CoNe Freiburg

IIF INSTITUT FÜR INFORMATIK FREIBURG

Systeme II

12. Woche WWW

Christian Schindelhauer
Technische Fakultät
Rechnernetze und Telematik
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

Geschichte des Web

- 1940er Vannevar Bush beschreibt Memex als Maschine, die Text- und Bildinformation in ver“link“t speichert
- 1960 Beginn des Xanadu-Projekts durch Ted Nelson
  - 1965 Ted Nelson prägt die Begriffe hypertext und hypermedia auf der ACM 20th national conference
  - 1998 erste Veröffentlichung von Programmteilen
- 1972 Entwicklung von ZOG an Carnegie-Mellon University
  - ZOG war eine Text-Datenbank
  - Einträge hatten Titel, Beschreibung und Menü-Punkte, die zu anderen Einträgen führen
  - ZOG-Mitentwickler Donald McCracken und Robert Akscyn entwarfen später KMS, Knowledge Management System
- 1978 Andrew Lippman MIT entwickelte das erste wahre Hypermedia-Produkt Aspen Movie Map
- 1984 Hypertextsystem: Notecard von Xerox PARC
- 1987 Bill Atkinson (Apple) stellt Hypertextsystem HyperCard vor

CoNe Freiburg

Geschichte des Web

- 1989 Tim Berners-Lee (CERN)
  - Information Management: A Proposal
  - World-Wide Web: An Information Infrastructure for High-Energy Physics“
- Wichtige Browser:
- 1991 Worldwideweb
- 1993 Lynx
- 1993 Mosaic (Browser)
  - 1994 Netscape
    - 1998 Mozilla
    - 2002 Firefox
    - 2002 Camino
  - 1995 Microsoft Internet Explorer
- 1999 Konqueror
  - 2002 Safari

CoNe Freiburg

Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

- Kommunikationsprotokoll für das World Wide Web
- Zweck: Veröffentlichung und Zugriff auf HTML Hypertext-Seiten
- Entwicklung koordiniert durch
  - World Wide Web Consortium
  - Internet Engineering Task Force
  - RFC 2616 (1999) definiert HTTP/1.1
- HTTP ist ein Anfrage/Antwort-Protokoll zwischen Clients und Servers
  - Client
    - z.B.: Web-Browser, Spider,...
  - Web-Server
    - speichert oder erzeugt HTML-Dateien
  - Dazwischen:
    - Proxies, Gateways und Tunnels
  - HTTP-Client erzeugt eine TCP-Verbindung (Default-Port 80)
  - HTTP-Server hört diesen Port ab
- HTTP-Resourcen werden durch Uniform Resource Identifyers/Locators (URI/URL) identifiziert, z.B. http://bundeskanzler.de/index.html

CoNe Freiburg

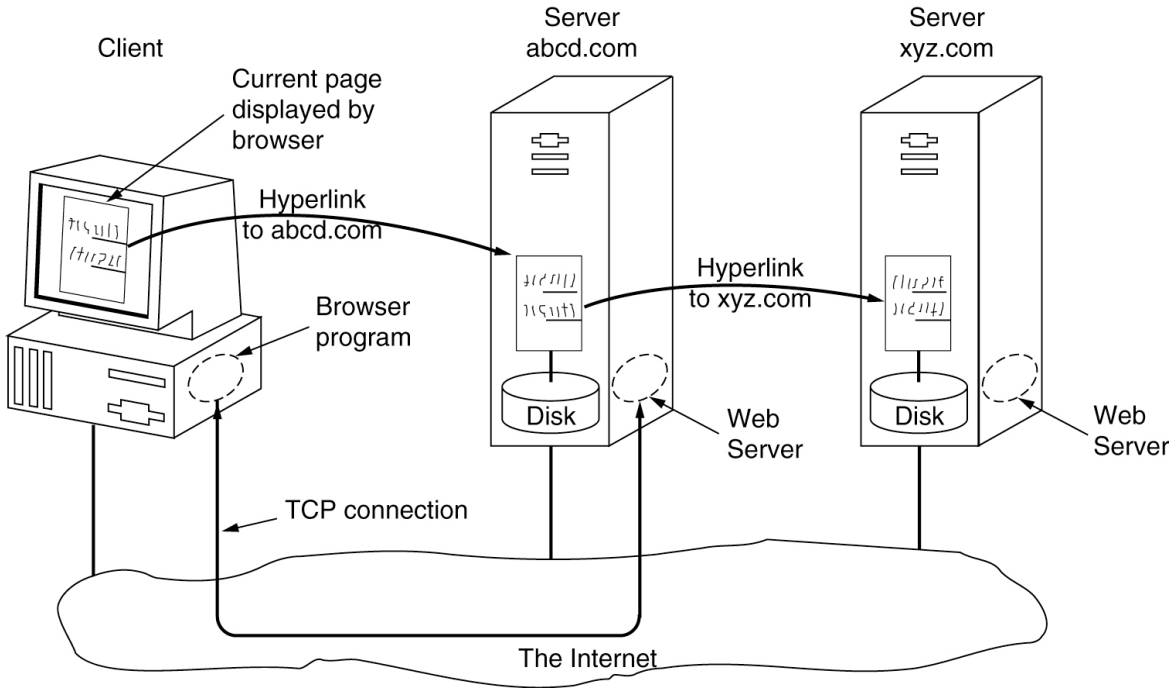
HTTP-Befehle

- HTTP kennt 8 Methoden
  - HEAD
    - Fragt nach einer Antwort identisch zur GET-Anfrage, aber ohne Inhalt (body) - nur Kopf
  - GET
    - Standardanfrage zum Erhalt einer Web-Seite
  - POST
    - Übermittelt Daten an die Gegenstelle
  - PUT
    - Schickt die Web-Seite
  - DELETE
    - Löscht eine Ressource
  - TRACE
    - Schickt die Anfrage unverändert zurück
  - OPTIONS
    - Gibt die HTTP-Methoden des Servers aus
  - CONNECT
    - Konvertiert die Anfrage zu einem TCP/IP-Tunnel, in der Regel um SSL-Verbindungen zu ermöglichen

CoNe Freiburg

World Wide Web

- Client-Server-Architektur
  - Web-Server stellt Web-Seiten bereit
  - Format: Hypertext Markup Language (HTML)
  - Web-Browser fragen Seiten vom Server ab
  - Server und Browser kommunizieren mittels Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

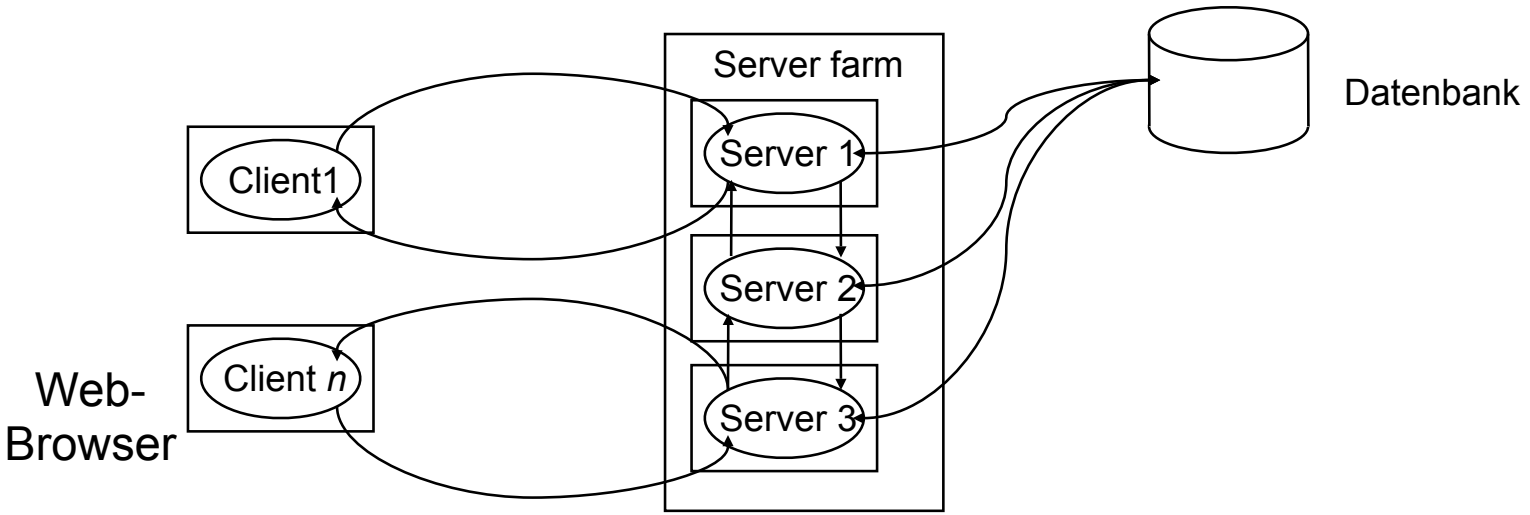


UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

Web-Servers und Datenbanken

- Web-Server stellen nicht nur statische Web-Seiten zur Verfügung
  - Web-Seiten werden auch automatisch erzeugt
  - Hierzu wird auf eine Datenbank zurückgegriffen
  - Diese ist nicht statisch und kann durch Interatkionen verändert werden
- Problem:
  - Konsistenz
- Lösung
  - Web-Service und Daten-Bank in einer 3-Stufen-Architektur



CoNe Freiburg

HTTPS

- https ist ein URI-Schema, das eine sichere HTTP-Verbindung anzeigt
- Die Verbindung https: URL zeigt HTTP an,
  - dass ein spezieller TCP-Port (443) verwendet wird
  - und ein zusätzlicher Verschlüsselungs/Authentifizierungs-Layer zwischen HTTP and TCP.
- Entwickelt von Netscape Communications Corporation für sicherheitsrelevante Kommunikation, wie Zahlungen, Logins,...
- Streng genommen ist HTTPS kein separates Protokoll
  - Kombination aus HTTP und Secure Socket Layer (SSL) oder Transport Layer Security (TLS)
- Schützt vor Abhören und Man-in-the-Middle-Angriffen

CoNe Freiburg

TLS/SSL

- Transport Layer Security (TLS) und sein Vorgänger Secure Sockets Layer (SSL) sind kryptographische Protokolle für sichere Kommunikation wie
  - HTML, E-Mail, Instant Messaging
- Sie beinhalten
  - Public-Key-verschlüsselten Schlüsselaustausch und Zertifikat-basierte Authentifizierung
  - Symmetrische Verschlüsselung für den Datenverkehr
- Momentan Implementation erlauben die folgenden Protokolle
  - Public-Key-Kryptographie: RSA, Diffie-Hellman, DSA
  - Symmetrische Verschlüsselung: RC2, RC4, IDEA, DES, Triple DES, AES
  - One-Way-Hash-Funktionen: MD2, MD4, MD5 or SHA.

CoNe Freiburg

Dynamic HTML

- Dynamisches HTML beschreibt die Kombination aus
  - HTML, Style-Sheets und Skripten
    - Cascading Style Sheets
    - Skripten wie Javascript
    - ...
  - „Animiertes“ HTML: Web-Seite kann auf User-Aktionen reagieren ohne dass der Web-Server reagiert
- Verschiedene Ansätze in
  - Netscape
  - MS Internet Explorer

CoNe Freiburg

EXtensible Markup Language (XML)

- XML
  - Beschreibt Daten und die Datenbeschreibung
- HTML
  - zeigt Daten an und konzentriert sich auf die Darstellung
- XML tags
  - sind nicht vordefiniert, müssen erstellt werdeen
  - Document Type Definition (DTD) oder
  - XML-Schema beschreibt die Daten
- XML-Daten können in HTML eingebettet werden
- XHTML
  - Kombination aus HTML und XML
  - Syntaktische Unterschiede:
    - XHTML-Elemente müssen ordentlich geschachtelt sein
    - XHTML-Elements in Kleinbuchstaben
    - ...

CoNe Freiburg

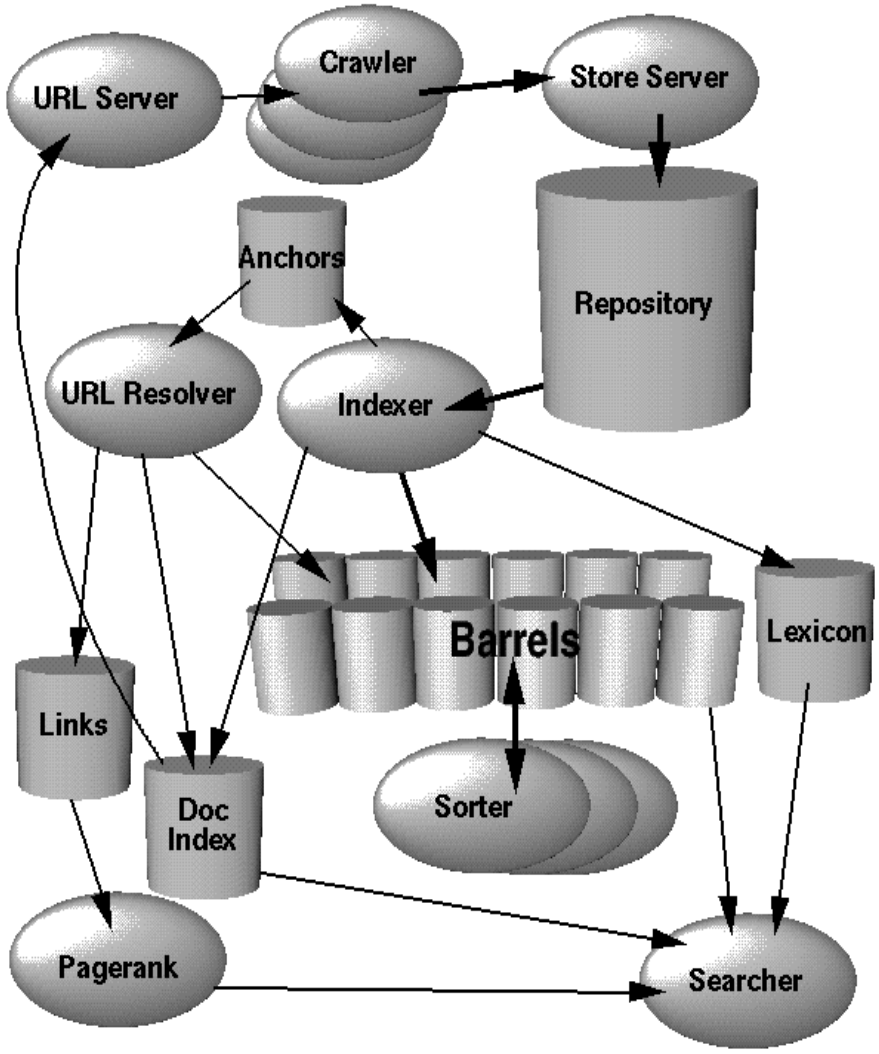
Web-Suchmaschinen

- durchsuchen das WWW nach Information
- Geschichte
  - 1993 Aliweb
  - 1994 WebCrawler, Infoseek, Lycos
  - 1995 AltaVista, Excite
  - 1996 Dogpile, Inktomi, Ask Jeeves
  - 1997 Northern Light
  - 1998 Google
  - 1999 AlltheWeb, Teoma
  - 2000 Baidu, Info.com, Yahoo! Search
  - 2005 MSN Search, Ask.com, AskMeNow
  - 2006 wikiseek, Quaero,...
  - 2009 bing
- Gewinner (bis jetzt): Google mit über 75% Marktanteil

CoNe Freiburg

Die Anatomie einer Web-Suchmaschine

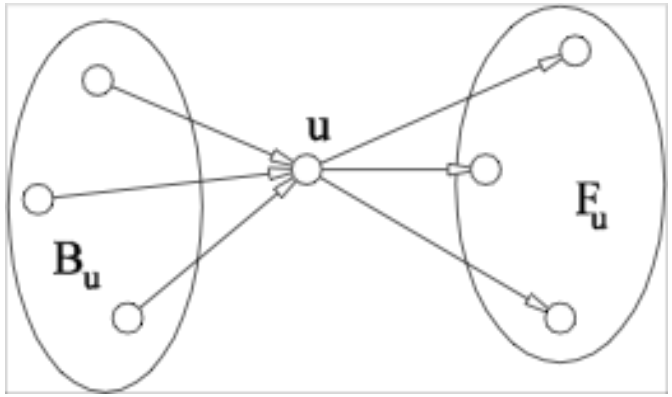
- “The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine”, Sergey Brin and Lawrence Page, 1998
- Design des Prototyps von Google
  - Stanford University 1998
- Hauptkomponenten
  - Web Crawler
  - Indexer
  - Pagerank
  - Searcher
- Hauptunterschied zwischen Google und anderen Suchmaschinen (1998)
  - Der Pagerank Algorithmus



CoNe Freiburg

Der vereinfachte PageRank-Algorithmus

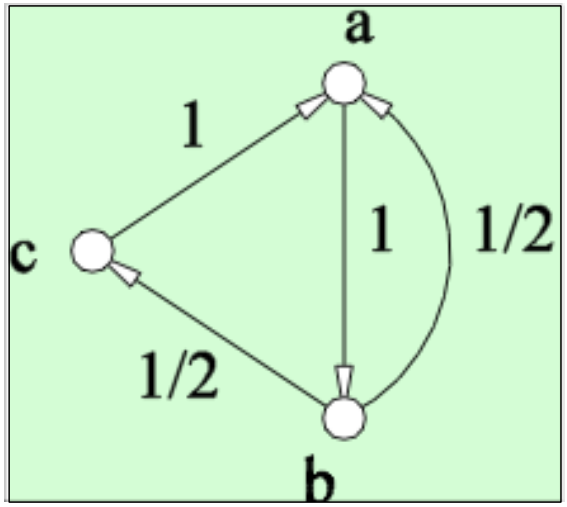
$$R(u) \leftarrow c \sum_{v \in B_u} \frac{R(v)}{|F_v|}$$



UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

Vereinfachter Pagerank-Algorithmus mit Beispiel



$$
\begin{aligned}
x &\leftarrow 0 \cdot x + \tfrac{1}{2} \cdot y + 1 \cdot z \\
y &\leftarrow 1 \cdot x + 0 \cdot y + 0 \cdot z \\
z &\leftarrow 0 \cdot x + \tfrac{1}{2} \cdot y + 0 \cdot z
\end{aligned}
$$

$$
\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \leftarrow \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2} & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}
$$

Runde	a	b	c
0	1	1	1
1	3/2	1	1/2
2	1	3/2	1/2
3	5/4	1/2	3/4
⋮	⋮	⋮	⋮
10	1,19..	1,22..	0,59..
⋮	⋮	⋮	⋮
20	1,20..	1,20..	0,60..

CoNe Freiburg

Der zufällige Web-Surfer

- Algorithmus
  - Starte mit (gleichwahrscheinlich) zufälliger Web-Seite
  - Wiederhole t Runden oft:
    - Falls kein Link auf der aktuellen Seite vorhanden ist, stoppe und gib nichts aus
    - Wähle gleichwahrscheinlich einen Link der aktuellen Web-Seite
    - Folge diesem Link und gehe auf die Web-Seite
  - Gib die aktuelle Web-Seite aus
- Lemma
  - Die Wahrscheinlichkeit, dass Web-Seite i vom zufälligen Web-Surfer ausgegeben wird, ist gleich der Wahrscheinlichkeit, die der vereinfachte Pagerank-Algorithmus ausgibt (ohne Normalisierung)
- Beweis folgt aus der Definition der Markov-Ketten

CoNe Freiburg

Aktuelle Probleme

- Google arbeitet nicht nur nach diesem Prinzip
  - Manipulation durch Web-Spam
- Suchergebnisse werden manuell manipuliert
  - wegen Gerichtsprozessen
- Suchergebnisse werden personalisiert
  - nach User/Land, wegen
    - Sprachbarrieren
    - Zensur (jugendgefährdend/politisch)
- Das Angebot von Google wurde erheblich erweitert
  - Maps, Videos, Wissenschaftliche Artikel, News-Suche, BLOG-Suche
- Deep Web

CoNe Freiburg

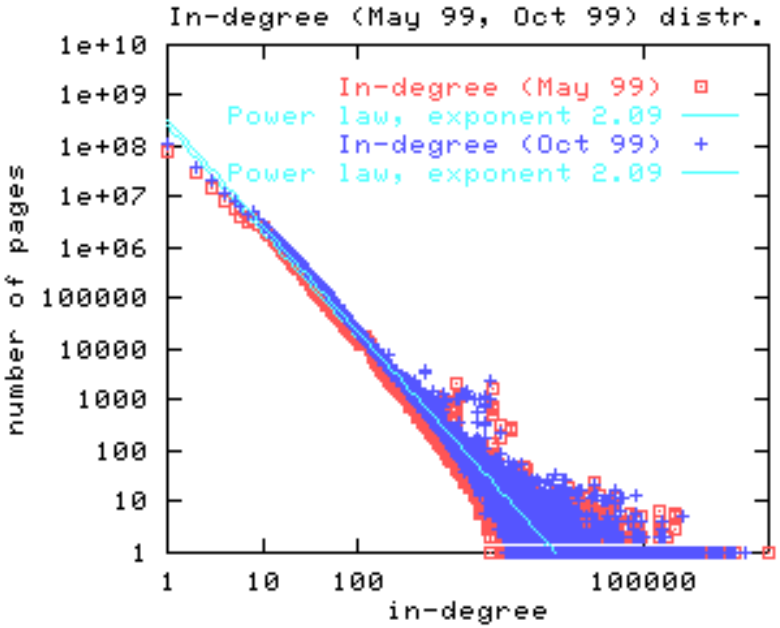
Der Webgraph

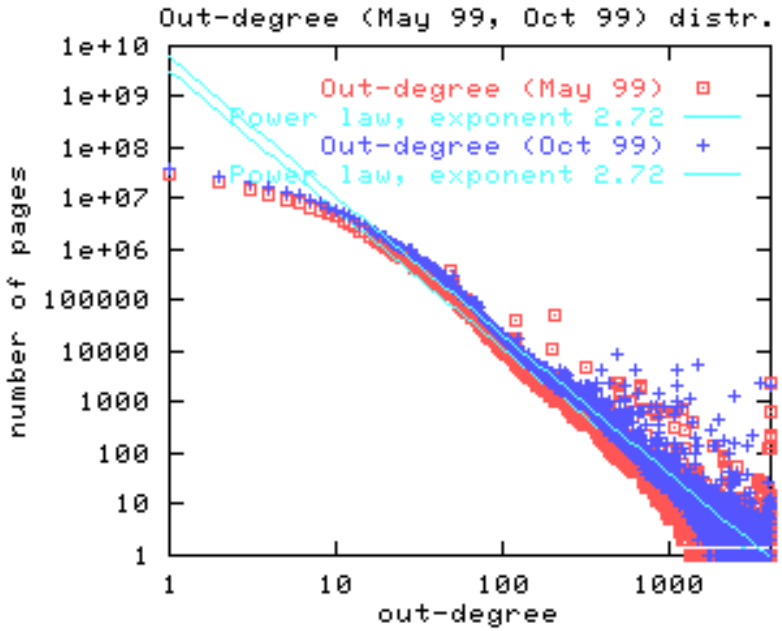
- GWWW:
  - Statische HTML-Seiten sind Knoten
  - Link bezeichnen gerichtete Kanten
- Ausgrad eines Knoten:
  - Anzahl der Links einer Web-Seite
- Eingrad eines Knoten
  - Anzahl der Links, die auf eine Web-Seite zeigen
- Gerichteter Pfad von Knoten u nach v
  - Folge von Web-Seiten, indem man den Links folgt
- Ungerichteter Pfad
  $(u=w_0,w_1,\ldots,w_{m-1},v=w_m)$ von Seite u nach v
  - Für alle i gibt es entweder einen Link von w_i nach w_{i+1} oder umgekehrt
- Starke (schwache) Zusammenhangskomponente
  - Maximale Knotenmenge in der zwischen allen Knoten dieser Menge ein (un) gerichteter Pfad besteht

CoNe Freiburg

Ein- und Ausgradverteilung

- Der Ein- und Ausgrad gehorchen einem Potenzgesetz (power law)
  - d.h. die Häufigkeit von Eingrad i ist proportional zu ~ $1/i^{\alpha}$





- Ergebnisse von
  - Kumar et al 97: 40 Millionen Web-Seiten
  - Barabasi et al 99: Domain *.nd.edu + Web-Seiten in Abstand 3
  - Broder et al 00: 204 million Web-Seiten (Scan Mai und Oktober ‘99)

UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

Pareto Verteilung = Verteilung nach dem Potenzgesetz

$$\mathbf{P}[X = x] = \frac{1}{\zeta(\alpha) \cdot x^{\alpha}}$$

$$\zeta(\alpha) = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{i^{\alpha}}$$

UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

Pareto-Verteilung

- Beispiele für Pareto-Verteilungen
  - Pareto 1897: Einkommensverteilung in der Bevölkerung
  - Yule 1944: Wort-Häufigkeit in Sprachen
  - Zipf 1949: Größe von Städten
  - Länge von Molekülketten
  - Dateilängen von Unix-Dateien
  - Zugriffshäufigkeit auf Web-Seiten
  - …

CoNe Freiburg

Zipf's Law and the Internet
Lada A. Adamic, Bernardo A. Huberman, 2002

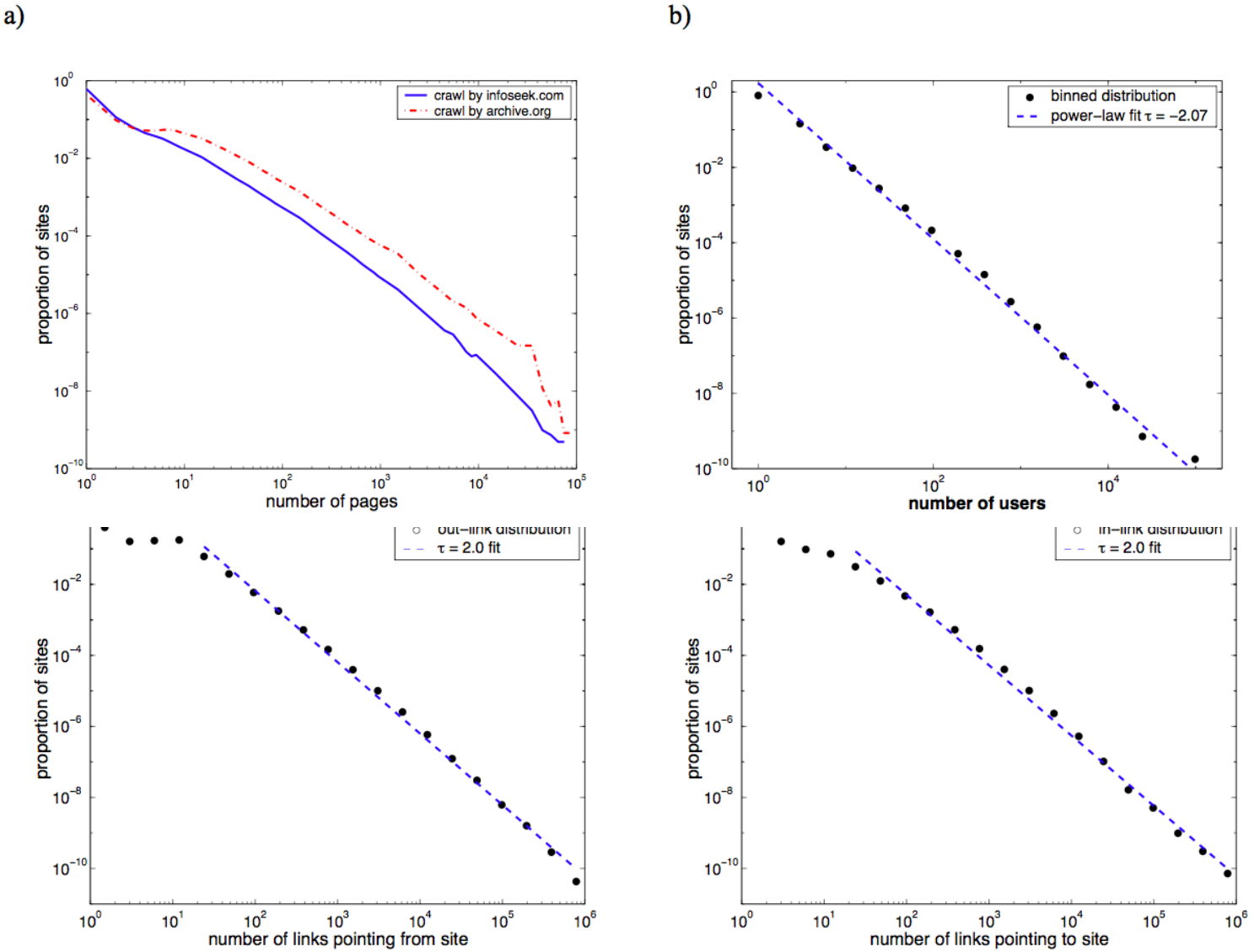


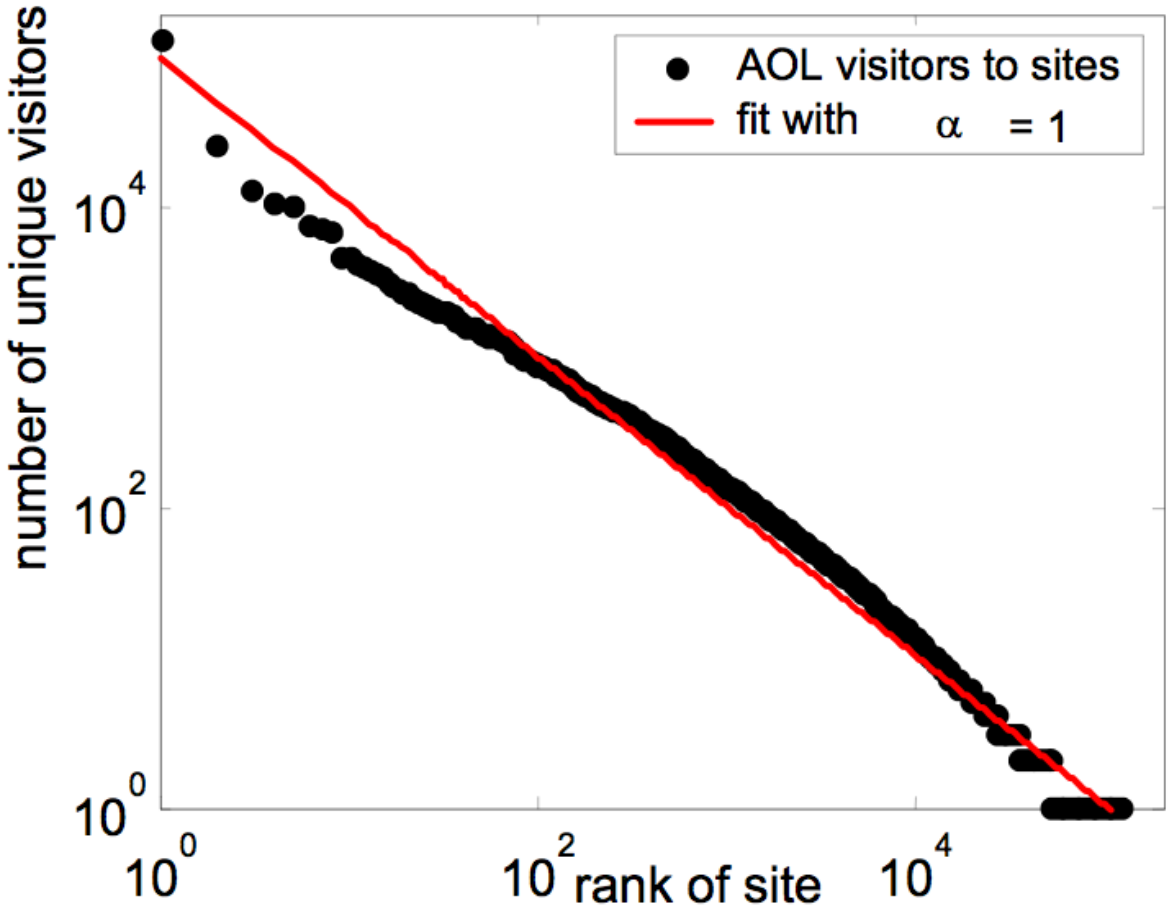
Figure 1. Fitted power law distributions of the number of site a) pages, b) visitors, c) out links, and d) in links, measured in 1997.

Pareto Verteilung

UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

Zipf's Law and the Internet
Lada A. Adamic, Bernardo A. Huberman, 2002



Zipf Verteilung

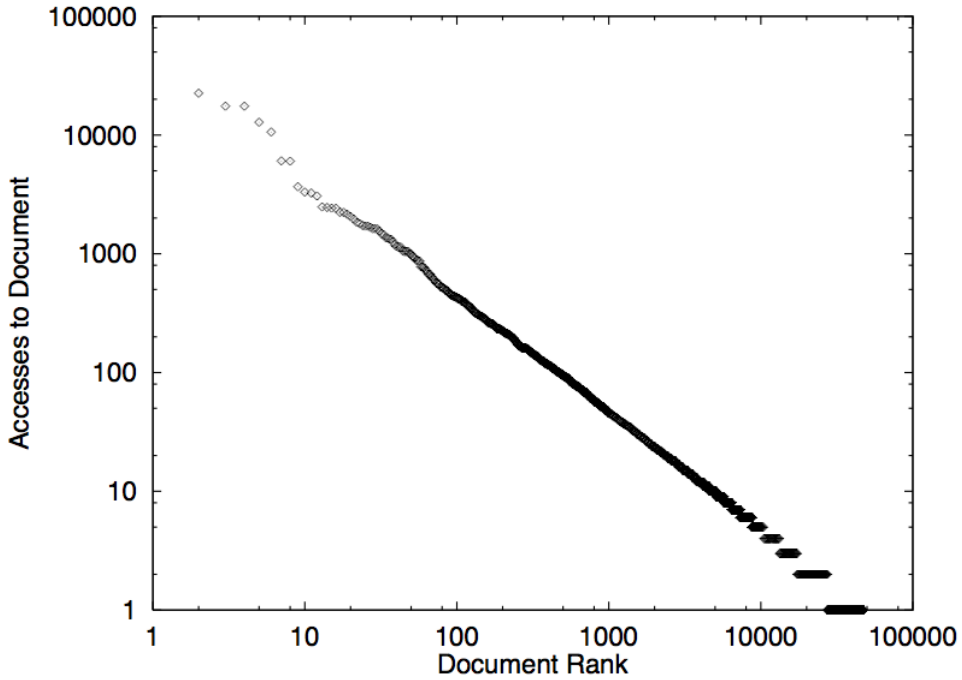
Figure 2. Sites ranked by the number of unique AOL visitors they received Dec. 1, 1997. AOL (America Online) is the largest Internet service provider in the United States. The fit is a Zipf distribution $n_r \sim r^{-1}$

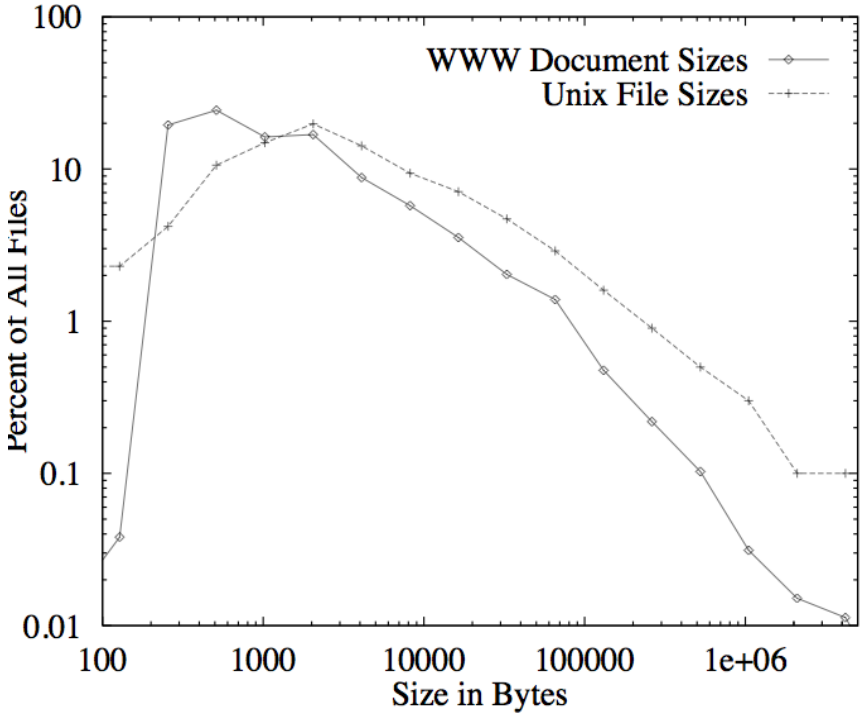
UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

Heavy-Tailed Probability Distributions in the World Wide Web

Mark Crovella, Murad, Taqqu, Azer Bestavros, 1996



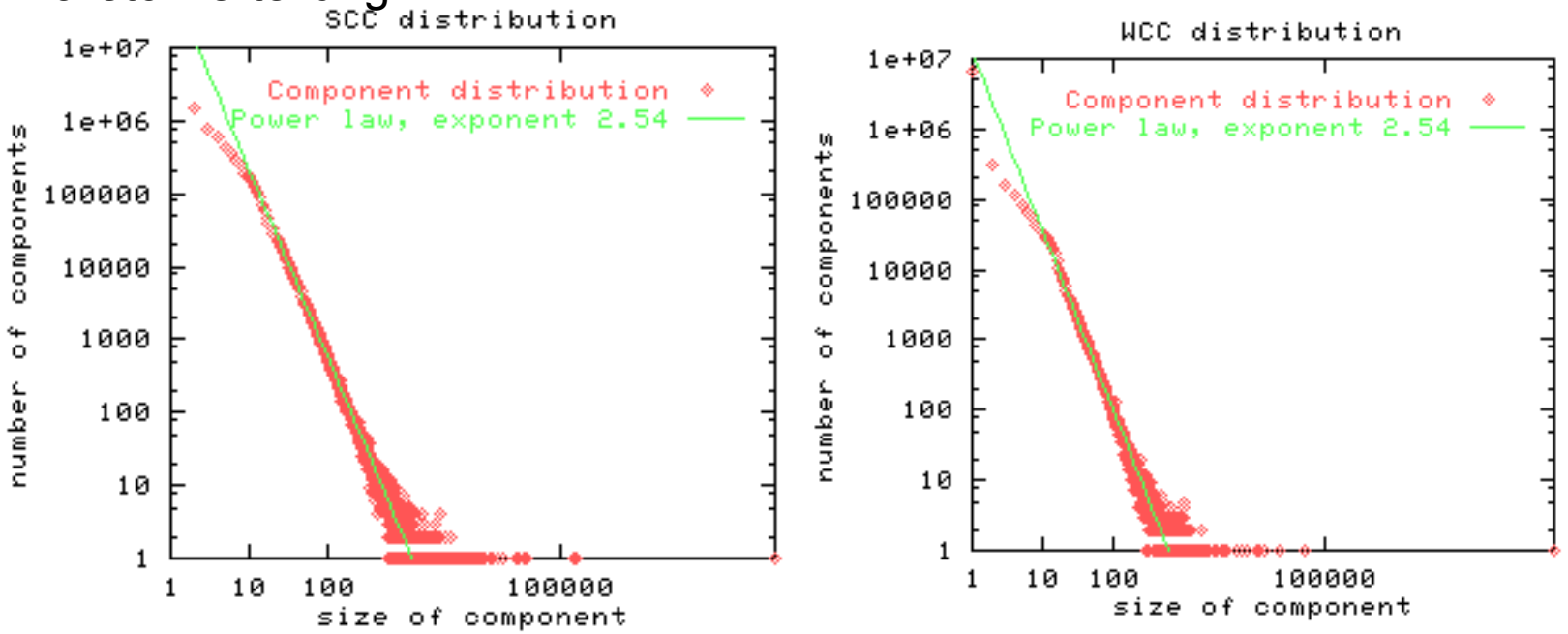


UNI FREIBUR

CoNe Freiburg

Größe der Zusammenhangskomponenten

- Starke und schwache Zusammenhangskomponenten unterliegen einer Pareto-Verteilung

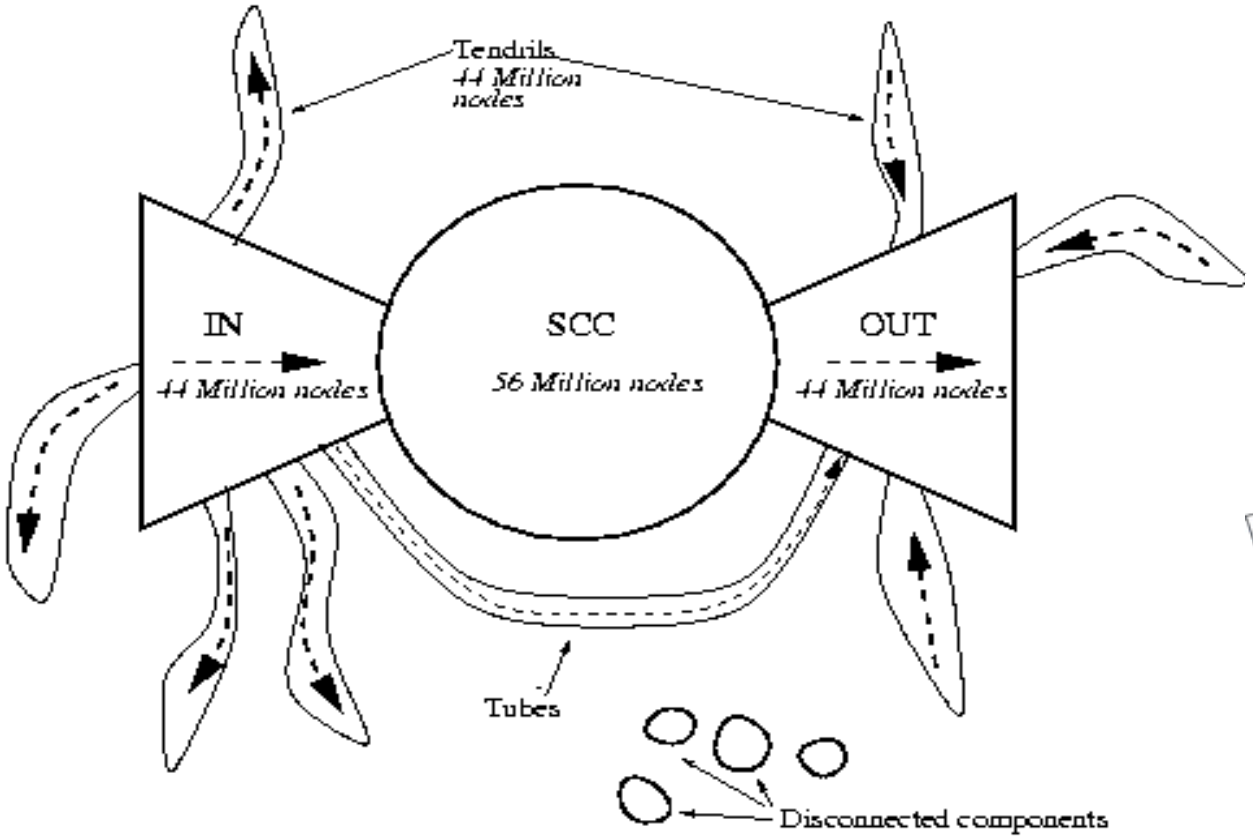


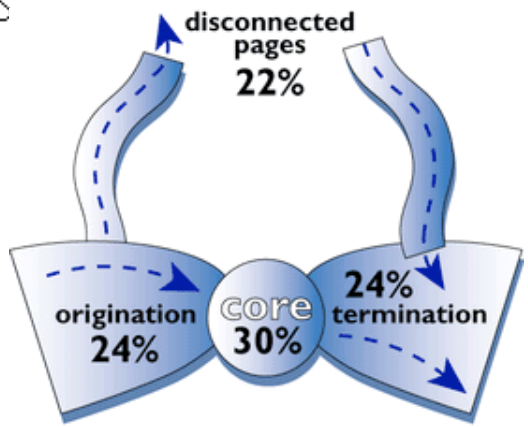
- A. Broder, R. Kumar, F. Maghoul, P. Raghavan, S. Rajagopalan, R. Stata, A. Tomkins, and J. Wiener. “Graph Structure in the Web: Experiments and Models.” In Proc. of the 9th World Wide Web Conference, pp. 309—320. Amsterdam: Elsevier Science, 2000.
  - Größte schwache Zusammenhangskomponente hat 91% aller Web-Seiten
  - Größte starke Zusammenhangskomponente hat 28% aller Webseiten
  - Durchmesser ist ≥ 28

UNI FREIBURG

CoNe
Freiburg

Der Web-Graph (1999)





UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

Zipf's Law and the Internet
Lada A. Adamic, Bernardo A. Huberman, 2002

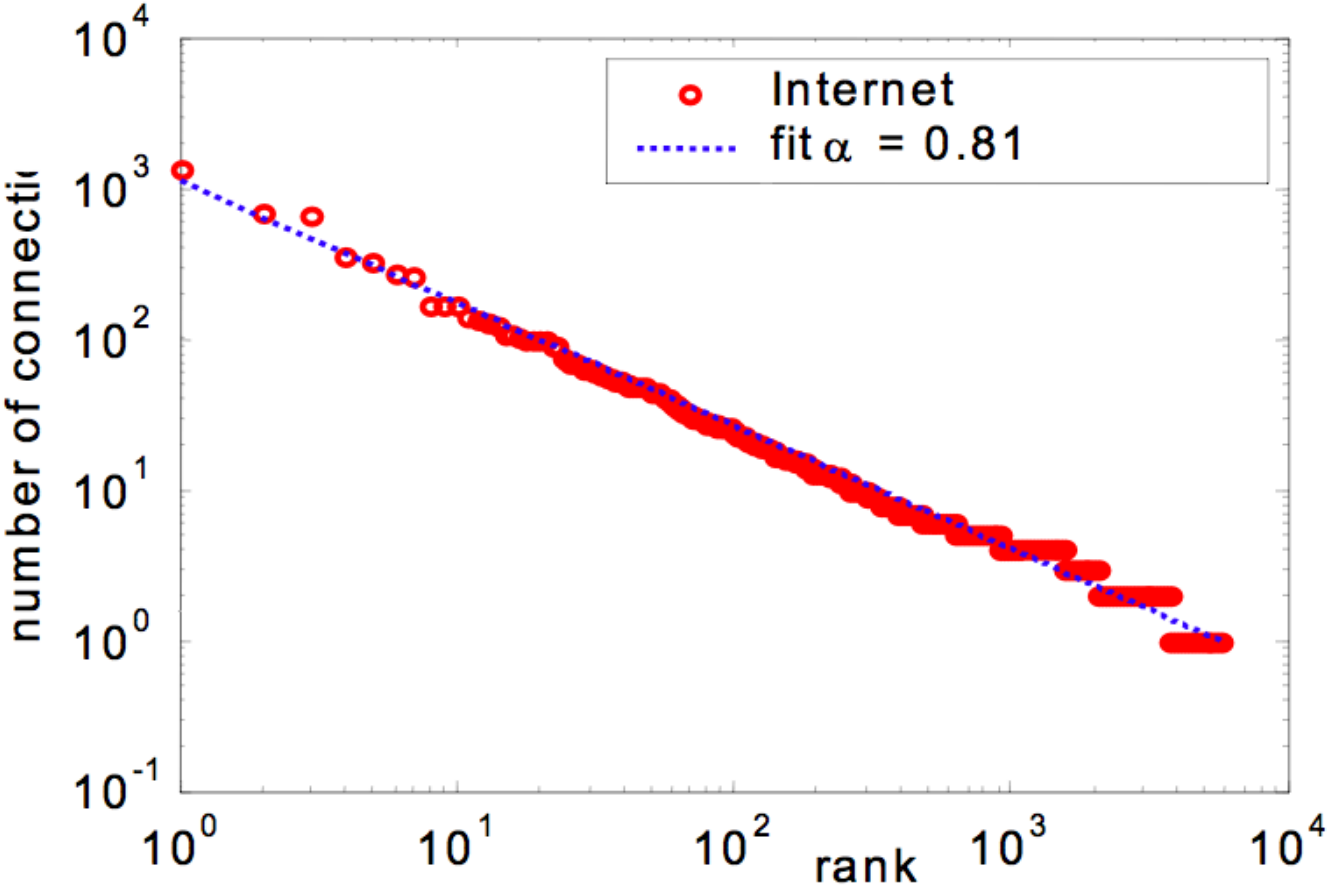


Figure 3. The connectivity of the internet backbone at the autonomous system (AS level). Each AS is itself a network corresponding to a single ISP, business entity or educational institution.

UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

Pareto-Verteilung des Grades von ASen im Internet

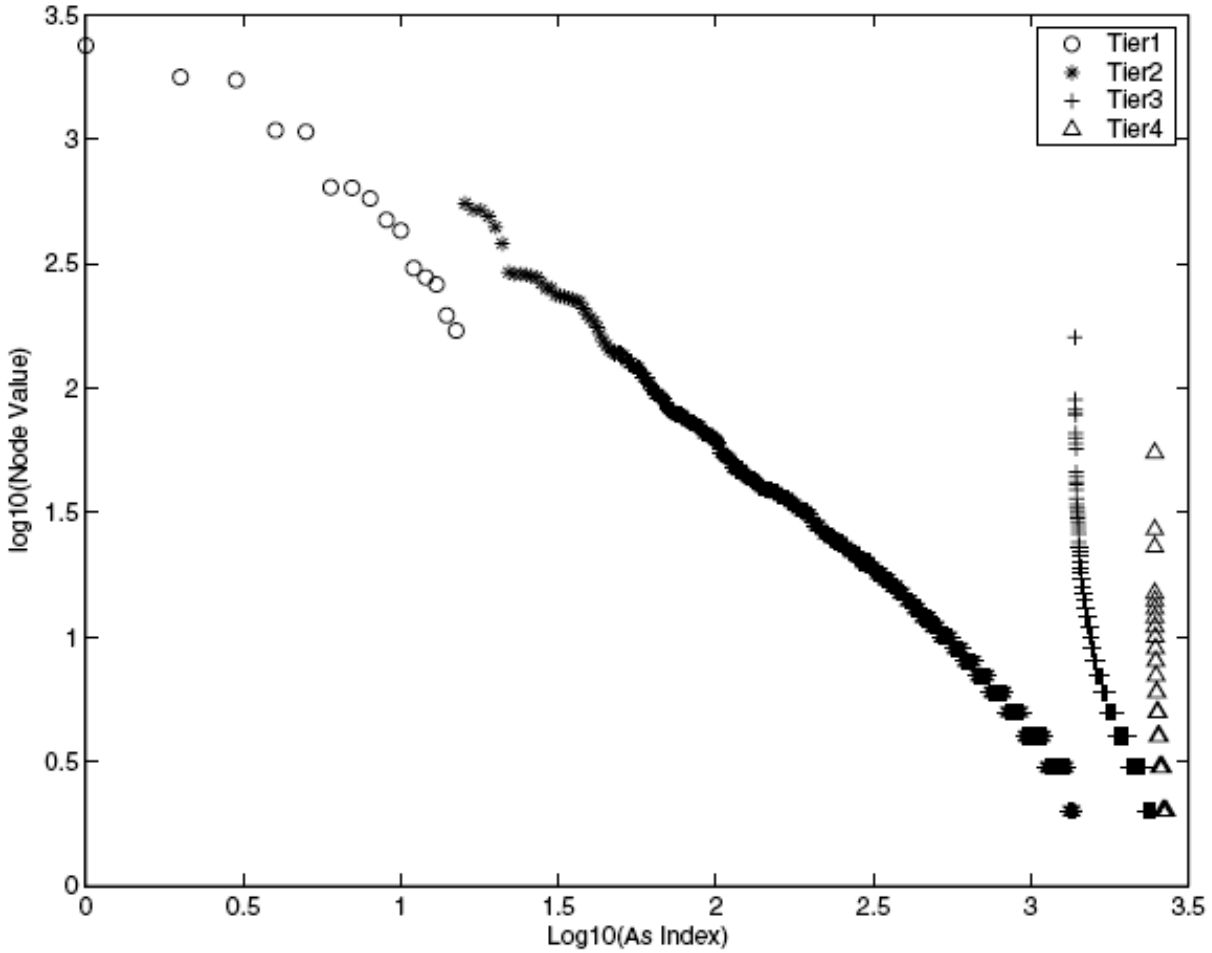


Fig. 2. Degree of ASes in different tiers

"Comparing the structure of power-law graphs and the Internet AS graph", Sharad Jaiswal, Arnold L. Rosenberg, Don Towsley, INCP 2004

UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

IIF INSTITUT FÜR INFORMATIK FREIBURG

Systeme II

12. Woche WWW

Christian Schindelhauer
Technische Fakultät
Rechnernetze und Telematik
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

UNI FREIBURG