

Gesehen werden: Page Rank, SEO, AEO, LLMO und Co



Clemens H. **Cap**

ORCID: 0000-0003-3958-6136

Department of Computer Science
University of **Rostock**
Rostock, Germany
clemens.cap@uni-rostock.de

2026-07-05 19:24

1. Einführung

Grundlagen von Suchmaschinen und SEO

1. Einführung
2. Suchmaschinen
3. PageRank
4. Berechnung
5. SEO-Faktoren
6. Moderne Faktoren
7. Ethik & Ausblick

1. Einführung

Hauptproblem

Wir leben heute (2026) in einer Gesellschaft mit einem

- **Überfluß** an verfügbaren Daten
- **Mangel** an menschlicher Kapazität für Aufmerksamkeit, Rezeption, Filterung und Kondensation

Problematik:

- ① Auswahl und Kondensation muß algorithmisch unterstützt werden.
- ② Aufmerksamkeit und Inhaltsframing ergeben Weltbilder.
- ③ Daraus folgende Verhaltensweisen sind von zentraler Bedeutung.
- ④ Interessen einzelner Parteien sind dabei stark gegenläufig.

Motivation: Warum die erste Position zählt

Suchmaschinen: Wichtigste Eingangstor zum Web (nach KI?)
Position in Ergebnisliste entscheidet über Sichtbarkeit und wirtschaftlichen Erfolg.

Empirische Beobachtung

- Aufmerksamkeit der Nutzer konzentriert sich stark auf die obersten Treffer.
- Erste organischer Treffer erhält ein Vielfaches der Klicks des zweiten.
- Ab Seite 2 fällt Klickrate nahezu auf null.
- Wer nicht auf der ersten Seite erscheint, ist faktisch unsichtbar.

Leitfragen

Wie ordnen Verkehrslenkungsseiten Milliarden von Seiten?
Wie läßt sich diese Ordnung beeinflussen?

Definition: Search Engine Optimization.

Search Engine Optimization (SEO) bezeichnet alle Maßnahmen, die darauf abzielen, die Position einer Website in den *organischen* (unbezahlten) Suchergebnissen zu verbessern.

Abgrenzung

- **SEO:** Organische Treffer.
Mittel- bis langfristig, keine direkten Klickkosten.
- **SEA:** (*Search Engine Advertising*):
Bezahlte Anzeigen, sofort wirksam, Abrechnung pro Klick.
- **SEM:** (*Search Engine Marketing*):
Oberbegriff, der SEO und SEA umfaßt.

SEO ist ein Optimierungsproblem unter unvollständiger Information.
Der genaue Ranking-Algorithmus der Anbieter ist nicht öffentlich.

Die drei Disziplinen des SEO

On-Page-SEO

- Inhalt, Struktur und Auszeichnung der eigenen Seite.
- Bsp: Texte, Überschriften, Meta-Daten.

Off-Page-SEO

- Signale von außen.
- Bsp: Eingehende Verweise (Backlinks): Speziell für PageRank wichtig.

Technisches SEO

- Crawlbarkeit, Ladezeit, Indexierbarkeit, Eignung für mobile Geräte uvm.

Beispiel: Vom Suchwort zum Ergebnis

Ein Nutzer gibt die Anfrage „beste Laufschuhe“ ein.

Im Hintergrund laufen mehrere Schritte ab:

- ① **Parsen:** Zerlegen der Anfrage und Normalisierung.
- ② **Kandidatensuche:** Raussuchen aller Dokumente, die diese Terme enthalten.
- ③ **Bewertung:** Vergabe von Werten der
 - ① *Relevanz* (Textpassung)
 - ② *Autorität* (Bsp:PageRank)
- ④ **Sortierung:** Ausgabe der Treffer nach Gesamtwert.

Kernaussage

Das Ranking ist kein Zufall, sondern das Ergebnis einer nachvollziehbaren Berechnung.

2. Suchmaschinen

Aufbau und Funktionsweise von
Web-Suchmaschinen

1. Einführung
2. Suchmaschinen
3. PageRank
4. Berechnung
5. SEO-Faktoren
6. Moderne Faktoren
7. Ethik & Ausblick

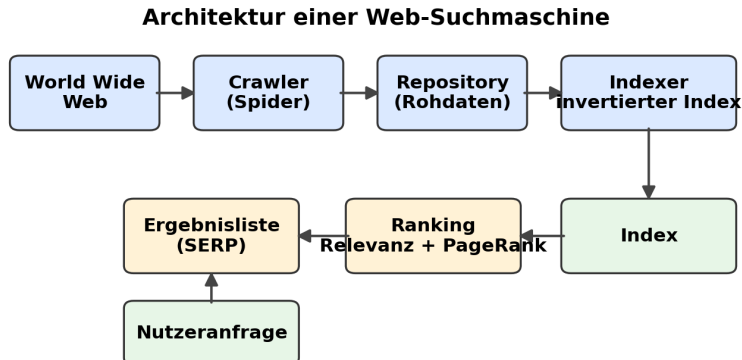


Abb. 1: Pipeline einer Web-Suchmaschine: Crawler, Repository, Indexer und Ranking. [Rechte s. Anhang.](#)

Crawling: Das Web systematisch durchlaufen

Crawler (auch: **Spider**) lädt Seiten und folgt deren Links, um neue Seiten zu entdecken.
Typischerweise: Breitensuche im Web-Graphen.

Wesentliche Aspekte:

- **Crawl Budget:** Begrenzte Zahl von Seiten, die je Domain besucht werden.
- **Zulässigkeit:** Einhaltung des **Standards der robots.txt**
- **Aufmerksamkeit:** Beachten der Betreiber-vorgeschlagenen **Sitemap**
- **Höflichkeit:** Einhaltung sinnvoller Zugriffsraten.
- **Aktualität:** Häufig geänderte oder zentral positionierte Seiten werden öfter besucht.

Konsequenz für SEO

Was nicht gecrawlt wird, kann nicht indexiert werden und erscheint nie im Ranking.

Indexierung: Der invertierte Index

Daten nicht als Dokumente, sondern als **invertierter Index** gespeichert.
Grund: Höhere Performance.

Definition: Invertierter Index

Ein *invertierter Index* ordnet jedem Term die Liste der Dokumente zu, in denen er vorkommt (sog. Postingliste).

Vorteil

- Nicht alle Dokumente durchsuchen
- Nachschlagen der Terme der Anfrage und Durchschnitt der Mengen.
- Zusätzliche Speicherung von Häufigkeiten & Positionen für Bewertung der Relevanz,

2. Suchmaschinen

Beispiel: Ein invertierter Index

Drei Dokumente:

- D_1 : „Der schnelle Hund“
- D_2 : „Der Hund schläft“
- D_3 : „Schnelle Katze“

Resultierender invertierter Index

Term	Postingliste
der	D_1, D_2
schnelle	D_1, D_3
hund	D_1, D_2
schläft	D_2
katze	D_3

Die Anfrage „schneller Hund“ liefert D_1 (Schnittmenge der Postinglisten).

Sprachliche Vorverarbeitung und Normalisierung grammatischer Formen (stemming)

Ranking: Von der Anfrage zur Trefferliste

Erzeugen einer sortierten Liste aus den Kandidaten des Index. Gesamtwert eines Dokuments setzt sich (grob) zusammen aus:

$$\text{Score}(d, q) = \underbrace{f_{\text{rel}}(d, q)}_{\text{Relevanz}} + \underbrace{f_{\text{aut}}(d)}_{\text{Autorität}}$$

Zwei Bewertungsrichtungen

- **Relevanz** ist *anfrageabhängig*: Wie gut paßt der Text zur Anfrage q ?
- **Autorität** ist *anfrageunabhängig*: Wie wichtig ist das Dokument im Web insgesamt?

PageRank ist das klassische Maß für die anfrageunabhängige Autorität.

Relevanz und Autorität: Zwei Säulen

Relevanz (Beispielverfahren)

- TF-IDF gewichtet Terme nach Häufigkeit im Dokument und Seltenheit im Korpus.
- Moderne Verfahren nutzen semantische Einbettungen und Sprachmodelle.

Autorität (Linkanalyse)

- PageRank [Pag+99] bewertet die globale Wichtigkeit über die Linkstruktur.
- HITS [Kle99] unterscheidet **Hubs** und **Authorities**.

Kernaussage

Ein gutes Ergebnis ist zugleich *relevant* und *autoritativ*.
Beide Säulen müssen zusammenwirken.

3. PageRank

3.1. Grundidee

3.2. Formulierung

Das Modell von Brin und Page

1. Einführung
2. Suchmaschinen
- 3. PageRank**
4. Berechnung
5. SEO-Faktoren
6. Moderne Faktoren
7. Ethik & Ausblick

Die Grundidee: Links als Empfehlungen

PageRank wurde 1998 von Larry Page und Sergey Brin entwickelt [BP98].
Kernidee bestehend einfach:

Kernidee

Ein Link von Seite A auf Seite B ist eine *Stimme* von A für B .
Wichtige Seiten geben gewichtigere Stimmen ab.

Zwei Prinzipien

- **Quantität:** Je mehr Seiten auf B verweisen, desto wichtiger ist B .
- **Qualität:** Eine Stimme von einer wichtigen Seite zählt mehr als viele Stimmen unwichtiger Seiten.

Rekursive Definition:

Die Wichtigkeit einer Seite hängt von der Wichtigkeit der verweisenden Seiten ab.

Das Modell des Random Surfer

Anschaulich läßt sich PageRank über einen zufällig surfenden Nutzer erklären.

Der Random Surfer

- ① folgt mit der Wahrscheinlichkeit d einem Link auf einer Seite.
- ② springt mit der Wahrscheinlichkeit $1 - d$ auf eine zufällige neue Seite.

Folge

Der PageRank einer Seite ist die Wahrscheinlichkeit, den Surfer langfristig auf dieser Seite anzutreffen.

Rekursive Definition des PageRank

Ohne Dämpfung verteilt jede Seite ihren Rang gleichmäßig auf ihre ausgehenden Links:

$$PR(p_i) = \sum_{p_j \in M(p_i)} \frac{PR(p_j)}{L(p_j)}$$

$M(p_i)$ Menge der Seiten, die auf p_i verweisen.

$L(p_j)$ Anzahl der ausgehenden Links von p_j .

Problem

Diese reine Form ist instabil:

Seiten ohne ausgehende Links (*Dangling Nodes*) und in sich geschlossene Linkgruppen (*Spider Traps*) sammeln den gesamten Rang an.

Lösung: Dämpfung.

Die PageRank-Formel

Mit Dämpfungsfaktor d und N Seiten lautet die vollständige Definition:

$$PR(p_i) = \frac{1-d}{N} + d \sum_{p_j \in M(p_i)} \frac{PR(p_j)}{L(p_j)}$$

Interpretation:

- ① $\frac{1-d}{N}$: Grundrang durch zufälliges Springen auf beliebige der N Seiten.
- ② $d \sum \frac{PR(p_j)}{L(p_j)}$: Rang, der über die eingehenden Links zufließt.

Normierung

Bei korrekter Behandlung der Dangling Nodes gilt $\sum_i PR(p_i) = 1$

Folge: PageRank ist eine Wahrscheinlichkeitsverteilung.

Der Dämpfungsfaktor d

Dämpfungsfaktor $d \in (0, 1)$ steuert, wie oft der Surfer Links folgt, statt zufällig zu springen.

Wirkung

- $d \rightarrow 1$: Surfer folgt fast immer Links;
Konvergenz wird langsam,
Spider Traps werden gefährlich.
- $d \rightarrow 0$: Fast nur Sprünge
Linkstruktur verliert an Bedeutung.
- In der Praxis wählt man häufig $d = 0,85$ [Pag+99].

Funktion des Springens

Das Springen garantiert, daß jede Seite einen Mindeststrang behält und daß die Berechnung stets konvergiert.

3.2 Formulierung

Beispiel: PageRank in einem kleinen Graphen (1)

Graph mit Kanten $A \rightarrow B$, $A \rightarrow C$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow A$, $D \rightarrow C$ bei $d = 0,85$.

PageRank ($d = 0,85$), Knotengröße $\propto$ PageRank

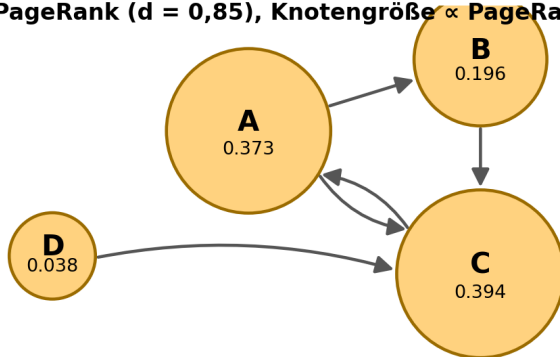


Abb. 2: Konvergierter PageRank; die Knotengröße ist proportional zum PageRank. [Rechte s. Anhang.](#)

3.2 Formulierung

Beispiel: PageRank in einem kleinen Graphen (2)

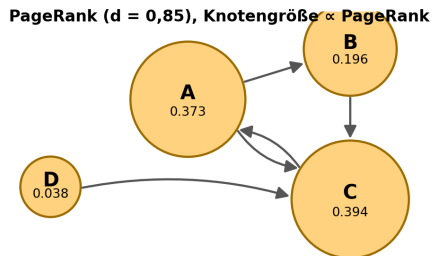


Abb. 3: Konvergierter PageRank; die Knotengröße ist proportional zum PageRank. Rechte s. Anhang.

Seite *C* erhält den höchsten Rang (drei eingehende Links), Seite *D* nur den Grundrang $\frac{1-d}{N} = 0,0375$, da niemand auf sie verweist.

PageRank und HITS im Vergleich

Neben PageRank ist HITS [Kle99] das zweite klassische Verfahren der Linkanalyse.

Merkmal	PageRank	HITS
Bewertung	ein Rang je Seite	Hub- und Authority-Wert
Berechnung	global, vorab	oft anfragebezogen
Abhängigkeit	anfrageunabhängig	anfrageabhängig

Kernunterschied

- HITS trennt verweisende *Hubs* von autoritativen Zielen (*Authorities*).
- PageRank verdichtet beides zu einer einzigen, global gültigen Zahl.

Aufgabe: PageRank-Gleichungen aufstellen

Gegeben sei ein Graph mit drei Seiten und den Kanten $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 3$, $3 \rightarrow 1$, $3 \rightarrow 2$. Der Dämpfungsfaktor sei $d = 0,85$.

Ihre Aufgaben

- 1 Bestimmen Sie für jede Seite die Anzahl der ausgehenden Links $L(p_j)$.
- 2 Stellen Sie die drei PageRank-Gleichungen auf.
- 3 Geben Sie den Grundrang $\frac{1-d}{N}$ an.

Lösung: PageRank-Gleichungen aufstellen

Zu 1: $L(1) = 1$, $L(2) = 1$, $L(3) = 2$. Grundrang: $\frac{1-d}{N} = \frac{0,15}{3} = 0,05$.

PageRank-Gleichungen

$$PR(1) = 0,05 + 0,85 \cdot \frac{PR(3)}{2}$$

$$PR(2) = 0,05 + 0,85 \cdot \left(PR(1) + \frac{PR(3)}{2} \right)$$

$$PR(3) = 0,05 + 0,85 \cdot PR(2)$$

Seite 3 erhält Stimmen von 1 und 2 und sollte daher den höchsten Rang erreichen. Die numerische Lösung folgt im nächsten Abschnitt.

4. Berechnung

4.1. Lineare Algebra

4.2. Algorithmus

Iterative Berechnung und lineare Algebra

1. Einführung

2. Suchmaschinen

3. PageRank

4. Berechnung

5. SEO-Faktoren

6. Moderne Faktoren

7. Ethik & Ausblick

Matrixformulierung des PageRank

Sei $\mathbf{r}$ der Vektor der PageRank-Werte und M die *Übergangsmatrix* mit

$$M_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{L(p_j)} & \text{falls } p_j \rightarrow p_i \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Dann läßt sich die PageRank-Formel kompakt schreiben als

$$\mathbf{r} = \frac{1-d}{N} \mathbf{1} + d M \mathbf{r}.$$

Eigenschaft von M

Ohne Dangling Nodes ist M *spaltenstochastisch*: Jede Spalte summiert sich zu 1, denn jede Seite verteilt ihren gesamten Rang.

PageRank als Eigenvektor

Faßt man Teleport und Linkfolge in einer Matrix G zusammen, so wird die Gleichung zu

$$\mathbf{r} = G \mathbf{r}.$$

Deutung

Der PageRank-Vektor $\mathbf{r}$ ist der *Eigenvektor* von G zum Eigenwert 1 und zugleich die stationäre Verteilung der durch G beschriebenen Markow-Kette.

Warum existiert die Lösung?

- G ist spaltenstochastisch, nichtnegativ und durch den Teleport *irreduzibel* sowie *aperiodisch*.
- Nach dem Satz von Perron – Frobenius existiert daher eine eindeutige, positive stationäre Verteilung [BL06].

Die zusammengefaßte Matrix heißt *Google-Matrix*:

$$G = d M + \frac{1-d}{N} \mathbf{1} \mathbf{1}^\top.$$

Bestandteile

- $d M$: Folgen eines zufälligen ausgehenden Links.
- $\frac{1-d}{N} \mathbf{1} \mathbf{1}^\top$: Sprung auf eine gleichverteilte Seite (Teleport).

Vorsicht

G ist dicht besetzt und für das gesamte Web viel zu groß, um explizit gebildet zu werden. Man arbeitet stets mit der dünn besetzten Matrix M .

Der Eigenvektor wird nicht direkt gelöst, sondern iterativ angenähert (*Potenzmethode*).

Algorithmus

- 1 Initialisiere $\mathbf{r}^{(0)} = \frac{1}{N} \mathbf{1}$.
- 2 Wiederhole: $\mathbf{r}^{(k+1)} = \frac{1-d}{N} \mathbf{1} + d M \mathbf{r}^{(k)}$.
- 3 Stoppe, sobald $\|\mathbf{r}^{(k+1)} - \mathbf{r}^{(k)}\|_1 < \varepsilon$.

Eigenschaften

- Jede Iteration kostet nur eine dünn besetzte Matrix-Vektor-Multiplikation.
- In der Praxis genügen meist wenige Dutzend Iterationen [LM04].

4.2 Algorithmus

Konvergenz und Dämpfung

Konvergenzgeschwindigkeit hängt vom Dämpfungsfaktor.

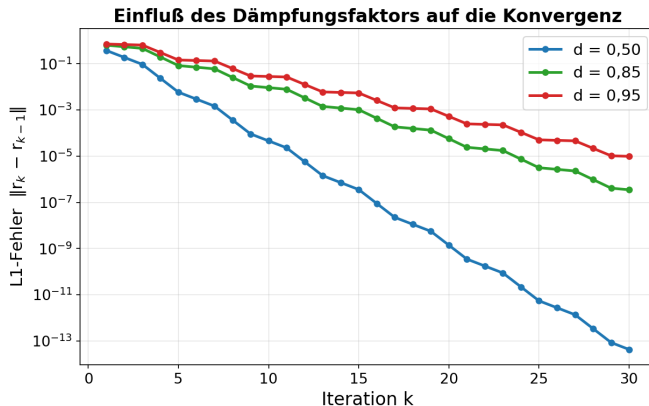


Abb. 4: L1-Fehler je Iteration für verschiedene Dämpfungsfaktoren d (logarithmische Achse). Rechte s. Anhang.

Dangling Nodes und Spider Traps

Zwei Strukturen stören die reine Linkfolge.

Dangling Nodes (Senken)

- Seiten ohne ausgehende Links (z. B. PDF-Dateien).
- Ihre Spalte in M ist null; Rang würde verlorengehen.
- **Lösung:** Umverteilung ihres Rangs auf alle Seiten.

Spider Traps (Fallen)

- Gruppen, die nur untereinander verlinken und so allen Rang einsammeln.
- **Lösung:** Der Teleport erlaubt das Entkommen.

Fazit

Erst Teleport und Dangling-Behandlung machen G zu einer gültigen stochastischen Matrix mit eindeutiger Lösung.

5. SEO-Faktoren

5.1. On-Page

5.2. Off-Page

On-Page, Off-Page und technisches SEO

1. Einführung
2. Suchmaschinen
3. PageRank
4. Berechnung
- 5. SEO-Faktoren**
6. Moderne Faktoren
7. Ethik & Ausblick

On-Page-SEO umfaßt alles, was sich direkt auf der eigenen Seite steuern läßt.

Wichtige Hebel

- **Inhalt:** Einzigartige, hilfreiche Texte, die die Suchabsicht (*Search Intent*) treffen.
- **Struktur:** Sinnvolle Überschriften (H1–H3), kurze Absätze, Listen und Tabellen.
- **Meta-Daten:** Aussagekräftiger title und meta description.
- **Interne Verlinkung:** Verteilt Rang gezielt auf wichtige Unterseiten.

Grundsatz

Für Menschen schreiben, nicht für den Algorithmus.

Gute Lesbarkeit und klare Struktur korrelieren mit gutem Ranking

Technisches SEO sorgt dafür, daß Suchmaschinen die Seite problemlos verarbeiten können.

Checkliste

- **Crawlbarkeit:** Korrekte robots.txt und XML-Sitemap.
- **Indexierbarkeit:** Saubere Statuscodes, canonical-Tags gegen Duplikate.
- **Strukturierte Daten:** Auszeichnung per [Schema.org](https://schema.org) für reichhaltige Treffer.
- **Sicherheit und Mobilität:** HTTPS sowie mobile Darstellung.

Die Überwachung erfolgt zentral über die [Google Search Console](#).

Off-Page-SEO: Backlinks als Kapital

Off-Page-SEO bündelt Signale von außen. Das wichtigste ist der *Backlink*, also der eingehende Verweis einer fremden Seite.

Bewertungsdimensionen eines Backlinks

- **Autorität** der verlinkenden Domain (PageRank-Gedanke).
- **Thematische Nähe** zwischen Quell- und Zielseite.
- **Ankertext**, der den Verweis beschreibt.
- **Position** im Inhalt (redaktioneller Link > Fußzeile).

PageRank-Bezug

Off-Page-SEO versucht, die im PageRank modellierte Linkautorität gezielt aufzubauen.

Linkqualität: nofollow, Trust und Spam

Nicht jeder Link überträgt Autorität.

Über Attribute steuern Betreiber, wie ein Link gewertet wird.

`rel="nofollow"` Der Link soll keine Autorität übertragen (klassisch für nutzergenerierte Inhalte).

`rel="sponsored"` Kennzeichnet bezahlte Links.

`rel="ugc"` Markiert nutzergenerierte Inhalte (z. B. Kommentare).

Warnung vor Link-Schemata

Gekaufte Links und Linktauschnetzwerke verstoßen gegen die **Spam-Richtlinien** von Google und können zu Abstrafungen führen.

Fallstudie: Der Fall J.C. Penney (2011)

Ein Lehrstück über manipulierte Backlinks, dokumentiert von der *New York Times*.

Ablauf

- Der US-Händler J.C. Penney rangierte über Monate für viele generische Begriffe wie „dresses“ auf Platz 1.
- Recherchen deckten Tausende gekaufter Links von thematisch fremden, teils verwaisten Seiten auf.
- Google reagierte mit einer manuellen Abstrafung; die Rankings brachen ein.

Lehre

Kurzfristig wirksame Link-Manipulation ist riskant: Sie verstößt gegen die Richtlinien und kann hart bestraft werden.

Quelle: *The Dirty Little Secrets of Search*, New York Times, 2011.

6. Moderne Faktoren

Ranking jenseits von PageRank

1. Einführung
2. Suchmaschinen
3. PageRank
4. Berechnung
5. SEO-Faktoren
- 6. Moderne Faktoren**
7. Ethik & Ausblick

Vom PageRank zum komplexen Ranking-System

PageRank war 1998 der entscheidende Durchbruch.
Heute aber nur noch **ein** Signal unter sehr vielen.

Entwicklung

- Moderne Systeme kombinieren Hunderte von Signalen.
Vielfach durch maschinelles Lernen und Recommender gewichtet.
- Relevanz wird zunehmend semantisch über Sprachmodelle bestimmt, nicht mehr über Termhäufigkeit.
- Linkautorität bleibt wichtig, wird aber durch Qualitäts- und Nutzersignale ergänzt.

Einordnung

Der PageRank liefert weiterhin das mentale Modell für *Autorität*, auch wenn der genaue Algorithmus heute weit komplexer ist. Überblick: [Google: How Search Works](#).

Google bewertet Inhalte anhand des **E-E-A-T Rahmens**.

Quelle: [Search Quality Rater Guidelines](#).

Experience Praktische, eigene Erfahrung mit dem Thema.

Expertise Fachliche Kompetenz der Autoren.

Authoritativeness Anerkennung als Quelle in der Branche.

Trustworthiness Vertrauenswürdigkeit; der wichtigste Faktor.

Nutzersignale und Page Experience

Neben Inhalt und Links bewertet Google das Nutzungserlebnis.
Zentral sind die **Core Web Vitals**.

LCP Largest Contentful Paint:

Ladezeit des größten Inhalts

Ziel: $\leq 2,5$ s.

INP Interaction to Next Paint:

Reaktionszeit von Interaktion zu nächstem Browser-Paint

Ziel: ≤ 200 ms

CLS Cumulative Layout Shift:

Welcher Anteil der Seiten springt während des Ladens

Ziel: $\leq 0,1$.

Hinweis

Page Experience ist ein vergleichsweise schwaches Signal, wirkt aber als Differenzierung bei sonst gleichwertigen Treffern. Referenz: [web.dev – Core Web Vitals](https://web.dev/core-web-vitals).

Generative KI verändert sowohl die Suche als auch das SEO.

Beobachtungen

- Suchmaschinen blenden zunehmend KI-generierte Zusammenfassungen (**AI Overviews**) ein
- Inhalte mit klarer Struktur, direkten Antworten und belegbaren Fakten werden bevorzugt als Quelle zitiert.
- Generische, ungeprüfte KI-Massentexte werden durch Qualitäts-Updates gezielt herabgestuft.

Konsequenz

Die Bewertung ist quellenneutral: Entscheidend ist nicht, ob ein Text von Mensch oder KI stammt, sondern ob er fachlich geprüft und nützlich ist.

Fallstudie: Googles Core Updates

Google überarbeitet sein Kernsystem mehrmals jährlich durch *Core Updates*.

Belegte Eckpunkte

- Das *Helpful Content System* wurde im März 2024 in das Kern-Ranking integriert und ist kein eigenständiges Signal mehr.
- Spätere Core Updates richteten sich verstärkt gegen minderwertige, oft KI-generierte Massentexte.
- Betroffene Seiten verloren teils massiv an Sichtbarkeit.

Lehre

SEO ist kein einmaliges Projekt, sondern muß auf laufende Algorithmus-Änderungen reagieren. Statusmeldungen: [Google Search Status Dashboard](#).

7. Ethik & Ausblick

Black-Hat, White-Hat und Trends

1. Einführung
2. Suchmaschinen
3. PageRank
4. Berechnung
5. SEO-Faktoren
6. Moderne Faktoren
- 7. Ethik & Ausblick**

White-Hat- und Black-Hat-SEO

SEO-Methoden lassen sich nach ihrer Konformität mit den Richtlinien der Suchmaschinen einteilen.

White-Hat-SEO

- Hochwertige Inhalte, saubere Technik, natürlich gewachsene Links.
Nachhaltig, aber langsam.

Black-Hat-SEO

- Täuschung des Algorithmus
Cloaking (versteckter Text), **Keyword Stuffing**, **gekaufte Links**
Schnell, aber riskant.

Grey-Hat

Dazwischen liegt eine Grauzone aggressiver, formal nicht verbotener Taktiken.
Die Grenze verschiebt sich mit jedem Update.

Manipulation des PageRank: Link-Spam

Da Links Autorität übertragen, sind sie ein klassisches Angriffsziel.

Typische Verfahren

- **Linkfarmen:** Große Mengen von Seiten, die sich gegenseitig verlinken.
- **Private Blog-Netzwerke (PBN):** Aufgekaufte Domains allein zum Linkaufbau.
- **Kommentar- und Forenspam:** Massenhaft gesetzte Links in fremden Inhalten.

Mathematischer Kern

Solche Strukturen wollen den Term $d \sum \frac{PR(p_j)}{L(p_j)}$ künstlich aufblähen, ohne echte Empfehlung. Genau hier setzen die Gegenmaßnahmen an.

Gegenmaßnahmen: TrustRank und Penalties

Suchmaschinen verteidigen die Integrität ihres Rankings auf mehreren Ebenen.

Algorithmische Abwehr

- **TrustRank:** Vertrauen breitet sich von manuell geprüften Seed-Seiten aus; weit entfernte Seiten gelten als verdächtig.
- **Spam-Klassifikatoren** erkennen unnatürliche Linkmuster.

Manuelle Maßnahmen

- Sichtbare Abstrafungen (*Penalties*) bis zur vollständigen Entfernung aus dem Index.
- Verstöße meldet die Suchmaschine über die Search Console.

Ausblick: SEO im Zeitalter der KI-Suche

Verschiebung von klassischen Trefferlisten zu KI-gestützten Antworten.

Trends

- **GEO / AEO** (*Generative bzw. Answer Engine Optimization*): Inhalte so aufbereiten, daß sie von KI-Systemen zitiert werden.
- **Strukturierte, belegbare Inhalte** gewinnen an Bedeutung gegenüber reiner Linkmasse.
- **Vertrauen und Marke** werden zum zentralen, schwer manipulierbaren Signal.

Schlußgedanke

Über alle technischen Wandlungen hinweg bleibt das Ziel konstant: Nützliche, vertrauenswürdige Inhalte für echte Menschen. Das ist zugleich die robusteste SEO-Strategie.

Appendix

Übersicht		 51
Literaturverzeichnis		 52
Verzeichnis aller Abbildungen	Abb	 53
Rechtsnachweise	©	 54
Rechtliche Hinweise	§	 55
Zitierweise dieses Dokuments	→	 57
Abkürzungsverzeichnis	Abk	 58
Verzeichnis aller Folien		 59

- [BL06] Kurt Bryan and Tanya Leise. "The \$25,000,000,000 Eigenvector: The Linear Algebra behind Google". In: *SIAM Review* 48.3 (2006), pp. 569–581. DOI: [10.1137/050623280](https://doi.org/10.1137/050623280). URL: <https://doi.org/10.1137/050623280> (cit. on p. 28).
- [BP98] Sergey Brin and Lawrence Page. "The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine". In: *Computer Networks and ISDN Systems* 30.1–7 (1998), pp. 107–117. DOI: [10.1016/S0169-7552\(98\)00110-X](https://doi.org/10.1016/S0169-7552(98)00110-X). URL: [https://doi.org/10.1016/S0169-7552\(98\)00110-X](https://doi.org/10.1016/S0169-7552(98)00110-X) (cit. on p. 16).
- [Kle99] Jon M. Kleinberg. "Authoritative Sources in a Hyperlinked Environment". In: *Journal of the ACM* 46.5 (1999), pp. 604–632. DOI: [10.1145/324133.324140](https://doi.org/10.1145/324133.324140). URL: <https://doi.org/10.1145/324133.324140> (cit. on pp. 14, 23).
- [LM04] Amy N. Langville and Carl D. Meyer. "Deeper Inside PageRank". In: *Internet Mathematics* 1.3 (2004), pp. 335–380. DOI: [10.1080/15427951.2004.10129091](https://doi.org/10.1080/15427951.2004.10129091). URL: <https://doi.org/10.1080/15427951.2004.10129091> (cit. on p. 30).
- [Pag+99] Lawrence Page et al. *The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web*. Tech. rep. 1999-66. Previous number = SIDL-WP-1999-0120. Stanford InfoLab, 1999. URL: <http://ilpubs.stanford.edu:8090/422/> (cit. on pp. 14, 20).

Verzeichnis aller Abbildungen

1	Architektur einer Suchmaschine	9
2	PageRank in einem kleinen Graphen	21
3	PageRank in einem kleinen Graphen	22
4	Einfluß des Dämpfungsfaktors	31

Rechtliche Hinweise (1)

Die hier angebotenen Inhalte unterliegen deutschem Urheberrecht. Inhalte Dritter werden unter Nennung der Rechtsgrundlage ihrer Nutzung und der geltenden Lizenzbestimmungen hier angeführt. Auf das Literaturverzeichnis wird verwiesen. Das **Zitatrecht** in dem für wissenschaftliche Werke üblichen Ausmaß wird beansprucht. Wenn Sie eine Urheberrechtsverletzung erkennen, so bitten wir um Hinweis an den auf der Titelseite genannten Autor und werden entsprechende Inhalte sofort entfernen oder fehlende Rechtsnennungen nachholen. Bei Produkt- und Firmennamen können Markenrechte Dritter bestehen. Verweise und Verlinkungen wurden zum Zeitpunkt des Setzens der Verweise überprüft; sie dienen der Information des Lesers. Der Autor macht sich die Inhalte, auch in der Form, wie sie zum Zeitpunkt des Setzens des Verweises vorlagen, nicht zu eigen und kann diese nicht laufend auf Veränderungen überprüfen.

Alle sonstigen, hier nicht angeführten Inhalte unterliegen dem Copyright des Autors, Prof. Dr. Clemens Cap, ©2020. Wenn Sie diese Inhalte nützlich finden, können Sie darauf verlinken oder sie zitieren. Jede weitere Verbreitung, Speicherung, Vervielfältigung oder sonstige Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts bedarf der schriftlichen Zustimmung des Rechteinhabers. Dieses dient der Sicherung der Aktualität der Inhalte und soll dem Autor auch die Einhaltung urheberrechtlicher Einschränkungen wie beispielsweise **Par 60a UrhG** ermöglichen.

Die Bereitstellung der Inhalte erfolgt hier zur persönlichen Information des Lesers. Eine Haftung für mittelbare oder unmittelbare Schäden wird im maximal rechtlich zulässigen Ausmaß ausgeschlossen, mit Ausnahme von Vorsatz und grober Fahrlässigkeit. Eine Garantie für den Fortbestand dieses Informationsangebots wird nicht gegeben.

Die Anfertigung einer persönlichen Sicherungskopie für die private, nicht gewerbliche und nicht öffentliche Nutzung ist zulässig, sofern sie nicht von einer offensichtlich rechtswidrig hergestellten oder zugänglich gemachten Vorlage stammt.

Use of Logos and Trademark Symbols: The logos and trademark symbols used here are the property of their respective owners. The YouTube logo is used according to brand request 2-9753000030769 granted on November 30, 2020. The GitHub logo is property of GitHub Inc. and is used in accordance to the GitHub logo usage conditions <https://github.com/logos> to link to a GitHub account. The Tweedback logo is property of Tweedback GmbH and here is used in accordance to a cooperation contract.

Disclaimer: Die sich immer wieder ändernde Rechtslage für digitale Urheberrechte erzeugt ein nicht unerhebliches Risiko bei der Einbindung von Materialien, deren Status nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand abzuklären ist. Ebenso kann den Rechteinhabern nicht auf sinnvolle oder einfache Weise ein Honorar zukommen, obwohl deren Leistungen genutzt werden.

Daher binde ich gelegentlich Inhalte nur als Link und nicht durch Framing ein. Lt EuGH Urteil 13.02.2014, C-466/12 ([Pressemitteilung](#), [Blog-Beitrag](#), [Urteilstext](#)). ist das unbedenklich, da die benutzten Links ohne Umgehung technischer Sperren auf im Internet frei verfügbare Inhalte verweisen. Wenn Sie diese Rechtslage stört, dann setzen Sie sich für eine Modernisierung des völlig veralteten Vergütungs- und Anreizsystems für urheberrechtliche Leistungen ein. Bis dahin klicken Sie bitte auf die angegebenen Links und denken Sie darüber nach, warum wir keine für das digitale Zeitalter sinnvoll angepaßte Vergütungs- und Anreizsysteme digital erbrachter Leistungen haben. Zu Risiken und Nebenwirkungen fragen Sie Ihren Rechtsanwalt oder Gesetzgeber. Weitere Hinweise finden Sie im Netz [hier](#) und [hier](#) oder [hier](#).

Zitierweise dieses Dokuments

Wenn Sie Inhalte aus diesem Werk nutzen oder darauf verweisen wollen, zitieren Sie es bitte wie folgt:

Clemens H. Cap: Gesehen werden: Page Rank, SEO, AEO, LLMO und Co. Electronic document.
<https://iuk.one/203-0002> 5. 7. 2026.

Bibtex Information: <https://iuk.one/203-0002.bib>

```
@misc{doc:203-0002,  
  author      = {Clemens H. Cap},  
  title       = {Gesehen werden: Page Rank, SEO, AEO, LLMO und Co},  
  year        = {2026},  
  month       = {7},  
  howpublished = {Electronic document},  
  url         = {https://iuk.one/203-0002}  
}
```

Typographic Information:

Typeset on 2026-07-05 at 19:24

This is pdfTeX, Version 3.141592653-2.6-1.40.29 (TeX Live 2026) kpathsea version 6.4.2

This is pgf in version 3.1.11a

This is preamble-slides.tex ©C.H.Cap

Jobtype flag=foreground

Active modes (if any): biblioKeywords: keywords

Subject: subject

Verzeichnis aller Folien

Titelseite 1

1. Einführung 2

Hauptproblem 3

Motivation: Warum die erste Position zählt 4

Was ist SEO? 5

Die drei Disziplinen des SEO 6

Beispiel: Vom Suchwort zum Ergebnis 7

2. Suchmaschinen 8

Architektur einer Suchmaschine 9

Crawling: Das Web systematisch durchlaufen 10

Indexierung: Der invertierte Index 11

Beispiel: Ein invertierter Index 12

Ranking: Von der Anfrage zur Trefferliste 13

Relevanz und Autorität: Zwei Säulen 14

3. PageRank 15

3.1. Grundidee

Die Grundidee: Links als Empfehlungen 16

Das Modell des Random Surfer 17

Rekursive Definition des PageRank 18

3.2. Formulierung

Die PageRank-Formel 19

Der Dämpfungsfaktor d 20

Beispiel: PageRank in einem kleinen Graphen (1) 21

Beispiel: PageRank in einem kleinen Graphen (2) 22

PageRank und HITS im Vergleich 23

Aufgabe: PageRank-Gleichungen aufstellen 24

Lösung: PageRank-Gleichungen aufstellen 25

4. Berechnung 26

4.1. Lineare Algebra

Matrixformulierung des PageRank 27

PageRank als Eigenvektor 28

Die Google-Matrix 29

4.2. Algorithmus

Die Potenzmethode 30

Konvergenz und Dämpfung 31

Dangling Nodes und Spider Traps 32

5. SEO-Faktoren 33

5.1. On-Page

On-Page-SEO: Inhalt und Struktur 34

Technisches SEO 35

5.2. Off-Page

Off-Page-SEO: Backlinks als Kapital 36

Linkqualität: nofollow, Trust und Spam 37

Fallstudie: Der Fall J.C. Penney (2011) 38

6. Moderne Faktoren 39

Vom PageRank zum komplexen Ranking-System	40
E-E-A-T und Content-Qualität	41
Nutzersignale und Page Experience	42
KI in der Suche: AI Overviews	43
Fallstudie: Googles Core Updates	44

7. Ethik & Ausblick 45

White-Hat- und Black-Hat-SEO	46
Manipulation des PageRank: Link-Spam	47
Gegenmaßnahmen: TrustRank und Penalties	48
Ausblick: SEO im Zeitalter der KI-Suche	49

Legende:

- Fortsetzungsseite
- Seite ohne Überschrift
- 🖼 Bildseite