auf der darunter stehenden Zeile landen und dann eine Augenbewegung zurück in die aktuelle Zeile beobachtbar sein sollte. Das war aber nicht der Fall. Vielmehr kann man beobachten, dass die Augen-/Sakkadenprogrammierung das Landen auf dem Spatium dazu nutzt, um das nachfolgende Wort »optimal« parafoveal vorzuverarbeiten und anschließend zu fixieren. Diese Interpretation wird gestützt durch die Tatsache, dass unabhängig von der Existenz eines unüblichen Spatiums das der Sakkade folgende Wort sowohl im Blocksatz als auch im Flattersatz auf der gleichen Position fixiert wird. Für den Bereich der Leseforschung ist dieser Befund von erheblicher Bedeutung. Offenkundig programmiert das visuelle System eine Sakkade in das Spatium, damit es mit der darauf folgenden Sakkade das nächste Wort möglichst optimal erreichen und somit verarbeiten kann. Da dieser Schritt in der Häufigkeit, mit der er verwendet wird, der Weite des Spatiums angepasst ist, müssen die Augen bereits parafoveal eine Abschätzung über die Entfernung zum nächsten Wort berechnen, um damit die Informationsaufnahme zu optimieren. Für eine hochautomatische Programmierung, wie man sie für die Augenbewegungen beim Lesen annimmt, ist das eine bereits sehr komplexe Operation.

Zusammenfassend kann man konstatieren, dass mit der Einführung von e-Books und digitalen Lesegeräten ein neues und spannendes Forschungsfeld für die Interaktion zwischen der (neuro-)kognitiven Leseforschung und den Buchwissenschaften entstanden ist. Mit Hilfe von Daten, wie sie in diesem Beitrag vorgestellt wurden, lassen sich sowohl Erkenntnisse für unser Verständnis über die biologischen Grundlagen des Lesens als auch über die Art, wie Texte möglichst optimal auf neuen Medien dargestellt werden sollten, gewinnen. Diese Daten sollten darüber hinaus die bereits mehrfach erwähnte Skepsis gegenüber diesen neuen Medien abzubauen helfen, da sie dem subjektiven Empfinden objektivere Argumente gegenüberstellen.