

Zum Einfluss von Lesestrategien auf Effekte der kognitiven Kontrolle

Christiane Wotschack

Freie Universität Berlin & Universität Potsdam

1. Einleitung

Die Leseforschung der ersten Hälfte des 20. Jahrhundert beschäftigte sich früh mit Fragen zur Variabilität innerhalb eines geübten Lesers und zu individuellen Unterschieden beim Lesen (Tinker 1958). Verbesserte Methoden zur Blickbewegungserfassung beim Lesen trugen in den letzten Jahrzehnten vor allem zu einer ausgiebigen Forschung im psycholinguistischen Bereich der Sprachverarbeitung bei schriftlichem Input sowie zur Entwicklung von Modellen zur okulomotorischen Kontrolle beim Lesen bei. Die Betrachtung unterschiedlicher Lesestrategien eines Lesers und Unterschiede zwischen einzelnen Lesern rückte dabei in den Hintergrund (Radach & Kennedy 2004). Ziel meiner Dissertation (Wotschack 2009) war es, verschiedene Lesestrategien, die zum Repertoire eines versierten Lesers gehören, mit Hilfe der Blickbewegungsmessung zu erfassen und im Rahmen aktueller Diskussionen der Leseforschung, wie z.B. der der verteilten Verarbeitung beim Lesen (z.B. Kliegl et al. 2006, Kliegl 2007), zu betrachten. In diesem Beitrag wird ein Teil der Befunde zum Einfluss der Lesestrategie auf Effekte der kognitiven Kontrolle vorgestellt.

1.1 Blickbewegungen beim Lesen

Beim Lesen eines Satzes bewegen wir die Augen von links nach rechts, um die visuelle Information des Geschriebenen in den zentralen, fovealen Bereich des Auges zu verschieben, da dies die Region mit der höchsten Sehschärfe ist. Dabei gibt es einen Wechsel von schnellen, ruckartigen Blicksprüngen, den *Sakkaden*, und Phasen, in denen das Auge in relativer Ruhe ist, den *Fixationen*. Wörter können einmal oder mehrmals fixiert werden (*Einzelfixation*

bzw. *Refixation*) oder auch übersprungen werden. Alle Fixationen der erstmaligen Inspektion der Wörter nennt man *first-pass* Lesen. *Second-pass* Lesen dagegen umfasst alle Fixationen des zweiten Lesedurchgangs, d.h. wenn das Auge zu einer bereits passierten Stelle im Satz oder Text zurückspringt. Eine rückwärtsgerichtete Sakkade nennt man *Regression*. Die Einheit für die Analyse von Fixationszeiten stellt meist das Einzelwort dar. So differenziert man z.B. im *first-pass* Lesen zwischen Einzelfixationsdauer, zwischen erster und zweiter Fixationsdauer bei Fällen von Refixationen, oder der Blickdauer, der Summe aller Fixationen auf einem Wort.

1.2 Kognitive Kontrolle und verteilte Verarbeitung

Über die zeitliche Dimension der Augenbewegungen, also die Fixationsdauer, werden Rückschlüsse über die Verarbeitungsprozesse beim Lesen gezogen (s. Rayner 1998; Bohn & Kliegl 2008a für einen Überblick). So korreliert z.B. die Frequenz eines Wortes negativ mit der Fixationsdauer auf dem Wort (Just & Carpenter 1980). Entsprechend der Beobachtung, dass die linguistische Verarbeitung des visuellen Inputs die Fixationsdauer determiniert, wurden Modelle zur kognitiven Kontrolle der Blickbewegungen beim Lesen entwickelt (z.B. Reichle et al. 1998). Indikatoren für die kognitive Kontrolle, die in diesem Bericht im Fokus stehen, sind Effekte der Wortfrequenz und der Vorhersagbarkeit eines Wortes aus dem Kontext.

Innerhalb der Blickbewegungsforschung beim Lesen herrscht eine Kontroverse über die Serialität der Wortverarbeitung. Annahmen einer strikt seriellen Verarbeitung, nach denen das Auge erst nach einer bestimmten Stufe der lexikalischen Verarbeitung des fixierten Wortes zum nächsten Wort weiter springt, stehen denen einer parallelen oder verteilten Verarbeitung gegenüber. Die Annahme einer verteilten Verarbeitung besagt, dass während einer Fixation auf Wort n innerhalb der perzeptuellen Spanne sowohl das Wort links der Fixation (Wort $n-1$) (weiter)verarbeitet werden kann als auch das nachfolgende Wort rechts der Fixation (Wort $n+1$) vorverarbeitet werden kann. Diese verteilten Verarbeitungsprozesse sind in der Fixationsdauer des

fixierten Wortes (Wort n) messbar (z.B. Henderson & Ferreira 1990; Kennedy & Pynte 2005; Kliegl et al. 2006).

2. Fragestellungen und Hypothesen

In der Studie sollte untersucht werden, ob sich das Blickverhalten im hoch-automatisierten *first-pass* Lesen in Abhängigkeit von der Leseintention ändert. Speziell sollte eine normale semantische Verarbeitung mit einer tiefen und einer semantisch oberflächlichen Lesestrategie verglichen werden. Wenn es möglich ist, die Lesestrategie und die Verarbeitungstiefe systematisch zu manipulieren, sollten sich Unterschiede im Wortvorhersagbarkeitseffekt des nachfolgenden Wortes zwischen den experimentellen Lesebedingungen zeigen. Im Vergleich zu einer normalen Verarbeitungstiefe sollte der Wortvorhersagbarkeitseffekt bei einer semantisch tiefen Verarbeitung durch den erhöhten Fokus auf den Kontext verstärkt sein. Dagegen wird erwartet, dass bei einer semantisch oberflächlichen Lesestrategie der Wortvorhersagbarkeitseffekt im Vergleich zum normalen Lesen reduziert ist.

Bezüglich des Wortfrequenzeffektes werden Unterschiede zwischen einer semantischen Lesestrategie (Lesen auf Verständnis) und einem wortformorientierten, semantisch oberflächlicheren Lesestrategie (z.B. Korrekturlesen) erwartet. Die Hypothese ist, dass beim Korrekturlesen ein stärkerer Fokus auf die unmittelbare, serielle Wortverarbeitung gelenkt wird. Entsprechend sollte der Frequenzeffekt des fixierten Wortes beim Korrektur-Lesen stärker sein als beim Lesen auf Verständnis.

3. Methoden

Es wurde versucht, unterschiedliche Lesestrategien indirekt (durch Schwierigkeit der Verständnisfragen) und direkt (durch Leseinstruktion) zu induzieren. In einem ersten Vergleich wurde die Schwierigkeit und Frequenz der Verständnisfragen bei gleich bleibender Leseinstruktion (Lesen auf

Verständnis) manipuliert. In einem zweiten Vergleich wurde die Leseinstruktion manipuliert.

3.1 Probanden

Die Blickbewegungen beim Lesen wurden bei vier verschiedenen Experimentalgruppen erhoben. Verglichen wurden die Daten der Gruppe ‚Original‘ (n=24) mit der Gruppe ‚Schwer‘ (n=30). Es handelte sich hierbei um zwei Lesergruppen von Schülern, die sich im Durchschnittsalter nicht voneinander unterschieden ($p > 0.5$). Ein zweiter Vergleich wurde mit den altersgleichen Gruppen von Studenten ‚Frequent‘ (n=30) und ‚Korrektur‘ (n=30) durchgeführt.

3.2 Material

In allen Lesebedingungen wurde der Potsdam Satz-Corpus (PSC), ein Set von 144 Sätzen unterschiedlicher Länge und grammatischer Struktur, als Lesematerial verwendet. Zu allen Wörtern liegen Information zu Länge, Frequenz, Wortvorhersagbarkeit etc. vor (s. Kliegl et al., 2004). Für das Korrekturlesen wurden zusätzlich 56 Sätze mit je einem Wortformfehler (Addition, Elision, Permutation oder Substitution eines Buchstabens) verwendet. Die Auswertung der Blickbewegungen erfolgte ausschließlich auf den korrekten PSC-Sätzen.

Die Verständnisfragen der Lesebedingung ‚Original‘ und ‚Frequent‘ waren einfache *multiple-choice* Fragen mit drei Antwortoptionen, die wörtlich zum Satzmaterial formuliert waren und durch einfache Worterkennung beantwortet werden konnten. Die Verständnisfragen der Bedingung ‚Schwer‘ waren ebenfalls *multiple-choice* Fragen mit drei Antwortoptionen, wobei die Fragen im Verhältnis zum Wortmaterial des Satzes paraphrasiert waren und somit eine semantische Satzverarbeitung notwendig machten. In der Bedingung zum ‚Korrekturlesen‘ wurde gefragt, ob jedes Wort im Satz richtig geschrieben wurde (zwei Antwortoptionen: ja/ nein).

3.3 Durchführung und Auswertung

Die Sätze wurden einzeln und zentral auf einem Monitor präsentiert. Die Blickbewegungen beim Lesen der Einzelsätze wurden mit einem EyeLink-II System mit einer Rate von 500Hz aufgezeichnet. Die Gruppen ‚Original‘ und ‚Schwer‘ erhielten beide die Instruktion, die Sätze auf Verständnis zu lesen. Die Gruppe ‚Original‘ erhielt in 30% der Trials eine leichte Verständnisfrage. Die altersgleiche Gruppe ‚Schwer‘ erhielt in 100% der Trials eine schwere Verständnisfrage. Die Gruppe ‚Frequent‘ wurde ebenfalls instruiert, auf Verständnis zu lesen und erhielt in 100% der Trials eine leichte Verständnisfrage. Die Gruppe ‚Korrektur‘ erhielt die Instruktion, die Sätze auf Korrektur zu lesen und wurde nach jedem Trial nach der Akkuratheit der Wörter gefragt. Alle Fragen wurden von den Probanden per Mausclick beantwortet.

Trials mit Datenverlust aufgrund von Augenzwinkern etc. wurden von der Analyse ausgeschlossen. Der Einfluss der Lesestrategie auf den Zusammenhang zwischen Fixationszeit und Indikatoren der kognitiven Kontrolle wurden mit Hilfe von *linear mixed-effects* (lme) Modellen evaluiert (Pinheiro & Bates 2000). Für weitere Details zu den Methoden siehe Wotschack (2009) und Bohn & Kliegl (2007, 2008b).

4. Ergebnisse

Die beobachteten Einzelfixationsdauern im *first-pass* Lesen wurden im *lme* Model für die Gruppenvergleiche ‚Original‘ – ‚Schwer‘ und ‚Frequent‘ – ‚Korrektur‘ für verschiedene okulomotorische und lexikalische Variablen gleichzeitig geschätzt.

4.1 Unterschiede in Effekten der Wortvorhersagbarkeit

Die Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede bezüglich des Wortvorhersagbarkeitseffektes des nachfolgen Wortes (n+1) auf die

Einzelfixationsdauer auf Wort n. Wie in Abbildung 1 (linke Graphik) dargestellt, ist die Wortvorhersagbarkeit des nachfolgenden Wortes in der Gruppe ‚Original‘ positiv mit der Fixationsdauer korreliert ($b=1.168 \cdot 10^{-02}$, $SE=3.540 \cdot 10^{-03}$, $t=3.3$). Dieser Effekt ist signifikant stärker in der Gruppe ‚Schwer‘ ($b=8.428 \cdot 10^{-03}$, $SE=3.351 \cdot 10^{-03}$, $t=2.52$). In der Lesebedingung ‚Frequent‘ zeigt sich ebenfalls ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen Vorhersagbarkeit des Wortes n+1 und der Einzelfixationsdauer auf Wort n ($b=6.773 \cdot 10^{-03}$, $SE=3.376 \cdot 10^{-03}$, $t=2.01$). Im Vergleich dazu ist in der Bedingung des Korrektur-Lesens dieser Zusammenhang signifikant schwächer ($b=-6.609 \cdot 10^{-03}$, $SE=3.170 \cdot 10^{-03}$, $t=-2.09$) und damit gleich null (vgl. rechte Graphik in Abbildung 1).

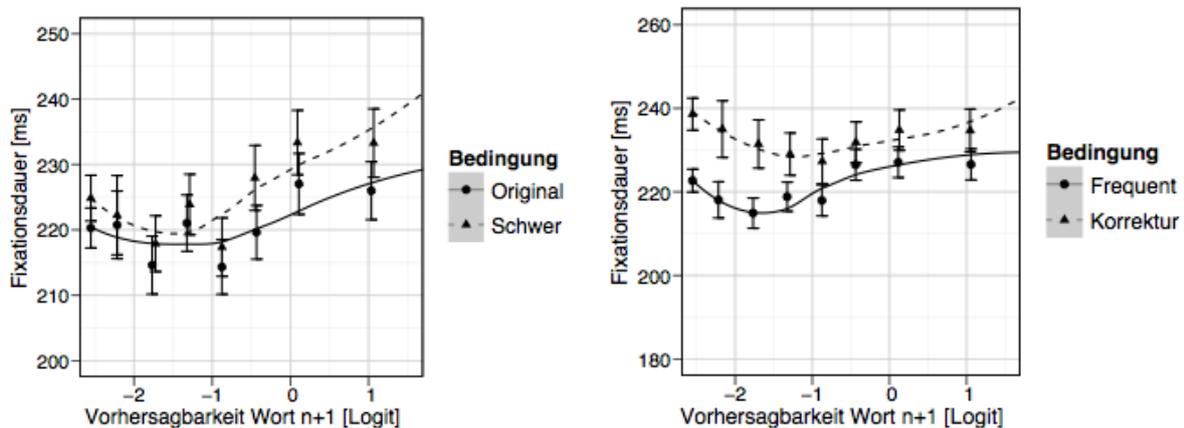


Abb.1: Der Wortvorhersagbarkeitseffekt des nachfolgendes Wortes (n+1) auf die Einzelfixationsdauer (auf Wort n) für die Lesebedingungen ‚Original‘ und ‚Schwer‘ (linke Graphik) und für die Bedingungen ‚Frequent‘ und ‚Korrektur‘ (rechte Graphik).

4.2 Unterschiede in Effekten der Wortfrequenz

Der Einfluss der Wortfrequenz des fixierten Wortes auf die Einzelfixationszeit unterscheidet sich zwischen den Gruppen ‚Original‘ und ‚Schwer‘ nicht ($b=-1.278$, $SE=7.796 \cdot 10^{-05}$, $t=-1.64$). Beide Gruppen zeigen kürzere Fixationszeiten mit zunehmender Wortfrequenz ($b=-5.016$, $SE=1.35$, $t=-3.71$; vgl. Abbildung 2 linke Graphik). Der lineare Zusammenhang zwischen Wortfrequenz und Fixationsdauer ist dagegen bei der Gruppe ‚Korrektur‘

signifikant stärker ($b=-4.834$, $SE=9.128 \cdot 10^{-01}$, $t=-5.30$) als bei der Gruppe ‚Frequent‘ (s. Abbildung 2 rechte Graphik).

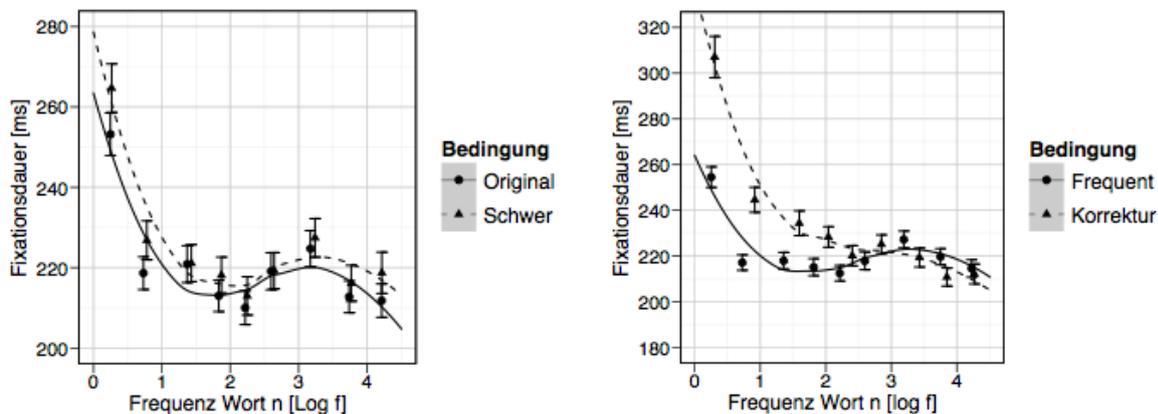


Abb.2: Der Wortfrequenzeffekt des fixierten Wortes (n) auf die Einzelfixationsdauer (auf Wort n) für die Lesebedingungen ‚Original‘ und ‚Schwer‘ (linke Graphik) und für die Bedingungen ‚Frequent‘ und ‚Korrektur‘ (rechte Graphik).

5. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass durch die direkte und indirekte Induktion verschiedener Lesestrategien das Blickverhalten auf identischem Satzmaterial systematisch manipuliert wird. Effekte der Wortvorhersagbarkeit erweisen sich als Index für die Verarbeitungstiefe während des Lesens, d.h. zu welchem Ausmaß der Leser sich bei den Verarbeitungsprozessen des Lesens auf den Satzkontext stützt. Beim Lesen auf Verständnis mit normaler Verarbeitungstiefe (Gruppen ‚Original‘ und ‚Frequent‘) zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Vorhersagbarkeit des nachfolgenden Wortes (n+1) und der Fixationsdauer auf Wort n: Je höher die Vorhersagbarkeit des nachfolgenden Wortes, desto länger die Fixationsdauer auf Wort n. Dieser positive Zusammenhang wurde als Gedächtnisabruf aus dem mentalen Lexikon interpretiert (*memory retrieval*; Kliegl et al. 2006): Ist ein Wort (n+1) hoch vorhersagbar, beginnt diese Vorhersage bereits während der Fixation links dieses Wortes, welche zu einem Anstieg der Fixationszeit auf Wort n führt.

Die Hypothesen über die Richtung der Manipulation des Wortvorhersagbarkeitseffektes durch die verschiedenen Lesestrategien wurden bestätigt. Entsprechend der Hypothese, dass eine tiefe semantische Verarbeitung, induziert durch häufige und schwere Fragen, zu einem verstärkten Effekt führt, zeigt die Gruppe in der schweren Lesebedingung einen stärkeren Wortvorhersagbarkeitseffekt als die ‚Original‘ Lesegruppe. Dagegen ist der Wortvorhersagbarkeitseffekt beim Korrekturlesen im Vergleich zum Lesen auf Verständnis nicht beobachtbar, was auf eine serielle, wortformorientierte Lesestrategie hindeutet. Entsprechend der Hypothese, scheint der Satzkontext bei dieser Form des Korrektur-Lesens eine geringere Rolle zu spielen.

Die Ergebnisse des Wortfrequenzeffektes des fixierten Wortes unterstützen weiter die Annahme, dass beim Korrektur-Lesen ein stärkerer Fokus auf die lokale, serielle Wortformverarbeitung gelenkt wird. Während sich die Frequenzeffekte beim Lesen auf Verständnis zwischen hoher und normaler Verarbeitungstiefe nicht unterscheiden, ist der Einfluss der Wortfrequenz des fixierten Wortes beim Korrekturlesen deutlich verstärkt.

Die Modulation der Blickbewegungen durch die Leseintention stellt einen wichtigen Befund für die Erklärung von Blickbewegungen beim Lesen und der Modellbildung dar. Auch wenn die experimentell induzierten Lesestrategien mit verschiedenen Probanden getestet wurden, sind sie alle Teil des Repertoires eines geübten Lesers. Beim Lesen auf Verständnis kann ein Leser zwischen einer genauen und einer oberflächlicheren Lesestrategie wechseln oder er kann den Modus des Korrektur-Lesens anwenden. Entsprechend ist es möglich, dass ein Großteil der Varianz zwischen einzelnen Lesern in verschiedenen Lesestudien neben okulomotorischen Unterschieden z.B. auf wechselnde Verarbeitungstiefe zwischen den Trials zurückzuführen ist.

In aktuellen Modellen zur Blickbewegungskontrolle beim Lesen sind *top-down* Komponenten, die die Modulation der Lesestrategie übereinstimmend zur Leseintention kontrollieren, nicht integriert (Reichle et al., 1998; Engbert et

al., 2005). Die Ergänzung eines solchen Mechanismus zur Kontrolle der Sakkadenprogrammierung würde die Erklärungsmöglichkeiten der Modelle erweitern und die psychologische Realität der Modelle verbessern, da Effekte von Lesestrategien eines Lesers oder verschiedener Leser berücksichtigt und erklärt werden könnten.

6. Literatur

- Bohn, C. & Kliegl, R. (2007) Post-interpretive processes influence interpretive processing during reading: Evidence from eye movements. In: Vosniadou, S., Kayser, D. & Protopapas, A. (Hrsg.) *Proceedings of the European Cognitive Science Conference 2007*, New York, NY: Lawrence Erlbaum Ass, 113-118.
- Bohn, C. & Kliegl, R. (2008a) Mikrobewegungen des Auges und Nanophilologie – Was uns die Blickbewegungen über die Verarbeitungsprozesse beim Lesen verraten. In: Ette, O. (Hrsg.) *Nanophilologie*. Tübingen: Max Niemeyer Verlag, 151-164.
- Bohn, C. & Kliegl, R. (2008b) Zur Interaktion von Verarbeitungstiefe und dem Wortvorhersagbarkeitseffekt beim Lesen von Sätzen. In: Wahl, M., Heide, J. & Hanne, S. (Hrsg.) *Spektrum Patholinguistik - Band 1*. Potsdam: Universitätsverlag, 183-188.
- Henderson, J. M. & Ferreira, F. (1990) Effects of foveal processing difficulty on the perceptual span in reading: Implications for attention and eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 16(3): 417-429.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1980) A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review* 87(4): 329-354.
- Kennedy, A. & Pynte, J. (2005) Parafoveal-on-foveal effects in normal reading. *Vision Research* 45(2): 153-168.
- Kliegl, R., Grabner, E., Rolfs, M., & Engbert, R. (2004) Length, frequency, and predictability effects of words on eye movements in reading. *European Journal of Cognitive Psychology* 16(1-2): 262-284.

- Kliegl, R., Nuthmann, A., & Engbert, R. (2006) Tracking the mind during reading: The influence of past, present, and future words on fixation durations. *Journal of Experimental Psychology: General* 135(1): 12-35.
- Kliegl, R. (2007) Toward a perceptual-span theory of distributed processing in reading: A reply to Rayner, Pollatsek, Drieghe, Slattery, and Reichle. *Journal of Experimental Psychology: General* 136(3): 530-537.
- Pinheiro, J. & Bates, D. (2000) *Mixed-effects models in S and S-PLUS*. New York: Springer.
- Radach, R. & Kennedy, A. (2004) Theoretical perspectives on eye movements in reading: Past controversies, current issues, and an agenda for future research. *Journal of Cognitive Psychology* 16(1-2): 3-26.
- Rayner, K. (1998) Eye movements in reading and information processing: 20 of research. *Psychological Bulletin* 124(3): 372-422.
- Reichle, E. D., Pollatsek, A., Fisher, D. L., & Rayner, K. (1998) Towards a model of eye movement control in reading. *Psychological Review* 105(1): 125-157.
- Engbert, R., Nuthmann, A., Richter, E. M., & Kliegl, R. (2005) SWIFT: A dynamical model of saccade generation during reading. *Psychological Review* 112(4): 777-813.
- Tinker, M. A. (1958) Recent studies of eye movements in reading. *Psychological Bulletin* 55(4): 215-231.
- Wotschack, C. (2009) *How reading strategies modulate effects of distributed processing and oculomotor control: An eye movement study*. Dissertation an der Humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam.

Kontakt

Christiane Wotschack
Christiane.Wotschack@fu-berlin.de