

# Explorative Netzwerkanalyse im Living Web

Gernot Tscherteu<sup>1</sup> und Christian Langreiter<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Realitylab - mediadesign and research, Wien, Österreich  
gt@realitylab.at

<sup>2</sup>synerge development services, Langkampfen, Österreich  
chris@langreiter.com

**Zusammenfassung:** Die Zahl von Netzwerkakteuren steigt ebenso beständig wie die Menge an Inhalten, die von denselbigen produziert wird. Wir stellen visuell orientierte explorative Werkzeuge vor, die bisher unsichtbare Netzwerkprozesse und Zusammenhänge aus der Vogelperspektive darstellen sollen. Anhand unseres Projekts „MemeMapper“ untersuchen wir weiters, wie wir als Designer und Entwickler dazu beitragen können, dass sich Nutzer effektiver informieren und an der Produktion von Inhalten in ihrem Netzwerk beteiligen können.

## Einleitung

Die Entwicklung des Webs hin zu einem Living Web<sup>1</sup> stellt neue Anforderungen an Suchwerkzeuge. Eine immer größere Zahl von Nutzern nimmt eine aktive Rolle im Web wahr: als Weblog-Autoren, als Akteure auf Sites wie Flickr (Photo Sharing), del.icio.us (Link Sharing), Facebook und MySpace (Social Networking).<sup>2</sup>

Mit diesem Rollenwechsel ändert sich auch die Wahrnehmung von Netzwerkprozessen und es entsteht ein verändertes Bedürfnis nach Übersicht und Information: Neben der anlassorientierten Suche mittels Google

---

<sup>1</sup> Living Web wird oft synonym mit „Web 2.0“ verwendet und steht für die Gesamtheit aller Internetmedienformate, bei denen eine Vielzahl von Nutzern selbst „Content“ schaffen, also von Konsumenten zu Produzenten werden.

<sup>2</sup> Siehe: <http://www.flickr.com>, <http://del.icio.us/>, <http://www.facebook.com>, <http://www.myspace.com/>, aufgerufen jeweils am 09.01.2008

und ähnlicher traditioneller Suchmaschinen entsteht bei Autoren und Akteuren zunehmend das Bedürfnis, sich ihre Netzwerkumgebung und bestimmte Bereiche aus der Vogelperspektive zu betrachten und systematisch zu erkunden.

In diesem Artikel folgen wir dieser Entwicklung und stellen Werkzeuge für die Exploration solcher Netzwerke vor.

## **Klassische Suche à la Google**

So sehr sich Google derzeit auch mit Web-2.0-Applikationen schmücken mag, der eigentliche Such-Service stammt aus einer Zeit, in der das Web noch klar in Produzenten und Konsumenten geteilt war. Er wendet sich primär an den Konsumenten, der spezifische Informationen schnell und präzise finden will.

Es wird allgemein anerkannt, dass Google diese Aufgabe nach wie vor ausgezeichnet erfüllt und somit verdient die Marktführerschaft verteidigt. Google ist zu einem De-facto-Standard geworden und hat unser Suchverhalten und unsere Erfahrung des Webs nachhaltig geprägt; dies könnte man wie folgt charakterisieren:

- Der Suchvorgang ist anlassorientiert und folgt dem Pull-Paradigma. Suchmaschinen werden nicht selbständig aktiv, sondern erst auf Initiative des Nutzers.
- Es wird nur gefunden, was in Form einer Suchabfrage textuell formuliert werden kann. Nach Themen, deren Existenz oder textuelle Repräsentation noch nicht bekannt ist, kann demnach schwerlich gesucht werden. Oft sind passende Schlüsselbegriffe erst das Ergebnis langwieriger Recherche.
- Ergebnisse sind nach Relevanz geordnet. Ziel ist es, "hochwertige" Information zu finden – dies ist nicht gleichbedeutend mit dem Ziel, die ursprüngliche Quelle einer Information zu finden.
- Google ist völlig textorientiert. Auf die Möglichkeit weitergehender Visualisierung wird verzichtet. Die Anmutung der Ergebnislisten ist zum oft kopierten Vorbild für viele andere Dienste geworden.
- Insgesamt fördert Google ein Nutzungsverhalten, bei dem Sucher von Site zu Site springen. Ein Bewusstsein für eventuell dahinter liegende Organisationsmuster kann sich kaum entwickeln.

## Akteure suchen anders

In den letzten Jahren ist die Zahl der Web-Akteure, die Information nicht nur konsumieren, sondern auch produzieren, gewaltig gestiegen.<sup>3</sup> Produzenten von Information zeigen notwendigerweise ein anderes Such- und Informationsbeschaffungsverhalten. Sie sind nicht nur daran interessiert, Informationen zu finden, von deren Existenz sie schon wissen, sondern sie verfolgen als Akteure strategische Ziele und haben das Bedürfnis, ihre Netzwerkumgebung besser kennenzulernen. Aus unserer Sicht sind in diesem Kontext vor allem zwei Ressourcen von großer Wichtigkeit:

- **Aufmerksamkeit.** Akteure wollen nicht notwendigerweise ein Maximum an Besuchern. Die meisten Autoren wünschen sich aber ein gewisses Ausmaß an Resonanz, das den Aufwand, ein Weblog zu führen oder in einem Netzwerk aktiv teilzunehmen, rechtfertigt. Aufmerksamkeit ist somit ein wesentlicher Motivationsfaktor und kann in manchen Fällen auch in andere Werte wie Anerkennung, Prestige oder auch beruflichen und finanziellen Erfolg (etwa durch das Schalten von Anzeigen) umgesetzt werden.
- **Inhalte.** Um Aufmerksamkeit zu erregen, müssen Akteure etwas bieten, das Rezipienten anlockt. Entweder sie führen ein aufregendes Leben, sind besonders kreativ, sind Experten auf gewissen Gebieten oder haben einfach nur eine originelle Form, Dinge zu kommentieren. Die Produktion von Inhalten im Web erfolgt sehr selten völlig autonom. In der Regel ist es für Produzenten wichtig, gut informiert zu sein; letztlich werden in vielen Fällen die Inhalte Dritter verarbeitet.

Aufmerksamkeit und Inhalte sind somit zugleich Input und Output von Netz-Aktivitäten. Inhalte werden benötigt, um selbst Inhalte und damit Aufmerksamkeit zu erzeugen. Die so erzeugte Aufmerksamkeit ist wiederum die Triebfeder, weiterzumachen.<sup>4</sup>

Nicht zuletzt aus diesem Grund sind in den letzten Jahren zahlreiche Services entstanden, die es Akteuren wesentlich erleichtern, sich nachhaltig mit diesen Ressourcen zu versorgen bzw. in Netzwerkprozesse einzu-

---

<sup>3</sup> Technorati trackt derzeit 112.8 Millionen Weblogs. Siehe <http://technorati.com/about/>, Stand: Februar 2008

<sup>4</sup> Beide Güter sind zwar beschränkt vorhanden, aber nicht notwendigerweise knapp: Sowohl das Bedürfnis nach Aufmerksamkeit als auch der Wunsch nach Information sind sehr subjektive Größen.

klinken. Oftmals verfügen diese Services über Push-Elemente, die Nutzer zu interessanten Informationen führen, ohne dass diese explizit danach suchen hätten müssen; dies sei anhand des Beispiels del.icio.us<sup>5</sup> näher erklärt.

Auch ohne jegliche soziale Funktionalität wäre del.icio.us ein ausgezeichnetes Werkzeug, um Bookmarks mithilfe von Tags (Schlagwörtern) zu organisieren. Der Umstand, dass viele andere Personen ebenso del.icio.us und Tags verwenden, macht es zu einer einzigartigen Informationsquelle, die man – einmal ausprobiert – nicht mehr missen möchte.

Im Folgenden sei ein typisches del.icio.us-Erlebnis illustriert:

- Surferin A entdeckt eine informative Site und bookmarkt sie mittels del.icio.us.
- Die eben entdeckte Site trifft ihr aktuelles Interesse so genau, dass sie sich die Frage stellt, welche Personen die Site sonst noch gebookmarkt haben mögen – denn diese Personen könnten eines, vielleicht auch mehrere, ihrer Interessen teilen. del.icio.us listet erfreulicherweise nur eine Handvoll Personen auf, was die Nachforschungen wesentlich erleichtert.
- Bei der Recherche stellt sich heraus, dass Surfer B eine Reihe ähnlicher Projekte mit dem Tag Y beschlagwortet hat. Surfer B scheint also in Bezug auf *Tag Y* ähnliche Interessen zu verfolgen.
- Surferin A abonniert *Tag Y* von Surfer B und fügt ihn ihrem del.icio.us-"Network" hinzu.
- Immer, wenn Surfer B eine neue Seite mit dem Tag Y hinzufügt, ist Surferin A unmittelbar informiert. Dadurch, dass sich die Interessen in diesem (durch ein Tag repräsentierten) Punkt überlagern, können sie sich gegenseitig helfen, sich mit relevanten Inhalten zu versorgen.

Hier muss angemerkt werden, dass man bei der Recherche noch keineswegs optimal unterstützt wird. In der Praxis führen Netzwerkexplorationen in del.icio.us von Nutzer zu Nutzer und von Tag zu Tag, bis schließlich eine Liste von handverlesenen Quellen lokalisiert werden kann. Die Mühe lohnt, denn bestimmte Nutzer/Tag-Kombinationen können für die eigene Informationsarbeit von ganz essentieller Bedeutung sein. Die Recherchearbeit anderer Nutzer kann in die eigene Informationsarbeit integriert und Teil einer umfassenderen Informationsökologie werden.

Es gibt bereits eine Reihe von Prototypen, welche die Netzwerkexploration des del.icio.us-Netzwerks erleichtern können.<sup>6</sup> Keiner dieser Ansätze wurde allerdings bis dato direkt in den Service übernommen.

---

<sup>5</sup> Siehe: <http://del.icio.us>, aufgerufen am 09.01.2008

<sup>6</sup> Siehe <http://www.visualcomplexity.com/vc/search.cfm?input=del.icio.us>, aufgerufen am 09.01.2008

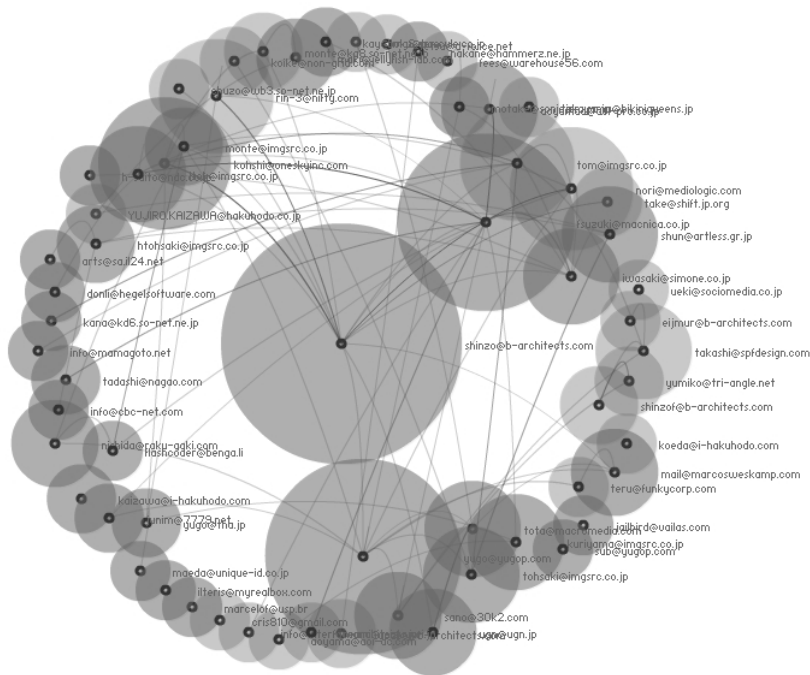
## Explorative Werkzeuge

Auch in vielen anderen Bereichen gibt es intensive Bemühungen, Netzwerke zu visualisieren und damit die Suche nach interessanten Knotenpunkten und nachhaltigen Informationsquellen zu erleichtern.

Im Folgenden werden einige Beispiele vorgestellt, die eine Ahnung davon vermitteln, wie uns insbesondere visuell orientierte Tools in Zukunft unterstützen könnten, aber ebenso, mit welchen Schwierigkeiten sie zu kämpfen haben.

### Social Circles

Social Circles<sup>7</sup> visualisiert den Mail-Verkehr von Mailing-Listen.



**Abb. 1.** Social Circles von Marcos Weskamp.

- Mitglieder der Mailing-Liste werden als Knoten dargestellt.

<sup>7</sup> Erreichbar unter: <http://www.marumushi.com/apps/socialcircles/index.cfm>, aufgerufen am 09.01.2008

- Die Knotengröße korreliert mit der Anzahl von Mails, die von einem Akteur versandt wurden.
- Antwortet ein Akteur auf Mails eines anderen Akteurs, so wird zwischen ihnen eine Kante eingezeichnet.
- Akteure mit vielen Verbindungen schreiben offensichtlich über Dinge, welche auf allgemeines Interesse stoßen. Diese Akteure werden im Graphen zentral dargestellt.

Interessant ist zu beobachten, dass Größe nicht notwendigerweise mit Zentralität einhergeht. Es gibt Akteure, die viel schreiben, aber auf deren Mails selten reagiert wird, und es gibt Akteure, die wenig schreiben, deren Beiträge aber regelmäßig breites Echo in der Community auslösen. So bietet Social Circles nützliche Anhaltspunkte für Neuankömmlinge, die sich orientieren wollen.

## **Blogopole**

Blogopole<sup>8</sup> wurde anlässlich der Wahl des französischen Staatspräsidenten 2007 entwickelt und stellt die Landschaft politisch orientierter französischer Sites und Weblogs dar.

Zur besseren Übersicht wurden diese in verschiedene politische Lager gruppiert. Eine besondere Gruppe bilden "Les Analystes", bei denen es sich im Wesentlichen um Weblogs professioneller Kommentatoren und engagierter Privatpersonen handelt. Sie nehmen - wenig überraschend - eine zentrale Position ein, da sie ganz wesentlich zur wechselseitigen Verknüpfung aller Lager beitragen.

---

<sup>8</sup> Erreichbar unter: <http://www.blogopole.fr/>. Anlässlich der US Präsidentschaftswahlen 2008 gibt es von den Blogopole-Autoren einen ähnlichen Service unter <http://presidentialwatch08.com>. Aufgerufen jeweils am 09.01.2008.

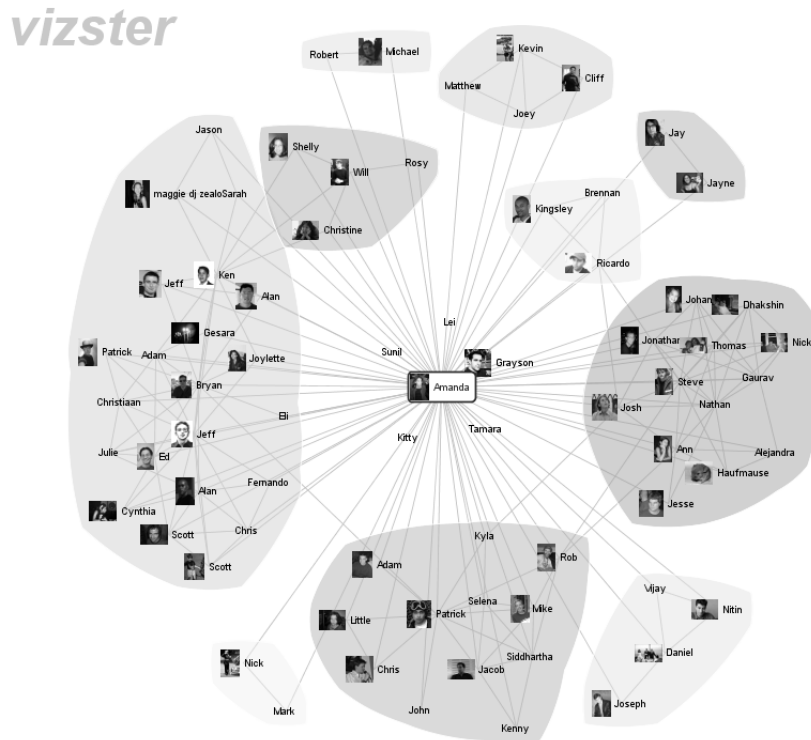


**Abb. 2.** Blogopole.fr. Quelle: ebd.

- Knoten repräsentieren Sites und Kanten Links zwischen diesen.
- Wählt man einen Knoten aus, so werden dessen Verbindungen farbig hervorgehoben.
- Spezielle Tools erlauben tieferegehende Analysen des Graphen.
- Zentral für die Aussage der Blogopole-Visualisierung ist die Darstellung von Nähe- und Ferneverhältnissen, die aus der Linkstruktur abgeleitet werden. Je ähnlicher zwei Knoten in Bezug auf ihre Linkstruktur sind, umso näher werden sie in der Karte abgebildet.
- Das Tool eignet sich zur wissenschaftlichen Auseinandersetzung. Am interessantesten ist es aber wohl für die politischen Akteure und Autoren selbst, die sich in bestimmten Lagern und an bestimmten Positionen verortet wiederfinden.

## Vizster

Vizster<sup>9</sup> ist eine Software-Studie, die Freundschaftsbeziehungen auf der Dating-Plattform „Friendster“ visualisiert.



**Abb. 3.** Die Designstudie Vizster von Danah Boyd und Jeffrey Heer stellt die Freundschaftsbeziehungen von friendster.com dar. Quelle: <http://jheer.org/vizster/>

”Friendster was designed to be an online dating site, complete with profiles, demographic and interest driven search, and a private messaging system. What made Friendster unique was its articulated social networking component and testimonial feature. Users were asked to declare "friends" on the system whose pictures would also appear on the profile when the friends confirmed the relationship. [...] Yet, when the early adopters began to use the service, they did not view it as a dating service, but a site where they could gather and communicate with their

<sup>9</sup> Die Studie ist abrufbar unter: <http://jheer.org/vizster/>, aufgerufen am 09.01.2008

friends, surf for entertaining profiles and explore public displays of identity and relationships.” [11, S. 2]

Mit Vizster können Friendster-Nutzer ihre soziale Umgebung erforschen:

- Bewegt man den Mauszeiger über einen Knoten, so werden Profildaten wie Name, Geschlecht, Anzahl der Freunde, Interessen, Lieblingsfilme, -bücher und dergleichen eingeblendet.
- Durch die Selektion bestimmter Merkmale (populär zum Beispiel „weiblich“ und „single“) werden alle Akteure im Netzwerk hervorgehoben, die diese Merkmale aufweisen.
- Es können auch gemeinsame Freunde entdeckt und Personen identifiziert werden, die für den Zusammenhang einer Gruppe wichtig sind; des weiteren Akteure, die für die Kommunikation zwischen Gruppen als Brücken fungieren.
- Es werden Teilnetze identifiziert, in denen es eine höhere Dichte an Relationen zwischen den Akteuren gibt. Zur leichteren Erkennbarkeit werden diese Teilnetze farbig hinterlegt.

Somit ist Vizster ein einfaches, aber trotzdem mächtiges Analysewerkzeug, das im Gegensatz zu wissenschaftlichen Paketen wie Pajek [20]<sup>10</sup> und UCINet<sup>11</sup> Laien anspricht. Ziel sind kaum wissenschaftliche Erkenntnisse, sondern die Entdeckung von Freundschaftsbeziehungen und Ähnlichkeiten zwischen Personen. Durch Spezialisierung und gleichzeitige Vereinfachung des Vorgangs der Netzwerkanalyse gab Vizster die Entwicklungsrichtung für eine Reihe weiterer Projekte vor.

Mittlerweile gibt es für alle größeren Social Networking Services wie MySpace, Facebook und dessen deutschsprachigen Klon StudiVZ Visualisierungstools zumindest in Form ernstzunehmender Prototypen.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Informationen im Web unter: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>, aufgerufen am 09.01.2008

<sup>11</sup> Informationen im Web unter: <http://www.analytictech.com/ucinet/ucinet.htm>, aufgerufen am 09.01.2008

<sup>12</sup> Für MySpace: „Comment Flow“, erreichbar unter: <http://web.media.mit.edu/~dietmar/myspace.html>, aufgerufen am 09.01.2008

Für StudiVZ: „StudiAnalyse“, erreichbar unter: <http://turrican.unixag-zw.fh-kl.de/studianalyse/>, aufgerufen am 09.01.2008

Für Facebook: „Interactive Friends Graph“ erreichbar unter: <http://www.facebook.com/apps/application.php?id=4079090761&b&ref=pd>, aufgerufen am 09.01.2008

## TouchGraph Facebook Browser

Eines dieser Tools möchten wir hier exemplarisch vorstellen; nicht zuletzt deshalb, weil dieses auch uns bisher am besten vermitteln konnte, wie sich interaktiv-explorative Netzwerkanalyse „anföhlen“ kann.

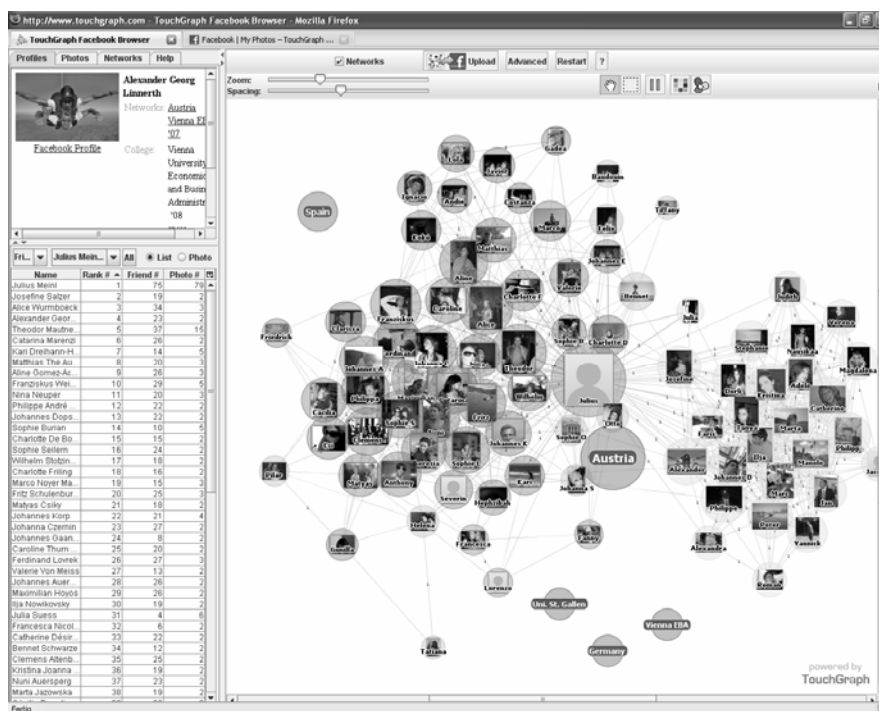


Abb. 4. TouchGraph Facebook Browser. Quelle: Screenshot.

Die "explorative Erfahrung" des TouchGraph Facebook Browsers können wir als durchaus prägend bezeichnen, auch wenn dieser einer solchen Erfahrung seitens Facebook (wohl zu Recht) einige Hindernisse in den Weg gelegt wurden: So ist es unmöglich, in Profile Einsicht zu nehmen, wenn diese nicht freigegeben wurden. Innerhalb eines „Facebook-Netzwerks“<sup>13</sup> ist es aber durchgehend die Regel, dass Profile mehr oder weniger vollständig sichtbar sind - und somit Freundschaftsbeziehungen abgebildet werden können.

<sup>13</sup> Irref  hrenderweise bezeichnet Facebook eine Menge von Personen mit gemeinsamen Merkmalen in Bezug auf Ausbildung und Nationalität als „Netzwerk“. Alle Personen, die in Österreich leben oder ebenfalls die Universität Wien besuchen oder besucht haben, gehören deshalb potentiell demselben „Netzwerk“ an.

Um der drohenden Datenknappheit zu entgehen, bedient sich das Tool eines Kniffs – es werden nicht nur explizit angegebene Freundschaftsbeziehungen dargestellt, sondern auch gemeinsames Vorkommen auf entsprechend annotierten Photos. Wenn zwei Personen gemeinsam auf einem Photo zu finden sind, werden sie durch eine Kante miteinander verbunden. Der Wert auf der Kante gibt an, auf wie vielen Bildern die Personen gemeinsam photographiert wurden. Diese Funktion ist gleichermaßen unterhaltsam wie informativ, da sich dadurch relativ leicht rekonstruieren lässt, wer bspw. dieselbe Klasse besucht und wer sich mit wem auf welchen Partys herumgetrieben hat.

Innerhalb des eigenen Netzwerks (insbesondere im Falle von großen Netzwerken mit zehntausenden Mitgliedern – z.B. "Österreich") ist es damit beängstigend einfach geworden, die Aktivitäten von Cliques und das Verhältnis von Personen (Bilder sagen in der Tat mehr als Worte) zu verfolgen.<sup>14</sup>

Die TouchGraph-Erfahrung ist eine wesentlich andere als etwa das Schmökern auf einzelnen Profilseiten. Die Stärke der Beziehungen zwischen Personen und ihrer Zusammengehörigkeit in Cliques ist unmittelbar ersichtlich.

## Die Sprache der Netzwerkgraphen

Die visuelle Sprache von Netzwerkdarstellungen erscheint zunächst recht einfach: Es ist intuitiv nachzuvollziehen, dass ein Knoten einen Akteur repräsentiert und die Kanten zwischen diesen für Verbindungen stehen. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich allerdings, dass es unterschiedlichste Formen der Verbindung zwischen Akteuren geben kann und dass die meisten Darstellungen den Nutzer im Unklaren darüber lassen, um welche Art von Verbindung es sich im Konkreten handelt.

In den oben genannten Fällen stehen Kanten für:

- Social Circles: Antwort auf Mail.
- Blogopole: Link einer Site zu einer anderen.
- Vizster: Freundschaftsbeziehung.
- TouchGraph Facebook Browser: Freundschaftsbeziehung oder gemeinsames Aufscheinen auf einem Photo.

---

<sup>14</sup> Einige der Akteure werden ihre Facebook-Zeit vermutlich noch bereuen, weil ihre Jugendsünden minutiös dokumentiert werden.

Die Bedeutung von Kanten ist in vielen Fällen nicht unmittelbar ersichtlich, was ein großes Hindernis auf dem Weg zum Verständnis einer Visualisierung darstellt.

Gerichtete Kanten werden oft in Form von Pfeilen visualisiert. Ungerichtete Kanten stellen üblicherweise symmetrische Verbindungen dar: Person A wählt B zum Freund und umgekehrt. Blogopole hingegen stellt die Richtungen der Verbindungen nicht in Pfeilform dar, sondern mithilfe von Farbcodes – und verwendet dabei nicht weniger als fünf Farben, was die Lesbarkeit nicht unbedingt erleichtert. Gerade bei Links zwischen Sites ist die Richtung eine zentrale Information, die ohne größere Anstrengung gut erkennbar sein sollte.

Auch die räumliche Anordnung – insbesondere die Nähe von Akteuren zueinander – muss durchaus unterschiedlich interpretiert werden:

- Social Circles: Alle Akteure sind auf einem Kreis angeordnet, doch jene Akteure, deren Mails besonders viele Antworten erhalten haben, rücken ins Zentrum.
- Blogopole: Akteure, zwischen denen viele Verbindungen bestehen, "verklumpen" zu Clustern.
- Vizster: Im Zentrum steht ein bestimmter Akteur, rundherum bilden sich dort Cluster, wo Freunde untereinander besonders viele Verknüpfungen aufweisen.
- TouchGraph Facebook Browser: Siehe Vizster.

Offensichtlich hat man sehr großes Vertrauen in die Geduld und die interpretativen Fähigkeiten der Nutzer, was sich aber nicht mit unseren Erfahrungen aus der Praxis des Interface- und Interaction-Designs deckt.

Während Social Circles und Blogopole Netze allgemeiner Art darstellen, handelt es sich im Falle von Vizster und TouchGraph Facebook Browser um sogenannte Ego-Netzwerke. In solchen werden nur Akteure dargestellt, die mit dem zentralen Akteur ("Ego") direkt oder in zumindest naher Verbindung stehen. Entferntere Akteure werden ausgeblendet.

Da das Netz von "Ego" ausgehend ermittelt wird, scheint der zentrale Knoten in solchen Darstellungen oft überproportional gut verbunden – was den tatsächlichen Verhältnissen nicht notwendigerweise entspricht. Um diese Verzerrung beseitigen zu können, bietet bspw. der TouchGraph Facebook Browser die Möglichkeit, "Ego" und seine Verbindungen auszublenden, woraufhin sich der Graph neu anordnet und ein sozio-zentriertes Netzwerk bildet. In dieser Darstellung lassen sich leichter zentrale Akteure (nach wie vor allerdings aus der Umgebung "Egos"!) ermitteln.

Schließlich kann auch die Größe eines Knotens unterschiedliche Bedeutung haben.

- Social Circles: Größe korreliert mit Anzahl der von einem Akteur verfassten Mails.
- Blogopole: Größe korreliert mit Anzahl eingehender Links Autorität oder Page Rank
- Vizster: Alle Knoten werden gleich groß dargestellt.
- TouchGraph Facebook Browser: Je mehr Freundschaftswahlen ein Akteur erhält, umso größer wird der Knoten dargestellt.

Diese Beispiele genügen, um zu zeigen, dass Netzwerkgraphen nicht so einfach zu interpretieren sind, wie es auf den ersten Blick scheinen mag. Intuitiv erfassbar sind zentrale Positionen und Größenverhältnisse, doch wie gezeigt wurde, können diese völlig Unterschiedliches bedeuten; wie die Rückmeldungen von Laiennutzern zeigen, ist keines der vorgestellten Werkzeuge selbsterklärend – ganz im Gegenteil, Nutzer hatten beträchtliche Schwierigkeiten beim Lesen der Darstellungen:

”To be honest, I had some trouble getting the hang of how to use this app. It was kind of confusing. After a few minutes, though, I was having some fun.”<sup>15</sup>

Es lassen sich beim Kennenlernen von Netzwerkdarstellungen folgende Phasen erkennen:

- Neugierde: Man wird von der Anmutung – oft auch der Komplexität – der Darstellung angezogen.
- Interaktives Ausprobieren: Was passiert, wenn ich auf einen Knoten klicke oder ihn ziehe?
- Fragestellen: Was bedeutet diese oder jene Darstellungsform genau?
- Je nachdem, ob das jeweilige Tool solche Fragen zufriedenstellend beantworten kann, folgt darauf entweder Nachlassen des Interesses oder intensivere Erforschung des Graphen.

Somit scheint es sinnvoll, Netzwerkdarstellungen nicht nur mit einer Legende zu versehen, sondern auch Interaktionsmöglichkeiten wie Mouse-Overs bzw. Tool-Tipps ausgiebig zu nutzen, um den Betrachter zu instruieren. Narrative Elemente wie kontextspezifisch angebotene Erklärungen diverser Visualisierungsdetails können den Lernprozess vereinfachen. Unserer Einschätzung nach sollten die Interaktion mit Netzwerkdarstellungen

---

<sup>15</sup> Siehe <http://www.bestfacebookapplications.com/2007/06/28/touchgraph-photos-facebook-application/>, aufgerufen am 09.01.2008

gen und das Erlernen ihrer Bildsprache gleichzeitig vermittelt "learning by doing" und nicht sequentiell erfolgen.

## Metriken

Noch schwieriger als das Lesen einer visuellen Darstellung fällt es Laien oft, Metriken und analytische Konzepte der sozialen Netzwerkanalyse zu verstehen.

### Indegree/Outdegree

Es gibt allerdings auch Metriken, die auch von einem Laien leicht erfasst werden können, wie z.B. "Indegree" und "Outdegree": Eine Seite im Web linkt zu anderen Seiten und umgekehrt.

- *Indegree*: Anzahl der eingehenden Verbindungen (incoming links, referers).
- *Outdegree*: Anzahl der ausgehenden Verbindungen (outgoing links, references).<sup>16</sup>

Im Falle einer Web-Seite ist es trivial, den Outdegree zu ermitteln: Man zählt die darin enthaltenen Links. Um den Indegree zu ermitteln, müsste man alle anderen Seiten des Netzwerks (das im schlimmsten Fall das gesamte Web umfassen könnte) besuchen und die darin enthaltenen Links zur betreffenden Seite zählen – der Indegree ist somit technisch wesentlich schwieriger zu ermitteln, konzeptionell aber nicht schwerer zu verstehen als der Outdegree und eignet sich somit als einfaches Zentralitäts- und Prestigemaß.

Innerhalb eines Freundschaftsnetzwerks à la Facebook werden "Cliquenchefs" typischerweise hohe Degrees aufweisen<sup>17</sup>. Abb. 4 zeigt Akteur "Julius" mit dem höchsten Degree – wenig überraschend, denn es handelt sich um das "Ego" in diesem Egonetzwerk. Auch Akteur "Theodor" verfügt über hohe Degrees.

Um nachverfolgen zu können, wie sich Neuigkeiten innerhalb eines Netzwerks verbreiten, ist es von besonderem Interesse, zu eruieren, wie Nachrichten die Grenze einzelner Cliques überwinden. Für die Nachrichtenverbreitung sind aber nicht notwendigerweise jene Akteure verantwort-

---

<sup>16</sup> Vgl. [12] sowie [22]

<sup>17</sup> Da es sich hier um ein ungerichtetes Netzwerk (ohne Pfeile) handelt, gibt es keine Trennung in In- und Outdegree.

lich, die einen hohen Degree aufweisen – es sind oft Akteure, die summa summarum eine geringere Zahl von Verbindungen aufweisen können, aber in unterschiedlichen Cliques verkehren. Um diese zu identifizieren, ist ein Maß wie die Betweenness-basierte Zentralität besser geeignet.

### **Betweenness-basierte Zentralität**

Die betweenness-basierte Zentralität misst die Abhängigkeit der restlichen Akteure von einem bestimmten Netzwerkknoten: Wie oft liegt Akteur X auf der geodesischen (kürzesten) Verbindung zwischen zwei Akteuren?<sup>18</sup> Im Falle von  $m$  Akteuren gibt es  $m*(m-1)$  geodesische Verbindungen.<sup>19</sup> Cut-Points, Akteure, die zwei Teilnetze miteinander verbinden, weisen eine hohe Betweenness auf.

Praktischerweise kann auch der TouchGraph Facebook Browser diese Metrik berechnen: Dabei zeigt sich beispielsweise, dass "Josefine" einen wichtigen Cut-Point zwischen zwei Teilnetzen darstellt – wenn Nachrichten vom einen ins andere fließen sollen, dann könnte Josefine dabei eine wichtige Rolle spielen, obwohl sie relativ wenige Freundschaftswahlen aufweist.

### **Soziale Netzwerke versus Blogosphäre**

Während relationale Daten (z.B. Freundschaftsbeziehungen) in sozialen Netzwerken oft nur beschränkt allgemein zugänglich sind, um die Privatsphäre der Akteure zu schützen, sind solche Daten, insbesondere Linkstrukturen, in der Blogosphäre zum großen Teil öffentlich. Allein anhand der Links, die Weblogs empfangen bzw. setzen, lassen sich aussagekräftige Netzwerke generieren. Doch obwohl die Daten in diesem Fall relativ leicht zugänglich sind, gibt es nur wenige Analysewerkzeuge, die sich direkt an die Akteure richten. Meist werden solche Tools in der Medienanalyse<sup>20</sup> bzw. für wissenschaftliche Zwecke<sup>21</sup> eingesetzt. Es finden sich erst zaghafte Ansätze zur Netzwerkkexploration für den Endverbraucher. Diese

---

<sup>18</sup> Vgl. [12, 134 ff], [22, 86 f.] sowie [25, 188 ff.]

<sup>19</sup> Vgl. [20, 127]

<sup>20</sup> z.B. Buzzmetrics (<http://nielsenbuzzmetrics.com/>), Buzzlogic (<http://buzzlogic.com/>), Umbria (<http://www.umbrialistens.com/>), aufgerufen jeweils am 09.01.2008

<sup>21</sup> z.B. LinkRank (<http://linkrank.cs.ucla.edu/>) oder commetrix (<http://www.commetrix.de/>), aufgerufen jeweils am 09.01.2008

Lücke von Angeboten zur Netzwerkvisualisierung für Akteure des Living Web wollen wir mit unserem Projekt MemeMapper schließen.

## **MemeMapper**

Das Projekt MemeMapper ist eine Fortführung und Weiterentwicklung eines durch die Autoren anlässlich der ersten BlogTalk-Konferenz 2003 konzipierten und prototypisch implementierten Experiments - der Blogosphere Map [23, 24].

Die grundsätzliche Fragestellung ist nach wie vor dieselbe: Wie verbreiten sich Nachrichten (aller Arten) in dezentralen, vornehmlich öffentlich zugänglichen Informationsnetzwerken wie bspw. der Blogosphäre? Daran anschließend ergeben sich zahlreiche weitere Detailfragen:

- Wie können solche zeitdynamischen Diffusionsprozesse effektiv visualisiert und somit wahrgenommen werden?
- Welche Metriken aus der "klassischen" sozialen Netzwerkanalyse [12, 22] lassen sich auch in diesem Kontext anwenden? Welche Schlüsse kann man aus den eruierten Werten ziehen?

Die Blogosphere Map war nur eines von so manchen zeitnah durchgeführten Projekten mit ähnlicher Stoßrichtung. Exemplarisch seien hier "Information Diffusion Through Blogspace" von Gruhl et al. [9] und Blogviz von Manuel Lima [15] angeführt. All diesen ist gemeinsam, dass die Entwicklung bislang nicht in einem von Konsumenten frei verwendbaren Service gemündet hat; genau dieses Ziel verfolgen wir mit dem Projekt MemeMapper.

An potentiellen Anwendungsfällen mangelt es nicht. Zum einen sind Firmen und Marketing-Agenturen naturgemäß an Medienmonitoring in vielgestaltiger Ausformung interessiert, auf der anderen Seite wollen wir Akteuren im Living Web aus schon zuvor dargelegten Gründen ein Werkzeug in die Hand geben, das sie bei der Selbstverortung, Vernetzung und Informationsbeschaffung unterstützt.

## **Was wird gemappt?**

War die Erhebung sozialer Netzwerkdaten in großem Stil in vergangenen Jahrzehnten oft mit beinahe unbewältigbarem Aufwand verbunden, so hat sich die Situation durch das WWW im Allgemeinen und der zunehmenden Verbreitung sozialer Medien im Besonderen geradezu ins Gegenteil verkehrt: Es gibt kaum netzbasierte Services und Phänomene, die nicht zu ei-

ner netzwerkanalytischen Betrachtungsweise einladen würden; die Erhebung der entsprechenden Daten zu analytischen Zwecken kann oftmals vollautomatisiert durchgeführt werden oder geschieht auf Betreiberseite implizit und ohne weiteres Zutun im Rahmen des Regelbetriebs.

Im ersten Schritt fokussieren wir unsere Anstrengungen auf die "Blogosphäre" – mit diesem Begriff wird die Gesamtheit aller Weblogs bezeichnet; während im Fall der Blogosphere Map nur ca. 500 Weblogs regelmäßig (4 mal täglich) eingelesen wurden, so streben wir im MemeMapper-Fall in der ersten Ausbaustufe eine Abdeckung von ca. 100.000 Quellen an. Im Folgenden geben wir einen Überblick über das dahinterliegende technische Konzept.

## **Feeds**

Der allergrößte Teil heutzutage publizierter Weblogs und vieler sonstiger regelmäßig aktualisierter Quellen bietet sog. News-Feeds in XML-basierten Formaten wie RSS oder Atom an [27]. Diese Feeds beinhalten Informationen bezüglich der zuletzt geänderten Postings (im allgemeinsten Sinne – es können mittlerweile auch Börsenkurse, Wetterberichte und ganze Bücher vermittelt RSS abonniert werden); sie stellen unsere primäre Datenquelle dar.

Zur Konsumation solcher Feeds werden üblicherweise Aggregatoren verwendet – diese gibt es in allen Spielarten, sowohl als Desktop-Applikationen als auch als Angebote wie Bloglines oder Google Reader. Aggregatoren lesen abonnierte Feeds in regelmäßigen Abständen ein. Dasselbe passiert im MemeMapper-Fall durch einen Crawler – nur in entsprechend größerem Maßstab.

## **Diff-Feeds**

Steht für eine Quelle kein RSS-Feed zur Verfügung, so kann ein solcher dennoch zumindest approximativ generiert werden, indem Text-Änderungen auf algorithmischem Wege direkt aus dem letztlich zur menschlichen Konsumation gedachten HTML-Quellcode einer Seite eruiert werden; dazu kann bspw. das UNIX-Tool „diff“ zum Einsatz kommen. Aufgrund der Vielzahl dynamisch generierter Elemente auf heutzutage in „freier Wildbahn“ auftretenden Seiten (angefangen von Timestamps über Comment-Counter bis hin zu automatisch eingefügten Textanzeigen) kann allerdings oftmals bei jedem einzelnen Zugriff eine Vielzahl von Änderungen festgestellt werden, deren Relevanz denkbar gering ist und somit gefiltert werden muss.

## Post-Processing & Archivierung

Nachdem Postings durch den Crawler eingelesen wurden und überprüft werden konnte, dass sie tatsächlich neu sind (oftmals erscheinen durch Bugs oder Bedienungsfehler schon veröffentlichte Postings nochmals in RSS-Feeds), werden sie komprimiert und unmittelbar archiviert, um Daten für noch nicht absehbare Forschungsfragen möglichst im Originalzustand vorhalten zu können.

Gleichzeitig werden für die Zwecke des Produktiv-Systems Postings bezüglich Text-Encoding und Feed-Format normalisiert. Auf Basis dieser normalisierten Daten operiert eine ganze Reihe weiterer Analysetools (Konvertierung nach Plain Text, Link-Extraktion, präliminäre Textanalyse etc.), die sukzessive das Original-Posting mit zusätzlichen bzw. restrukturierten Informationen anreichern. Sind alle aktivierten Analyseschritte abgeschlossen, wird das Posting wiederum komprimiert und archiviert.

## Indizierung

Schließlich und endlich wird ein um temporale Informationen ergänzter – aber ansonsten klassischer – Volltext-Index mit dem textuellen Inhalt der neuen Postings ergänzt. Zusätzlich wird eine Reihe weiterer Indexstrukturen angelegt, die spezielle Analysen bspw. bezüglich Änderungen in der Linkstruktur performant möglich machen.

## Visualisierung

Zur Visualisierung von Netzwerkstrukturen kommen üblicherweise physikalisch motivierte Verfahren zum Einsatz: Zumeist werden Knoten als sich abstoßende elektrische Teilchen, Kanten als diese Teilchen verbindende Sprungfedern modelliert (Spring Embedder/Force-Directed Layout); auf dieses grundsätzliche Modell aufbauend gibt es allerdings eine Vielzahl von Variationen, die zumeist für spezifische Konfigurationen optimiert wurden [13]. Im Fall von Graphen mit hoher Kanten-Anzahl konnten wir mit dem Edge-Repulsion LinLog Model [19] gute Ergebnisse erzielen.

Negativ an vielen Graph-Layout-Algorithmen ist, dass die Berechnungszeit – etwas salopp formuliert – exponentiell mit der Größe des Graphen steigt. Zum Glück wurden in den letzten Jahren u.a. auf dem Gebiet der Molecular Dynamics (Simulation atomarer Interaktionen) bedeutsame algorithmische Fortschritte erzielt. Diese helfen ebenso, den Herausforderungen der Graph-Visualisierung entgegenzutreten [10], was vor allem das

qualitativ hochwertige Layout sehr großer Graphen in vielen Fällen erst ermöglicht.

### Themen-Tracking

Das finale Infrastrukturelement stellt die Identifikation von Themen dar. Dies geschieht zum einen durch Entity Extraction (die Identifikation von Personen- bzw. Ortsnamen, Firmenbezeichnungen etc.) und zum anderen durch das Erstellen eines "semantischen Fingerabdrucks".

Diesbezüglich stellt sich vor allem ein Verfahren namens Explicit Semantic Analysis [8] als äußerst vielversprechend dar: In diesem wird auf Basis des in Wikipedia textuell abgebildeten Weltwissens ein Konzeptraum induziert. Repräsentiert man einen Text (bzw. Textfragmente) als gewichteten Vektor in diesem Raum, so können Standardoperationen der linearen Algebra (Vektorkosinus, euklidische Distanz) Aufschluss bspw. über die Ähnlichkeit zweier Fragmente geben [26].

Ein wichtiges Ziel besteht darin, Postings zu ermitteln, die nicht nur in einem thematischen Zusammenhang stehen, sondern die mit hoher Wahrscheinlichkeit über Diffusionsprozesse miteinander verbunden sind. Weblogs können Inhalte direkt von anderen Weblogs übernehmen und/oder sich auf gemeinsame Quellen beziehen. In beiden Fällen werden sich die Postings ähneln und die darin angesprochenen Inhalte kaskadenförmig im Netz ausbreiten. Ist über den zeitlichen und räumlichen Diffusionsprozess hinweg ein inhaltlich thematischer Zusammenhang gegeben, so kann man in Anlehnung an Dawkins von einem „Replikator“ und unter bestimmten Umständen von einer „Meme“ sprechen, die durch die Blogosphäre diffundiert.

### Memetik

„Meme“ als Begriff wurde 1976 durch den Biologen Richard Dawkins im letzten Kapitel seines Wissenschafts-Bestsellers „The Selfish Gene“ [5] eingeführt und geprägt:

“The new soup is the soup of human culture. We need a name for the new replicator, a noun that conveys the idea of a unit of cultural transmission, or a unit of *imitation*. 'Mimeme' comes from a suitable Greek root, but I want a monosyllable that sounds a bit like 'gene'. I hope my classicist friends will forgive me if I abbreviate mimeme to *meme*.” [5, S. 192]

Unabhängig von Dawkins wurden ähnliche Ansätze bspw. auch von Aaron Lynch entwickelt [16, 17] (der ursprünglich eine andere Terminologie verwendete, letztendlich aber sozusagen die Meme des Memebegriffs übernahm).

Die Idee erwies sich als überaus fruchtbar; nichtsdestotrotz wurde sie auch kontroversiell aufgenommen und hatte von Anfang an mit beträchtlichem Widerspruch zu kämpfen, was sich vor allem aus der praktischen Unüberprüfbarkeit der meisten Vorhersagen im Prä-Web-Zeitalter erklärt. Vielleicht auch durch die inhärente Interdisziplinarität bedingt hat die Memetik nach wie vor kein allzu komfortables Zuhause im Wissenschaftsgebäude gefunden.

Zudem gibt es nicht *die* Theorie der Memetik, die allgemein anerkannt wäre; vielmehr scheint das Rad in dieser Hinsicht gern neu erfunden zu werden: So bezeichnete sich Seth Godin noch im Jahr 2000 als der Initiator des Konzepts eines "ideaviruses", was unmittelbar zu Plagiatsvorwürfen seitens Lynch führte.

Wir verwenden den Memebegriff sehr liberal; unsere Definition ist in erster Linie eine operationalisierbare. So mappt der MemeMapper streng gesehen nicht Memes im Lynch'schen Sinne (diese nämlich finden sich nur in den Köpfen "infizierter" Personen), sondern mediale Artefakte, die das Vorhandensein von Memes vermuten lassen (meme-induced medial artefacts, MIMAs). Dazu zählen URLs, die als Link-Ziel angegeben werden, Schlüsselwörter und mittels der zuvor erwähnten Verfahren identifizierte Themen bzw. beliebige Kombinationen aus all diesen Möglichkeiten.

## Netzwerkinduktion

Strukturell betrachtet gibt es nicht *ein* Netzwerk innerhalb der Blogosphäre, sondern verschiedenste, die je nach Interesse und Aufgabenstellung anhand unterschiedlicher Relationen konstruiert werden können:

- *Blogrolls*: In Blogrolls führen Weblog-Autoren diejenigen Weblogs an, die sie regelmäßig lesen (oder zumindest zu irgendeinem Zeitpunkt regelmäßig gelesen haben – viele Blogrolls scheinen sich allzu selten zu ändern.)
- *Tatsächliches Linkverhalten in Postings*: Werden Links zu anderen Postings explizit gesetzt, so stellt diese die stärkste verfügbare Evidenz einer erfolgten Informationsweitergabe dar.
- *Thematische Ähnlichkeit*: In diesem Zusammenhang sind neuroinspirierte Modelle von großem Interesse – treten ähnliche Themen oft synchron (bzw. leicht zeitversetzt) in zwei Quellen auf, so kann die (gerichtete) Verbindung im Modell verstärkt werden.

## Modellbildung

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Ansätzen zur Modellierung von Informationsweitergabeprozessen; in der nachfolgenden Kurzübersicht folgen wir im Wesentlichen [9]:

- In epidemiologisch inspirierten Informationsdiffusionsmodellen wird Themenübernahme durch den Infektionszyklus SIR bzw. SIRS modelliert: Susceptible, Infected/Infectious, Recovered<sup>22</sup>; Re-Infektion könnte bspw. durch Themen-Mutationen auftreten.
- In in der Soziologie primär zur Analyse von Innovationsübernahmen entwickelten Threshold-Modellen sind Personen durch gewichtete Kanten verbunden. Eine Innovation wird übernommen, sobald die Summe der eingehenden Kantenwerte aller Adopter (Personen, die eine Innovation schon übernommen haben) einen personenspezifischen Schwellenwert überschreitet.
- Ebenso aus der Soziologie stammende Kaskaden-Modelle zeichnen sich dadurch aus, dass bei jeder Innovationsübernahme in der Nachbarschaft einer Person P mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit die Möglichkeit einer ebensolchen Innovationsübernahme *durch* Person P besteht.
- In spieltheoretischen Modellen wird vor allem darauf fokussiert, welchen Nutzen die Übernahme einer Meme Spielteilnehmern bringt; als Beispiel führen Gruhl et al. [9] bspw. die Ablöse von VHS-Geräten durch DVD-Player an – der Nutzen und somit die Wahrscheinlichkeit der Übernahme steigt, wenn sich ein Akteur DVDs aus seiner Netzwerk-Nachbarschaft ausborgen kann.

## Empirie vs. Theoriebildung

Unser Interesse besteht allerdings zum gegenwärtigen Zeitpunkt eher darin, der Empirie gegenüber vorschneller Theoriebildung den Vortritt zu lassen und Werkzeuge zu entwickeln, die es ermöglichen, Ausbreitungsprozesse post hoc möglichst comprehensiv zu analysieren und weniger, diese vorauszusagen. Dies scheint auf dem momentanen Stand der Technik nicht mit Praxisrelevanz herstellender Präzision möglich zu sein; wohl auch deshalb, da die erwähnten Modelle das vielgestaltige Phänomen der Informationsweitergabe und -übernahme nur äußerst fragmentarisch abzubilden versuchen.

---

<sup>22</sup> Empfänglich (für eine Nachricht), infiziert/infektiös, nicht (mehr) empfänglich

## Applikationen

Wir verstehen soziale Netzwerkanalyse vornehmlich als analytischen Ansatz, der die (auch und vor allem visuelle!) Exploration eines Datenraums in den Mittelpunkt stellt. Die primäre Applikation auf Basis der MemeMapper-Infrastruktur präsentiert sich als animierte Netzwerkansicht im Stile der ursprünglichen Blogosphere Map, doch mit zusätzlichen Selektions-, Such- und Filtering-Werkzeugen. So sollen bspw. folgende Fragen beantwortet werden können:

- Wie ändert sich der durch Blogrolls konstruierbare Graph von einem Tag zum anderen?
- Inwieweit decken sich Blogroll-Graph und Actual-Linking-Graph?
- Welche Themen sind global gesehen bzw. in definierten Sub-Clustern aktuell populär?

Allerdings sind auch visuell völlig andersartige Applikationen auf Basis der MemeMapper-Infrastruktur denkbar. Die durch die implementierten Analysetools ermittelten Metriken würden bspw. auch die Entwicklung spezialisierter Services wie etwa auf spezifische Themengebiete fokussierte Aggregatoren im Stile von Techmeme erlauben.

## Ausblick

Die erste praktische Anwendung, die auf der oben skizzierten MemeMapper-Infrastruktur aufbaut, ist ein Tracking-Tool zur US-Präsidentschaftswahl 2008. Das Werkzeug richtet sich an Blogger, Journalisten und die interessierte Öffentlichkeit. Die politische Blogosphäre der Vereinigten Staaten (ca. 2000 Blogs) wird inhaltlich analysiert und verschiedenen Netzwerkanalysen unterzogen, die es dem Nutzer erleichtern soll, jene Postings zu finden, die für ein bestimmtes Wahlkampfthema oder für eine bestimmte Person besonders relevant sind. Darüberhinaus werden Verlinkungsstrukturen zwischen den Weblogs und häufig wiederkehrende Diffusionsmuster dargestellt.

Die so gewonnenen Erfahrungen wollen wir für weitere themenorientierte Newsservices, aber auch für den allgemeinen MemeMapper-Service nutzen.

## Zusammenfassung

Den ständig wachsenden Informationsmengen ist nur noch durch Arbeitsteilung beizukommen. Medienformate wie Weblogs und Services wie del.icio.us fungieren dabei als verteilte, soziale Informationsfilter, die das altbekannte Konzept der Mundpropaganda auf das Internet übertragen und damit von zeitlichen und räumlichen Einschränkungen weitgehend befreien. Editoriale Entscheidungen und Qualitätssicherung – bislang die Domäne von Chefredaktionen – werden zunehmend einem Netzwerk von Akteuren übergeben, in dem sich kollektive Validierungs- und Annotierungsprozesse etablieren. Visuell orientierte Tools können helfen, Informationsflüsse in solch komplexen Umgebungen nachvollziehbarer und verständlicher zu machen. Die zentrale Herausforderung wird darin bestehen, diese potentiell mächtigen Werkzeuge so zu gestalten, dass sie sich in den Arbeits- und Lebensalltag von Bloggern und andern Netzwerkakteuren möglichst natürlich integrieren.

## Literatur

1. Janet Abrams und Peter Hall. *Else/Where: Mapping*. University of Minnesota Press, 2006.
2. Eytan Adar, Li Zhang, Lada A. Adamic und Rajan M. Lukose: *Implicit Structure and the Dynamics of Blogspace*. Online verfügbar unter <http://www.hpl.hp.com/research/idl/papers/blogs/index.html>, zuletzt geprüft am 10.05.2007.
3. Albert-László Barabási. *Linked: How everything is connected to everything else and what it means for business, science, and everyday life*. New York: Plume Books, 2003.
4. Sergey Brin und Lawrence Page. *The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine*. In: *Computer Networks and ISDN Systems*, Jg. 30, H. 1-7, S. 107–117. Online verfügbar unter doi:10.1016/S0169-7552(98)00110-X.
5. Richard Dawkins. *The Selfish Gene: 30th Anniversary Edition*. Oxford University Press, 2006.
6. Brad Fitzpatrick und David Recordon. *Thoughts on the Social Graph*. Online verfügbar unter <http://bradfitz.com/social-graph-problem/>, zuletzt aktualisiert am 17.08.2007, zuletzt geprüft am 30.10.2007.
7. Linton Freeman. *Visualizing Social Networks*. In: *Journal of Social Structure*, Jg. 2000, H. Volume 1. Online verfügbar unter <http://www.cmu.edu/joss/content/articles/volume1/Freeman.html>, zuletzt geprüft am 31.05.2007.
8. Evgeniy Gabrilovich und Shaul Markovitch. *Computing Semantic Relatedness using Wikipedia-based Explicit Semantic Analysis*. In: *Proceedings of*

- The Twentieth International Joint Conference for Artificial Intelligence, S. 1606--1611. AAAI Press, 2007.
9. Daniel Gruhl, R. Guha, David Liben-Nowell und Andrew Tomkins. Information Diffusion Through Blogspace. In: Proceedings of the 13th international conference on World Wide Web. New York: ACM, 2004.
  10. Stefan Hachul und Michael Jünger. Large-Graph Layout with the Fast Multipole Multilevel Method. Online verfügbar unter <http://www.zaik.uni-koeln.de/~paper/preprints.html?show=zaik2006-509>, zuletzt geprüft am 09.01.2008.
  11. Jeffrey Heer und Danah Boyd. Vizster: Visualizing Online Social Networks. In: INFOVIS '05: Proceedings of the 2005 IEEE Symposium on Information Visualization. IEEE Computer Society, 2005.
  12. Dorothea Jansen. Einführung in die Netzwerkanalyse: Grundlagen, Methoden, Forschungsbeispiele. 3., überarb. Aufl. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.
  13. Michael Jünger und Petra Mutzel (Hg.). Graph Drawing Software. Springer, 2003.
  14. Lothar Krempel. Visualisierung komplexer Strukturen: Grundlagen der Darstellung mehrdimensionaler Netzwerke. Frankfurt am Main: Campus-Verlag.
  15. Manuel Lima. blogviz: Mapping the dynamics of Information Diffusion in Blogspace. Master Thesis, Parsons School of Design, 2005.
  16. Aaron Lynch. Thought Contagion. New York, NY: Basic Books, 1996.
  17. Aaron Lynch. Units, Events and Dynamics in Memetic Evolution. Journal of Memetics - Evolutionary Models of Information Transmission, 2. 1998. Online verfügbar unter [http://jom-emit.cfpmp.org/1998/vol2/lynch\\_a.htm](http://jom-emit.cfpmp.org/1998/vol2/lynch_a.htm), zuletzt geprüft am 09.01.2008.
  18. Mark Newman, Albert-László Barabási und Duncan Watts. The Structure and Dynamics of Networks. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2006.
  19. Andreas Noack. An energy model for visual graph clustering. In: Proc. GD 2003, S. 425–436. Springer-Verlag, 2004.
  20. Wouter de Nooy, Andrej Mrvar und Vladimir Batagelj. Exploratory Social Network Analysis with Pajek. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
  21. David Recordon. We Are Opening the Social Graph. Online verfügbar unter [http://www.sixapart.com/about/news/2007/09/were\\_opening\\_th.html](http://www.sixapart.com/about/news/2007/09/were_opening_th.html), zuletzt geprüft am 30.10.2007.
  22. John Scott, Social Network Analysis: A Handbook, London: Sage, 2006
  23. Gernot Tscherteu. The Blogosphere Map 2. Visualising Microcontent Dissemination - Inspired by Maria Montessori. In: Theo Hug, Martin Lindner und Peter A. Bruck (Hg.). Microlearning: Emerging Concepts, Practices and Technologies, S. 109–121. Innsbruck: Innsbruck University Press, 2006.
  24. Gernot Tscherteu und Christian Langreiter. The BlogosphereMap. In: Thomas N. Burg (Hg.): BlogTalks, S. 174–190. Wien: Cultural Research - Zentrum für Wissenschaftl. Forschung u. Dienstleistung, 2003.
  25. Stanley Wasserman und Katherine Faust. Social Network Analysis: Methods and Applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
  26. Dominic Widdows. Geometry and Meaning. Center for the Study of Language and Information/SRI, 2004.

27. Heinz Wittenbrink. Newsfeeds mit RSS und Atom - Nachrichtenaustausch mit Really Simple Syndication und Atom. Galileo, 2005.