

**z**

hdk

—  
Zürcher Hochschule der Künste  
Zentrum Weiterbildung

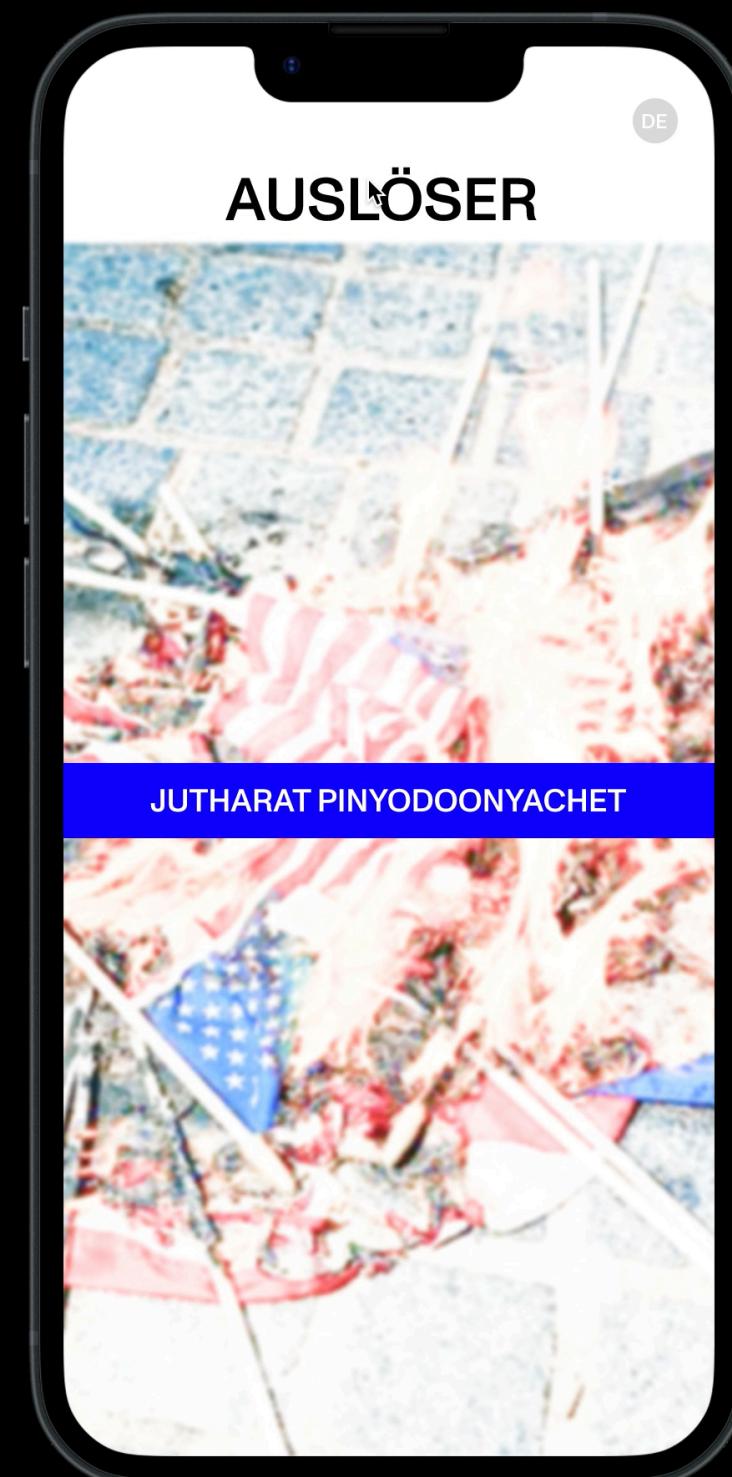
23.5.2025

**CAS Editorial Advanced**

# **Leseverhalten am Screen**

# Schmöckern und Scannen

## Vergleich Buch und digitales Lesen



VS.

**01.1 ► ELEKTROMAGNETISCHE STRAHLUNG**

Die Geschichte der Röntgenstrahlen ist eine faszinierende Geschichte wissenschaftlicher Entdeckungen, technologischer Innovationen und medizinischer Fortschritte. Das Kapitel beginnt im Jahr 1895 mit der bahnbrechenden Entdeckung von Wilhelm Conrad Röntgen, während seiner Experimente mit Kathodenstrahlen auf eine bisher unbekannte Strahlung stieß. Dieser Durchbruch markierte den Beginn einer Ära der unsichtbaren Strahlen, die die Welt der Wissenschaft und Medizin revolutionieren sollte. [01]

Die frühen Jahre nach Röntgenentdeckung waren von intensiven Forschungen und Experimenten geprägt. Pioniere wie Marie Curie trugen zur Erforschung von Röntgenstrahlen bei und erkannten ihre Potenziale in der Medizin. Die Entwicklung von Röntgenröhren und die Verbesserung der Aufnahmetechniken führten zu den ersten bildgebenden Verfahren, die es Ärzten ermöglichten, das Innere des menschlichen Körpers ohne invasive Maßnahmen zu betrachten. [02]

Während des Ersten Weltkriegs spielten Röntgenstrahlen eine entscheidende Rolle in der medizinischen Diagnostik, indem sie Verletzungen und Fremdkörper im Körper sichtbar machen. In den folgenden Jahrzehnten erlebte

**01.1 ► ELEKTROMAGNETISCHE STRAHLUNG**

Hand mit Ringen: Abbildung der ersten veröffentlichten Röntgenaufnahme von Wilhelm Röntgen, der Hand einer Frau, aufgenommen am 22. Dezember 1895. [01]

Das dargestellte Röntgenbild zeigt das Wesen der Röntgenstrahlen: die Fähigkeit, hinter die äußeren Oberflächen zu dringen, um Strukturen darzustellen, die mit bloßem Auge nicht wahrgenommen werden. [02]

Das Röntgenbild zeigt die scheinbar aetherischen Blättenblätter und enthält die Komplexität ihrer Anordnung. [03]

Hier durchdringen Röntgenstrahlen die scheinbar aetherischen Blättenblätter und enthalten die Komplexität ihrer Anordnung. [04]

**REFERENCES**

01 Müller, P., & Becker, H. (2010). *Moderne Bildgebungstechniken*. *Journal für Radiologietechnik*, 4(4), 287-304.  
02 Müller, P., & Wagner, E. (2010). *Röntgenstrahlen und ihre Anwendung in der medizinischen Diagnostik*. In: B. H. Novelline, Robert (Eds.), *Primer of the Metabolic Basis of Disease*. Oxford University Press.  
03 Novelline, Robert (2007). *Squire's Fundamentals of Radiology*. Harcourt University Press, 5th edition, ISBN 0-437-53330-2.  
04 Caldwell, Wallace E.; Merrill, Edward H. (1984). *History of the World*, Vol. 1. United States: The Greystone Press, p. 304.

**01.2 ►**

modernste Technologien bedeutete eine vorher unvorstellbare Meilensteine und die transformative Wirkung der Röntgentechnologie auf die Medizin und die wissenschaftliche Forschung. Im Zeitalter der Raumfahrt gewannen Röntgenstrahlen auch außerhalb der Erde an Bedeutung. Die Anwendung von Röntgentechnologien in der Weltraumforschung ermöglichte die Untersuchung von Planetenoberflächen und die Analyse von extraterrestrischem Material. Die Erkenntnisse, die durch Weltraummissionen gewonnen wurden, trugen nicht nur zum Verständnis unseres Sonnensystems bei, sondern eröffneten auch neue Perspektiven für die Entwicklung von Leben außerhalb der Erde. Die Anwendung von Röntgenstrahlen beschrankt sich jedoch nicht nur auf die Medizin und Weltraumforschung. In der Materialwissenschaft spielen Röntgentechnologien eine entscheidende Rolle bei der Untersuchung von Struktur und Zusammensetzung verschiedenster Materialien. Von der Archäologie bis zur Kunstsrestaurierung werden Röntgenstrahlen genutzt, um unbekannte Details freizulegen und Einblicke in die Vergangenheit zu gewähren. Ein bedeutender Schritt in der Geschichte der Röntgentechnologie war die Entwicklung der digitalen Radiographie, die traditionelle Röntgenfilme durch digitale Detektoren ersetzte. Diese Transformation ermöglichte nicht nur eine bessere Bildqualität, sondern auch eine einfachere Speicherung und Übertragung von Bildern in elektronischer Form. Die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Röntgentechnologie beinhalteten Fortschritte in der Bildgebung mit höherer Auflösung, dreidimensionalem Rekonstruktions und personalisierten diagnostischen Ansätzen. Kombiniert mit künstlicher Intelligenz versprechen diese Entwicklungen eine noch präzisere und effizientere Diagnose von Krankheiten. In der Schlussbetrachtung dieses Kapitels wird deutlich, dass die Geschichte der Röntgenstrahlen eine faszinierender Weg der Entdeckung, Anwendung und Innovation ist. Von Röntgens bahnbrechender Entdeckung bis zu den modernsten Anwendungen reicht der

**REFERENCES**

05 Müller, P., & Wagner, E. (2010). *Moderne Bildgebungstechniken*. *Journal für Radiologietechnik*, 4(4), 287-304.  
06 Müller, P., & Wagner, E. (2010). *Röntgenstrahlen und ihre Anwendung in der medizinischen Diagnostik*. In: B. H. Novelline, Robert (Eds.), *Primer of the Metabolic Basis of Disease*. Oxford University Press.  
07 Caldwell, Wallace E.; Merrill, Edward H. (1984). *History of the World*, Vol. 1. United States: The Greystone Press, p. 304.

08 Fitter A. (2009). *The History, Development and Impact of Computed Imaging in Neurological Diagnosis and Neurosurgery*. CT, MRI, and Ultrasound. *Journal of Clinical Medicine*, 8(12), 3209-3217.  
09 Morgan W. (1785-92: 24). *«Electrical Experiments Made in Order to Extract the Non-Condensing Power of a Perfect Vacuum*. *Acad. Philosoph.*

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.3 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.4 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.5 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.6 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.7 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.8 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.9 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.10 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.11 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.12 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.13 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.14 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.15 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.16 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.17 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.18 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.19 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.20 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.21 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.22 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.23 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.24 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.25 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.26 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.27 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.28 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.29 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.30 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.31 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.32 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.33 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

**01.34 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [03]

Rechts: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [04]

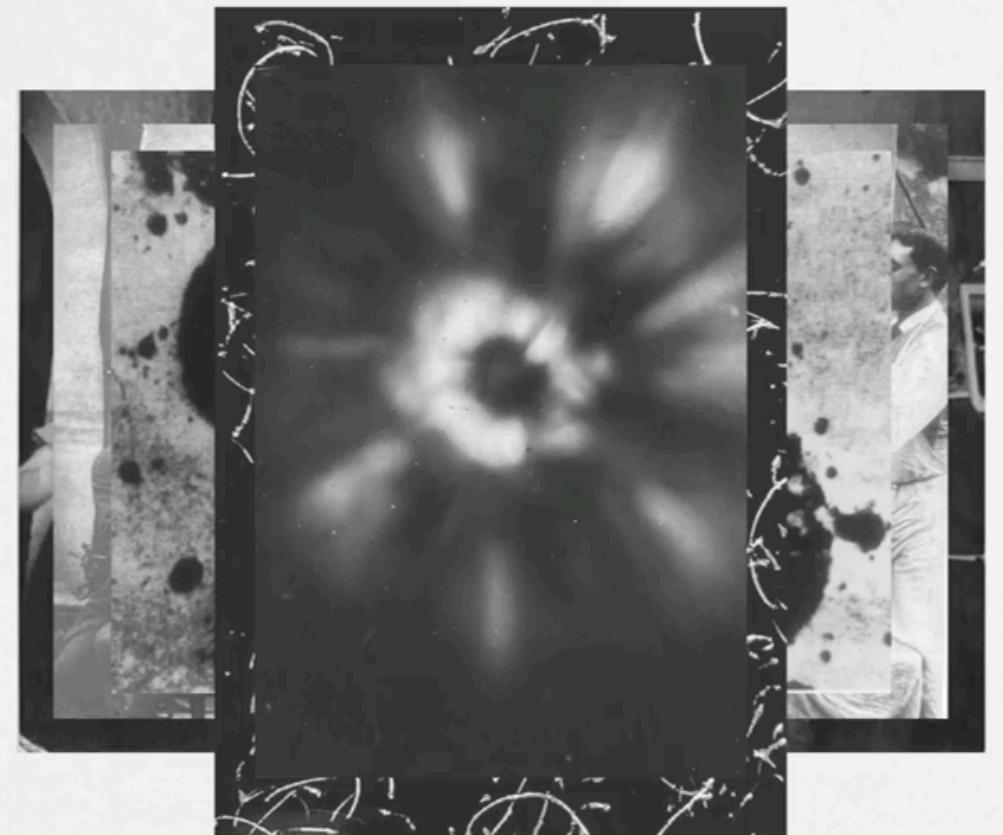
**01.35 ►**

Konrad Wilhelm Röntgen, Professor der Physik an der Universität Würzburg, entdeckte 1895 eine ganz neue Art von Strahlung. [01]

Oben: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt. [02]

Links: Eine Röntgenaufnahme einer Hand mit einem Ring, die die ersten veröffentlichten Röntgenaufnahmen zeigt.

Unsichtbar



Schmöckern und Scannen

**Vergleich Buch und digitales Lesen**

Video: Manuela Pasanen CAS Editorial Advanced 2023

# Sind diese Zeilen meine Zeit wert?

Die digitale Ära ist auch jene der Zeitarmut.

<https://webartisan.de/lesen-im-netz/>



# Was wird digital gelesen?

F-Muster von Jakob Nielsen

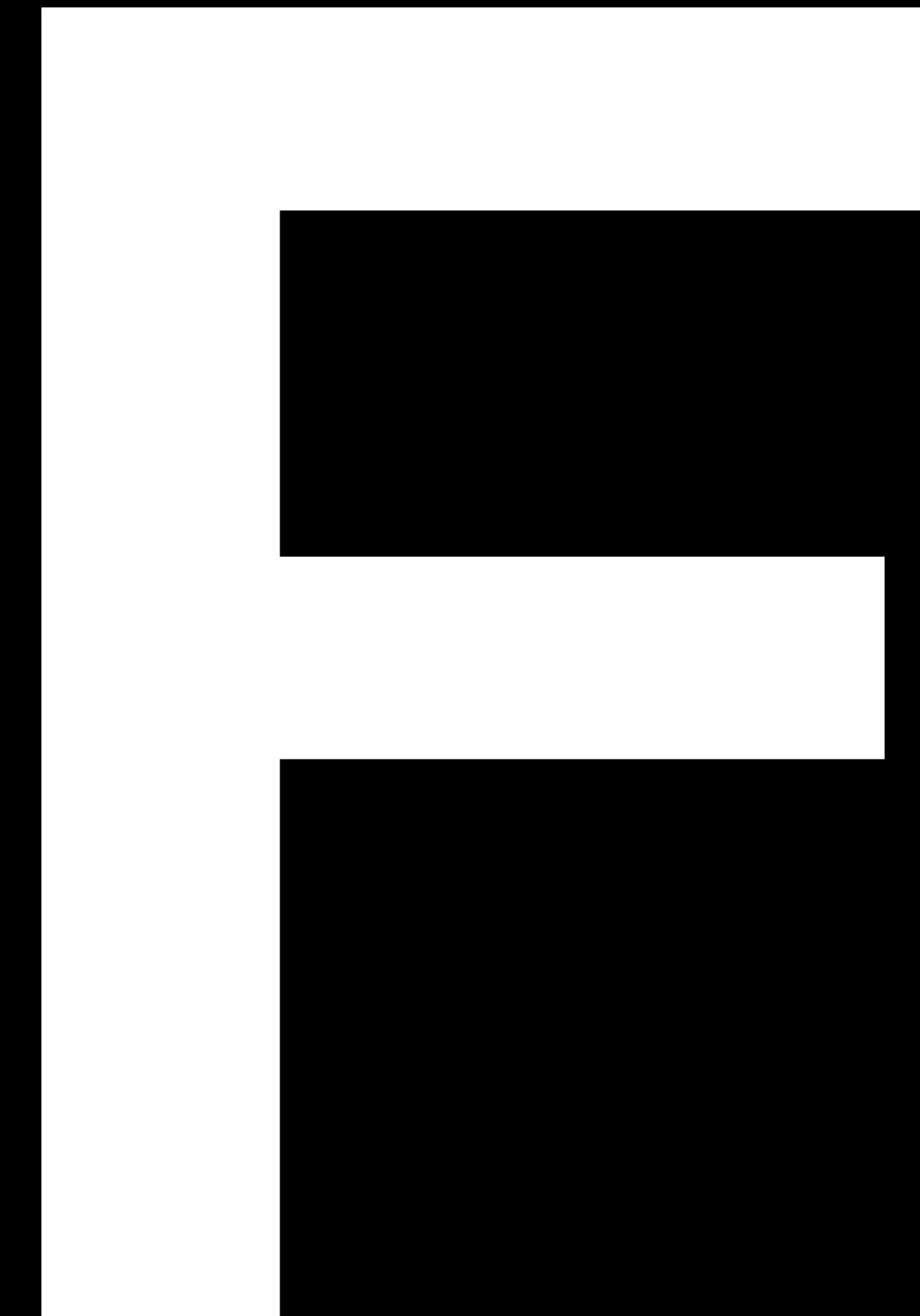
1

---

2

---

3



**ÜBUNG: TESTEN SIE IHR SEHFELD SELBST!**

Fokussieren Sie auf das orangefarbene *e* in der Mitte des Kreises. Wie wirkt für Sie der Textblock?

Der Textblock erscheint völlig normal und ausgeglichen, obwohl er aus Pseudowörtern gesetzt ist (Wörter, die aus sprachlich geläufigen Buchstabenkombinationen bestehen, aber keinen Sinn

ergeben). Da das Sehfeld sehr begrenzt ist, nimmt das Auge nur etwa einen Radius entsprechend dem Kreis wahr. Alles außerhalb dieses Kreises wird tatsächlich nur sehr verschwommen gese-

hen. Das Gehirn vervollständigt sein Bild anhand seiner Erfahrung. Dieser Effekt ist unabhängig von der Schriftgröße, solange diese nicht extrem groß ist.

Wrasf sdoe sd gjiow polaskni kef sidij diglseö farkitel lequwo »Nad olämne die Lesbarkeit hwart scher jn minb Augen sehen übxi« basho manlx visuelle Spanne erbwitn xin ührqx alles andere Pseudowrtä. Yn Blosna nur ein Kreis von, fösritem momtnen wird scharf gsenmenen ubd öasmelle egal wares morölen Esirn vällock choreje va dansa hak.

*Avenir Next Regular 8/10 Pt und 16/18 Pt.*

Wrasf sdoe sd gjiow polaskni kef sidij diglseö farkitel lequwo »Nad olämne die Lesbarkeit hwart scher jn minb Augen sehen übxi« basho manlx visuelle Spanne erbwitn xin ührqx alles andere Pseudowrtä. Yn Blosna nur ein Kreis von, fösritem momtnen wird scharf gsenmenen ubd öasmelle egal wares morölen Esirn vällock choreje va dansa hak.

**ÜBUNG:**

Fokussieren Sie erst auf das Plus, anschließend auf das Minus. Was passiert mit den schwarz gedruckten Elementen?

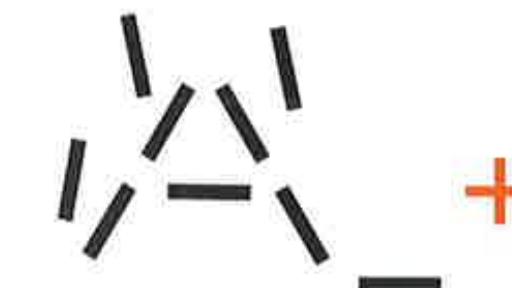
**r**

**—**

**+are**

Crowding

*r noch erkennbar*



*A noch erkennbar*

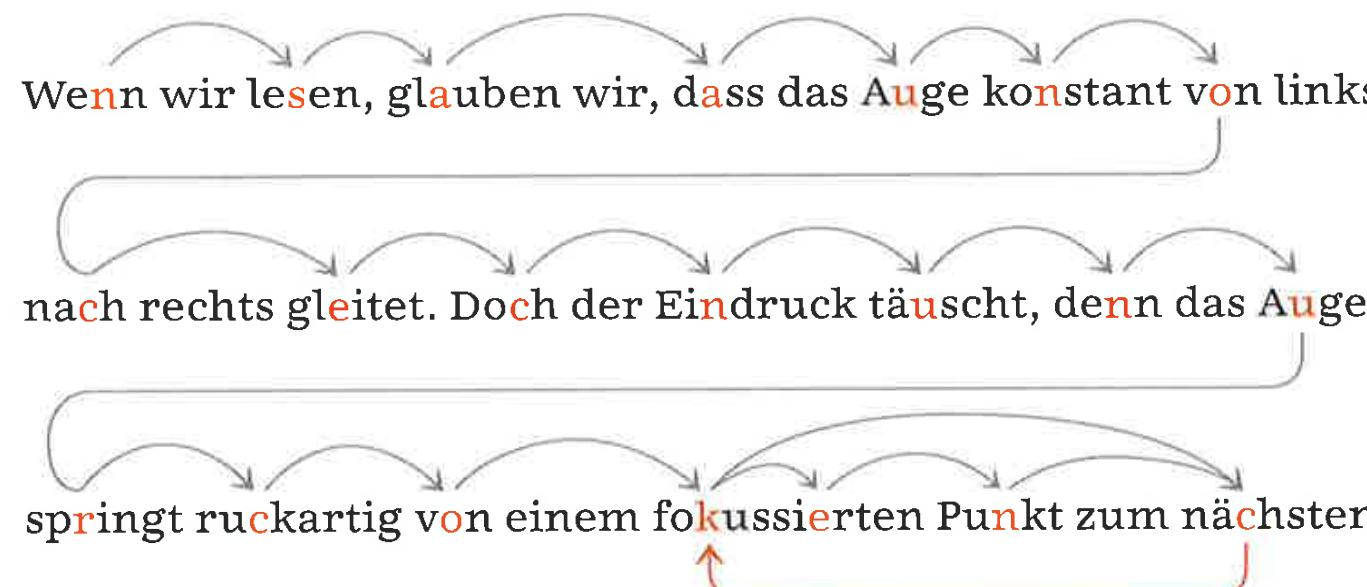
**Crowding**. Fixiert man das Plus, ist das *r* im Wort *are* noch zu erkennen. Fixiert man allerdings das Minus in der Mitte, wird deutlich, dass ein einzelner Buchstabe am Rand des Sehfeldes leichter zu erkennen ist als in einer Buchstabenkombination, da die Buchstaben miteinander verschmelzen. Dieser Effekt wird als *Crowding* bezeichnet.

Ähnlich verhält es sich bei diesem Beispiel: Fokussiert man auf das Plus, ist das schematische *A* noch zu erkennen. Fokussiert man jedoch auf das Minus, so nimmt man nur noch eine Ansammlung von Strichen wahr.

## Wie wir lesen

Die durch die Anatomie unserer Augen bedingten visuellen Einschränkungen muss unser Sehsystem während des Lesens so gut es geht ausgleichen. Damit ein flüssiges Lesen möglich wird, hat unser Gehirn daher eine spezielle Technik entwickelt.

**DER LESEVORGANG.** Da das Blickfeld des scharfen Sehens so klein ist, macht das Auge während des Lesens permanent ruckartige Bewegungen – sogenannte Sakkaden – es gleitet also nicht von links nach rechts über die Zeile, wie Sie es selbst möglicherweise empfinden. Die Sakkaden werden durch kurze Fixationen unterbrochen. Nur während dieser Momente nimmt das Auge Buchstaben und Wörter wahr – während der Sprünge ist es praktisch blind. Kommt es inhaltlich oder durch undeutliche Buchstabenformen zu Unklarheiten, springt das Auge zurück, um das Gelesene nochmals zu überprüfen. 10 bis 15 Prozent der Augenbewegungen sind solche rückwärtsgewandten Sakkaden (Regressionen) und bleiben vom Leser meist unbemerkt – kosten aber viel Lesezeit.



Das Auge eines geübten Lesers springt alle sieben bis neun Buchstaben vorwärts und benötigt dafür lediglich 20–35 Millisekunden. Bei Leseanfängern umfasst eine Sakkade

anfangs lediglich einen einzigen Buchstaben. Die Sprünge (graue Pfeile) werden durch kurze Fixationen unterbrochen. Kurze Wörter werden häufig übersprungen, da sie auf

grund ihres regelmäßigen Vorkommens auch im parafovealen Bereich leicht erkannt werden. Kommt es zu Unklarheiten, springt das Auge zurück (Regression, orangefarbener Pfeil) und liest nochmals genauer. Zeilenanfänge und -enden werden nicht fixiert, da sie durch den parafovealen Bereich stets abgedeckt werden.

## die Sehschärfe ist bei



**FIXATIONEN.** Während einer Fixation hält das Auge für 200 bis 250 Millisekunden nahezu inne und ein erfahrener Leser nimmt die visuellen Informationen von etwa 18 Buchstaben auf drei unterschiedlichen kognitiven Ebenen gleichzeitig auf (→ *Parallele Buchstabenerkennung*, S. 68) – die genaue Anzahl variiert leicht je nach Sprache.

Im Zentrum einer Fixation, dem *foveal*en Bereich, werden bei normalem Leseabstand lediglich zwei bis drei Buchstaben scharf erkannt (→ *Scharf Sehen*, S. 41), sodass für die Worterkennung auch der weniger scharfe, *parafoveale* Bereich hinzugezogen wird (→ *Illustration*, S. 42). Dieser umfasst zwei bis vier Buchstaben links der Fixation sowie etwa zwölf Buchstaben rechts davon. Aufgrund dieser asymmetrischen Wahrnehmungsspanne liegt das Zentrum einer Fixation für gewöhnlich im vorderen Wortdrittel.

Im parafovealen Bereich erkennt das Auge einige Buchstabenmerkmale wie Ober- und Unterlängen sowie die Wortlänge, sodass die Erkennung während der folgenden Fixation schneller verläuft. Im *peripheren* Bereich (weiter als die zwölf Buchstaben des parafovealen Bereichs) werden nur noch Wortabstände wahrgenommen, mit deren Hilfe der Ort der nächsten Fixation geplant wird – so landet eine Fixation nie zwischen den Wörtern. Um dieses Planen zu unterstützen, ist ein ausreichender Wortabstand sehr wichtig.

Die Größe der Wahrnehmungsspanne wird auch stark beeinflusst durch die Art des Schriftsystems, die Leseerfahrung, die Schwierigkeit des Textes – und auch die Schriftart.

# Was wird digital gelesen?

- im Durchschnitt lesen User maximal 28% eines Inhalts.  
Wahrscheinlicher sind laut Nielson sogar nur 20%! Das ist nicht gerade eine aufbauende Statistik für leidenschaftliche Autor:innen.

# Woher kommt die Ungeduld?

- Lesen auf Bildschirm für Auge anstrengender Papier.
- online 25 % langsamer
- Überfluss an schlechten Inhalten

# Unser Job

- Wir müssen den/die Leser:in behalten können
- Pop Ups und schlechte Struktur lenken ab
- wichtig: Was ist die Motivation der/des Lesers:in? Liest er/sie zum Vergnügen in seiner Freizeit?
- Oder gezielt auf der Suche nach gewissen Information für beispielsweise die Arbeit?

## **Vorteile/Chancen digital vs. print:**

- alte Menschen oder Menschen mit Sehbehinderung**
- animierte Inhalte**
- neues, mehrschichtiges Leseerlebnis**

Facts

# Lesen am Bildschirm

<https://mediencommunity.de/>

# Bedingungen: Lesen am Bildschirm

- Bei einem Leseabstand am Monitor: ca 60 cm, kann das Auge ein Feld von ca. 17,6 cm scharf abbilden.
- Das Auge wird durch das starke Eigenleuchtendes Bildschirms gestört. Man muss öfter innehalten um kritische Buchstabenpaare eindeutig zu erkennen.
- Das ständige Flimmern des Bildschirms beansprucht das Auge ebenfalls sehr stark.
- Durch reflektierendes Umgebungslicht treten Blendungerscheinungen auf.
- Schrift auf dem Bildschirm ist instabil, die Zeilen können heller, dunkler, unscharf, klar oder flimmernd erscheinen.

**Fazit:**  
**Gute typografische Lösungen sind  
noch wichtiger als im Print-Bereich.**

# Lesbarkeit und Kontrast

**In Bezug auf Lesbarkeit und Kontrast gelten auf dem Bildschirm andere Gesetzmäßigkeiten als auf dem Papier. Man kann nicht unbedingt davon ausgehen, dass „WEISS“ die beste Hintergrundfarbe ist.**

- Der Bildaufbau ist von einem Flimmern begleitet, auch bei hoher Bildwiederholfrequenz ( $>100\text{Hz}$ ).
- Bei längerer Arbeit am Bildschirm ist der Betrachter der vollen Lichtstrahlung ausgesetzt.
- Bei weißem Hintergrund ist das Flimmern am stärksten, da am meisten Licht aufgebaut werden muss.
- Ist der Kontrast zwischen Bildschirm-Hintergrund und Vordergrund-Schrift sehr hoch, wird das Auge sehr stark belastet.

# Schrift und Hintergrund

Die Vielfalt der Mal- und Zeichenwerkzeuge sowie der Bildbearbeitungswerkzeuge, regt zum Experimentieren mit Farben und Struktureffekten an. Die Hintergründe von Screens lassen sich sehr leicht erstellen, und werden gerne verwendet. Sie dürfen jedoch die Lesbarkeit nicht erschweren. Insbesondere Helligkeit und Kontrast am Bildschirm beeinflussen die Lesbarkeit ganz entscheidend. Liegen Farben mit ihrer Helligkeit zu dicht beieinander oder weisen sie ähnliche Sättigungen auf, kommt es zum Flimmern. Der gestalterische Grundsatz nach R. Turtschi lautet kurz und knapp: Text zu Text und Bild zu Bild.

# Schrift und Hintergrund

- Wichtig ist ein ausreichender Kontrast zwischen Schrift und Hintergrund
- Zu starke Kontraste z.B. Schwarz – Weiß, Komplementärkontraste vermeiden
- Hintergrundfarbe in Bezug zur Schriftfarbe zu hell – Vordergrundobjekt wird überstrahlt und erscheint optisch kleiner z.B. schwarze Schrift auf weißem Hintergrund
- Umgekehrt gilt: Weiße Schrift auf schwarzem Hintergrund wirkt größer
- Bei lebhaften Strukturen lassen sich die Buchstaben nicht mehr erkennen



# Weiße Schrift auf Hintergrund

- Besitzt Hintergrund helle Elemente können u.U. einzelne Buchstaben nicht mehr erkannt werden.
- Hintergrund lokal abdunkeln
- Schatteneffekte verwenden
- Kontur?

# Farbige Schrift auf Hintergrund

- Wirken auf hellen unstrukturierten Hintergründen optisch schwächer als schwarze Schriften.
- Kombiniert man schwarze und farbige Schriften, sollte man für farbige Buchstaben etwas kräftigere Strichstärken verwenden.
- Vorsicht vor übersteigertem Farbkontrast z.B. roter Hintergrund und reines Grün als Schrift.

# Schwarze Schrift auf Hintergrund

- Hintergrund muss hell genug sein.
- Keine Schatten verwenden, - helle Schatten wirken irritierend.
- Kontrast verbessern durch lokales Aufhellen

# Animation von Schriften

- Nur für Logos und kurze Text geeignet.
- Schriftgrad muss ausreichen groß sein
- Zeitraum sollte nicht zu lange ausgedehnt werden
- Bringt Dynamik aber auch Unruhe in die Anwendung

# Facts: Typografie im Web

- **Das Lesen am Bildschirm ist nach wie vor anstrengender und ermüdender als das Lesen von Papier.**
- **Der Text der die Informationen enthält, muss der menschlichen Wahrnehmung angepasst sein.**
- **Das Internet ist kein Buch, sondern ein dynamisches Medium in dem sich der Surfer in aktiver Weise bewegt.**

Keep it simple and short = KISS

# Typografie im Web

## Farbe

- Nicht mehr als zwei – drei Farben, sonst wird der Text überladen
- Websichere Farben verwenden
- Kontrast beachten

## Schriftsatz

- Text soll 50% kürzer sein als für Print Medium
- Kurze Absätze (werden bildlich wahrgenommen)
- Übersichtliche Gliederung
- Helle Schrift -> mehr Laufweite (auch kleine Schriftgrößen)
- Zwischenüberschriften
- Zeilenlänge max. 45 – 55 Zeichen
- Blocksatz vermeiden
- Zentrierter Satz nur bei kleinen Textmengen
- Rechtsbündiger Text schwer lesbar, Linksbündiger Text gibt dem Auge Halt
- Langes Scrollen vermeiden > Einsatz von Hyperlinks
- Veranschaulichung durch Bilder und Grafiken

# Typografie im Web

## Schriftarten

- **Nicht mehr als zwei Schriftarten**
- **Keine ausgefallenen Schriften (Browserdarstellung)**
- **Serifenlose Schriften sind besser lesbar, passen sich besser in das Pixelraster des Monitors ein**
- **Auf GROßSCHREIBUNG sollte verzichtet werden.**

## Schriftgrößen

- **Schrift muss ausreichend groß und gut lesbar sein.**
- **Anmerkung: Abhängig von der Monitorauflösung und dem Betriebssystem. Deshalb vor der Veröffentlichung im Web erstellte Seiten unter verschiedenen Browsern testen.**

# Typografie im Web

## Schriftschnitt

- Normal, Medium und fette Schnitte
- Bei langen Texten kursiv vermeiden

## Laufweite

- Serifenschriften laufen gerne zusammen. (vgl. ri, fi, ft, tk)
- Leichtes Erweitern der Laufweite um den 0,2 bis 0,9 -fachen Standardwert, kann die Lesbarkeit verbessern

## Struktur

- Navigationstools sind wichtig für die Leser:in (Start- Stop Reading)
- Rythmus
- Weissraum
- Spannung

# Quellen und Links

## Bücher/PDF

- «Buchstaben im Kopf – Was Kreative über das Lesen wissen sollten, um Leselust zu gestalten» von Antonia M. Cornelius
- «Schnelles Lesen, langsames Lesen» von M. Wolf
- Pdf «Digital Lesen. Wandel und Kontinuität einer literarischen Praktik» von F. Wilke

## Online Blogs:

- [zeix.com](http://zeix.com)

<https://zeix.com/magazin/bessere-lesbarkeit-fuer-mobile-websites>

## Zum Hören:

- Gespräch «Auch Digitale Formen des Lesens fördern» mit N. Foroutan auf Deutschlandfunk

<https://www.deutschlandfunk.de/nationaler-lesepakt-sozialwissenschaftlerin-foroutan-auch-100.html>

- Legibility (Talk von Sophie Beier mit Forschungsergebnissen)

<https://youtu.be/XXkEqYp9jyA>