

Wie funktioniert Lesen?

Die Erforschung der Augenbewegungen beim Lesen von Text gab Aufschlüsse über die Zusammenhänge zwischen dem System, das die Augenbewegungen kontrolliert, und den ins Lesen involvierten kognitiven Prozessen.¹ Mittels Augenbewegungsmessungen konnte gezeigt werden, dass beim Lesen mehrere kognitive Prozesse simultan ablaufen (siehe E-Z Reader Modell). Wenn beim Lesen das nächste Wort aufgrund der Kontextanalyse erwartet wird, beschleunigt sich der Leseprozess. Wie viele Schriftzeichen mit einem Blick verarbeitet werden können, hängt von der Komplexität der Schrift ab. Bei alphabetischen Sprachen wie Englisch oder Deutsch, ist sie mit ungefähr 15 Buchstaben erheblich grösser als beim Chinesischen oder bei Notenschrift.²

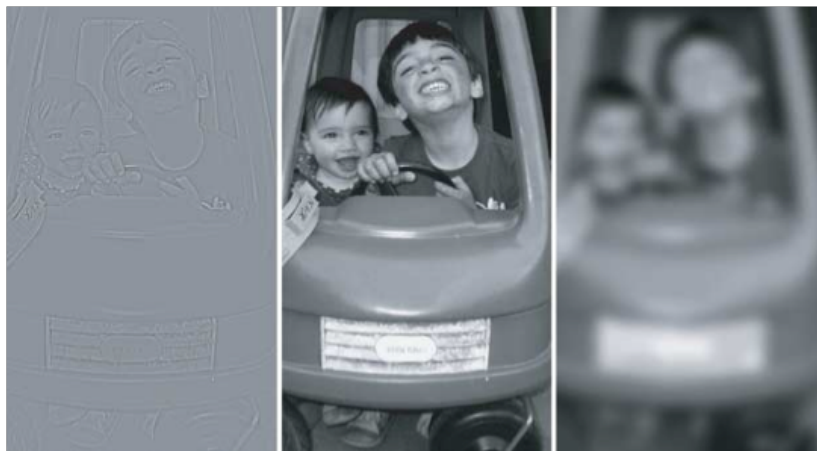
E-Z Reader Modell von E. Reichle, A. Pollatsek und K. Rayner³

Zum Lesen benötigt man zwei verschiedene Arten von Augenbewegungen:

- A. Fixieren eines Punktes. Dabei wird Information ans Gehirn weitergeleitet
- B. Sakkade: Sehr schnelle Bewegung. Dabei wird die Information unterdrückt.

Beim Fixieren werden die Buchstaben rund um den Fixationspunkt scharf wahrgenommen. Parallel dazu nehmen wir allgemeine visuelle Information über angrenzende Wörter und das Layout der ganzen Seite wahr.⁴

Es wird angenommen, dass die Aufmerksamkeit beim Lesen stets auf ein Wort gerichtet ist.⁵ Die Identifikation eines Wortes beim Lesen erfordert also nicht nur visuelle Verarbeitungsschritte, sondern auch den Fokus der Aufmerksamkeit.



Hohe Raumfrequenz und tiefe Raumfrequenz⁶

¹ MADELL, Jaime & Sylvie Hébert (2008): Eye Movements and Music Reading: Where Do We Look Next?, *Music Perception*, Vol. 26 (2), S. 157-170, S. 158

² RAYNER, Keith (1998): Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, Vol. 124 (3), S. 372-422, S. 380

³ REICHLE, Erik D., Alexander Pollatsek & Keith Rayner (2006): A Cognitive-Control, Serial-Attention Model of Eye-Movement During Reading. *Cognitive Systems Research*, Vol.7, S. 4-22

⁴ Ibid., S. 5f

⁵ Ibid., S. 5

⁶ BAR, Moshe: Visual Objects in Context, S. 621

Hohe Raumfrequenz-Informationen bezeichnen einen abrupten räumlichen Wechsel im Bild (siehe oben links). Diese Informationen können nur von den Sehzellen im Sehzentrum (Fovea) wahrgenommen werden. Die Sehzellen in der äusseren Sehrinde können hingegen tiefe Raumfrequenz-Informationen verarbeiten (rechts) und liefern so Anhaltspunkte für die Planung der nächsten Augenbewegung.

Diese tiefen Raumfrequenz-Informationen - z.B. Wortlängen, Wortformen, Wortabstände - helfen beim Lesen, die Augenbewegungen vor auszuplanen. Das Fenster, in welchem Buchstaben und Wörter tatsächlich erkannt werden, ist hingegen relativ klein: ungefähr vier Buchstaben rückwärts vom Fixationspunkt aus und 14-15 Buchstaben vorwärts in Leserichtung.

In alphabetischen Sprachen bildet das Wort eine visuelle Einheit, die durch zwei Leerstellen begrenzt ist. Das E-Z Reader Modell geht davon aus, dass sich die Augen von Wort zu Wort bewegen und eine Sakkade normalerweise auf die erste Hälfte des Wortes abzielt. Wenn also ein Wort fixiert ist, bewegen sich die Augen erst dann zum nächsten Wort, wenn das vorangehende Wort vollständig erfasst ist.

Es wird im E-Z Reader Modell also angenommen, dass es zwei unabhängige Signale sind, die a) eine Augenbewegung auslösen und b) die Aufmerksamkeitsverschiebung zum nächsten Wort bewirken.

Wenn der erste Verarbeitungsschritt abgeschlossen ist, wird ein Signal an das Kontrollsystem der Augenmuskeln gesendet und so die Augenbewegung zum nächsten Wort ausgelöst. Wenn der zweite Verarbeitungsschritt abgeschlossen ist, wird ein Signal an das Aufmerksamkeitssystem gesendet und so die Aufmerksamkeit zum nächsten Wort verschoben.⁷ Diesen beiden Verarbeitungsschritten geht eine visuelle Phase voran, in welcher grobmaschige visuelle Information auf die Netzhaut trifft und Aufschluss gibt über Leerstellen und Wortlänge. Diese Informationen liefern Anhaltspunkte für die Planung der nächsten Sakkade.

Die Häufigkeit des Wortes in der Sprache und seine Vorhersehbarkeit beeinflussen die Dauer einer Fixation. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit hängt von drei Faktoren ab:⁸

- A. Ein Wort in der äusseren Netzhaut (*Parafovea*) wird langsamer verarbeitet als ein Wort, welches im Sehzentrum (*Fovea*) abgebildet ist.
- B. Je weiter der Fixationspunkt von der Mitte des Wortes entfernt ist, desto langsamer die Verarbeitung
- C. Längere Wörter brauchen mehr Zeit für die Verarbeitung als kürzere, weil die Buchstaben im Durchschnitt weiter vom Sehzentrum entfernt sind.

Die Kontrolle der Augenbewegungen

Das zweite Set von Hypothesen betrifft die Frage, wie Signale zum oculomotorischen System gesandt und wie die Augenbewegungen ausgeführt werden. Manche Wörter werden beim Lesen übersprungen, dies wird im Modell als Sakkaden-Lösch-Mechanismus bezeichnet (*saccade cancellation mechanism*).⁹

⁷ RAYNER, Keith, Xingshan Li & Alexander Pollatsek (2007): Extending the E-Z Reader Model of Eye Movement Control to Chinese Readers. *Cognitive Science*, Vol. 31, S. 1021-1033, S. 1023

⁸ REICHLE, Erik D. et al.: E-Z Reader: A cognitive-control, serial-attention model of eye-movement behavior during reading, S. 6

⁹ RAYNER, Keith et al.: Extending the E-Z Reader Model of Eye Movement Control to Chinese Readers, S. 1025

Auch die Planung der Augenbewegungen wird mit zwei Verarbeitungsschritten erklärt. Ein Signal an das oculomotorische System aktiviert ein festgeschriebenes Programm M1. Die Ausführung dieses Programms hingegen ist labil und kann während einer bestimmten Zeitdauer durch das darauffolgende Programm M2 gelöscht werden. Falls diese Zeitdauer abläuft, ohne dass das Programm M1 gelöscht wurde, wechselt der Status von labil zu stabil und das Programm M1 kann nicht mehr gelöscht werden.

Im Normalfall geht, wenn der Leser/die Leserin das Wort n fixiert, ein Signal an das oculomotorische System, welches die Fixierung vom Wort n+1 bewirken und die Aufmerksamkeit verschieben soll. Wenn dann sowohl der labile Schritt M1, als auch der stabile Schritt M2 des Augenbewegungsprogramms abgeschlossen sind, wird die Sakkade zum Zielwort n+1 ausgelöst.

Wenn nun das Wort n+1 einfach zu verarbeiten ist und daher die benötigte Aufmerksamkeitsspanne zu kurz sind, kann ein zweites Augenbewegungsprogramm aktiviert werden zur Fixation des Wortes n+2, während der Leser/die Leserin noch immer das Wort n fixiert. Wenn das oculomotorische Programm zur Fixierung vom Wort n+1 noch labil ist, wird es gelöscht und damit das Wort n+1 übersprungen und gleich das Wort n+2 fixiert.

In diesem Modell werden *Refixationen*, die mehrmalige Fixation desselben Wortes, ebenfalls mit einem eigenen Programm erklärt, das gleich zu Beginn der Fixation einsetzt, aber in den meisten Fällen durch das Programm zur Fixation des Wortes n+1 gelöscht wird. Wenn der Verarbeitungsschritt allerdings länger dauert und das Programm zur Fixation des Wortes n+1 nicht ausgelöst wird, folgt die Refixation.¹⁰

Wie bereits erwähnt, wird bei Fixation und Refixation immer ein Punkt innerhalb der ersten Hälfte des Worts angestrebt. Dem kognitiven System unterlaufen allerdings immer wieder Fehler. Es gibt in einem gewissen Sinne eine bevorzugte Distanz für Sakkaden. Wenn der optimale Fixationspunkt weiter weg liegt als diese Distanz, wird die Sakkade tendenziell zu kurz sein. Umgekehrt, wenn der Fixationspunkt näher liegt als die optimale Distanz, wird die Sakkade tendenziell zu lang. Kurze Wörter können also auch deshalb übersprungen werden, weil sie für die Sakkadendistanz zu kurz ist.

BAR, Moshe (2004): [Visual Objects in Context](#). *Nature Reviews Neuroscience*, Vol.5, S.617-629

MADELL, Jaime & Sylvie Hébert (2008): [Eye Movements and Music Reading: Where Do We Look Next?](#), *Music Perception*, Vol. 26 (2), S. 157-170, S. 158

RAYNER, Keith (1998): [Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research](#). *Psychological Bulletin*, Vol. 124 (3), S. 372-422, S. 380

RAYNER, Keith, Xingshan Li & Alexander Pollatsek (2007): [Extending the E-Z Reader Model of Eye Movement Control to Chinese Readers](#). *Cognitive Science*, Vol. 31, S. 1021-1033

REICHLE, Erik D., Alexander Pollatsek & Keith Rayner (2006): [A Cognitive-Control, Serial-Attention Model of Eye-Movement During Reading](#). *Cognitive Systems Research*, Vol.7, S. 4-22

¹⁰ RAYNER, Keith et al.: Extending the E-Z Reader Model of Eye Movement Control to Chinese Readers, S. 1025