

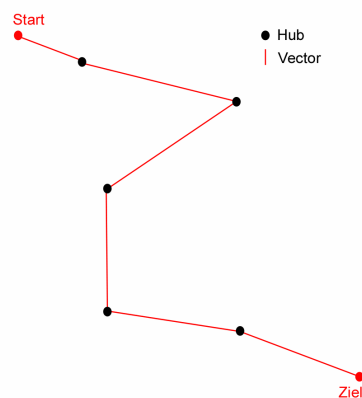
Six Degrees of Separation

~ Experiment Stanley Milgram (1967)

- Frage: Wie weit sind Menschen voneinander entfernt?
 - Aufbau: Zufällig ausgewählte Menschen geben einen Brief nur über Bekannte an eine andere Person weiter.
 - Ergebnis: Alle Menschen sind rund 6 Schritte voneinander entfernt.
-
- Frage: Wie kann das sein?
 - Erklärungsansatz: Small World Networks

•Darstellung

- ~ Hubs/Knoten: Punkte im Netzwerk
 - ~ Vectors/Vektoren: Verbindungen zwischen Punkten
-
- ~ Einfachste Darstellung
 - Alle Hubs untereinander egalitär
 - Alle Vectors untereinander egalitär

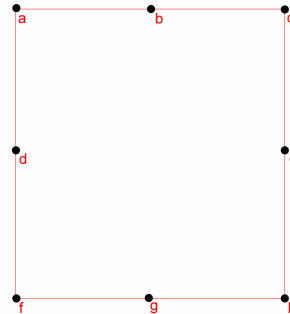


•Merkmale:

- ~ Alle Hubs gleichwertig
- ~ Alle Hubs haben zu ihren Nachbarn je eine Verbindung (=Vector)

•Weg / Distanz

- ~ Distanz (L) = (kürzester) Weg zwischen zwei Hubs



•Ziel:

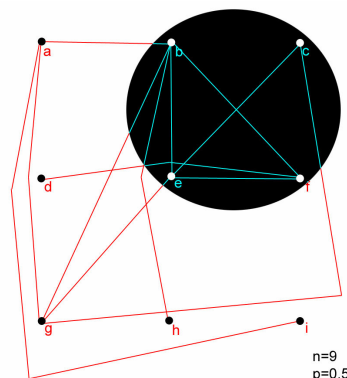
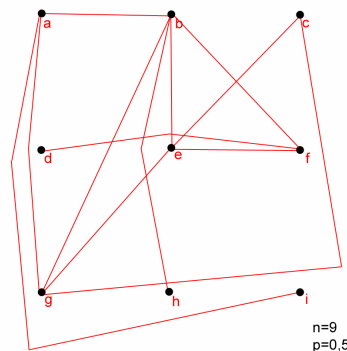
- ~ Kürzere Distanz bei gleich vielen Hubs

•Aufbau:

- ~ Die Verbindung zwischen zwei Hubs wird mit der Wahrscheinlichkeit p gesetzt
- ~ Hubs haben unterschiedlich viele Vektoren (reiche und nicht-reiche Hubs)
- ~ L kürzer

•Cluster:

- ~ Hubs die mehr verbunden sind, als andere



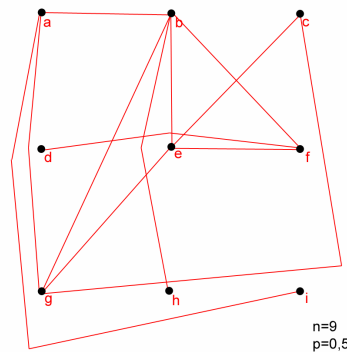
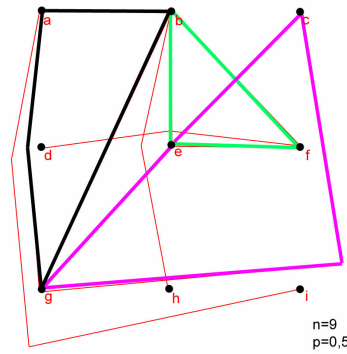
•Clustering Coefficient (C)

- ~ Wahrscheinlichkeit, dass ein Hub (a), der schon mit einem anderen Hub (b) verbunden ist, mit einem weiteren Hub (c) verbunden ist, der schon mit dem Hub b einen Vektor hat. (Triangles)

$$C_i = \frac{\text{Anzahl der Triangles mit dem Hub } i}{\text{Anzahl der Vektoren am Hub } i}$$

$$C = \frac{1}{n} \sum_i C_i$$

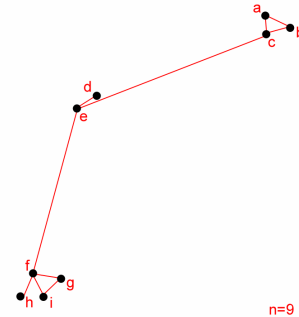
- ~ Cluster sind relativ auf das Netz bezogen



- Ausgang: Zufallsgraphen
- Ziel: genauere Abbildung der Realität
- Methode:
 - ~ Systematische Erhöhung der Ungleichheit der Hubs
 - ~ Je mehr Vektoren ein Hub schon hat, um so höher ist die Chance, dass er einen weiteren Vektor erhält
 - ~ „The rich is getting richer“

•Watts & Strogatz (1998)

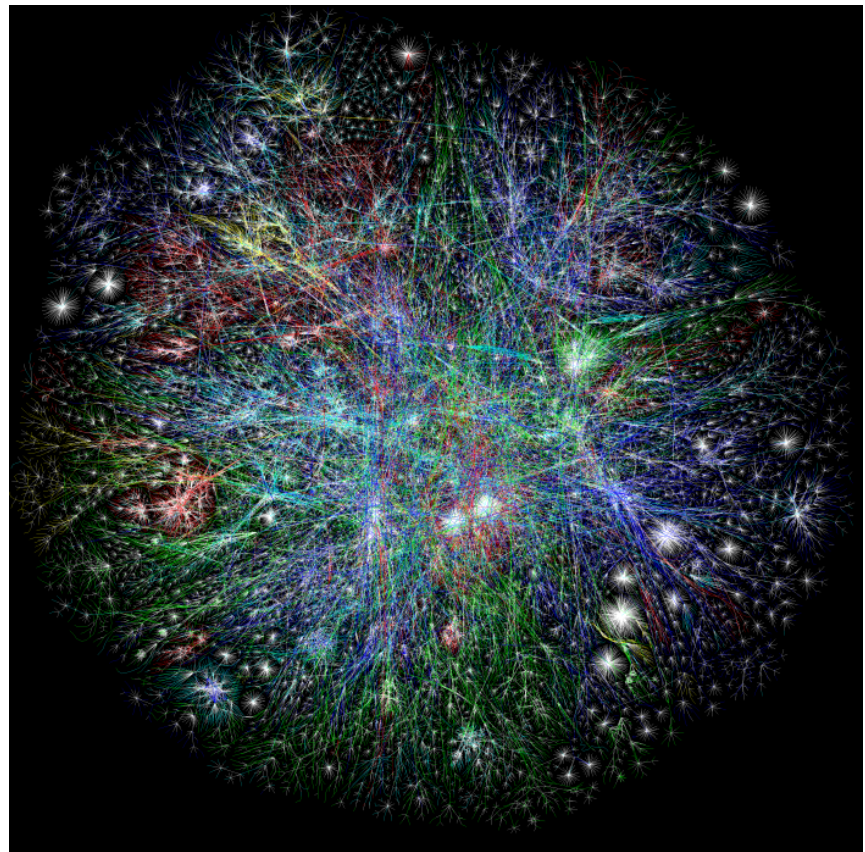
- ~ Small World Netzwerke haben sowohl stark geclusterte Bereiche, als auch weite Verbindungen
- ~ Es sind keine reinen Zufallsgraphen (Graph = Netz)
- ~ Es sind keine einfachen Graphen



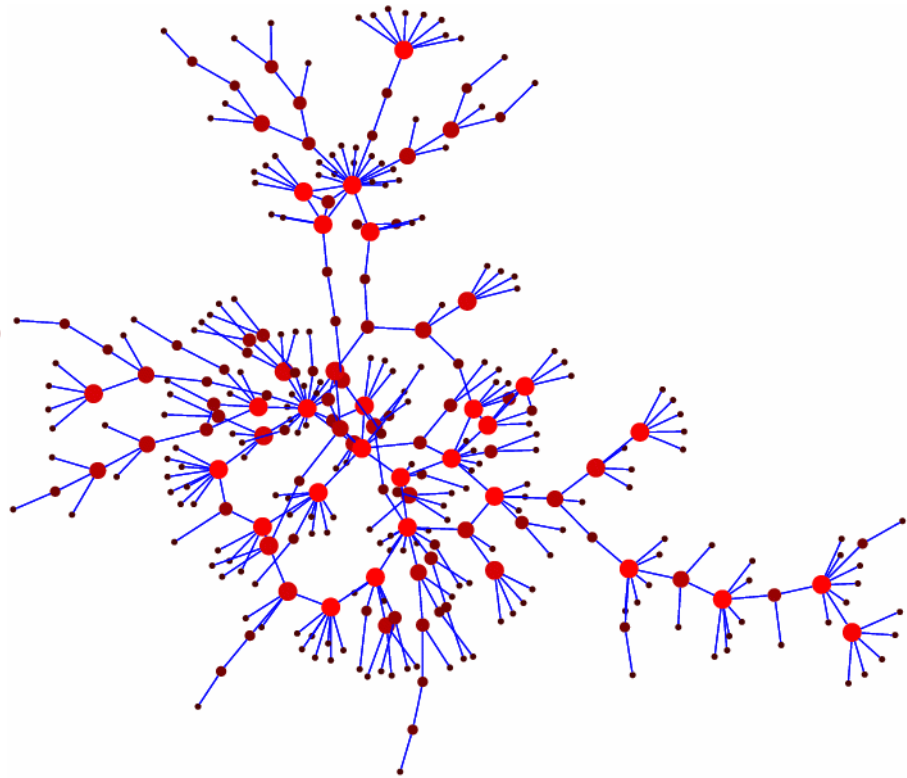
- ~ „A network can be considered a Small World network when its CPL [Characteristic Path Length] is similar to the CPL of a random network of the same length, but its CC [Clustering Coefficient] is much larger [...] when compared to a similar random network.“ [Ravid, Rafaeli, 2004]
- ~ L ist in Small World Netzwerke immer kleiner, als bei Zufallsgraphen mit gleich viel Hubs.
- ~ C ist in Small World Netzwerken immer größer, als bei Zufallsgraphen mit gleich viel Hubs.

- ~ Die Verteilung von Vectors pro Hubs folgt immer annähernd den Potenzgesetzen
- ~ Die Stabilität ist höher, als in anderen Netzwerken
 - Wenn zufällig Hubs entfernt werden, ist die Auswirkung auf das Netzwerk geringer, als bei Zufallsnetzwerken
- ~ Variablen für Vectors:
 - Richtung, Stärke, Flüchtigkeit
- ~ Variablen für Hubs:
 - Maximale Menge, Flüchtigkeit, Prädestination für die Verbindung zu anderen Hubs

- ~ Ausschnitt der Daten aus der OPTE Datenbank: Das Internet vom 23.10.2003

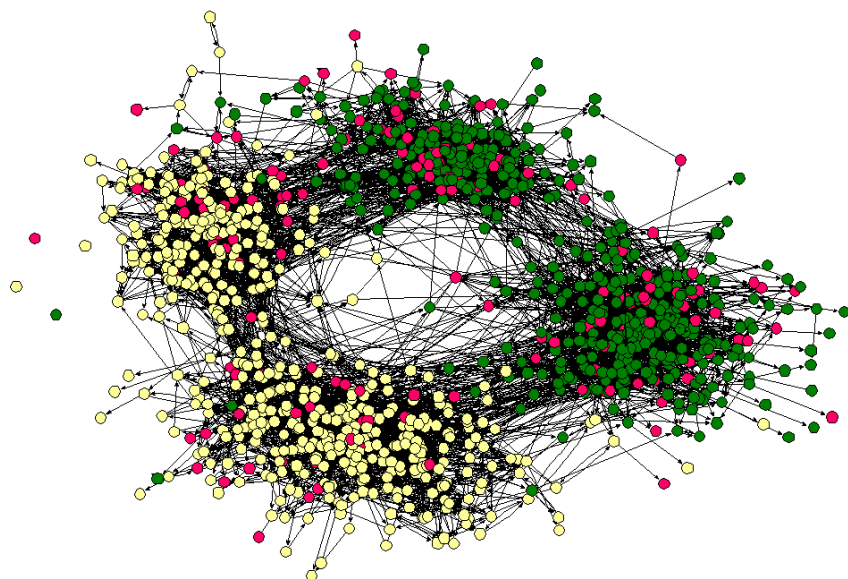


- ~ Netzwerk sexueller Kontakte einer zufällig ausgewählten Population in Schweden (Newman, 2003)



Referat am 23.01.2006 / Seminar: Rechner- und Datenetze am Institut für Bibliotheks- und Informationswissenschaft der Humboldt Universität zu Berlin / Dozent: Dipl.-Math. Michael Heinz / Referent: Karsten Schuldt / Seite 11

- ~ Highschool-Friendship-Network (Moody, 2001)



Referat am 23.01.2006 / Seminar: Rechner- und Datenetze am Institut für Bibliotheks- und Informationswissenschaft der Humboldt Universität zu Berlin / Dozent: Dipl.-Math. Michael Heinz / Referent: Karsten Schuldt / Seite 12

- Andere Small World Netzwerke:
 - ~ Opinion Leader in On-Line Communities (Junbo et.al., 2005)
 - ~ Friends and neighbors on the Web (Adamic, Adar, 2003)
 - ~ Nahrungsnetzwerke (foodnet.org)
 - ~ Flugverkehr (Guimerá et.al., 2005)
 - ~ Transportnetzwerke (Sienkiewicz, Holyst, 2005)
 - ~ Terroristische Netzwerke (Qin et.al., 2005)
 - ~ Discussion Groups (Ravid, Rafaeli, 2004)
 - ~ Netzwerk brasilianischer Profi-Fußballer (Onody, de Castro, 2004)
 - ~ Erfolg von Popmusikerinnen/Popmusikern und Physikerinnen/Physikern (Davies, 2002)

- Stabilität:
 - ~ Wie lässt sich die höhere Stabilität ausnutzen?

•Navigation:

- ~ Wie funktioniert eine erfolgreiche Navigation aufgrund „lokalen Wissens“?
- ~ Wie lässt sich das ausnutzen?

	Durchschnitt Distanz (L)
Errechnet	3,1
These: Navigation zu rich hubs	43,2
These: Navigation in einer Hierarchie	5,0
These: geographische Orientierung	11,7
Ergebnisse bei Adamic, Adam, 2005	

Referat am 23.01.2006 / Seminar: Rechner- und Datennetze am Institut für Bibliotheks- und Informationswissenschaft der Humboldt Universität zu Berlin / Dozent: Dipl.-Math. Michael Heinz / Referent: Karsten Schuldt / Seite 15

• Evolution:

- ~ Wie wachsen Small World Netzwerke?
- ~ Lassen sich bessere Voraussagen treffen, welche Effekte bestimmte Eingriffe haben (z.B. bei Nahrungsnetzwerken)?
- ~ Wie lässt sich das ausnutzen?

Referat am 23.01.2006 / Seminar: Rechner- und Datennetze am Institut für Bibliotheks- und Informationswissenschaft der Humboldt Universität zu Berlin / Dozent: Dipl.-Math. Michael Heinz / Referent: Karsten Schuldt / Seite 16

- These: das Internet ist eine Small World
 - ~ Schwierig zu verifizieren, da alle Daten nur aus Suchmaschinen, die keine Dokumente nur mit Outlinks oder ohne Links verzeichnen
- Im Internet:
 - ~ Inlinks, Outlinks, In- and Outlinks
 - ~ Flüchtigkeit
 - ~ Communitys

- Andere Dienste im Netz, die als Small World verstanden werden
 - ~ Email
 - ~ Discussion Groups
 - ~ Foren
 - ~ Netzwerke von Homepages von Studierenden einer Universität
 - ~ Homepages auf größeren Servern (z.B. Universitäten)
 - ~ Blogs

•Bibliometrie

- ~ Analyse des Forschungswachstums anhand der Zitationsanalysen bei wissenschaftlichen Aufsätzen
- ~ Wissenschaftliche Aufsätze sind eine Small World
- ~ Allerdings: die Forschungen der Bibliometrie wurden weitgehend ignoriert und erst im Nachhinein in die Forschung zur Small World aufgenommen

Full Record

Record 1 of 1

Title: The structure and function of complex networks

Author(s): Newman MEJ

Source: SIAM REVIEW 45 (2): 167-256 JUN 2003

Document Type: Review

Language: English

Cited References: 428 **Times Cited:** 334 [FIND RELATED RECORDS](#) ⓘ

Abstract: Inspired by empirical studies of networked systems such as the in recent years developed a variety of techniques and models to help us understand developments in this field, including such concepts as the small-world effect, graph models, models of network growth and preferential attachment, and

Author Keywords: networks; graph theory; complex systems; computer

Keywords Plus: SMALL-WORLD NETWORKS; SCALE-FREE NETWORKS; BA NETWORKS; RANDOM GRAPHS; EVOLVING NETWORKS; FOOD WEBS; WIDE

Addresses: Newman MEJ (reprint author), Univ Michigan, Dept Phys, Ann Arbor, MI 48109 USA
Univ Michigan, Ctr Phys Complex Syst, Ann Arbor, MI 48109 USA

Publisher: SIAM PUBLICATIONS, 3600 UNIV CITY SCIENCE CENTER, PHILA

Subject Category: MATHEMATICS, APPLIED

IDS Number: 694XN

ISSN: 0036-1445

Literatur

Adamic / Adar (2003). Friends and neighbors on the Web / Adamic, Lada A. ; Adar, Eytan. – In: Social Networks, Volume 25, 2003, pp. 211-230

Adamic / Adar (2005). How to search a social network / Adamic, Lada ; Adar, Eytan. – In: Social Networks, Volume 27, 2005, pp. 187-203

Dodds / Muhamad / Watts (2003). An Experimental Study of Search in Global Social Networks / Dodds, Peter Shreidan ; Muhamad, Roby ; Watts, Duncan J.. – In: Science, Volume 301, Issue 5643, August 2003, pp. 827-829

Buchanan (2002). Small Worlds and the Groundbreaking Science of Networks / Buchanan, Mark. – New York ; London : W.W. Norton & Company, 2002

Davis (2002). The individual success of musicians, like that of physicists, follows a stretched exponential distribution / Davis, J.A.. – In: The European Physical Journal B, Volume 27, 2002, pp. 445-447

Guimerá et. al. (2005). The worldwide air transportation network : Anomalous centrality, community structure, and cities' global roles / Guimerá, R. ; Mossa, S. ; Turtshi, A. ; Amaral, L. A. N.. – In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 102, Number 22, May 31st, 2005, pp. 7794-7799

Junbo et. al. (2005). Analysis of Opinion Leader in On-Line Communities / Junbo, Gao ; Min, Zhang ; Fan, Jiang ; Xufa, Wang. – In: Lecture notes in computer science, Volume 3681, 2005, pp. 1153-1159

Milgram (1967). The Small World Problem / Milgram, Stanley. – In: Psychology Today, Volume 1, May 1967, pp. 60-67

Moody (2001). Race, school integration, and friendship segregation in America / James Moody. – In: American Journal of Sociology, Volume 107, 2001, pp. 679-716

Newman (2003). The Structure and Function of Complex Networks / Newman, M.E.J.. – In: SIAM Review, Volume 45, Number 2, [May] 2003, pp. 167-256

Onody / de Castro (2004). Complex network study of Brazilian soccer players / Onody, Roberto N. ; de Castro, Paulo A.. – In: Physical Review E, Volume 70, 2004, pp. 037103-1 – 037103-4

Qin et. al. (2005). Analyzing Terrorist Networks : A Case Study of the Global Salafi Jihad Network / Qin, Jialun ; Xu, Jennifer J. ; Hu, Daning ; Sagemann, Marc ; Chen, Hsinchun. – In: Lecture notes in computer science, Volume 3495, 2005, pp. 287-304

Ravid / Rafaeli (2004). Asynchronous discussion groups as Small World and Scale Free Networks / Ravid, Gilad ; Rafaeli, Sheizaf. – In: First Monday, Volume 9, Number 9, [September] 2004

Sienkiewicz / Holyst (2005). Statistical analysis of 22 public transport networks in Poland / Sienkiewicz, Julian ; Holyst, Janusz A.. – In: Physical Review E, Volume 72, 2005, pp. 046127-1 – 046127-11

Watts / Strogatz (1998). Collective dynamics of 'small-world' networks / Watts, Duncan J. ; Strogatz, Steven H.. – In: Nature, Volume 393, 4 June 1998, pp. 440-442