

On the network size and its role for network activity

Richard Windmüller

Dozent:
Dr. Matthias Trier
Annette Bobrik

Technische Universität Berlin

Knowledge Networks und Semantische Technologien

Abstract. Wichtig für alle Netzwerke ist das Wachstum. Interessante Fragen stellen sich nun, wie sich Netzwerke beim Wachsen verhalten. Im Besonderen betrachtet dieses Paper, wie sich die Aktivität und die Dynamik in sozialen Netzwerken, bei wachsender Größe entwickelt und ob es standardisierbare Messmethoden geben kann, nach welchen man leicht ein Netzwerk auf seine Aktivität und seine Dynamik untersuchen kann. Das Hauptproblem das sich bei sozialen Netzwerken stellt ist, dass sie unter Umständen extrem auf externe Einflüsse reagieren. Aus diesem Grund ist es sehr schwierig einheitliche Messzahlen zu definieren, denn jedes soziale Netzwerk wird von anderen Ereignissen beeinflusst. Der Weg zu einer erfolgreichen Klassifizierung eines Netzwerkes geht nur über eine intensive Analyse der Geschichte des Netzes und der externen Einflüsse, dem dieses Netzwerk ausgesetzt ist.

Keywords: Aktivität, Dynamik, soziale Netzwerke, Wachstum

1 Einleitung

Wachstum ist eine wesentliche und essentielle Eigenschaft eines Netzwerks. Gerade bei sozialen Netzwerken werden durch das Wachstum eine ganze Reihe anderer Eigenschaften beeinflusst. Eine besonders spannende Frage die sich stellt ist, ob es einen Zusammenhang zwischen der Größe eines Netzwerkes und seinem Aktivitätsniveau gibt. Hierbei ist interessant ob große Netzwerke eher von dynamischer Natur sind, da mehr Akteure Beiträge leisten oder eher statischer, da in den Beziehungen kaum noch Änderungen stattfinden. In den folgenden Kapiteln wird zuerst auf die Definition möglicher Messgrößen und Kennzahlen eingegangen.

2 Forschungsmethode

Welche Auswirkungen das Wachsen eines Netzwerkes auf dessen Aktivität hat, ist der Untersuchungsgegenstand dieser Ausarbeitung. Die Netzwerk Netzwerkanalyse- und Visualisierungssoftware CoMMetrix bietet mit ihrem umfangreichen Datenbestand eine gute Möglichkeit soziale Netzwerke zu analysieren. Bei den verwendeten Daten handelt es sich einerseits um den internen Emailingverkehr des Energiekonzerns Enron und andererseits um die Paper der Iris Konferenzen.

CoMMetrix stellt eine Vielzahl von Messgrößen und Variablen zur Verfügung. Diese lassen sich in Excel Tabellen exportieren und dort dann weiterverarbeiten und veranschaulichen.

Die zu untersuchenden Eigenschaften sind die Dynamik und die Aktivität der Netzwerke. Um diese hinreichend operationalisieren zu können, sind einige Vorüberlegungen notwendig, welche messbaren Größen am besten diese Eigenschaften widerspiegeln.

2.1 Welche Messgrößen wurden definiert und warum?

Die folgenden Größen werden von CoMMetrix als Exportgrößen angeboten oder können wie „network size“ aus diesen Größen errechnet werden.

Um das Wachstum messen zu können, ist „network size“ eine wichtige Bezugsgröße. Es beschreibt die Anzahl der Akteure (Nodes) die zumindest zu einem weiteren Akteur eine Beziehung (Link) aufweisen.

Als ein sinnvolles Maß für die Aktivität eines Netzwerkes bietet sich „Amount of Messages“, also das Nachrichtenaufkommen an. Es besteht aus der Anzahl aller gesendeten und empfangenen Nachrichten.

„Direct contacts“ wird als Messgröße für die Dynamik eines Netzwerkes herangezogen, denn wenn die Anzahl der direkten Kontakte zunimmt, ist das Netz dynamisch, im Gegenzug ist das Netz statisch, wenn keine direkten Kontakte hinzukommen.

2.2 Erste Erhebung der Messgrößen aus dem Enron Datenset

Bei dem Enron Datenset handelt es sich um die Email-Kommunikation im Ölkonzern Enron. Um eine Entwicklung in dem Enron Netz erkenntlich zumachen, exportiert CoMMetrix die drei zuvor eingeführten Messgrößen über die gesamte Laufzeit aus dem Datenset. Die nun vorliegenden Absolutwerte werden direkt in ein Diagramm abgebildet um erste Aussagen treffen zu können.

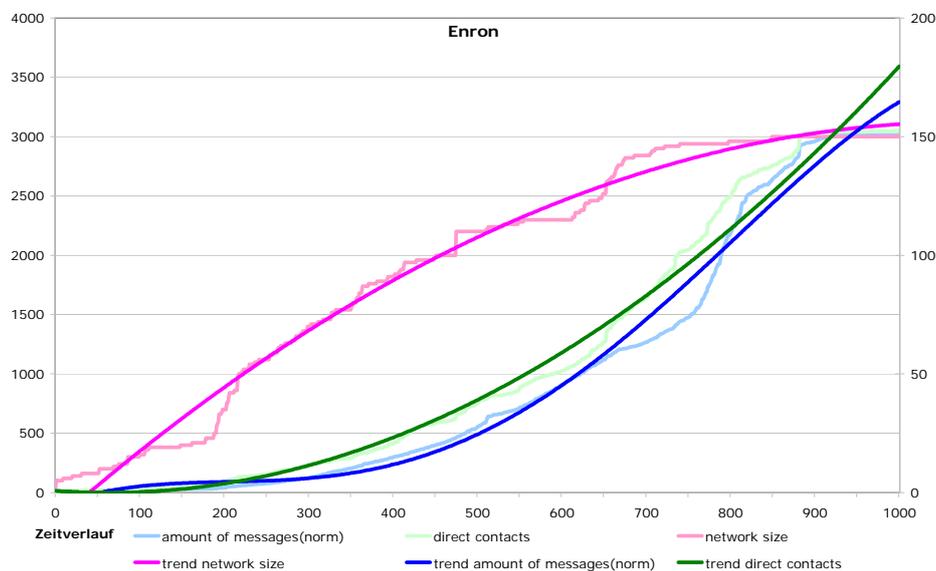


Abb. 1 Diagramm für Enron über die absoluten Werte der einzelnen Messgrößen

Das Diagramm zeigt die drei Kurven von „Amount of Messages“, „Direct contacts“ und „Network Size“. „Amount of Messages“ musste um die Übersichtlichkeit nicht zu gefährden normiert werden. Die Kurve von „Network Size“ bezieht sich auf die rechte y-Achse.

Zusehen ist nun, dass sich das Wachstum des Netzes zum Ende hin abschwächt. Das lässt sich auch mit dem Wachstumsdiagramm zeigen. Im Gegensatz hierzu steigt die Aktivität sehr stark an. Das Nachrichtenaufkommen, also „Amount of Messages“ ist der Indikator hierfür.

Das Netz bleibt dabei dennoch sehr dynamisch, denn es werden immer mehr neue direkte Kontakte geschlossen. Noch besser lässt sich dieses Verhalten an folgendem Diagramm erkennen.

Da absolut Werte nicht immer eindeutige Interpretationen zulassen, werden zusätzlich Durchschnittswerte der zwei Messgrößen „Amount of Messages“ und „Direct contacts“ errechnet, sie werden einfach durch die Netzwerkgröße geteilt. So erhält man die durchschnittliche Aktivität und Dynamik pro Akteur.

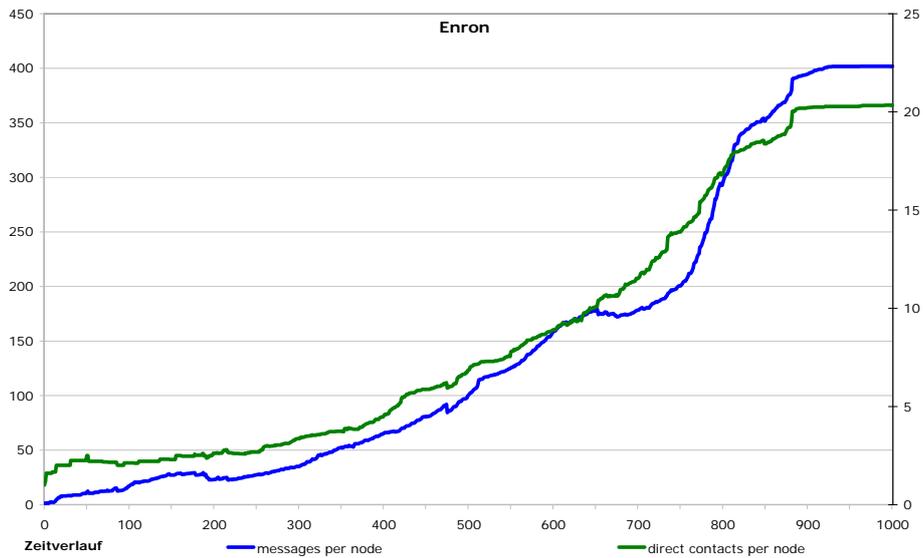


Abb. 2 Diagramm für Enron über die durchschnittlichen Werte pro Akteur

Hier ist nun eindeutig zu sehen, dass die Aktivität fast über den gesamten Zeitverlauf steigt. Die direkten Kontakte beziehen sich auf die rechte Achse. Die Anzahl der Nachrichten die jeder Akteur empfängt/sendet steigt besonders heftig in dem letzten Drittel, bis sie kurz vor Ende nicht mehr weiter steigt. Ähnliches gilt auch für die Dynamik des Netzes, beinahe bis zum Ende der Messung gewinnt jeder Akteur durchschnittlich neue Kontakte hinzu, die Struktur des Netzes ändert sich also kontinuierlich.

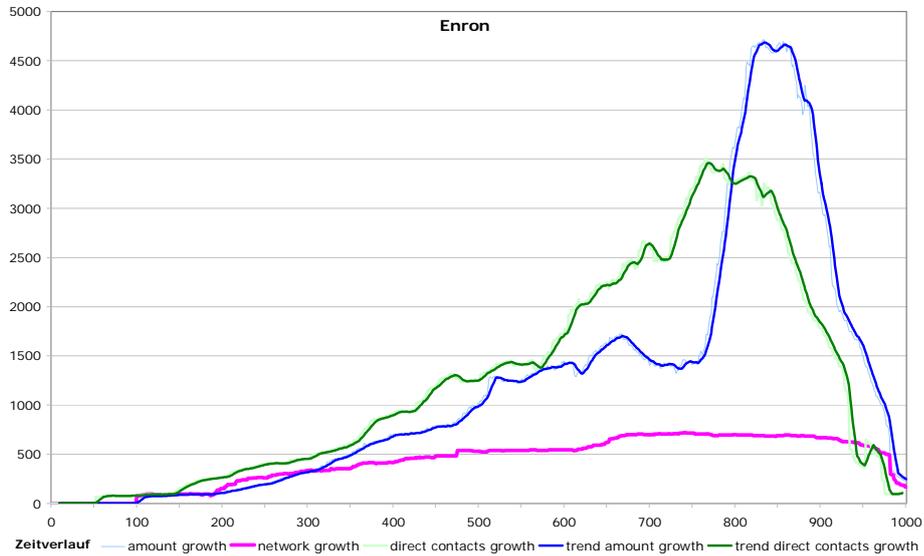


Abb. 3 Diagramm für Enron Wachstum der Messgrößen

In der Abbildung 3 wird das Wachstum der Messgrößen betrachtet. Hier sind keinerlei Normierungen nötig. Das Wachstum steigt kontinuierlich über den gesamten Verlauf an. Nach einer kurzen schwache Phase steigt das Nachrichtenwachstum extrem an, um sich dann relativ schnell wieder abzuschwächen und dann völlig zum Erliegen kommt.

Ein weiterer interessanter Sachverhalt aus dem Enron Dataset ergibt sich bei der Betrachtung der Verteilung des Nachrichtenaufkommens auf die einzelnen Akteure.

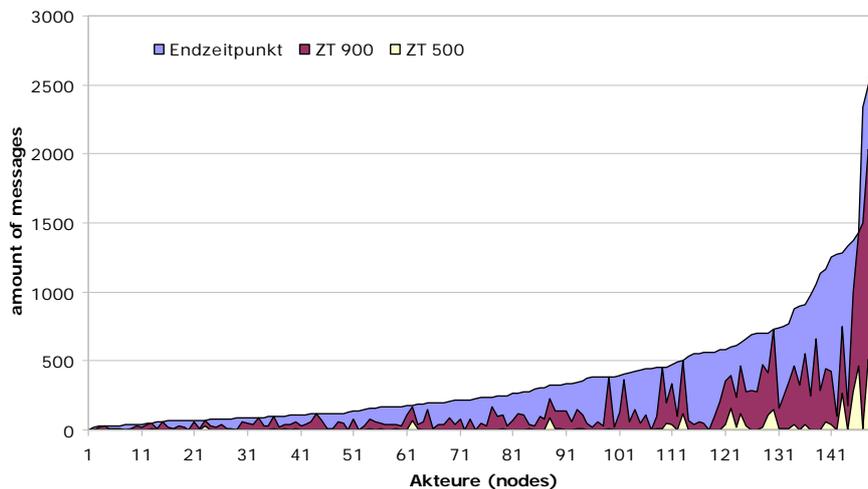


Abb. 4 Diagramm für Enron Verteilung des Nachrichtenaufkommens auf einzelnen Akteure

Es gibt drei Messzeitpunkte, einmal zu Halbzeit der Messung, nach 90% der abgelaufenen Zeit und beim Ende der Messung. Diese Verteilung auf die einzelnen Akteure zeigt sehr deutlich, dass die oberen 30% für fast die Hälfte des Nachrichtenaufkommens verantwortlich sind.

2.3 Export der Messgrößen aus dem IRIS Datenset

Um die beiden Netze vergleichen zu können, werden nun in gleicher Weise die Daten aus dem IRIS Datenset exportiert. Das IRIS Netz ist um einiges größer als das Enron Netz, es hat am Ende der Messung fast die zehnfache Anzahl an Akteuren.

Es folgt nun ein Export über die gesamte Messung, über alle Akteure für die Messgrößen „Amount of Messages“, „Direct contacts“ und „Network Size“.

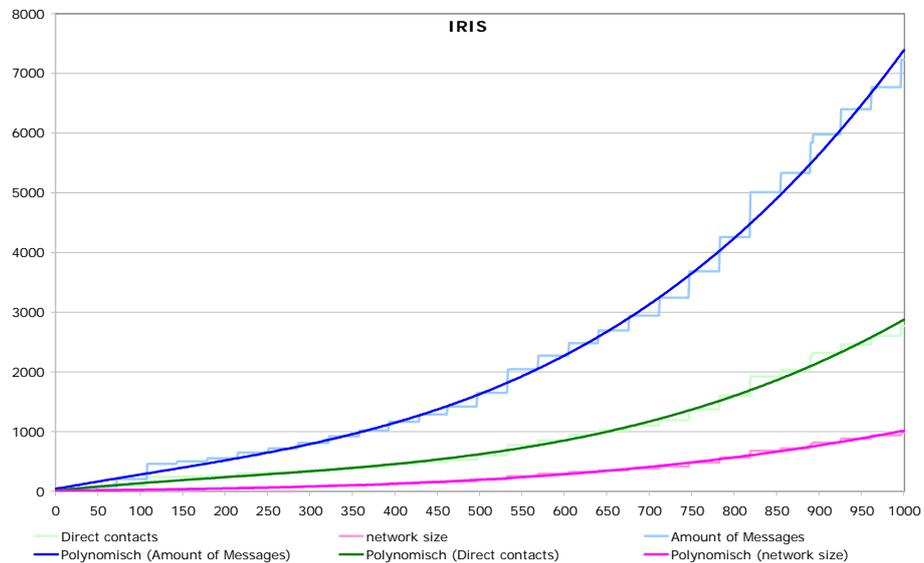


Abb. 5 Diagramm für IRIS über die absoluten Werte der einzelnen Messgrößen

Das Netzwerk entwickelt sich gleichmäßig, das Nachrichtenaufkommen und die Direktenkontakte wachsen schneller als die Netzwerkgröße. Es ist zum Ende der Messung hin keinerlei Abschwächung des Wachstums zu sehen.

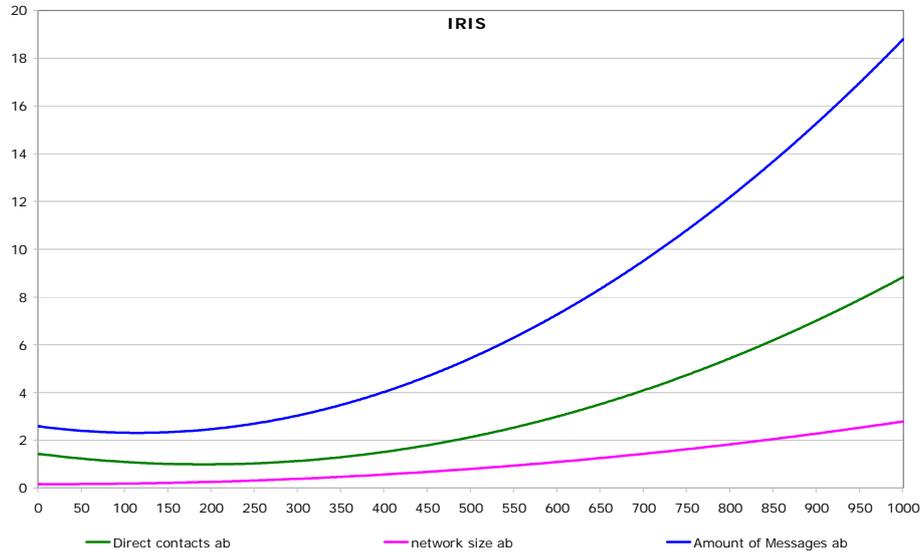


Abb. 6 Diagramm für IRIS über das Wachstum der einzelnen Messgrößen

Das Wachstum ist ebenfalls gleichmäßig. Am Anfang der Messung gab es einen kurzen und geringen Einbruch im Wachstum vom Nachrichtenaufkommen und Direktenkontakten, danach steigen die Wachstumsraten bis zum Ende der Erhebung an.

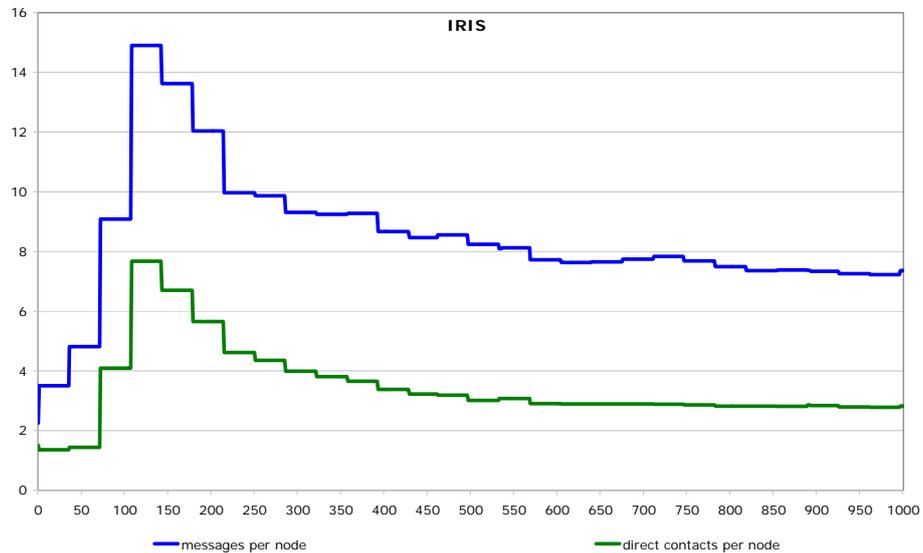


Abb. 7 Diagramm für IRIS über die durchschnittlichen Werte pro Akteur

Bis zum Zeitpunkt 100 zeigt sich das erwartete Verhalten, nämlich dass das Nachrichtenaufkommen und die Direktenkontakte weiter anwachsen. Nach diesem

Zeitpunkt gibt es ein negatives Wachstum, wo bei die Direktenkontakte und das Nachrichtenaufkommen pro durchschnittlich pro Akteur zurückgehen. Es sieht so aus, als ob sich beide Messwerte jeweils einem Punkt asymptotisch nähern.

Auch in dem IRIS Netzwerk ist die Verteilung des Nachrichtenaufkommens auf die jeweiligen Akteure interessant.

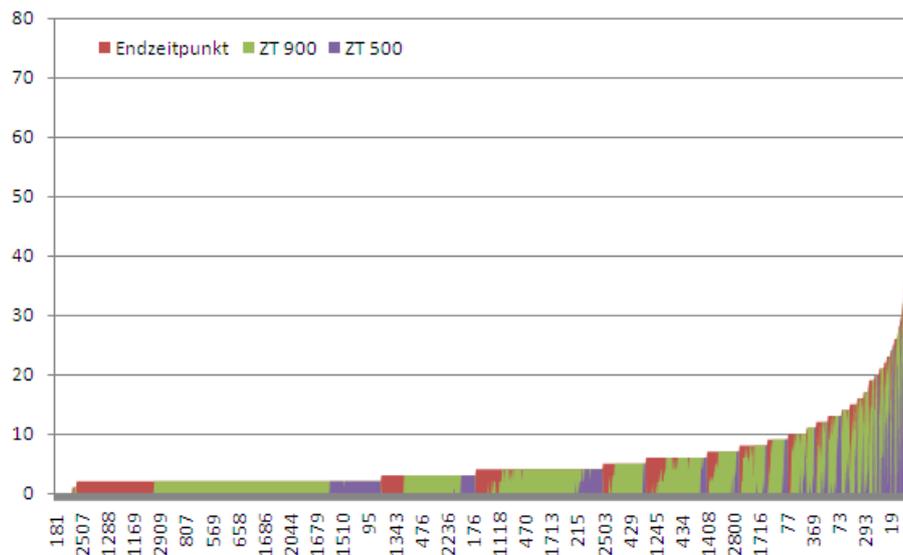


Abb. 8 Diagramm für IRIS Verteilung der Nachrichten auf die jeweiligen Akteure

Auch hier zeigt sich, dass der Großteil der Akteure wenige Nachrichten schreiben und nur ein kleiner Teil wirklich massiv kommuniziert.

2.4 Hängt die Aktivität vielleicht von einigen wenigen Individuen ab?

Da bei der Verteilung des Nachrichtenaufkommens auf die einzelnen Akteure es sich gezeigt hat, dass wenige Akteure für viel Aktivität und Dynamik sorgen, schauen wir uns die Messgrößen noch einmal für die zehn „besten“ Akteure in beiden Netzwerken an. Vielleicht hängt die Aktivität und Dynamik stärker als gedacht, von wenigen gut platzierten Akteuren ab.

Um die zehn „besten“ Akteure heraus zu finden, bedienen wir uns der Zentralitätsmasse nach Wassermann/Faust(1994). Dieses Maß ergibt sich für jeden Knoten durch seine relative Position im Netz. Betrachtet werden seine direkten und indirekten Kontakte.

Wir beschränken uns im Folgenden nur auf die „Degree Centrality“. Sie setzt die direkten Kontakte eines Akteurs in Beziehung mit der Gesamtgröße des Netzes. Also ein Akteur mit vielen direkten Kontakten, relativ gesehen zur Gesamtgröße des

Netzes, hat eine hohe „Degree Centrality“. Diese Akteure zeichnen sich meist auch durch eine besonders hohe Aktivität aus.

Es werden nun aus beiden Netzwerken jeweils die zehn Akteure betrachtet, die die höchste „Degree Centrality“ am Ende der Messung aufweisen.

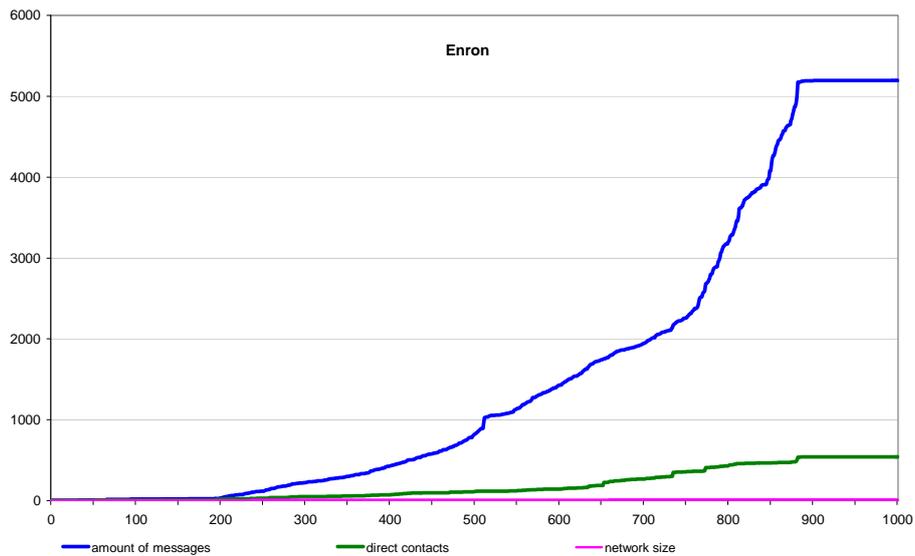


Abb. 9 Diagramm für Enron über die absolut Werte der einzelnen Messgrößen der Top 10 Akteure

Bei Enron ist wieder zu sehen, dass sich das Wachstum am Ende völlig zum Erliegen kommt. Diese zehn Akteure sind erwartungsgemäß äußerst aktiv und sorgen durch die Generierung neuer Kontakte auch für eine sehr hohe Dynamik im Netz.

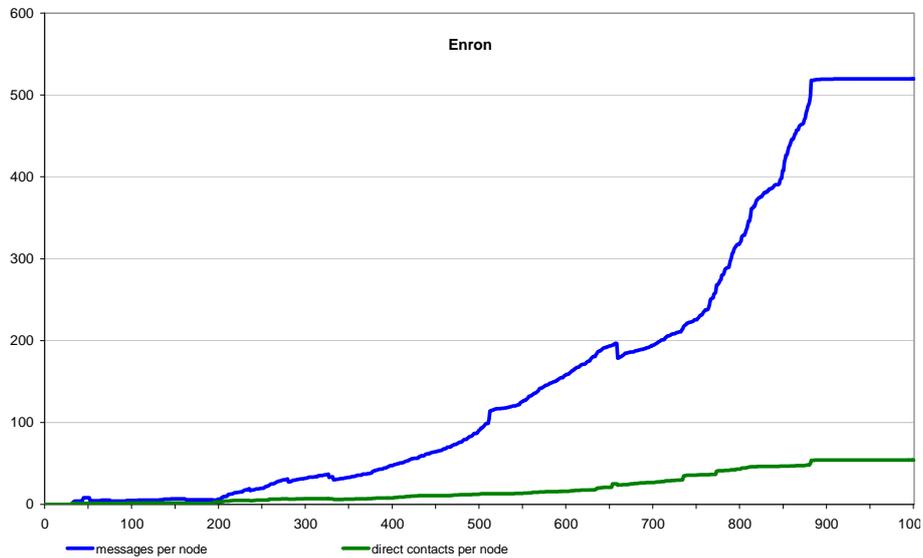


Abb. 10 Diagramm für Enron über die durchschnittlichen Werte der Top 10 Akteure

Die durchschnittlichen Werte zeigen ebenfalls einen ähnlichen Verlauf wie im gesamt Netzwerk, jedoch in einer etwas extremeren Form. Die Akteure sind dynamisch und hoch aktiv.

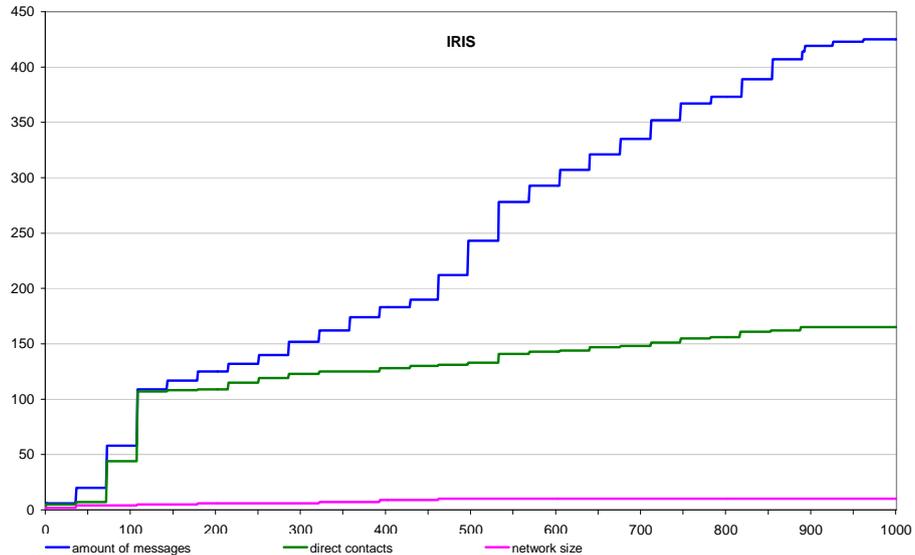


Abb. 11 Diagramm für IRIS über die absoluten Werte der einzelnen Messgrößen der Top 10 Akteure

Die zehn zentralsten Akteure des IRIS Netz zeigen zum Zeitpunkt 100 einen extremen Push an direkten Kontakten und an Nachrichten.

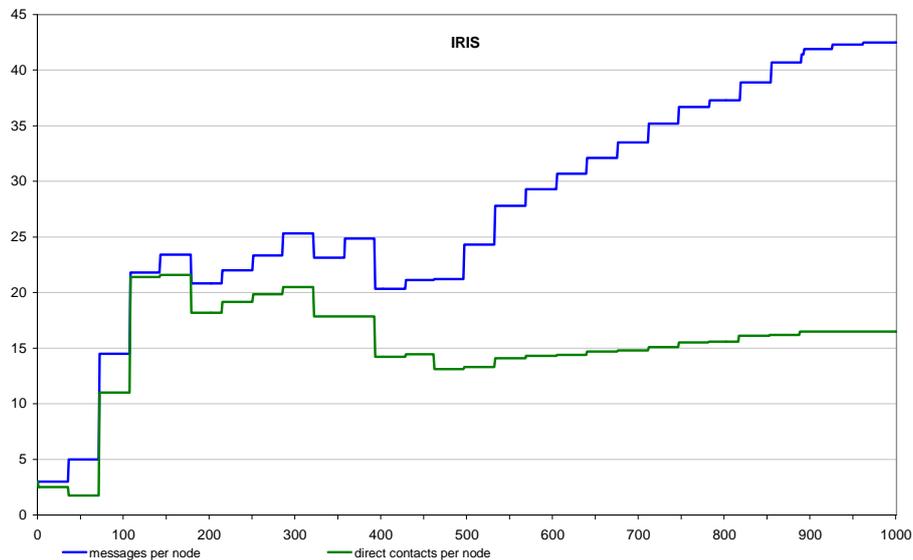


Abb. 12 Diagramm für IRIS über die durchschnittlichen Werte der Top 10 Akteure

Es ist gut zu sehen, wie es wieder zum Zeitpunkt 100 zu einer Änderung in der Charakteristik der Kurven kommt. Bis zum Zeitpunkt 500 kommt es zu unvorhersehbaren auf und ab Bewegungen und erst ab 500 kommt es wieder zu einem Wachstum.

3 Forschungsergebnisse

Nach dem wir nun aus beiden Netzwerken Daten erhoben haben, müssen diese nun in Beziehung gesetzt werden und interpretiert werden.

3.1 Unterschiedlichen Diagramme vergleichen

Das Enron Netzwerk ist, bei Betrachtung unter den zuvor definierten Messzahlen, über den gesamten Verlauf äußerst aktiv und zudem auch sehr dynamisch. Die Aktivität folgt aus dem immer weiter anwachsenden Nachrichtenaufkommen, welches auch durchschnittlich für jeden Akteur ansteigt. Durch die ebenfalls weiter wachsenden direkten Kontakte kann man davon ausgehen, dass selbst zu einem relativ weit fortgeschrittenen Zeitpunkt, das Netzwerk seine Struktur weiterhin verändert und sich sehr dynamisch verhält.

Im IRIS Netzwerk gibt es Ähnlichkeiten und doch gibt es einige gravierende Unterschiede. Auch hier gibt es, durch das immer weiter steigende Nachrichtenaufkommen, eine relativ hohe Aktivität. Das Wachstumsdiagramm deutet

auch auf ein immer schnelleres Wachstum hin. Der entscheidende Unterschied ist erst bei der durchschnittlichen Betrachtung pro Akteur zu erkennen. Es zeigt sich, dass auch hier bis zu dem Zeitpunkt 100 das Nachrichtenaufkommen pro Akteur steigt. Nach diesem Punkt verändert sich die Charakteristik dahingehend, dass sie rapide abnimmt und es den Anschein hat, also ob sie sich einem Wert annähert. So ist keine eindeutige Aussage über die Aktivität zu treffen. Natürlich steigt das Nachrichtenaufkommen weiter und auch die Wachstumsrate steigt, jedoch wenn man das gesamte Netzwerk betrachtet, nimmt die Aktivität pro Nutzer nicht zu. Im direkten Vergleich ist das IRIS Netzwerk weniger aktiv als das Enron Netz. Das hängt unter anderem damit zusammen, dass das IRIS Netz höhere Nutzerzuwachsrate hat.

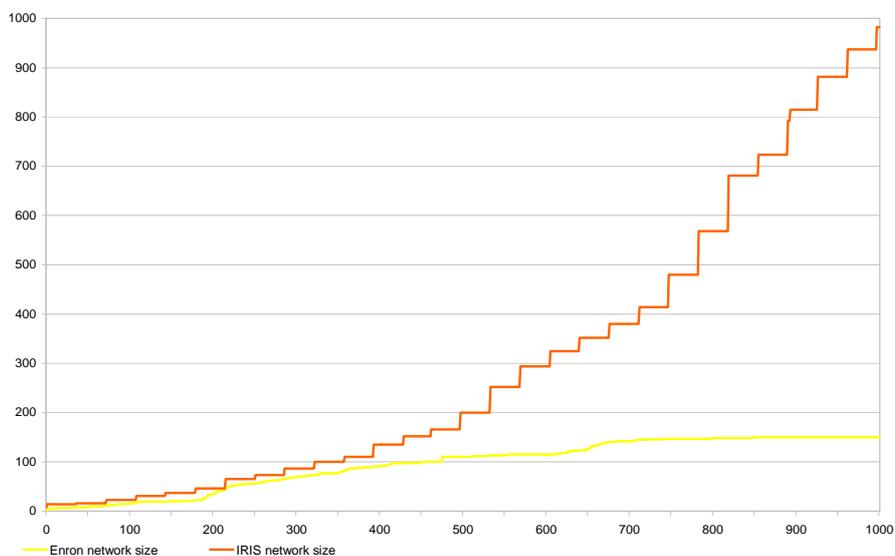


Abb. 13 Netzwerkwachstum von IRIS und Enron, zeitlich relativ vergleichen

In Abbildung 13 wurde die Netzwerkgröße der beiden Netzwerke direkt verglichen, da sie über unterschiedliche Zeiträume erfasst wurden, lassen sie sich nicht direkt vergleichen, jedoch lassen sich die Tendenzen gegenüberstellen. Enron zeigt eine Art Sättigungserscheinung, es kommen zum Ende hin keine neuen Akteure mehr hinzu. IRIS hat insgesamt ein wesentlich höheres Netzwerkwachstum und zeigt in dem Zeitfenster der Messung keine Sättigungserscheinung.

Ähnliches gilt auch für die Dynamik. Die Veränderungen im Netzwerk, durch das Knüpfen neuer Kontakte, sind zweifelsfrei vorhanden. Jedoch unterscheidet sich auch hier das IRIS Netzwerk in der durchschnittlichen Darstellung vom Enron Netz. Die direkten Kontakte pro Akteur pendeln sich, nach einer anfänglichen starken Wachstumsphase, auf einem niedrigeren Niveau ein. Anders sieht es beim Enron Datenset aus, hier gibt es fast über die gesamte Laufzeit ein starkes Wachstum. Wenn man die beiden Netze direkt vergleicht, kann man sagen, dass das IRIS Netz weniger dynamisch ist.

3.2 Was unterscheidet die beiden Datensets

Die beiden Netze verhalten sich also in ihrer Entwicklung unterschiedlich. Bei beiden Netzen handelt es sich um soziale Netzwerke, beide zeigen bis zu einem gewissen Zeitpunkt ein ähnliches Verhalten. Es ist nun interessant herauszufinden, was zu den Unterschieden führt.

Als erstes muss natürlich auf die unterschiedliche Kommunikation eingegangen werden. Bei dem Enron Datenset handelt es sich um den Email Verkehr des Unternehmens. Der IRIS Datenset besteht aus den Beziehungen von Konferenzteilnehmern, die gemeinsam Paper veröffentlicht haben bzw. sich in diesen Papern aufeinander beziehen. Jemanden einfach eine Email zu schreiben ist selbstverständlich einfacher und schneller, als ein komplettes Paper zu erstellen. Das würde auf jeden Fall schon einmal den grundsätzlichen Unterschied im Nachrichtenaufkommen und in den direkten Kontakten erklären.

Eine weitere seltsame Anomalie im Enron Datenset hängt mit dem Wachstumsverlust am Ende der Messung zusammen. Dieses Verhalten lässt sich leicht mit einem äußeren Einfluss erklären, denn zu diesem Zeitpunkt wurde auf Grund von Bilanzfälschungen das Unternehmen stillgelegt. So gab es einfach keine weitere Kommunikation zwischen den Angestellten.

Insgesamt lässt sich zur Zeit der Untersuchung ein enorm erhöhtes Nachrichtenaufkommen beobachten, auch die direkten Kontakte stiegen zu dieser Zeit extrem an. Das ließe sich damit erklären, dass jeder Mitarbeiter darum bemüht ist heraus zu finden wie es mit dem Unternehmen weiter geht. Auch allgemeine Informationsmails die als Massenmails versendet wurden, gab es zu dieser Zeit sehr viel.

Der gravierende Unterschied ist im IRIS Netz jedoch die unterschiedliche Entwicklung in den Messgrößen pro Akteur nach dem Zeitpunkt 100. Hierzu schauen wir uns drei Abbildungen aus CoMMetrix des Netzwerkes zu unterschiedlichen Zeiten an.

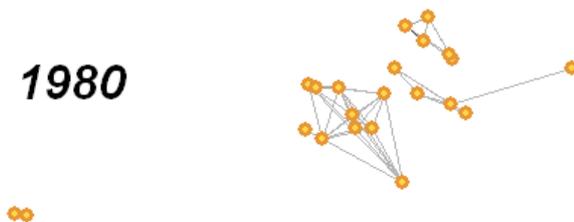


Abb. 14 Aufbau des IRIS Netzwerkes zwei Jahre vor ZP 100

Es haben sich drei große Cluster herausgebildet, die bisher noch nicht mit einander in Verbindung stehen, sich jedoch immer noch im Wachstum befinden.



Abb. 15 Aufbau des IRIS Netzwerkes zu ZP 100

Zum Zeitpunkt 100 haben sich die drei Cluster verschmolzen und bilden nun ein großes Gebilde, in dem eine sehr hohe Aktivität herrscht. Man kann davon ausgehen, dass diese Akteure an ähnlichen Themen Interesse zeigen und sie dadurch besonders viel über ihre Paper miteinander diskutieren. Das eigentlich Interessante passiert aber erst nach Zeitpunkt 100. Wie in Abbildung 16 zu sehen bleibt der Cluster weitestgehend so bestehen wie er war, es herrscht also keine besonders hohe Aktivität mehr.

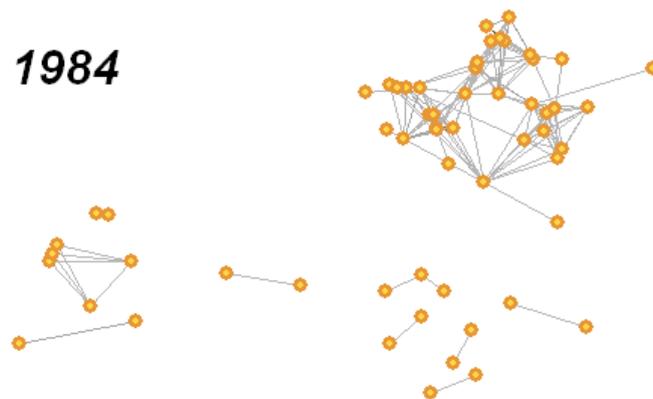


Abb. 16 Aufbau des IRIS Netzwerkes zwei Jahre nach ZP 100

Es kommen eigentlich nur neue Akteure hinzu, sie entstehen zum Großen teil außerhalb des Clusters. Insgesamt haben das Nachrichtenaufkommen und die Bildung direkter Kontakte insgesamt abgenommen. Man könnte das darauf zurückführen, dass das Thema, welches im Cluster behandelt wurde, nun nicht mehr aktuell ist und sich die Akteure nun nicht mehr beteiligen. Für die restlichen Themen, welche nun neu aufgekommen sind, finden sich jedoch nicht genug Akteure um den Verlust an Aktivität auszugleichen.

3.3 Welche Entwicklung machen die zehn zentralsten Akteure durch?

Nachdem nun einige möglichen Gründe für die unterschiedlichen Entwicklungen diskutiert wurden, wäre es nun interessant zu sehen, wie sich die jeweils zehn zentralsten Akteure der beiden Netzwerke entwickeln bzw. ob es gravierende Unterschiede zum Gesamtnetzwerk gibt.

Im Enron Netzwerk gibt es bis auf das extrem hohe Nachrichtenaufkommen und die vielen direkten Kontakte keine größeren Unterschiede zum Gesamtnetzwerk. Die hohen Werte ergeben sich aus der Definition für die zentralsten Akteure, denn nur ein Akteur mit vielen direkten Kontakten wird ein zentraler Akteur.

Das IRIS Datenset lieferte bei den zehn zentralsten Akteuren ganz andere Ergebnisse. Bis zum Zeitpunkt 100 gibt es auch hier ein ähnliches Verhalten der Akteure, die Aktivität und auch die Dynamik wächst sehr stark. Doch wie im gesamten Netzwerk kommt es dann bei diesen Akteuren zu einem starken Einbruch des Wachstums, das lässt sich sehr gut aus dem Diagramm mit den durchschnittlichen Werten pro Akteur ersehen. Der Unterschied wird nun ca. bei dem Zeitpunkt 400 ersichtlich, ab diesem Punkt steigen das Nachrichtenaufkommen und die direkten Kontakte dieser zehn Akteure wieder bis zum Ende der Messung an. Wie bereits aus der Verteilung des Nachrichtenaufkommens auf die einzelnen Akteure zu sehen war, kann man nun sagen, dass ein kleiner Teil der Akteure für einen großen Teil der Aktivität und Dynamik verantwortlich ist.

4 Fazit

Der Dreh und Angelpunkt bei der Bestimmung der Aktivität und der Dynamik, ist die zielgerichtete Definition der Messzahlen. Es ist schwierig eine allgemein gültige Messzahl zu definieren um die Aktivität eines Netzwerkes zu bestimmen. Es ist sinnvoll und notwendig für zuverlässige Vorhersagen, in einem Netzwerk sich die Geschichte des Netzes zu betrachten und auf diese dann die Messzahlen abzustimmen.

Einen enormen Einfluss, gerade auf soziale Netzwerke, haben zudem externe Ereignisse. Diese lassen sich meist zwar leicht in der Netzstruktur nachweisen, jedoch lassen sie sich nur schwer bis gar nicht vorhersagen. Dies macht die Klassifizierung eines Netzwerkes sehr schwierig, denn ein Netz, in dem im Normalfall wenig Aktivität herrscht, kann plötzlich durch einen entsprechenden externen Anlass sehr aktiv werden. Das Enron Netzwerk war über die gesamte Laufzeit schon relativ aktiv, jedoch als die Untersuchungen zu den Bilanzfälschungen angingen, gab es einen extremen Absprung der Aktivität. Dieses externe Ereignis lässt sich also einfach in dem Anstieg der Aktivität nachweisen, jedoch lässt es sich nicht vorhersagen.

Ein weiterer wichtig zu untersuchender Umstand ist, vor allem beim Vergleichen unterschiedlicher Netzwerke, die eigentliche Kommunikation. Es ist ein großer Unterschied, ob die Kommunikation nur über das einfache verschicken und empfangen von Emails von statten geht, oder ob die Kommunikation aus Referenzen in Papers besteht. Wie bei Enron zu sehen ist, wird ein Großteil der Aktivität durch Massenrundmails erzeugt. Der Kosten/Zeit Aufwand ist hierbei natürlich um einiges

geringer, als bei dem IRIS Netz, bei dem für jeden Link ein eine Referenz in einem Paper gemacht werden muss, in den meisten Fällen muss die Referenz auch zu dem Thema passen, um welches sich das Paper dreht. Dieser Umstand führt uns zu einer weiteren Eigenschaft, die für die Entwicklung eines Netzwerkes von Bedeutung ist, welche Themen werden in diesem Netz behandelt. Im Besonderen geht es darum, ob die Themen allgemeinen lang- oder kurzlebig sind, ob es Themen sind, über die diskutiert werden kann oder ob allgemeiner Konsens herrscht. Im IRIS Netzwerk war gut zu erkennen, wie sich relativ schnell am Anfang ein Cluster gebildet hat, in dem dann sehr hohe Aktivität herrschte und sich dieser dann wieder beruhigt hat, wahrscheinlich als das Thema allgemein anerkannt und ausdiskutiert war.

Ein weiteres Problem der Messung, bezieht sich nun auf die Akteure die sich anfangs zwar stark beteiligt haben, später jedoch nur noch als inaktive Knoten im Netz befinden. Diese verfälschen die durchschnittlichen Werte pro Akteure sehr stark, obwohl diese Zahlen relativ gut Aufschluss über die wirkliche Aktivität im Netzwerk geben.

Ein möglicher Ansatz, dieser Diskrepanz zu entgehen, wäre es, die Auswertung auch für die X zentralsten und aktivsten Akteuren durchzuführen. Es lassen sich dann Rückschlüsse auf das gesamte Netzwerk ziehen, welche dann mit den Ergebnissen der Gesamtnetzwerke in Beziehung gesetzt werden können.

Um gute Ergebnisse zu erhalten bleibt es unerlässlich, die Besonderheiten eines Netzwerkes zu untersuchen und die Messmethode dann zielgerichtet auf den speziellen Anwendungsfall einzurichten. Soziale Netzwerke hängen von vielen verschiedenen Ereignissen und Einflüssen ab und lassen sich so nicht trivial in aktiv/inaktiv oder dynamisch/statisch klassifizieren. Es muss vielmehr der Charakter des Netzes erfasst werden und dieser dann mit geeigneten Messzahlen belegt werden.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Diagramm für Enron über die absolut Werte der einzelnen Messgrößen, Microsoft Excel, Seite 3

Abb. 2: Diagramm für Enron über die durchschnittlichen Werte pro Akteur, Microsoft Excel, Seite 4

Abb. 3: Diagramm für Enron Wachstum der Messgrößen, Microsoft Excel, Seite 5

Abb. 4: Diagramm für Enron Verteilung des Nachrichtenaufkommens auf einzelnen Akteure, Microsoft Excel, Seite 5

Abb. 5: Diagramm für IRIS über die absolut Werte der einzelnen Messgrößen, Microsoft Excel, Seite 6

Abb. 6: Diagramm für IRIS über das Wachstum der einzelnen Messgrößen, Microsoft Excel, Seite 7

- Abb. 7: Diagramm für IRIS über die durchschnittlichen Werte pro Akteur, Microsoft Excel, Seite 7
- Abb. 8: Diagramm für IRIS Verteilung der Nachrichten auf die jeweiligen Akteure, Microsoft Excel, Seite 8
- Abb. 9: Diagramm für Enron über die absolut Werte der einzelnen Messgrößen der Top 10 Akteure, Microsoft Excel, Seite 9
- Abb. 10: Diagramm für Enron über die durchschnittlichen Werte der Top 10 Akteure 10, Microsoft Excel, Seite 10
- Abb. 11: Diagramm für IRIS über die absolut Werte der einzelnen Messgrößen der Top 10 Akteure, Microsoft Excel, Seite 10
- Abb. 12: Diagramm für IRIS über die durchschnittlichen Werte der Top 10 Akteure, Microsoft Excel, Seite 11
- Abb. 13: Netzwerkwachstum von IRIS und Enron, zeitlich relativ vergleichen, Microsoft Excel, Seite 12
- Abb. 14: Aufbau des IRIS Netzwerkes zwei Jahre vor ZP 100, CoMMetrix, Seite 13
- Abb. 15: Aufbau des IRIS Netzwerkes zu ZP 100, CoMMetrix, Seite 14
- Abb. 16: Aufbau des IRIS Netzwerkes zwei Jahre nach ZP 100, CoMMetrix, Seite 14

Literaturverzeichnis

- Wassermann/Faust 1994: Wasserman, S.; Faust, K.: Social Network Analysis: Methods and Applications (Structural Analysis in the Social Sciences). Cambridge University Press, November 2004