

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

**Ko-Autorenanalyse des wissenschaftlichen Journals "Ecological
Economics" im Zeitraum von 1994-2009:
Eine netzwerkanalytische Exploration der Kollaborationsstrukturen**

Verfasser

Leo Capari

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 444
Studienrichtung / Studienzweig lt. Studienblatt: Biologie / Ökologie
Betreuerin / Betreuer: Ao. Univ.-Prof. Dr. Harald Wilfing
Wien, am 21.03.2012

Vorwort

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zu den bisherigen Metaanalysen mit dem Themenschwerpunkt "Sustainability Sciences" leisten, welche am Institut für Humanökologie an der Universität Wien unter der Leitung von Univ. Prof. Harald Wilfing durchgeführt wurden. Meine Motivation zur Verfassung dieser Diplomarbeit hat ihren Ursprung in einem persönlichen Interesse für die Methodik der Netzwerkanalyse gefunden. Zudem wurde ich während meines Studiums, vor allem im zweiten Abschnitt, des Öfteren mit dem Journal "Ecological Economics" konfrontiert. In der Themenfindungsphase wurden beide Aspekte miteinander vernetzt, woraus diese Diplomarbeit entstanden ist. Dabei gilt ein besonderer Dank meinem Betreuer und Mentor Harald Wilfing, welcher mir einerseits die Möglichkeit und den Raum geboten hat, das konzipierte Konstrukt auch in die Tat umzusetzen, und andererseits auch seiner Motivation, vor allem in Situationen, die im ersten Augenblick als ausweglos erschienen. Des Weiteren gebührt meiner Familie, besonders meiner Mutter und meinem Bruder, meiner Freundin Manuela und meinen Freunden besonderer Dank, da sie mich stets mit Ratschlägen und motivierenden Worten unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	9
1 Einleitung	11
1.1 Wissenschaft im Umbruch	11
1.2 Das Journal „Ecological Economics“ als Untersuchungsobjekt	13
1.2.1 Die wissenschaftliche Forschungsrichtung Ecological Economics	13
1.2.2 Geschichtliches und die Wurzeln von Ecological Economics	15
1.2.3 Die Institutionalisierung von Ecological Economics	19
1.3 Das "mission statement" des Journals "Ecological Economics"	20
1.3.1 Transdisziplinarität als vorherrschende wissenschaftliche Haltung in Ecological Economics	21
1.4 Theorie der Netzwerke	24
1.4.1 Soziales Kapital in Netzwerken	24
1.4.2 Ko-Autorennetzwerke als Wissenschaftsnetzwerke	25
1.4.3 Operationalisierung sozialen Kapitals in Ko-Autorennetzwerken	26
1.5 Forschungsfragen und Ziel der Arbeit	28
2 Methodik	30
2.1 Soziale Netzwerkanalyse als analytisches Werkzeug	30
2.1.1 Die Definition eines Netzwerks	30
2.1.2 Ungerichtete Netzwerke:	30
2.1.3 Gerichtete Netzwerke	31
2.1.4 Die Intensität von Beziehungen in bewerteten Netzwerken	32
2.1.5 Der Modus eines Netzwerks	34
2.1.6 Wege und Pfade in Netzwerken	35
2.1.7 Komponenten in Netzwerken	35
2.1.8 Wichtige analytische Maßzahlen sozialer Netzwerke	36

2.1.9	Zentralität und Zentralisierung	39
2.1.10	Degree-basierte Zentralität (C_D) eines Akteurs.....	40
2.1.11	Closeness-basierte Zentralität (C_C) eines Akteurs	42
2.1.12	Betweenness-basierte Zentralität (C_B) eines Akteurs	45
2.1.13	Der Clustering Koeffizient in Netzwerken	47
2.2	Software zur Erstellung und Analyse sozialer Netzwerke.....	49
3	Datenerhebung.....	51
3.1	Das Web of Science als Datenquelle	51
3.2	Datenerhebung	51
3.2.1	Netzwerkerstellung mittels "WoS2Pajek"	54
3.2.2	Datenbereinigung.....	55
4	Ergebnisdarstellung	57
4.1	Makroskopische Analyse des two-Mode Netzwerks	57
4.1.1	Häufigkeitsverteilung der Publikationen und Autoren	60
4.1.2	Verteilung der Ko-Autoren und die Degreezentralitäten.....	65
4.2	Mesoskopische Analyse der Hauptkomponente anhand des Ko-Autorennetzwerks	70
4.2.1	Closeness- und Betweennesszentralitäten des Ko-Autorennetzwerks der Hauptkomponente.....	70
4.2.2	Die zentralen Autoren des Ko-Autorennetzwerks	77
4.3	Analyse der starken Dyaden.....	80
4.3.1	Der institutionelle Ursprung der Ko-Autoren.....	84
4.4	Zeitliche Analyse der großen Komponente.....	89
4.4.1	Zeitschnitt der Jahre 1994-1997	89
4.4.2	Zeitschnitt der Jahre 1994-2001	91
4.4.3	Zeitschnitt der Jahre 1994-2005	93
4.4.4	Zeitschnitt der Jahre 1994-2009	95

5	Diskussion der Ergebnisse	97
5.1	Die Makrostruktur des gesamten Ko-Autorennetzwerks	97
5.1.1	Die mittlere Rate der Partizipation und die Häufigkeitsverteilung der Ko-Autoren	99
5.2	Mesoskopische Analyse der Hauptkomponenten.....	100
5.2.1	Die Schlüsselautoren des „Ecological Economics“ Netzwerks	101
5.2.2	Die Zentralisierung der Hauptkomponente	104
5.3	Die Analyse der starken Dyaden	104
5.4	Die Zeitschnittanalyse	105
6	Resumè.....	106
7	Ausblick	107
8	Literaturverzeichnis	108
9	Anhang.....	112
9.1	Curriculum Vitae	112

ABBILDUNGSVERZEICHNIS:

ABBILDUNG 1: DREI FORMEN DER WISSENSCHAFT	23
ABBILDUNG 2: BEISPIEL ZUR ILLUSTRATION DER GRAPHISCHEN DARSTELLUNG EINES NETZWERKS	31
ABBILDUNG 3: BEISPIELNETZWERKS ZUR ILLUSTRATION GERICHTETER BEZIEHUNGEN	32
ABBILDUNG 4: BEISPIELNETZWERK EINES BEWERTETEN UND GERICHTETEN GRAPHEN.	33
ABBILDUNG 5: BEISPIELNETZWERK ZUR ILLUSTRATION DES DEGREES VON AKTEUREN	37
ABBILDUNG 6: BEISPIELNETZWERK ZUR ILLUSTRATION DES IN- UND OUTDEGREES VON AKTEUREN	39
ABBILDUNG 7: BEISPIELNETZWERK ZUR ILLUSTRATION DER ZENTRALITÄT & ZENTRALISIERUNG	40
ABBILDUNG 8: SCREENSHOT DES PROGRAMMES PAJEK	50
ABBILDUNG 9: SCREENSHOT DES PROGRAMMES WOS2PAJEK	50
ABBILDUNG 10: VERTEILUNG DER ERSCHIENEN PUBLIKATIONEN IM JOURNAL "ECOLOGICAL ECONOMICS" NACH IHREM ERSCHEINUNGSJAHR	53
ABBILDUNG 11: BEISPIEL EINES GERICHTETEN TWO-MODE AUTORENNETZWERKS	55
ABBILDUNG 12: GROÙE KOMPONENTE DES PUBLIKATIONS-AUTOREN-NETZWERKS	58
ABBILDUNG 13: DIE 951 ISOLATE DES PUBLIKATIONS-AUTOREN-NETZWERKS	59
ABBILDUNG 14: VERORTUNG DER ZEHN PUBLIKATIONEN MIT DER HÖCHSTEN AUTORENBETEILIGUNG UND DER ZEHN AUTOREN MIT DEN MEISTEN PUBLIZIERTEN ARTIKELN	65
ABBILDUNG 15: VERTEILUNG DER AUTOREN NACH DER ANZAHL IHRER KO-AUTOREN	66
ABBILDUNG 16: DARSTELLUNG DER ZWÖLF AUTOREN MIT DEN MEISTEN KO-AUTOREN.....	70
ABBILDUNG 17: DARSTELLUNG DER CLOSENESSZENTRALITÄTEN IN DER HAUPTKOMPONENTE.	75
ABBILDUNG 18: DARSTELLUNG DER BETWEENNESSZENTRALITÄT IN DER HAUPTKOMPONENTE.	77
ABBILDUNG 19: VERNETZUNG DER ZENTRALSTEN AUTOREN UNTEREINANDER	79
ABBILDUNG 20: VERORTUNG DER 42 KOMPONENTEN IN DER HAUPTKOMPONENTE WELCHE ÜBER STARKE DYDEN MITEINANDER VERNETZT SIND.....	81
ABBILDUNG 21: ABBILDUNGDER EXTRAHIERTEN 42 KOMPONENTEN AUS ABBILDUNG 20	83
ABBILDUNG 22: ZEITSCHNITT DER GROÙEN KOMPONENTE DER JAHRE 1994-1997	91
ABBILDUNG 23: ZEITSCHNITT DER GROÙEN KOMPONENTE DER JAHRE 1994-2001.	93
ABBILDUNG 24: ZEITSCHNITT DER GROÙEN KOMPONENTE DER JAHRE 1994-2005.	94
ABBILDUNG 25: ZEITSCHNITT DER GROÙEN KOMPONENTE DER JAHRE 1994-2009.	96

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: UNTERSCHIEDE DER WISSENSCHAFTLICHEN PARADIGMEN ZWISCHEN KONVENTIONELLER ÖKONOMIE, KONVENTIONELLER ÖKOLOGIE UND ECOLOGICAL ECONOMICS (NACH COSTANZA ET AL. 1991):	14
TABELLE 2: ANZAHL DER PUBLIKATIONEN IM JEWEILIGEN ERSCHEINUNGSJAHR	52
TABELLE 3: HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER PUBLIKATIONEN NACH DER ANZAHL AN BETEILIGTEN AUTOREN	60
TABELLE 4: DIE ZEHN PUBLIKATIONEN MIT DER GRÖßTEN AUTORENBETEILIGUNG	61
TABELLE 5: HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER AUTOREN NACH DER ANZAHL AN PUBLIKATIONEN, AN DER DIE AUTOREN BETEILIGT SIND	62
TABELLE 6: DIE ZEHN AUTOREN MIT DEN MEISTEN VERÖFFENTLICHTEN PUBLIKATIONEN.....	62
TABELLE 7: RANGLISTE DER ZWÖLF AUTOREN, DIE IM UNTERSUCHTEN ZEITINTERVALL DIE MEISTEN KO-AUTOREN HATTEN (HÖCHSTE DEGREEZENTRALITÄT [C_D])	67
TABELLE 8: RANGLISTE DER ZEHN AUTOREN MIT DEN HÖCHSTEN CLOSENESSZENTRALITÄTEN [C_C]	72
TABELLE 9: KLASSENEINTEILUNG DER AUTOREN DER HAUPTKOMPONENTE NACH IHREN CLOSENESSZENTRALITÄTEN [C_C].....	73
TABELLE 10: RANGLISTE DER ZEHN AUTOREN MIT DEN HÖCHSTEN BETWEENESSZENTRALITÄTEN [C_B] ..	75
TABELLE 11: KLASSENEINTEILUNG DER AUTOREN DER HAUPTKOMPONENTE NACH IHREN BETWEENESSZENTRALITÄT [C_B]	76
TABELLE 12: TABELLE DER ACHT ZENTRALSTEN AUTOREN IM AUTORENNETZWERK DES JOURNALS "ECOLOGICAL ECONOMICS"	78
TABELLE 13: MOBILITÄT DER 147 AUTOREN AUS DEN STARKEN DYADEN	84
TABELLE 14: AUFLISTUNG DER 54 AUTOREN AUS DEN GRÖßTEN 5 KOMPONENTEN DER ABBILDUNG 21, NACH IHREM MOBILITÄTSGRAD, DER AKTUELLEN AFFILIATION UND DEM URSPRUNGSLAND DER AFFILIATION	85
TABELLE 15: VERTEILUNG DER 147 AUTOREN AUS DEN STARKEN DYADEN NACH DEM URSPRUNGSLAND IHRER AKTUELLSTEN AFFILIATION.....	88
TABELLE 16: VERTEILUNG DER AUTOREN DES ERSTEN ZEITSCHNITTS NACH IHREM EINTRITTSZEITPUNKT IN DAS AUTORENNETZWERK	90
TABELLE 17: VERTEILUNG DER AUTOREN DES ZWEITEN ZEITSCHNITTS NACH IHREM EINTRITTSZEITPUNKT IN DAS AUTORENNETZWERK	92
TABELLE 18: VERTEILUNG DER AUTOREN DES DRITTEN ZEITSCHNITTS NACH IHREM EINTRITTSZEITPUNKT IN DAS AUTORENNETZWERK	94
TABELLE 19: VERTEILUNG DER AUTOREN DES VIERTEN ZEITSCHNITTS NACH IHREM EINTRITTSZEITPUNKT IN DAS AUTORENNETZWERK	95
TABELLE 20: DIE ACHT ZENTRALSTEN AUTOREN AUS ECOLOGICAL ECONOMICS.....	102

Abstract

The aim of the underlying study was to analyze the scientific field of „Ecological Economics“ by the means of social network analyses. The program called „Pajek“ (© BATAGELJ & MRVAR, 1996-2011) was used as tool for performing this study. Co – authorship networks, which were published in the correspondent scientific journal “Ecological Economics“ in the period from 1994 – 2009, allowed a look behind the scenes of the scientific field of Ecological Economics. Following NEWMAN (2004) Co-authorship networks depict on the one hand the scientific community as a social network per se and on the other hand they can be seen as a knowledge map of the scientific field. The macrostructure of the network shows, according to its cohesion, the characteristics of the existence of a giant component. This giant component has a clear centrum-periphery structure, which is a typical phenomenon of scientific collaboration networks. Furthermore the most central authors were identified by the means of three important network analytical measures, namely degree-, betweenness- and closeness centrality. This analysis revealed that one of the two founders and the chief editor of the Journal is the most central author according to the three centrality measures. Additionally, by the means of a time slice analysis, it has been proved that the identified most central authors played a major role in the development and establishment of the co-authorship network. Further key findings show that authors who come from the same country or institution are more likely to collaborate several times with each other.

Abstract

In der vorliegenden Arbeit wurde das relativ neue und in seiner Beliebtheit stetig steigende Forschungsfeld Ecological Economics mit den Mitteln der sozialen Netzwerkanalyse untersucht. Das Programm „Pajek“ (© BATAGELJ & MRVAR, 1996-2011) diente hierbei als analytisches Instrumentarium. Anhand eines Ko-Autorennetzwerks, welches auf Basis von Publikationen erstellt wurde, die im gleichnamigen wissenschaftlichen Journal „Ecological Economics“ im Zeitraum von 1994-2009 erschienen sind, konnte ein Blick hinter die „Kulissen“ des Forschungsfeldes geworfen werden. Nach NEWMAN (2004) stellen Ko-Autorennetzwerke einerseits ein Abbild der wissenschaftlichen Gesellschaft in Form eines sozialen Netzwerks per se dar und andererseits vermögen sie eine Art Wissenslandkarte der Forschungsrichtung abzubilden. Die Makrostruktur des Netzwerks weist in Bezug auf die Kohäsion der Autoren untereinander ein wesentliches Charakteristikum auf, und zwar das Vorhandensein einer großen Hauptkomponente. Diese besitzt des Weiteren eine deutliche Zentrum-Peripherie-Struktur, welche typisch für wissenschaftliche Kollaborationsnetzwerke ist. Außerdem wurden die zentralsten Autoren anhand der drei wichtigsten netzwerkanalytischen Maßzahlen - Degreezentralität, Betweennesszentralität und Closenesszentralität - identifiziert. Dabei stellte sich heraus, dass einer der beiden „Gründerväter“ und Chefredakteur des Journals in Bezug auf alle drei Maßzahlen die zentralste Rolle im Netzwerk innehat. Zudem konnte festgestellt werden, dass die identifizierten zentralen Autoren maßgeblich an der zeitlichen Entwicklung und Etablierung des Ko-Autorennetzwerks beteiligt waren. Ein weiteres Schlüsselergebnis konnte Kollaborationsstrukturen aufdecken, die den Schluss nahe legen, dass Autoren aus demselben Ursprungsland bzw. aus denselben Institutionen eher dazu tendieren, öfter als einmal miteinander zu publizieren.

1 Einleitung

1.1 Wissenschaft im Umbruch

Gesellschaft, Wissenschaft und Politik des 21. Jahrhunderts sind durch viele neuzeitliche Herausforderungen und Probleme gekennzeichnet, denen sie sich stellen müssen. Diese finden vielfach ihren Ursprung in der anthropogenen Kolonialisierung und in der nicht nachhaltigen haushälterischen Nutzung unseres Planeten. Kontinuierliche Abholzung der Regenwälder, Artensterben, Übernutzung limitierter Ressourcen, steigende globale Population, steigender Energieverbrauch, Verschmutzung und Degradierung der Biosphäre, zunehmende globale Ungerechtigkeiten, nahezu zyklisch wiederkehrende Wirtschaftskrisen sind als nur einige Punkte zu nennen. Alle diese Probleme wirken sich direkt und indirekt auf die Gesellschaft aus. JANE LUBCHENCO (1998) betonte in ihrer Ansprache beim jährlichen Treffen der *American Association of the Advancement of Science*, welches am 15. Februar 1997 stattgefunden hat, dass es notwendig sei, einen "neuen sozialen Vertrag für die Wissenschaft" auszubilden. Sie fordert von den Wissenschaftlern ihren Fokus auf eben diese Herausforderungen und Probleme zu richten. Die Bedürfnisse der Gesellschaft fordern nach mehr und ausführlicherer Information, nach besserem Verständnis und nach adäquaten technologischen Lösungen, die ihr eine nachhaltige Interaktion mit der Biosphäre ermöglicht (LUBCHENCO, 1998). Diese gesellschaftlichen Ansprüche an die Wissenschaft haben sich Laufe des letzten Jahrhunderts stark verändert. Die Wissenschaft muss auf die externe Forderung der Gesellschaft eingehen und sich den oben genannten Problemstellungen widmen. Erschwerend für die Wissenschaft kommt noch hinzu, dass es sich bei den Problemstellungen nicht um undisziplinär zu lösende Probleme handelt (BOGNER, KASTENHOFER & TORGERSEN, 2010). Das fordert die Wissenschaft zu vermehrter inter- und transdisziplinärer Arbeit auf.

Eine Disziplin, die sich selbst als transdisziplinär bezeichnet und sich den gesellschaftlichen Problemstellungen widmet, ist Ecological Economics (zu deutsch Ökologische Ökonomie). Das Untersuchungsobjekt der vorliegenden Arbeit ist das Journal „Ecological Economics“, die Plattform für Wissenschaftler, die sich mit den Paradigmen und Zielen von Ecological Economics auseinandersetzen. Anhand von bibliographischen Daten wird ein Ko-Autorennetzwerk erstellt, untersucht und visualisiert. Gemeinsam verfasste Publikationen zweier oder mehr Autoren bilden über die Beziehung der

Kollaboration ein soziales Netzwerk aus. Dieses Netzwerk wird in dem Zeitraum von 1994 - 2009 untersucht und bildet die Grundlage für sämtliche in dieser Arbeit durchgeführten empirischen Analysen.

„Ecological Economics“ wurde bereits anhand einer Zitationsanalyse, welche die einflussreichsten Publikationen für „Ecological Economics“ identifizieren sollte, und anhand einer bibliometrischen Analyse der Hauptthemen, die in Ecological Economics vorherrschen, evaluiert (vgl. STERN & MA 2006; COSTANZA et.al 2004). Die vorliegende Arbeit verfolgt einen anderen Ansatz. Ziel ist es, ein Ko-Autorennetzwerk der im Journal Ecological Economics im Zeitraum von 1994-2009 veröffentlichten wissenschaftlichen Artikel zu erstellen. Dieses Kollaborationsnetzwerk soll einen Einblick in die "sozio-kognitive Struktur" der wissenschaftliche Community ermöglichen. Es werden unter anderem die Makro- und Mesostruktur des Netzwerks und dessen Entwicklung analysiert. Des Weiteren werden die zentralen Autoren bzw. die Opinion Leader und die starken Dyaden identifiziert.

Der Gliederung der Arbeit ist wie folgt:

Im nächsten Abschnitt wird ein kurzer Einblick in die Forschungsrichtung Ecological Economics gewährt. Darauffolgend erwarten den Leser wichtige Theoriekonzepte der Netzwerkanalyse, die sodann zu den Forschungsfragen führen. Kapitel 2 beschreibt die mathematischen Aspekte von Netzwerken und der in dieser Arbeit durchgeführten Analysen. Kapitel 3 beschreibt die Datenerhebung und die Kapitel 4 und 5 werden von den Ergebnissen und deren Diskussion eingenommen.

1.2 Das Journal „Ecological Economics“ als Untersuchungsobjekt

1.2.1 Die wissenschaftliche Forschungsrichtung Ecological Economics

COSTANZAS (1989) einleitende Worte im ersten Artikel zur neuen Disziplin Ecological Economics, welcher im gleichnamigen Journal Ecological Economics publiziert wurde, lauten wie folgt:

"*Ecological Economics* [!] addresses the relationship between ecosystems and economic systems in the broadest sense. These relationships are the locus of many of our most pressing current problems (i.e. sustainability, acid rain, global warming, species extinction, wealth distribution) but they are not well covered by any existing discipline"
(COSTANZA, 1989 S.1).

Costanza verweist hier prägnant auf die Problematik, dass es bis zum damaligen Zeitpunkt keine adäquate Forschungsrichtung gab, welche sich mit der Beziehung bzw. der Schnittstelle zwischen den Disziplinen Ökonomie und Ökologie beschäftigte. Diese Schnittstelle ist der Ort, an dem das anthropogene System Ökonomie mit dem natürlichen Ökosystem interferiert. Diese Interferenz hat zu Umweltproblemen wie zum Beispiel Artensterben, Klimawandel oder auch saurem Regen geführt (COSTANZA 1989). Um solche komplexen Probleme in einem wissenschaftlichen Diskurs behandeln zu können, bedarf es einerseits der Methoden und Paradigmen aus der Ökologie und andererseits der Methoden und Paradigmen aus der Ökonomie. Es ist somit notwendig, die jeweiligen disziplinären Grenzen und Perspektiven methodisch und paradigmatisch zu erweitern. Als Folge davon sollte eine Integration der beiden Disziplinen ineinander stattfinden (COSTANZA & DALY 1987). Die festgefahrenen Paradigmen auf beiden Seiten erschweren diesen Prozess jedoch enorm. Das Forschungsfeld Ecological Economics hat es sich dennoch zum Ziel gemacht, diese Hürden durch neue methodische und konzeptuelle Ansätze zu beseitigen. Tabelle 1 zeigt einen Überblick über die Hauptunterschiede zwischen der neuen Disziplin Ecological Economics und den beiden konventionellen Ansätzen Ökologie und Ökonomie (nach COSTANZA et al. 1991). Des Weiteren gewährt die Tabelle Einblicke in die zuvor genannte Integration der beiden Wissenschaften ineinander. Bei genauerer Betrachtung der Tabelle wird klar, dass Ecological Economics stets versucht, einen möglichst holistischen Ansatz zu verfolgen.

Tabelle 1: Unterschiede der wissenschaftlichen Paradigmen zwischen konventioneller Ökonomie, konventioneller Ökologie und Ecological Economics (nach COSTANZA ET AL. 1991):

	Konventionelle Ökonomie	Konventionelle Ökologie	Ecological Economics
Weltanschauung	mechanistisch, statisch und atomistisch	evolutionär, atomistisch	synamisches, evolutionäres System
Zeitliche Rahmenbedingungen	kurz (max. 50 Jahre)	multiskalar (Tage bis Äone)	multiskalar (Tage bis Äone)
Räumliche Rahmenbedingungen	lokal bis international	lokal bis regional	lokal bis global
Untersuchte Spezies	Mensch	alle Spezies außer Mensch	gesamtes Ökosystem inklusive Menschen
Primäres Makroziel	Wirtschaftswachstum	Überleben der Spezies	Ökologisch- ökonomisches nachhaltiges System gewährleisten
Primäres Mikroziel	Profit- und Nutzenmaximierung	Maximierung der Reproduktion	reflexive Adjustierung der Systemziele, um das Makroziel zu erreichen
Annahme über technologischen Fortschritt	optimistisch	pessimistisch	skeptisch
Akademische Haltung	disziplinar	disziplinar	transdisziplinar

Um mehr Klarheit über den konzeptuellen Ursprung von Ecological Economics zu verschaffen, wird im folgenden Schritt ein kurzer geschichtlicher Hintergrund der Disziplin Ecological Economics gegeben.

1.2.2 Geschichtliches und die Wurzeln von Ecological Economics

Ecological Economics kann als das Ergebnis eines historisch evolutionären Prozesses gesehen werden. Bereits bestehende wissenschaftliche Paradigmata, welche teilweise von voneinander unterschiedlichen Disziplinen stammen, wurden dabei in das „neue“ Paradigma von Ecological Economics übernommen. Das "mission statement" von Ecological Economics lässt sich über einen historischen Blick auf diese Paradigmata nachvollziehen.

MARTINEZ-ALIER & SCHLUPMANN (1993) und CLEVELAND (1987,1999) liefern einen historischen Abriss der Wurzeln von Ecological Economics. Sie spannen den geschichtlichen Bogen bis zu François Quesnay(1694-1774) zurück, einem französischen Arzt und Ökonomen, der die Schule der Physiokraten, eine der ersten ökonomischen Schulen überhaupt, begründete.. Deren theoretisches Fundament bestand aus der Annahme, dass die landwirtschaftliche Nettoproduktion den limitierenden Faktor für das Wirtschaftswachstum darstelle. Die Physiokraten haben den Wohlstand einer Gesellschaft über den Mehrertrag, den die landwirtschaftliche Nettoproduktion lieferte, bemessen. Die Entwicklung des Wirtschaftskurses einer Gesellschaft folgt nach dem Paradigma der Physiokraten dem Nettoertrag der landwirtschaftlichen Produktion und ist somit die einzige wertschöpfende Tätigkeit. Dadurch sind der Wirtschaft klare Grenzen auferlegt, da physikalische Gesetze wichtige geophysische Parameter wie Regen oder Bodenfruchtbarkeit beeinflussen, welche in weiterer Folge für den Nettoertrag der landwirtschaftlichen Produktion wichtig sind. Die Betrachtung der Wirtschaft unter diesem Blickwinkel entsprach dem damaligen Newton´schen Weltbild der physischen Welt (CLEVELAND 1999). Dennoch konnte sich diese ökonomische Schule nicht durchsetzen und geriet, bis auf das Konzept, welches auch in der biophysischen Ökonomie von zentraler Bedeutung ist, nämlich dass die Natur die alleinige Quelle des wirtschaftlichen Wohlstands ist, in Vergessenheit.

Die thermodynamischen Gesetze¹, welche Mitte des 19. Jahrhunderts durch Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832) nicht wissentlich entdeckt und von Rudolf Julius Emanuel Clausius (1822-1888) ein viertel Jahrhundert nach Carnots Tod formalisiert wurden und in Ecological Economics eine zentrale Rolle für die Betrachtung der

¹ Der erste Hauptsatz der Thermodynamik besagt, dass Energie weder geschaffen noch vernichtet werden kann. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik, auch bekannt als das Entropiegesetz, besagt, dass die Menge der verfügbaren Arbeitsenergie in einem geschlossenen System im Laufe der Nutzung immer weiter abnimmt.

Wirtschaft in einem energetisch-materiellen Kontext spielen, hatten einen starken Einfluss sowohl auf die Forschungsarbeiten über biologische Systeme Anfang des 20. Jahrhunderts als auch auf die Forschungen in ökonomischen Systemen. Einer der ersten Biologen, der die Bedeutung des zweiten thermodynamischen Hauptsatzes in der Biologie erkannte, war Alfred Lotka (1880-1949) im Jahr 1925. Er argumentierte, dass die Energie eine zentrale Rolle zwischen abiotischen und biotischen Prozessen spiele (ROEPKE 2004) und dass der "Kampf" zwischen den Organismen in biologischen Systemen um die verfügbare Energie eine Regelfunktion für das Überleben eines Organismus habe (CLEVELAND 1987). Bereits etwas früher wurde der Fluss der Energie bzw. die Energieeffizienz in menschlichen Gesellschaften untersucht. Serhii Podolinsky (1850-1891), ein ukrainischer Sozialist, unternahm 1880 den Versuch, die Wirtschaft als thermodynamischen Prozess zu untersuchen. Er war stark von den Physiokraten beeinflusst, wonach die Landwirtschaft die Grundlage des Wohlstandes in der Ökonomie darstelle. Podolinskys biophysische Analysen der Landwirtschaft unter dem Blickwinkel der Thermodynamik führten ihn zum Ergebnis, dass die Grenze des Wirtschaftswachstums in den physikalischen und ökologischen Gesetzen liege (vgl. CLEVELAND 1987). Somit lässt sich der Schluss folgern, dass grenzenloses Wirtschaftswachstum nicht möglich ist. Podolinsky argumentierte weiter, dass der menschlich induzierte energetische Input in die Landwirtschaft in Form von direkter Arbeit den energetischen Output der Landwirtschaft im Vergleich zu einer nicht vom Menschen kolonialisierter Fläche steigern könne. Er leistete mit seinen Ergebnissen den fundamentalen Beitrag, dass Produktionsprozesse (Podolinsky hat sich bei seinen Analysen nur auf landwirtschaftliche Produktion bezogen) hinsichtlich ihres Energieinputs bzw. ihres Energieoutputs analysiert werden können (MARTINEZ-ALIER 1993). Dieser methodische Ansatz wird auch in Ecological Economics bis dato verfolgt.

Weitere wichtige Beiträge Anfang des 20. Jahrhunderts, welche eine offene Kritik an dem Loslösen der Ökonomie von ihrem physischen Gesetzen (bes. in Bezug auf die thermodynamischen Gesetze) ausübten und als theoretischer Nährboden für Ecological Economics dienten, waren die Beiträge von Frederick Soddy. Soddy schreibt über die Entwicklung der Wirtschaft Folgendes (SODDY 1922 zit. nach DALY 1980):

"What mechanical science teaches economics is that life derives the whole of its physical energy or power, not from anything self-contained in living matter, and still less from an external deity, but solely from the inanimate world. It is dependent for all the necessities of its physical continuance primarily upon the principles of the steam-engine. The principles

and ethics of human law and convention must not run counter to those of thermodynamics." (aus Cartesian Economics, p. 91).

Soddy verweist aus der Sicht eines Chemikers auf die Tatsache, dass die Wirtschaft biophysischen Gesetzen unterliegt, denen sie sich nicht entziehen kann. Die Wirtschaft ist in das Ökosystem eingebettet und muss demnach deren Gesetzen und Regeln folgen. Diese Argumente werden auch im späteren 20. Jahrhundert und zu Beginn des 21. Jahrhunderts von Ecological Economics aufgegriffen. In einem weiteren Beitrag kritisiert Soddy die "fractional-reserve banking" Politik, wonach die Banken Geld „kreieren“ können, welches faktisch nicht existiert. Diese Kritik ist vor allem mit Blick auf die nahezu zyklisch wiederkehrenden Wirtschaftskrisen noch immer zeitlos. Soddy (SODDY 1926 zit. nach DALY 1980) schreibt dazu:

"Debts are subject to the laws of mathematics rather than physics. Unlike wealth, which is subject to the laws of thermodynamics, debts do not rot with old age and are not consumed in the process of living. On the contrary, they grow at so much per cent per annum, by the well-known mathematical laws of simple and compound interest [...]. For sufficient reason, the process of compound interest is physically impossible, though the process of compound decrement is physically common enough. Because the former leads with the passage of time ever more and more rapidly to infinity, which, like minus one, is not a physical but a mathematical quantity, whereas the latter leads always more slowly towards zero, which is, as we have seen, the lower limit of physical quantities." [aus Wealth, p. 70].

Soddy hat als einer der Ersten die Problematik dahinter erkannt, dass sich die Finanzmärkte von der physischen Welt loslösen und damit auf das Paradigma des grenzenlosen ökonomischen Wachstums hingewiesen. Dieses Paradigma wurde auch in der Nachkriegsperiode immer wieder aufgegriffen und kritisiert, um zu illustrieren, dass der menschlichen Ökonomie naturgegebene Grenzen auferlegt sind und dass stetiges Produktions-, Konsumations- und daraus folgendes BIP-Wachstum nicht ausreichen, um den Erfolg einer Ökonomie korrekt abzubilden.

KENNETH BOULDINGS (1966) Essay "The Economics of the Coming Spaceship Earth" und HERMANN DALYS Essay (1968) "On Economics as a Life Science" sind zwei wichtige Werke, welche unmittelbar den Boden für Ecological Economics zu dieser Zeit geebnet haben (COSTANZA et al. 1997). Boulding argumentiert, dass die Erde eine endliche Entität sei, welche es zu schützen gelte und die nicht bis zum Maximum zu schröpfen sei. Seine

Ausführungen sind geprägt durch eine systemische Betrachtungsweise des ökonomischen Prozesses (Produktion und Konsumation). Diese Prozesse werden durch den Material- und Energieinput angetrieben, welche ihren Ursprung in den endlichen Lagern der Erde finden. Diese systemische Betrachtungsweise der Prozesse hatte ihren Ursprung in den Erkenntnissen der allgemeinen Systemtheorie², welche zu dieser Zeit einen Aufschwung erfuhr. Boulding benutzt dafür die Metapher einer "cowboy economy", welche kennzeichnend für grenzenloses Wirtschaftswachstum, ausbeuterisches und gewalttätiges Verhalten der Natur gegenüber ist. Im Gegensatz dazu nutzt er die Metapher einer "spaceship economy", in der die Erde ein geschlossenes System darstellt, welches durch die Endlichkeit an Ressourcen gekennzeichnet ist, deren effektive Nutzung in Anbetracht zukünftiger Generationen wichtig sei (BOULDING 1966). Boulding hat mit seinem Artikel dazu beigetragen, die Wirtschaft als einen metabolischen Prozess anzusehen, welcher durch den fortwährenden Material- und Energieinput aus dem endlichen Ressourcenvorrat der Erde angetrieben wird. Mit dem gekoppelten Energie- und Materialinput in den wirtschaftlichen Metabolismus entsteht eine "Entwertung" der Materialien im Sinne der Thermodynamik (des zweiten Thermodynamischen Hauptsatzes).

DALY (1968) griff Bouldings Leitbild auf und geht sogar noch einen Schritt weiter, indem er die Ökonomie als "life science" definiert. Nach Daly haben beide Disziplinen, die Ökonomie und die Biologie (hierbei vor allem die Ökologie), voneinander Konzepte übernommen und auf die eigene Disziplin angewendet. Die wichtigste Analogie zwischen den beiden Disziplinen ist der Metabolismus. In der Biologie hat der Metabolismus die Funktion der Erhaltung des Lebewesens, wohingegen die Funktion des wirtschaftlichen Metabolismus der Genuss des Lebens ist. Beide Prozesse teilen sich die Eigenschaft, dass sie im Sinne ihres Material- und Energieinputs linear sind und dass deren Endprodukt letztendlich materieller Abfall ist. Damit setzt Daly einen neuen analytischen Schwerpunkt im Hinblick auf die Ressourcen, die auf dem Markt gehandelt werden, und fokussiert ihn dabei auf die biophysische Grundlage interdependenter ökologischer und ökonomischer Systeme (COSTANZA et al. 2001). Die Wirtschaft entzieht ihrer Umwelt Materie und Energie, prozessiert diese im wirtschaftlichen Metabolismus, wobei ein Teil davon im System als produzierte Güter verbleibt und der restliche Anteil (der "Abfall") an die Natur abgegeben wird. Daly hat mit seiner Arbeit aufgezeigt, dass eine Interdependenz zwischen

² Die Allgemeine Systemtheorie hatte durch Ludwig von Bertalanffys Aufsatz aus 1950 große Implikationen für die systemische Betrachtungsweise sowohl natürlicher als auch anthropogener Prozesse. (Costanza et al. 2001).

anthropogenen und natürlichen Systemen besteht und dass diese Interdependenz aufgrund der Größe der Wirtschaft bezogen auf die Menge der extrahierten Energie und Materie nicht mehr vernachlässigbar sein kann.

Das Aufsehen um die Beiträge Dalys und Bouldings hat zudem noch aufgrund zweier Aspekte zugenommen. Erstens waren die 1960er Jahre kennzeichnend für das Aufkommen der ersten Umweltbewegungen. Allem voran steht hier Rachel Carsons 1962 erschienenes Buch mit dem Titel "Der stumme Frühling", welches die ernsthafte Bedrohung des Menschen und der Natur durch chemische Insektizide darstellte, wie auch das 1972 veröffentlichte Buch „The Limits to Growth“ (MEADOWS et al.), worin mathematische Simulationen durchgeführt wurden, die zeigen sollten, welche Konsequenzen durch die Interaktion zwischen dem anthropogenen und dem natürlichen System entstehen, wenn die Population und die Ressourcennutzung weiterhin stark zunehmen.

Zweitens waren der Ölpreisschock und die Energiekrise der 1970er und 1980er Jahre, gekoppelt mit den ersten Umweltbewegungen und dem wachsenden Umweltbewusstsein, wichtige Faktoren, die letztendlich zur Institutionalisierung von Ecological Economics führten. (ROEPKE, 2004).

1.2.3 Die Institutionalisierung von Ecological Economics

Die Energiekrise führte dazu, dass ein starkes Interesse an transdisziplinärer und problemorientierter Forschung entstand. In Skandinavien wurden neue Universitäten gegründet, welche ihren Schwerpunkt auf problemorientierte Forschung legten. Eine ähnliche Entwicklung fand in Großbritannien statt (ROEPKE 2004). Mit diesem Hintergrund hatte die Institutionalisierung von Ecological Economics über die *International Society for Ecological Economics* (ISEE) im Jahr 1988 ein solides Fundament, da der Bedarf nach einer neuen problemorientierten und transdisziplinären Wissenschaft bzw. Disziplin bestand. COSTANZA (2003) führt zwei wichtige Symposia an, die für die Institutionalisierung wichtig waren. Das von AnnMari Jansson 1982 organisierte und durch die Wallenberg Foundation finanzierte Symposium in Saltsjöbaden (Schweden) war eines davon. Das zweite Treffen fand 1987 in Barcelona statt und wurde von Joan Martinez-Alier organisiert. Sowohl das Treffen in Schweden als auch das Treffen in Spanien hatten zum Ziel, die Ökonomie und die Ökologie miteinander zu vernetzen. Das Ergebnis war letztendlich die Gründung der ISEE im Jahr 1988 und der damit verbundenen wissenschaftlichen Zeitschrift „Ecological Economics“, welche im Februar 1989 erstmals

im Elsevier Verlag erschien. Die zwei Initiatoren dahinter waren Robert Costanza und Herman Daly. Daly wechselte später zur Weltbank und überließ Robert Costanza die Rolle des Chefredakteurs. Im Jahr 1990 folgte das erste Treffen der ISEE mit rund 400 Teilnehmern (COSTANZA 2003). Mittlerweile gibt es weltweit zehn weitere regionale Gesellschaften, die mit der ISEE affiliert sind. Diese sind über die afrikanische, argentinische, australische-neuseeländische, brasilianische, kanadische, europäische, indische, mittelamerikanische, russische und nordamerikanische Gesellschaft für Ecological Economics in den einzelnen Ländern vertreten³.

Um dem Leser ein besseres Verständnis über Ecological Economics und letztendlich auch die Kernelemente und Leitthemen zu vermitteln, wurde der eingangs erwähnte evolutiv historische Prozess, welcher hinter der Institutionalisierung von Ecological Economics steht, hier kurz dargestellt. Ecological Economics hat eine Synthese von disziplinär unterschiedlichen Konzepten und Paradigmen durchgeführt und dadurch ein für Ecological Economics gültiges Paradigma postuliert. Das Leitbild der Physiokraten, welche die Natur als Grundlage allen Wohlstands sehen, die thermodynamischen Hauptsätze, die allgemeine Systemtheorie, aber auch bestehende Konzepte aus Ökologie und Ökonomie flossen in dieses mit ein. Dazu kamen auch noch gesellschaftspolitische Ereignisse, wie die Gründung der ersten Umweltbewegungen oder der Ölschock in den 1970er Jahren.

Der folgende Abschnitt behandelt kurz das „mission statement“ und dessen Implikation in die Forschung im Rahmen der Disziplin Ecological Economics.

1.3 Das "mission statement" des Journals "Ecological Economics"

Das Journal "*Ecological Economics-The Transdisciplinary Journal of the International Society for Ecological Economics*" (ISEE) ist kurz nach der Institutionalisierung der ISEE in Kooperation mit dem Elsevier Verlag gegründet worden. Die auf www.elsevier.com⁴ ersichtlichen Ziele und Leitfragen, welche letztendlich auch Gültigkeit für die wissenschaftliche Disziplin an sich haben, werden über das "mission statement" wie folgt formuliert:

³ Eine Auflistung und die jeweiligen Links zu den regionalen Ecological Economics Gesellschaften lassen sich unter http://www.ecoeco.org/about_regional.php finden. Zuletzt aufgerufen am 20.03.2012.

⁴ Das Journal Ecological Economics:
http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/503305/description#description
zuletzt aufgerufen am 08.03.2011

"The journal is concerned with extending and integrating the study and management of 'nature's household' (ecology) and 'humankind's household' (economics). This integration is necessary because conceptual and professional isolation have led to economic and environmental policies which are mutually destructive rather than reinforcing in the long term. The journal is transdisciplinary in spirit and methodologically open.

Specific research areas covered include: valuation of natural resources, sustainable agriculture and development, ecologically integrated technology, integrated ecologic-economic modelling at scales from local to regional to global, implications of thermodynamics for economics and ecology, renewable resource management and conservation, critical assessments of the basic assumptions underlying current economic and ecological paradigms and the implications of alternative assumptions, economic and ecological consequences of genetically engineered organisms, and gene pool inventory and management, alternative principles for valuing natural wealth, integrating natural resources and environmental services into national income and wealth accounts, methods of implementing efficient environmental policies, case studies of economic-ecologic conflict or harmony, etc. New issues in this area are rapidly emerging and will find a ready forum in Ecological Economics [!]."

Demnach geht es in Ecological Economics primär um das nachhaltige Management zwischen den beiden Systemen Ökologie und Ökonomie. Dieses Management erfordert einen transdisziplinären Ansatz. In diesem Kontext bedeutet das, dass nicht nur ein wissenschaftliches Paradigma gültig ist, sondern dass die Integration unterschiedlicher wissenschaftlicher Paradigmata notwendig ist, um adäquate problemorientierte Forschung (vgl. hierzu die im "mission statement" aufgelisteten "research areas") im Rahmen von Ecological Economics betreiben zu können. Die Transdisziplinarität ist eines der wichtigsten Konzepte für Ecological Economics. Deshalb wird im Folgenden noch kurz auf dieses Konzept eingegangen, bevor im nächsten Kapitel die Theorie der Netzwerke näher beleuchtet wird.

1.3.1 Transdisziplinarität als vorherrschende wissenschaftliche Haltung in Ecological Economics

Ecological Economics wird von deren Gründern und Befürwortern als transdisziplinäre Forschungsrichtung definiert. Dies wird auch aus dem "mission statement" des Journals

ersichtlich. Der Begriff der Transdisziplinarität wird in Ecological Economics folgendermaßen definiert (COSTANZA et al. 1991 S.3):

"By *transdisciplinary* [!] we mean that *ecological economics* [!] goes beyond our normal conceptions of scientific disciplines and tries to integrate and synthesize many different disciplinary perspectives. One way it does this is by focusing more directly on the problems, rather than the particular intellectual tools and models used to solve them, and by ignoring arbitrary intellectual turf boundaries. No discipline has intellectual precedence in an endeavor as important as achieving sustainability. While the intellectual tools we use in this quest are important, they are secondary to the goal of solving the critical problems of managing our use of the planet. We must transcend the focus on tools and techniques so that we avoid being 'a person with a hammer to whom everything looks like a nail.' "

Demnach ist es für eine Wissenschaft (in diesem Fall für Ecological Economics), deren Hauptziel die nachhaltige Interaktion zwischen anthropogenem und natürlichem System ist, wichtig, die disziplinären Grenzen zu überschreiten und einen problemorientierten Ansatz zu verfolgen. Die Grenzüberschreitung und Integration unterschiedlicher Disziplinen ineinander lässt sich wie in Abbildung 1 graphisch konzeptualisieren. Grafik I bildet die traditionelle disziplinäre Abgrenzung unterschiedlicher Wissenschaften voneinander, dargestellt durch verschiedene Formen, auf einer "intellektuellen Landkarte" ab. Die einzelnen Disziplinen sind voneinander scharf abgegrenzt, wobei es auf der intellektuellen Landkarte auch Bereiche gibt, welche von keiner Disziplin behandelt werden (weißer Hintergrund). In Grafik II werden die disziplinären Grenzen expandiert, wobei es auch zu Berührungspunkten der Wissenschaften miteinander kommen kann und die Bereiche zwischen den Disziplinen werden dabei ausgefüllt. Diese Form der Wissenschaft ist für die interdisziplinäre Forschung kennzeichnend. Die letzte Grafik stellt den transdisziplinären Ansatz von Ecological Economics dar. Die disziplinären Grenzen verschwimmen vollkommen und im Vordergrund steht die Integration der Wissenschaften, wobei der Fokus auf der Lösung eines oder mehrerer übergeordneter Probleme liegt, welche aufgrund ihrer Charakteristik nicht nur mit den Paradigmen einer Wissenschaft zu lösen sind (z.B.: Klimawandel, saurer Regen, Eutrophierung von Gewässern usw.). Die transdisziplinäre Forschung von Ecological Economics versteht sich als Ergänzung zu den bestehenden Disziplinen und nicht als Alternative (COSTANZA et al. 2001).

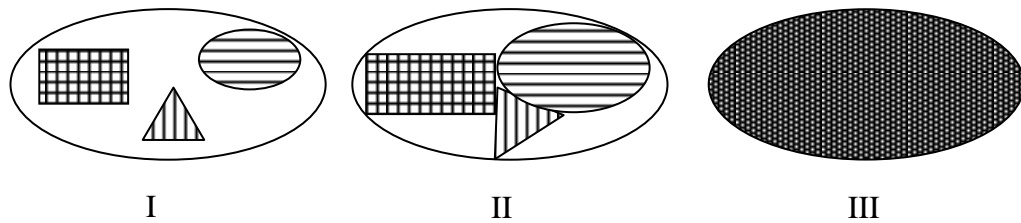


Abbildung 1: Drei Formen der Wissenschaft: I stellt die disziplinäre Sichtweise. II die interdisziplinäre Sichtweise und III die transdisziplinäre Sichtweise (wie Ecological Economics sie verfolgt) auf der intellektuellen Landkarte der Wissenschaft dar (Grafik durch Autor erstellt nach COSTANZA et al. 2001)

MAX-NEEF (2005) führt in seinen Ausführungen zur Entstehung der Transdisziplinarität an, dass transdisziplinäre Forschung das Resultat der Interaktionen unterschiedlicher hierarchischer Ebenen der Wissenschaft sei (empirische Ebene, pragmatische Ebene, normative Ebene und Werteebene). Diese Ebenen können in Form einer Pyramide abstrahiert werden, wobei sich die Basis dieser Pyramide durch Disziplinen, wie zum Beispiel Mathematik, Physik, Ökologie, Ökonomie, Soziologie, also die empirische Ebene, ausbildet. Diese Ebene widmet sich der Frage: *"Was existiert?"* und ist somit mit der Deskription natürlicher und anthropogener Systeme beschäftigt. Die nächste Ebene ist die pragmatische Ebene, welche gekennzeichnet ist durch anwendungsorientierte Disziplinen wie Ingenieurwissenschaften, Architektur, Landwirtschaft etc. Die Ergebnisse aus der empirischen Ebene werden in der pragmatischen Ebene, sofern möglich, umgesetzt. *"Was können wir umsetzen?"*, lautet somit die Leitfrage dieser Ebene. Die normative Ebene widmet sich der Frage: *"Was wollen wir machen?"*, wobei diese weitestgehend über Politik, Gesetze und das Gesellschaftssystem geklärt wird. Die Spitze der Pyramide und damit die letzte Ebene ist die Werteebene. Disziplinen wie Ethik, Philosophie oder Theologie befassen sich mit der Frage: *"Was sollen wir tun?"* bzw. *"Wie sollen wir das tun, was wir machen wollen?"* Transdisziplinarität kann demnach nur durch einen holistischen Ansatz, welcher all diese Ebenen miteinander vernetzt, umgesetzt werden, da die traditionellen Wissenschaften aufgrund der ihnen auferlegten Grenzen im Hinblick auf den Nachhaltigkeitsdiskurs keine ausreichenden Lösungsoptionen bieten können. Ecological Economics ist eine Wissenschaft, welche über einen problemorientierten Fokus der Forschung versucht, unterschiedliche Disziplinen miteinander zu verknüpfen und damit dem Anspruch der Transdisziplinarität gerecht zu werden. Demnach kann Ecological Economics als eine neue Form der Wissenschaft

angesehen werden. Diese Wissenschaftsform gilt es in der vorliegenden Arbeit anhand eines Ko-Autorennetzwerks mit den Mitteln der sozialen Netzwerkanalyse zu untersuchen.

1.4 Theorie der Netzwerke

Netzwerkkonzepte finden in unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen ihre Anwendung. In der Ökologie können Nahrungsnetzwerke, in der Wirtschaft werden unter anderen Handelsnetzwerke oder Unternehmensnetzwerke, in den Politikwissenschaften werden zum Beispiel Politiknetzwerke und Machtnetzwerke damit operationalisiert. Die Netzwerkanalyse, also die Untersuchung von Netzwerken, ist einerseits ein statistisches Instrumentarium und andererseits bietet es ein theoretisches Fundament zur Interpretation der Netzwerke selbst, wobei im Zentrum der Analyse nicht die Merkmale der Individuen, sondern deren relationalen Merkmale stehen. Denn die Akteure eines Netzwerks sind in ein Geflecht von Beziehungen eingebettet, welches ihnen damit soziales Kapital verschafft (JANSEN, 2006). Das soziale Kapital eines Akteurs erweitert wiederum dessen Handlungsmöglichkeiten. Im folgenden Kapitel wird näher auf das soziale Kapital eingegangen.

Mathematisch gesehen besteht ein Netzwerk aus einem abgegrenzten Set aus Knoten oder Akteuren bzw. aus einem abgegrenzten Set aus Beziehungen. Autorennetzwerke, wie sie in dieser Arbeit untersucht werden, sind Netzwerke aus Autoren, welche miteinander einen oder mehrere wissenschaftliche Artikel publiziert haben.

1.4.1 Soziales Kapital in Netzwerken

Die Beziehungen, welche ein Akteur im Netzwerk innehat, stellen sein soziales Kapital dar. Dieser strukturelle Charakter von Sozialkapital bedingt, dass der Prozess seiner Produktion oft nicht bewusst stattfindet. Sozialkapital wird zumeist beiläufig neben anderen Handlungen erzeugt. Das hat einerseits den Vorteil, dass keine Zusatzkosten entstehen, aber auch den Nachteil, dass es nicht gezielt und erzwungenermaßen hergestellt werden kann.

Der Begriff des Sozialkapitals geht zurück auf PIERRE BOURDIEU (1983). Er hat in seinen Arbeiten untersucht, inwieweit sich soziale Ungleichheiten aufgrund unterschiedlicher Verteilung sozialen Kapitals entwickeln. Bei Bourdieu war das soziale Kapital konzeptuell noch nicht in der Netzwerkanalyse implementiert, vielmehr wurde es

erst durch Netzwerktheoretiker weiter ausformuliert und in den Jargon der Netzwerkanalyse aufgenommen (JANSEN, 2006). Im Sinne der Netzwerkanalyse hat ein Akteur durch sein soziales Kapital die Möglichkeit zur Koordination, Akkumulation, Mobilisation und Transmission der in den Beziehungen implementierten physischen bzw. nicht physischen Ressourcen. Ein triviales Beispiel, welches in der Literatur zur Illustration verwendet wird, ist die Arbeitssuche am Arbeitsmarkt. Der Arbeitssuchende kann die Chancen, eine Arbeit zu finden, durch die Mobilisierung seines sozialen Kapitals erhöhen. Er wird sich in seinem Egonetzwerk⁵ über potentiell freie Stellen informieren. Er erhält damit Informationen (nichtphysische Ressourcen), welche es ihm ermöglichen, seine Arbeitssuche zu optimieren. Ein weiteres Beispiel ist die Koordination des sozialen Kapitals eines Akteurs, um Handlungsabsichten anderer Akteure in Richtung einer gewünschten kollektiven Aktion zu manövrieren. In einem unternehmerischen Kontext kann sich das beispielsweise in Form eines erhöhten Profites manifestieren.

1.4.2 Ko-Autorennetzwerke als Wissenschaftsnetzwerke

Die Struktur eines Ko-Autorennetzwerks oder - allgemein formuliert - eines Wissenschaftsnetzwerks offenbart viele interessante Dinge über die wissenschaftliche Gesellschaft. NEWMAN (2004) schreibt Folgendes über Ko-Autorennetzwerke:

„The coauthorship network is as much a network depicting academic society as it is a network depicting the structure of our knowledge.“

Ko-Autorennetzwerke bieten die Möglichkeit, hinter die „Kulissen“ zu blicken und die wissenschaftliche Gesellschaft, welche laut NEWMAN gleichzusetzen mit unserem Wissen ist, auf einer Metaebene zu untersuchen. Die Beziehungen in einem Ko-Autorennetzwerk, welche die gemeinsame Verfassung einer Publikation darstellt, können als Kanäle für Wissenstransfer abstrahiert werden. Die Erstellung eines wissenschaftlichen Artikels setzt intensive Zusammenarbeit, Kommunikation und Auseinandersetzung mit der zu untersuchenden Materie voraus, wobei das Resultat dieses Prozesses in Form eines wissenschaftlichen Artikels veröffentlicht wird. Dieser Artikel enthält das aufgearbeitete und akkumulierte Wissen und trägt damit einerseits zum kollektiven Wissenstand bei und andererseits kann darauf weiter aufgebaut werden. In diesem Sinne hat Newman mit seiner Aussage Recht, dass Ko-Autorennetzwerke ein Abbild unseres Wissens sind. Des Weiteren unterliegt die wissenschaftliche Gesellschaft dem externen Druck, sei er universitär,

⁵ Als Egonetzwerk versteht sich ein Netzwerk, welches von einem Individuum, dem Ego, ausgeht.

industriell oder politisch bedingt, möglichst viele wissenschaftliche Artikel zu verfassen und diese in namhaften Journalen zu publizieren. Wissenschaftler, die viele und unter Umständen auch noch oft zitierte Publikationen verfasst haben, genießen eine hohe Reputation in ihrem sozialen Umfeld.

Im Idealfall unterliegt die Wahl eines oder mehrerer Ko-Autoren der Intention, eine wissenschaftliche Problemstellung adäquat aufzuarbeiten und wenn möglich zu lösen. Ein Autor wählt nicht beliebige Ko-Autoren aus, sondern wählt diejenigen aus, welche für die Beantwortung der jeweiligen Forschungsfrage aufgrund ihres Wissens am kompetentesten sind. Voraussetzungen für die Wahl eines Ko-Autors könnten folgende sein:

- fachliche Kompetenz
- Bekanntschaft (Kongresse, Besuch derselben Universität usw.)
- Sympathie
- geographische Distanz
- bisherige Erfahrungen miteinander

1.4.3 Operationalisierung sozialen Kapitals in Ko-Autorennetzwerken

Wie bereits erwähnt gibt es zwei Arten von Ressourcen, die soziales Kapital in Netzwerken vermitteln können, einerseits materielle und andererseits immaterielle Ressourcen. Im Folgenden werden nur die immateriellen Ressourcen näher betrachtet. Der Grund hierfür liegt darin, dass in Ko-Autorennetzwerken nur immaterielle Ressourcen in Form von Informationen, Wissen und Anerkennung vermittelt werden.

1.4.3.1 Soziales Kapital in Form von Informationen und Informationskanälen

Informationskanäle und die darin vermittelten Informationen (z.B. Wissen) sind ein wesentlicher Aspekt sozialen Kapitals. Darauf hat vor allem GRANOVETTER (1973) hingewiesen. Er etablierte die These über die Stärke der schwachen Beziehungen. Diese These implementiert zwei Prämissen. Die erste ist die Annahme darüber, dass, je stärker zwei Akteure miteinander in Beziehung stehen, es desto wahrscheinlicher ist, dass sich ihre sozialen Welten überlappen. Die zweite Prämisse hat damit zu tun, dass Akteure, welche über ihre Maklerposition unterschiedliche Gruppen oder Cliques miteinander verbinden, potentielle Quellen für neue Ideen darstellen. Dahinter verbirgt sich die Annahme, dass eine überbrückende Beziehung eher dazu führt, dass neue Informationen, welche noch nicht in den einzelnen Gruppen kursieren, zwischen diesen diffundieren können. Somit

postulierte GRANOVETTER, dass starke Beziehungen alleine eher unwahrscheinlich zu neuen Informationen führen. Vielmehr eröffnen sich mehr Möglichkeiten all jenen Akteuren, die in einer Gesellschaft so positioniert sind, dass sie Informationen rasch aus vielen verschiedenen Quellen akkumulieren. Diese These lässt sich auch auf die zuvor genannten Informationskanäle ummünzen. Schlägt ein Autor über seine Position im Netzwerk Brücken zwischen unterschiedlichen Gruppen, so führt dies einerseits zur Vernetzung dieser Gruppen untereinander und andererseits kann neues Wissen über diesen Akteur in andere Bereiche des Netzwerks diffundieren. Informationskanäle bilden im Ko-Autorennetzwerk somit das Gerüst für Forschung, Entwicklung und Innovationen.

1.4.3.2 Soziales Kapital in Form von Anerkennung/Akzeptanz

Neben den Informationen, die das soziale Kapital in Ko-Autorennetzwerken vermittelt, ist auch die Anerkennung bzw. das Vertrauen ein wichtiger Aspekt. Die Manifestation der Anerkennung lässt sich über die Anzahl der direkten Beziehungen, dem Degree⁶, die ein Autor zu allen anderen hat, messen. War ein Autor in seiner wissenschaftlichen Laufbahn der Ko-Autor von vielen anderen Autoren, so lässt sich schlussfolgern, dass dieser Autor ein hohes Ansehen in der wissenschaftlichen Gesellschaft genießt. Solche Positionen im Netzwerk, die aufgrund ihrer Vielzahl an Beziehungen ein hohes Ansehen genießen, haben auch einen Einfluss auf die Netzwerkstruktur selbst. Dieser Mechanismus wurde bereits von MERTON (1968) und JANSEN (2006) erkannt. Denn der Zuwachs an Beziehungen, die ein Autor hat, erfolgt nicht zufällig, sondern folgt vielmehr dem von MERTON so genannten „Matthäuseffekt“ bzw. dem von JANSEN so genannten „preferential attachment“. Dieses Phänomen besagt, dass Akteure, welche bereits viele Beziehungen haben, oder Autoren, die schon mit vielen anderen Autoren ko-publiziert haben, eher als Ko-Autoren ausgewählt werden. Hierbei trifft das Motto „Wer viel hat, bekommt noch mehr!“ zu. Dieser Mechanismus führt in weiterer Folge zur Stratifizierung der Akteure, da Netzwerkpositionen, die hohe Zentralitäten aufweisen, positive Kooperationsangebote anderer Akteure bekommen. Diese Positionen in einer Netzwerkstruktur bekommen einen Informations- und Signalwert eigener Art und das kann in weiterer Folge dazu führen, dass Such- und Verhandlungskosten gesenkt werden. Des Weiteren übernehmen Akteure mit herausragender Netzwerkposition oft Koordinationsaufgaben und Führungspositionen (JANSEN, 2007).

⁶ Die Operationalisierung der Anerkennung erfolgt über die auf Betweenness basierender Zentralität (vgl. Kapitel 2.1.12)

1.5 Forschungsfragen und Ziel der Arbeit

Die Intention, diese Arbeit zu verfassen, bestand in einem persönlichen Bedürfnis, das neue und in ihrer Beliebtheit steigende Forschungsfeld Ecological Economics mit den Mitteln der Netzwerkanalyse zu untersuchen. Das zu untersuchende Ko-Autorennetzwerk ermöglicht es, einen Blick auf die Kollaborationsstrukturen innerhalb des Forschungsfeldes zu werfen. Diese Kollaborationsstrukturen entstehen aufgrund von Ko-Autorenschaft an wissenschaftlichen Publikationen, welche im Journal Ecological Economics im Zeitraum von 1994-2009 veröffentlicht wurden. Die intensive Auseinandersetzung zweier oder mehr Autoren an einer Forschungsfrage führt im Laufe des Forschungsprozesses zu neuen Erkenntnissen. Dieser Prozess wird in Form eines Kollaborationsnetzwerks bzw. eines Ko-Autorennetzwerks abstrahiert. NEWMAN (2004) betonte, dass Ko-Autorennetzwerke einerseits ein Abbild der wissenschaftlichen Gesellschaft sind und andererseits das Wissen einer Forschungsrichtung darstellen.

Die über die Ko-Autorenanalyse erhaltenen Erkenntnisse können dazu beitragen, einen selbstreflektierenden Blick auf die Disziplin zu werfen, und darauf aufbauend ist es möglich, weitere Maßnahmen zu setzen. Als Beispiel könnten die zentralsten Autoren zusammen ein Symposium oder eine Konferenz initiieren, da sie den besten „Draht“ zu allen anderen haben. Des Weiteren können Maßnahmen getroffen werden, die Brücken zwischen isolierten Autoren schaffen, wie zum Beispiel die verstärkte Vernetzung von Autoren aus unterschiedlichen Nationen. Zweifelsohne gibt es Autoren im Netzwerk, welche eine Brücke zwischen zwei oder mehr Nationen schlagen, was von Vorteil ist, wenn es darum geht, die neuen Paradigmen nicht nur auf einem Kontinent zu publizieren, sondern diese auch global weiterzureichen und in letzter Instanz an Institutionen wissenschaftlicher Einrichtungen zu lehren. Dabei sind vor allem Autoren an Positionen wichtig, welche eben die genannten Schlüsselpositionen innehaben.

Die expliziten Forschungsfragen lauten folgendermaßen:

1. Die Frage nach der Makrostruktur:

Wie sieht die Vernetzung der Autoren des Journals "Ecological Economics" im Zeitraum von 1994-2009 aus? Hierbei stellt sich die Frage nach der Makrostruktur und der Kohärenz des Netzwerks und danach, ob es gewisse „hot spots“ von Ko-Autorenschaften gibt. Des Weiteren sollen die durchschnittlichen Raten der Partizipation berechnet werden, um einen Blick auf den Publikationsstatus zu ermöglichen. Wird tendenziell alleine publiziert oder werden Kollaborationen „bevorzugt“?

2. Die Frage nach den Schlüsselautoren:

Welche Schlüsselautoren lassen sich im Hinblick auf netzwerkanalytische Maßzahlen identifizieren und spielten diese Autoren auch eine wesentliche Rolle in der Entstehung des Netzwerks (netzerweiternde Tätigkeit der Autoren)? Falls es mehrere zentrale Autoren gibt, stellt sich weiters die Frage, ob diese Autoren auch untereinander vernetzt sind.

3. Die Frage nach den starken Dyaden:

Gibt es Ko-Autorenschaften, die im Vergleich zu den anderen stabiler sind (Autoren, die öfter als einmal miteinander publiziert haben), und haben diese Kollaborationen eine strategisch wichtige Position im gesamten Netzwerk? Treten diese starken Dyaden nach einem bestimmten Muster auf; d.h., sind sie von der geographischen Lage der Autoren zueinander abhängig? Wie sieht die institutionelle Vernetzung der Autoren aus (auch Länder)? Welche Länder dominieren?

4. Die Frage nach der zeitlichen Entwicklung:

Wie hat sich das Netzwerk über die Zeit entwickelt und gibt es einen Zusammenhang mit den Schlüsselautoren?

5. Die Frage nach der Stabilität des Netzwerks:

Wie verhält sich das Netzwerk gegen die Entnahme von Schlüsselautoren? Zerfällt das Netzwerk durch deren Entnahme in mehrere Komponenten?

2 Methodik

2.1 Soziale Netzwerkanalyse als analytisches Werkzeug

2.1.1 Die Definition eines Netzwerks

Graphentheoretisch⁷ lässt sich ein Netzwerk als ein Set von Akteuren oder Knoten N (engl. für nodes) und einem zweiten Set an Linien oder Beziehungen L (engl. für lines) darstellen (JANSEN 2006). Demnach ergibt sich für einen Graphen G folgende Definition:

$$G = (N, L)$$

Das Set N setzt sich wiederum aus g Akteuren zusammen, somit gilt für $N = \{n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, \dots, n_g\}$. Angenommen zwischen den Akteuren aus der Menge N können nur dichotome (d.h. Beziehung vorhanden oder nicht vorhanden) Beziehungen bestehen. Dann ergibt sich für ein Akteurspaar (n_i, n_j) aus dem Set N , dass n_i mit n_j entweder eine Beziehung hegt oder nicht. Falls eine Beziehung existiert, dann ist diese ein Element aus der Menge der Linien oder Beziehungen L . Die beiden Akteure werden dann als adjazent bezeichnet (WASSERMANN & FAUST 2009). Da zunächst von einer ungerichteten Beziehung ausgegangen wird, steht n_j auch zu Akteur n_i in Beziehung. Die Ordnung des Akteurspaares spielt bei ungerichteten Beziehungen keine Rolle und wird deshalb als ungeordnetes Akteurspaar bezeichnet. Die Beziehung von (n_i, n_j) ist die gleiche wie (n_j, n_i) . Analog zum Set N , welches aus g Akteuren besteht, lässt sich das Set L als eine Menge von l_k vorhandenen Beziehungen zwischen jeweils zwei Akteuren charakterisieren und als Menge $L = \{l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, \dots, l_k\}$ darstellen. Die maximale Anzahl an Beziehungen in einem ungerichteten Graphen bzw. Netzwerk ergibt sich über $g(g-1)/2$ (WASSERMANN & FAUST 2009). Der Dividend zwei ergibt sich aus der eben genannten Tatsache, da es sich um ungeordnete Akteurspaare handelt.

2.1.2 Ungerichtete Netzwerke:

Ungerichtete Netzwerke sind die rudimentärsten Netzwerke. In ihnen gibt es nur ungeordnete Paare an Beziehungen. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für einen ungerichteten Graphen bzw. ein ungerichtetes Netzwerk bestehend aus $g = 6$ Akteuren bzw. einem Set an Knoten $N = \{n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6\}$ und einem Set an Beziehungen $L = \{l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, \dots, l_{15}\}$, welche sich jeweils zwischen zwei Akteuren ausbilden.

⁷ Graphentheorie ist ein Teilbereich der Mathematik. Graphen werden als Modelle für soziale Netzwerke herangezogen.

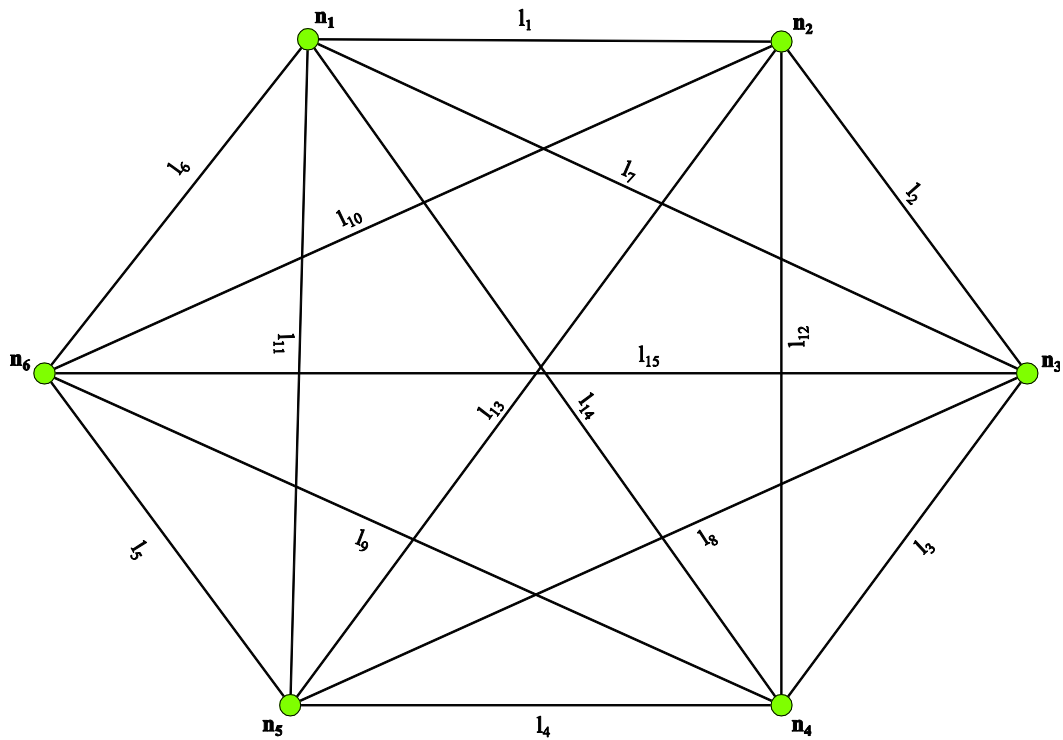


Abbildung 2: Beispiel zur Illustration der graphischen Darstellung eines Netzwerks bestehend aus $g=6$ Akteuren und $L=15$ Beziehungen.

Dieses Beispiel zeigt einen Graphen, in dem die maximal mögliche Anzahl von Beziehungen, mit $L=15$, verwirklicht ist. Solche Graphen werden als komplett oder vollständig bezeichnet (JANSEN, 2006). Die Beziehung l_1 ist als ungeordnetes Paar zwischen den Knoten (n_1, n_2) verwirklicht, die Beziehung l_2 ist als ungeordnetes Paar zwischen den Knoten (n_2, n_3) verwirklicht, die Beziehung l_3 ist als ungeordnetes Paar zwischen den Knoten (n_3, n_4) verwirklicht und so weiter. Da es sich in diesem Beispiel um einen ungerichteten Graphen handelt, sind die Beziehungen zwischen jeweils zwei Akteuren ungerichtet. Das ungeordnete Akteurspaar (n_3, n_4) stellt dieselbe Beziehung dar wie das ungeordnete Akteurspaar (n_4, n_3) . Im Gegenteil zu ungerichteten Graphen hängen die Beziehungen in gerichteten Netzwerken sehr wohl davon ab, welcher Akteur der "Sender" bzw. "Empfänger" einer Beziehung ist.

2.1.3 Gerichtete Netzwerke

In gerichteten Netzwerken wird das Akteurspaar (n_i, n_j) als geordnetes Paar bezeichnet. Wenn das geordnete Paar (n_i, n_j) im Set L vertreten ist, so bedeutet dies, dass eine gerichtete Beziehung von Akteur n_i zum Akteur n_j besteht. Dies muss aber nicht

zwangsläufig für die Beziehung von n_j zu n_i gelten, da es sich hierbei um ein anderes geordnetes Paar handelt (JANSEN 2006). Gerichtete Beziehungen werden graphisch als Pfeile dargestellt. Diese können unidirektional oder aber bidirektional sein. Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 3 dargestellt, welche zugleich die kleinste mögliche Einheit, auch Dyaden genannt, eines Graphen illustriert. Dyaden bestehen aus nur zwei miteinander in Beziehung stehenden Akteuren. Links in der Abbildung ist ein unidirektionaler Graph dargestellt, welcher aus dem geordneten Akteurspaar (n_1, n_2) besteht. Zwischen diesen beiden Akteuren besteht eine gerichtete Beziehung l_1 , die als geordnetes Paar $(n_1 \rightarrow n_2)$ dargestellt werden kann und demnach auch als solche im Set L aufzufinden ist.

Beispielhaft kann man davon ausgehen, dass Akteur n_1 eine E-Mail an Akteur n_2 schickt, wobei diese unbeantwortet bleibt (keine gerichtete Beziehung von $(n_2 \rightarrow n_1)$). Analog dazu ist rechts eine bidirektionale Dyade dargestellt. Hier ist sowohl das geordnete Paar $(n_1 \rightarrow n_2)$ also auch das geordnete Paar $(n_2 \rightarrow n_1)$ im Set L vorhanden. In gerichteten Netzwerken ergibt sich eine maximal mögliche Anzahl an Beziehungen über $g(g-1)$, da pro Akteurspaar zwei mögliche Beziehungen bestehen, indem jeder der beiden Akteure sowohl "Sender" als auch "Empfänger" einer Beziehung sein kann.



Abbildung 3: Beispielnetzwerke zur Illustration gerichteter Beziehungen

2.1.4 Die Intensität von Beziehungen in bewerteten Netzwerken

Die graphische Darstellung von Netzwerken erlaubt es auch, die Intensität von Beziehungen zu registrieren. Solche Graphen werden als bewertete Graphen bezeichnet und können sowohl bei gerichteten als auch ungerichteten Beziehungen auftreten.

Abbildung 4 zeigt ein Beispiel für einen gerichteten und bewerteten Graphen mit $g = 4$ Akteuren (n_1 bis n_4) und einer Anzahl von $L = 10$ Beziehungen von maximal 12 möglichen. Die Intensität einer Beziehung wird über die Ziffer bzw. über die Dicke der Linie graphisch dargestellt.

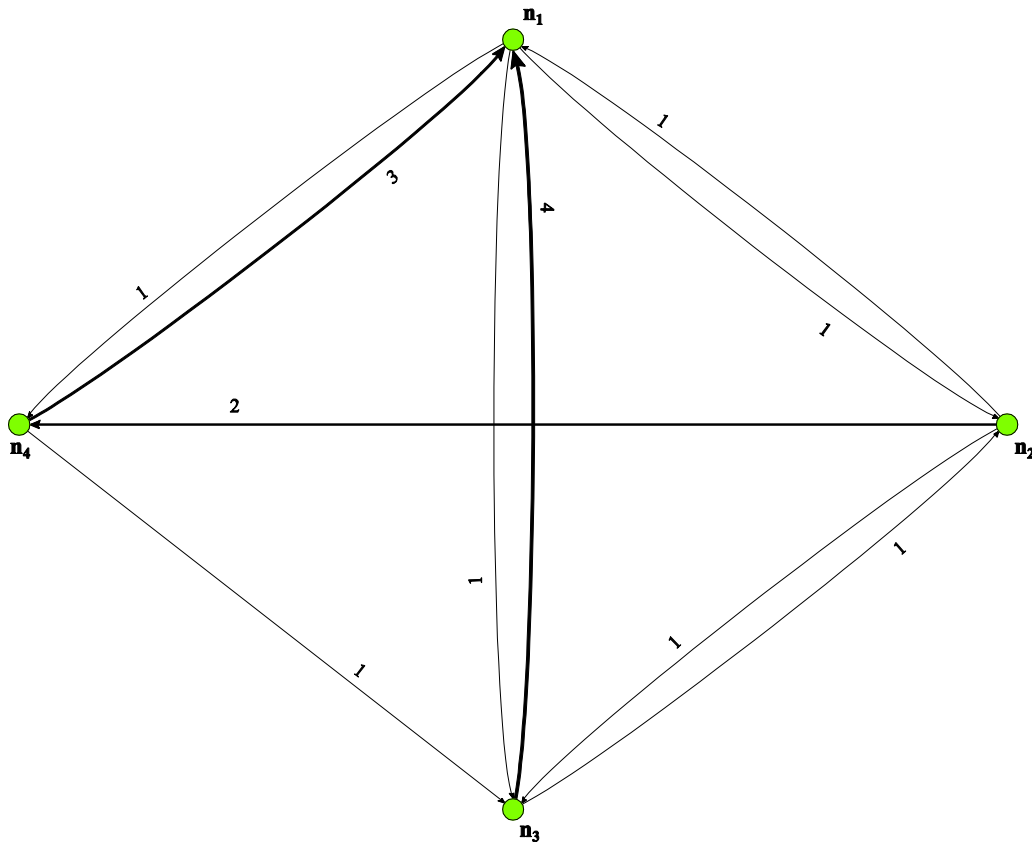


Abbildung 4: Beispielnetzwerk eines bewerteten und gerichteten Graphen. Die Ziffern auf den Beziehungen stellen den Wert der Beziehung dar.

Anhand des vorhin genannten E-Mail-Beispiels lässt sich der Graph gut beschreiben, wobei die Anzahl der empfangenen bzw. gesendeten E-Mails die Intensität der Beziehung zwischen zwei Akteuren darstellt. Akteur n_1 erhält von Akteur n_3 vier E-Mails. Er schreibt diesem jedoch nur eine E-Mail. Auch der Akteur n_4 schickt insgesamt drei E-Mails an n_1 und so weiter. Angenommen in diesem Beispiel handelt es sich um den innerbetrieblichen E-Mail-Verkehr bezogen auf ein Projekt oder Vorhaben, so lässt sich feststellen, dass der Akteur n_1 eine zentrale Rolle spielt. Er erhält in Summe acht E-Mails, während er insgesamt drei aussendet. Der Akteur n_1 scheint demnach eine wichtige Position im Hinblick auf die Koordinierung bzw. das Voranschreiten des Projektes zu haben. Die Summe der E-Mails, die Akteur n_1 erhält bzw. aussendet, entspricht zwei wichtigen Zentralitätsmaßzahlen des Akteurs, welche in Kapitel 2.1.9 näher behandelt werden. Bewertete Netzwerke erlauben es, Beziehungen, welche eine höhere Intensität im Vergleich zu den restlichen Beziehungen aufweisen, zu finden und in weiterer Folge zu isolieren. Dieser Schritt ist relevant, wenn ein Netzwerk sehr groß ist und es notwendig wird, das Netzwerk für weitere Analysen zu "vereinfachen".

2.1.5 Der Modus eines Netzwerks

Die bisherige Darstellung von Graphen und Netzwerken ist davon ausgegangen, dass die Akteure aus dem Set N von ihrer Art her alle gleich sind (ein Modus an Akteuren). Netzwerke, in denen kein Unterschied zwischen der Art der Akteure besteht, werden one-Mode Netzwerke genannt. Dem gegenüber können Netzwerke aber auch als so genannte two-Mode Netzwerke oder Affiliationsnetzwerke definiert werden (WASSERMANN & FAUST, 2009). Hierbei handelt es sich um Netzwerke, in denen das Set N aus zwei unterschiedlichen Arten von Akteuren besteht (2 Modi an Akteuren). Das erste Set wird wie bisher als Set an Akteuren bezeichnet, wobei das zweite als Set an "Events" bezeichnet wird. Diese "Events" können zum Beispiel Kongresse, Organisationen, Publikationen, Firmen und so weiter darstellen. Formal bedeutet das, dass sich das Set N aus g Akteuren und aus h Events zusammensetzt. Die Beziehungen in solchen Netzwerken sind als Affiliation von einem Akteur zu einem Event definiert und können deshalb nur von den Akteuren zu den Events weisen und nicht wie bisher von Akteur zu Akteur (WASSERMANN & FAUST, 2009). Das Beispiel aus Abbildung 11 illustriert ein solches two-Mode Netzwerk, welches, wie später in den Ergebnissen zu sehen sein wird, die Basis für das Ko-Autorennetzwerk sein wird. Dieses two-Mode Netzwerk setzt sich aus $g = 10$ Akteuren oder Autoren und $h = 5$ Events oder Publikationen zusammen. Die gerichteten Beziehungen bezeichnen die Beteiligung eines Autors an der Erstellung einer Publikation. Es kann festgestellt werden, dass zwei Autoren nur indirekt über eine Publikation miteinander in Beziehung stehen können. Die Darstellung von two-Mode Netzwerken erlaubt die Berechnung der mittleren Rate der Partizipation und ist zudem auch noch insofern flexibel, als sie es ermöglicht, das entsprechende two-Mode Netzwerk auch in ein bewertetes one-Mode Netzwerk zu transformieren, welches entweder nur aus Akteuren oder nur aus Events besteht. Je nachdem, welches one-Mode Netzwerk vorliegt, ändert sich auch die Qualität der Beziehung. Im Falle eines one-Mode Netzwerks, bestehend aus Akteuren, kennzeichnen die Beziehungen die Anzahl an Events, die ein Akteurspaar gemeinsam "besucht" hat. Handelt es sich um ein one-Mode Netzwerk, welches nur aus den Events besteht, so ist eine Beziehung erst dann vorhanden, wenn ein und derselbe Akteur an zwei Events teilgenommen hat.

2.1.5.1 Die mittlere Rate der Partizipation

Two-Mode Netzwerke bzw. Affiliationsnetzwerke erlauben es, die mittlere Rate der Partizipation zu berechnen. Sie entspricht der durchschnittlichen Anzahl an Akteuren/Events bzw. die durchschnittliche Anzahl an Events/Akteuren. Sie berechnet sich aus der Summe der Anzahl der Akteure, die an einem, zwei, drei usw. Events teilgenommen haben, multipliziert mit der dazugehörigen Anzahl an Events, an denen ein, zwei, drei und so weiter Akteure teilgenommen haben. Je nachdem, ob die mittlere Rate der Partizipation der Akteure/Events oder die Events/Akteure berechnet werden soll, ist der Dividend im ersten Fall die Gesamtanzahl aller Events oder im zweiten Fall die Gesamtanzahl aller Akteure im Netzwerk (WASSERMANN & FAUST, 2009). Die formale Darstellung zur Berechnung der mittleren Rate der Partizipation ist im Ergebnisteil angeführt, da zur Berechnung noch ein Zwischenschritt notwendig ist, welcher im Ergebnisteil genauer beschrieben wird.

2.1.6 Wege und Pfade in Netzwerken

Ein Weg (engl. walk) in einem Netzwerk beschreibt eine Verbindung von Akteur n_i zu Akteur n_j über eine oder mehrere Beziehungen hinweg, wobei Akteure und Beziehungen hierbei auch öfter als einmal „begangen“ werden dürfen, bis der Akteur n_j erreicht ist. Das Konzept des Pfades (engl. path) ist hierbei restriktiver. Es beschreibt die Abfolge von Beziehungen, die notwendig ist, um vom Knoten n_i zum Knoten n_j zu gelangen, ohne dass dabei ein Akteur oder eine Beziehung öfter als einmal begangen wird. Die Länge der Pfade gibt Auskunft darüber, ob ein Akteur in seinem Informations- und Ressourcennetzwerk nur auf lokale Quellen zurückgreifen kann oder ob er auch weiter entfernte Quellen nutzen kann (JANSEN, 2006). Pfadlängen, die besonders lang sind, beinhalten das Risiko, dass sich Informationen oder Ressourcen auf ihrem Weg verfälschen. Der kürzeste Pfad zwischen zwei Akteuren wird als geodesic bezeichnet und findet in vielen netzwerkanalytischen Verfahren seine Anwendung (z.B.: betweenness-basierte Zentralität).

2.1.7 Komponenten in Netzwerken

Komponenten sind ein Konzept, welches auf der Verbundenheit von Netzwerken beruht. Ist ein Netzwerk nicht verbunden, d.h., dass der Akteur n_i den Akteur n_j über einen Weg oder Pfad nicht erreichen kann, so zerfällt das Netzwerk in so genannte Komponenten. Die einzelnen Komponenten sind voneinander isoliert, wobei innerhalb einer Komponente zumindest indirekt jeder jeden erreichen kann (JANSEN, 2006).

2.1.8 Wichtige analytische Maßzahlen sozialer Netzwerke

2.1.8.1 Dichte in Netzwerken

Die Dichte eines Netzwerks ist ein Merkmal zur Charakterisierung des Gesamtnetzwerkes. Sie beschreibt die Proportion aus der Anzahl an realisierten Beziehungen zur Anzahl der theoretisch möglichen Beziehungen (JANSEN, 2006). Ein Netzwerk hat eine maximale Dichte von eins, wenn alle möglichen Beziehungen zwischen den Akteuren vorhanden sind, und einen Minimalwert von null, wenn keine einzige Beziehung vorhanden ist. Die Dichte wird auch oft als Prozentsatz angegeben. Das theoretische Konzept hinter der Dichte in Netzwerken ist die Kohäsion. Mehr Beziehungen zwischen den Akteuren im Netzwerk resultieren in einer dichteren Gesamtstruktur. Die Kohäsion im Netzwerk ist demnach höher (DE NOOY, MRVAR & BATAGELJ, 2005). Die Berechnung der Dichte in one-Mode Netzwerken erfolgt wie in Gleichung 1 dargestellt (nach WASSERMANN & FAUST 2009):

Gleichung 1

$$\Delta = \frac{2L}{g(g-1)}$$

wobei:

Δ = Dichte des Netzwerks

L = Anzahl der vorhandenen Beziehungen im Netzwerk

g = Anzahl der vorhandenen Akteure im Netzwerk

Etwas anders berechnet sich die Dichte für two-Mode Netzwerken, da diese Netzwerke die Eigenschaft haben, dass sie aus zwei unterschiedlichen Arten von Knoten (Akteure & Events) bestehen. Ferner gilt in two-Mode Netzwerken die Restriktion, dass Beziehungen unter Knoten, welche demselben Modus zuzuordnen sind, nicht existieren dürfen.

Gleichung 1.1 zeigt die Berechnung der Dichte in two-Mode Netzwerken (nach WASSERMANN & FAUST 2009):

Gleichung 1.1

$$\Delta = \frac{L}{g * h}$$

wobei:

Δ = Dichte des Netzwerks

L = Anzahl der vorhandenen Beziehungen im Netzwerk

g = Anzahl der Akteure

h = Anzahl der Events

Aus der Berechnung der Dichte ergibt sich eine wesentliche Konsequenz für große Netzwerke (mehr als 100 Knoten), denn die Dichte ist umgekehrt proportional zur Netzwerkgröße. Für große Netzwerke bedeutet dies, dass sie generell eine geringere Dichte als verhältnismäßig kleine Netzwerke aufweisen, weil die Anzahl an möglichen Beziehungen rapide mit der Anzahl an Knoten ansteigt, wohingegen die Anzahl an Beziehungen, die ein Akteur verwalten kann, limitiert ist. Für das zu untersuchende Ko-Autorennetzwerk ist aufgrund seiner Größe ebenfalls eine geringe Dichte zu erwarten

2.1.8.2 Der Degree eines Akteurs

Der Degree (dt. Grad) $d(n_i)$ eines Akteurs oder Knotens im Netzwerk ist eine wichtige und informative Maßzahl, welche die Zahl der Beziehungen quantifiziert, die von benachbarten Knoten zu dem Knoten n_i führen (WASSERMANN & FAUST, 2009). Abbildung 5 zeigt ein Beispielnetzwerk, welches dies illustriert. Die Degrees ergeben sich hier mit $d(n_1)=4$, $d(n_2)=3$, $d(n_3)=3$, $d(n_4)=1$, $d(n_5)=1$.

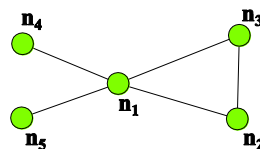


Abbildung 5: Beispielnetzwerk zur Illustration des Degrees von Akteuren

Der Degree eines Akteurs reicht von einem Minimum von $d(n_i)=0$, wenn dieser mit keinem der benachbarten Akteure in Beziehung steht, bis zu einem Maximum von $d(n_i)=$

$g-1$, wenn alle möglichen Beziehungen zu den benachbarten Akteuren vorhanden sind. Der durchschnittliche Degree der Akteure in einem Netzwerk ist ebenfalls eine informative Maßzahl und errechnet sich folgendermaßen (WASSERMANN & FAUST, 2009):

Gleichung 2:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^g d(n_i)}{g} = \frac{2L}{g}$$

wobei:

\bar{d} = durchschnittlicher Degree

L = Anzahl der vorhandenen Beziehungen

g = Anzahl der Akteure im Netzwerk

Der Degree eines Akteurs ist gleichzusetzen mit seiner "sozialen Aktivität". Ein hoher Degree bedeutet, dass der Akteur viele Beziehungen zu anderen Akteuren im Netzwerk hat und deshalb auch besser in die soziale Struktur eingebunden ist. Solch eine stärkere Eingebundenheit im Netzwerk ist insofern von Vorteil, als Akteure mit hohem Degree Ressourcen im Netzwerk mobilisieren können, Respekt und Achtung erfahren und Informationen und deren Fluss im Netzwerk beeinflussen können (JANSEN, 2006). Der Degree ist ferner eine wichtige Maßzahl, um die Zentralität eines Akteurs zu beschreiben, wie später zu sehen sein wird.

2.1.8.3 Degree in gerichteten Netzwerken

Die bisherige Beschreibung des Degrees beruht auf der Grundlage eines ungerichteten Netzwerks. Äquivalent dazu kann der Degree auch für gerichtete Netzwerke konzipiert werden. Dabei wird zwischen dem Indegree $d_I(n_i)$, also den Beziehungen, die ein Akteur von anderen erhält (Empfänger einer Beziehung), und dem Outdegree $d_O(n_i)$, den Beziehungen, die von einem Akteur zu einem anderen Akteur weisen (Sender einer Beziehung), unterschieden werden. Abbildung 6 zeigt ein Beispielnetzwerk, welches den Indegree $d_I(n_i)$ und Outdegree $d_O(n_i)$ illustriert. Die Indegrees sind hier $d_I(n_1) = 2$, $d_I(n_2) = 1$, $d_I(n_3) = 1$, $d_I(n_4) = 1$, $d_I(n_5) = 0$, $d_I(n_6) = 2$ und die Outdegrees sind $d_O(n_1) = 0$, $d_O(n_2) = 2$, $d_O(n_3) = 1$, $d_O(n_4) = 2$, $d_O(n_5) = 2$, $d_O(n_6) = 0$.

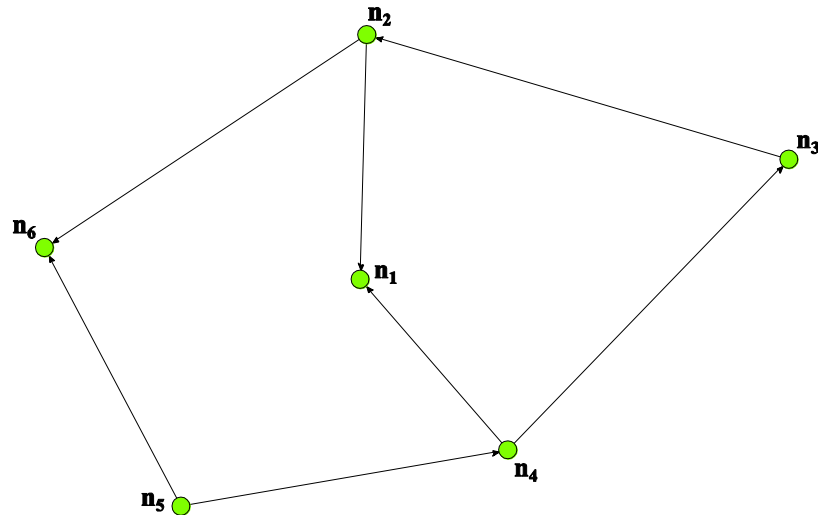


Abbildung 6: Beispielnetzwerk zur Illustration des In- und Outdegrees von Akteuren

Die Unterscheidung zwischen Indegree und Outdegree wird im Kontext des two-Mode Netzwerks relevant sein, da die Beteiligung eines Autors an einer Publikation über seinen Indegree bemessen wird. Hat ein Autor beispielsweise einen Indegree von 1, so war dieser nur an der Erstellung einer Publikation beteiligt, hat er hingegen einen Indegree von fünf, so war der Autor an der Erstellung von fünf Publikationen beteiligt.

2.1.9 Zentralität und Zentralisierung

Im Folgenden werden drei Zentralitätskonzepte in ungerichteten Netzwerken vorgestellt. Man unterscheidet hierbei einerseits Zentralitäten, welche sich auf einzelne Akteure im Netzwerk beziehen, und andererseits die Zentralisierung, welche sich auf das gesamte Netzwerk bezieht und Auskunft darüber gibt, inwieweit einer der Akteure im Vergleich zu allen anderen herausragend zentral ist. Ferner kann die Netzwerkzentralisierung als Maß für die Problemlösungskapazität einer Gruppe angesehen werden (JANSEN, 2006). Die Werte der Zentralitäten der einzelnen Akteure dienen als Basis zur Errechnung der Maßzahlen der Netzwerkzentralisierung.

Die Ermittlung der Zentralitäten dient der Identifikation von zentralen Akteuren. Das sind Akteure, die aufgrund ihrer Beziehungsstrukturen im Netzwerk als prominente Akteure zu bezeichnen sind. Nach JANSEN (2006, S. 127) sind prominente Akteure jene Akteure, die *"...Zugang zu Netzwerkressourcen, Kontrollmöglichkeiten und Informationen haben"*.

Diese zentralen Akteure erfahren von Innovationen und Informationen stets als Erste und können somit durch ihre Position auch deren Verbreitungsprozesse aktiv beeinflussen.

Im Folgenden wird hier auf die Degree-basierte Zentralität (C_D) als die einfachste Form der Zentralität, die Closenesszentralität (C_C) und die Betweennesszentralität (C_B) näher eingegangen. Aus den Zentralitäten ergeben sich auch die entsprechenden Indizes der Zentralisierung eines Netzwerks, also die Degree-basierte Zentralisierung, die Closenesszentralisierung und die Betweennesszentralisierung. Modellhaft werden diese Konzepte anhand von vier Beispielgraphen (Abb. 7) illustriert (nach JANSEN, 2006).

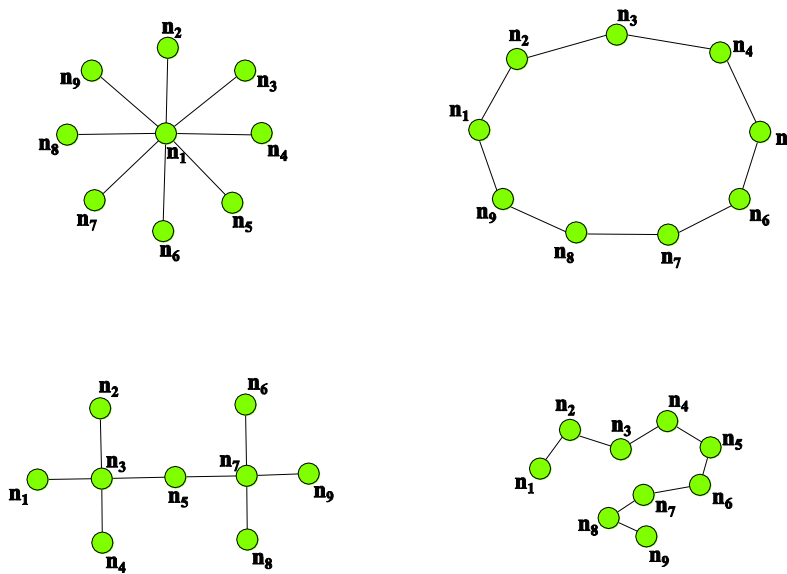


Abbildung 7: Beispielnetzwerk zur Illustration der Zentralität von Akteuren bzw. zur Zentralisierung von Netzwerken (nach JANSEN, 2006)

2.1.10 Degree-basierte Zentralität (C_D) eines Akteurs

Das einfachste Zentralitätsmaß für Akteure in einem Netzwerk oder Graphen basiert auf dem Degree. Demnach sind all jene Akteure zentral, die viele direkte Beziehungen zu anderen Akteuren im Netzwerk haben. Die Degree-basierte Zentralität eines Akteurs $C_D(n_i)$ in ungerichteten Netzwerken entspricht dem Degree $d(n_i)$ eines Akteurs (JANSEN, 2006).

Gleichung 3.1

$$C_D(n_i) = d_i$$

Um die Degreezentralität eines Akteurs zu berechnen, wird die Anzahl der direkten Beziehungen, die dieser Akteur hat, summiert. Die größtmögliche Degree-basierte Zentralität ergibt sich über $g-1$, wobei g für die Anzahl der Akteure im Netzwerk steht. Bezogen auf die Beispielnetzwerke aus Abbildung 7 kann dies folgendermaßen interpretiert werden: Der Knoten n_1 im sternförmigen Netzwerk fällt schon rein intuitiv durch seine Prominenz auf. Er hat eine maximale Degree-basierte Zentralität von $C_D(n_1) = 8$. Im Gegensatz dazu haben die Knoten n_2 bis n_9 alle eine Zentralität von $C_D = 1$. Der Knoten n_1 ist somit, bezogen auf die Degree-basierte Zentralität, der zentralste Akteur. Im zweiten Beispielnetzwerk, dem Kreis, haben alle Knoten dieselbe Degree-basierte Zentralität von $C_D = 2$. Im dritten Beispielnetzwerk, dem Doppelstern, weisen die Knoten n_3 und n_7 mit einem $C_D = 4$ die höchste Degree-basierte Zentralität auf. Der Knoten n_5 hat einen $C_D = 2$ und die restlichen Knoten (n_1, n_2, n_6, n_8, n_9) haben jeweils einen $C_D = 1$. Das vierte, linienförmige Beispielnetzwerk unterscheidet sich nur durch die Knoten n_1 und n_9 , welche jeweils eine Degree-basierte Zentralität von $C_D = 1$ haben, vom kreisförmigen Netzwerk. Wie vorhin erwähnt, entspricht die Degree-basierte Zentralität eines Akteurs $C_D(n_i)$ seinem Degree $d(n_i)$.

Die Degree-basierte Zentralität kann als Maß für die mögliche Kommunikationsaktivität eines Akteurs interpretiert werden (JANSEN, 2006). Ein im Sinne der Degree-basierten Zentralität prominenter Akteur ist im Netzwerk am "sichtbarsten", da er mit vielen anderen Akteuren in Beziehung steht und dadurch ein hohes Maß an sozialer Aktivität aufweist.

2.1.10.1 Degree-basierte Zentralisierung von Netzwerken

Im Gegensatz zur Degree-basierten Zentralität von Akteuren beschreibt die Degree-basierte Zentralisierung von Netzwerken, inwieweit einer der Akteure des Netzwerks in herausragendem Maße an den direkten Beziehungen der Akteure im Netzwerk beteiligt ist. Je höher die Netzwerkzentralisation ausfällt, desto wahrscheinlicher ist es demnach, dass ein einzelner Akteur besonders zentral ist, wohingegen die restlichen Akteure des Netzwerks durch ihre vergleichsmäßig geringeren Zentralitäten an die Peripherie dieses zentralisierten Netzwerks rücken (WASSERMANN & FAUST, 2009). Die Netzwerkzentralisation beschreibt somit die Variabilität bzw. Dispersion der Akteurszentralitäten. Der Wert der Zentralisation kann zwischen 0 und 1 liegen. Eine Netzwerkzentralisation von 0 ergibt sich, wenn alle Akteure dieselbe Zentralität aufweisen, und ein Wert von 1 bedeutet, dass es einen Akteur im Netzwerk gibt, welcher durch seine

hohe Zentralität sämtliche Beziehungen dominiert. Die Degree-basierte Zentralisierung von Netzwerken lässt sich folgendermaßen berechnen (JANSEN, 2006):

Gleichung 3.2

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^n [C_D(n^*) - C_D(n_i)]}{g^2 - 3g + 2}$$

wobei:

C_D = Degree-basierte Zentralisation

n^* = Der Akteur mit dem höchsten Degree im Netzwerk

$C_D(n_i)$ = Die Werte der Degrees der Akteure von n_1 bis n_i

g = Anzahl der Akteure im Netzwerk

Der Zähler der Gleichung stellt die Summe der Differenzen der beobachteten Degree-basierten Zentralitäten dar. Im Nenner der Gleichung ist die maximal mögliche Summe dargestellt. Bezogen auf das sternförmige Beispielnetzwerk aus Abb. 7 ergibt sich eine maximale Zentralisation von 1. Der Akteur n_1 hat eine Degree-basierte Zentralität von $C_D = 8$, wobei alle anderen Akteure jeweils eine Degree-basierte Zentralität von $C_D = 1$ aufweisen. Im Zähler beträgt jede Differenz 7 und damit ergibt sich für den Zähler insgesamt ein Wert von $8 \cdot 7 = 56$. Der Nenner ergibt ebenfalls $56 = 9^2 - 3 \cdot 9 + 2$. Im Gegensatz dazu weist das kreisförmige Netzwerk aus Abb. 7 eine minimale Zentralisation von 0 auf. Alle Akteure in diesem Netzwerk besitzen die gleiche Zentralität von $C_D = 2$. Der Zähler ergibt hier 0, wobei im Nenner, wie im vorher beschriebenen Netzwerk, 56 steht.

2.1.11 Closeness-basierte Zentralität (CC) eines Akteurs

Die Closeness-basierte oder nähebasierte Zentralität von Akteuren ist eine weitere wichtige Zentralitätsmaßzahl zur Identifizierung zentraler Akteure. Die Closeness-basierte Zentralität unterscheidet sich insofern von der Degree-basierten Zentralität, als auch die indirekten Beziehungen eines Akteurs in die Berechnung einfließen. Die Pfaddistanzen zu allen anderen Akteuren im Netzwerk sind hier ausschlaggebend. Unter Pfaddistanzen

versteht man die Distanz, die den Akteur n_i von Akteur n_j trennt. Im Doppelsternbeispiel aus Abb. 7 sind die Akteure n_1 und n_9 über eine Pfaddistanz von 4 getrennt. Als zentral werden demnach all jene Akteure bezeichnet, die durch möglichst kurze Pfaddistanzen von allen anderen Akteuren getrennt sind, je "näher" dieser Akteur zu allen anderen im Netzwerk ist, desto höher ist seine Closeness-basierte Zentralität. Durch die relativ kurzen Distanzen zu allen anderen Akteuren im Netzwerk ist ein im Sinne der Closeness-basierten Zentralität zentraler Akteur selten auf die Übermittlungsdienste anderer angewiesen. Informationen und Ressourcen erreichen ihn ohne große Verzerrungen und Verluste bzw. verfügen diese Akteure auch über die Fähigkeit, alle anderen Akteure über eine kurze Distanz zu erreichen (JANSEN, 2006). Handelt es sich bei dem untersuchten Netzwerk um ein problemlösungsorientiertes Netzwerk, in dem die Beziehungen eine Kommunikation darstellen, so sind besonders effiziente Lösungen zu erwarten, wenn einer der Akteure kurze Pfaddistanzen zu allen anderen Akteuren im Netzwerk aufweist (WASSERMANN & FAUST, 2009). Die Berechnung der Closeness-basierten Zentralität erfolgt folgendermaßen (nach JANSEN, 2006):

Gleichung 3.3

$$C_C(n_i) = \left(\sum_{j=1}^n d(n_i, n_j) \right)^{-1}$$

wobei:

$C_C(n_i)$ = Closeness-basierte Zentralität des Akteurs n_i

$d(n_i, n_j)$ = Pfaddistanz von Akteur n_i zu Akteur n_j

Die Closeness-basierte Zentralität setzt sich aus der Summe der Pfaddistanzen von Akteur n_i zu allen anderen Akteuren zusammen. Davon wird noch der Kehrwert gebildet, um ein Nähemaß zu bekommen. Bezogen auf das Beispielnetzwerk des Sterns in Abb.7 hat der Akteur n_1 zu allen anderen Akteuren eine Pfaddistanz von 1. Er kann als Einziger alle weiteren acht Akteure direkt erreichen. Die Summe der Pfaddistanzen ist 8. Der Kehrwert davon beträgt $1/8 = 0,125$. Alle anderen Akteure können nur über n_1 die sieben weiteren Akteure erreichen. Die Summe der Pfaddistanzen von n_2 bis n_9 ergibt jeweils 15. Ihr Kehrwert beträgt $1/15 = 0,067$.

Im Regelfall wird die Closeness-basierte Zentralität noch normiert. Dadurch erreichen die Werte für die Closeness-basierte Zentralität ein Maximum von 1 bzw. ein Minimum von 0. Dies erfolgt, indem die Werte $C_c(n_i)$ nochmals durch $1/(n-1)$ dividiert werden oder wie in Gleichung 3.4 dargestellt mit $n-1$ multipliziert wird.

Gleichung 3.4

$$C'_c(n_i) = \frac{n-1}{\left(\sum_{j=1}^n d(n_i, n_j)\right)}$$

Im Beispielnetzwerk des Sterns ergibt sich damit für n_1 ein $C'_c(n_1)=1$ und für die Akteure n_2 bis n_9 je ein Wert von $C'_c(n_2-n_9)=0,536$.

Wie eingangs bereits erwähnt, wird die Closeness-basierte Zentralität als Maß für die Unabhängigkeit eines Akteurs von den anderen angesehen. Mit anderen Worten ausgedrückt, beschreibt es die Effizienz, die ein Akteur im Netzwerk hat, um an Informationen und Netzwerkressourcen zu kommen.

2.1.11.1 Closeness-basierte Zentralisierung von Netzwerken

Die Berechnung der Closeness-basierten Zentralisierung von Netzwerken erfolgt ähnlich wie die der Degree-basierten Zentralisierung. Zwei Unterschiede bestehen jedoch. Einerseits werden die normierten Zentralitätsmaße $C'_c(n_i)$ und nicht die absoluten Zentralitätsmaße als Berechnungsgrundlage verwendet. Andererseits werden bei der Closeness-basierten Zentralisierung auch die indirekten Beziehungen, die ein Akteur hat, in die Berechnung miteinbezogen. Der Wertebereich erstreckt sich dabei von einem Minimum von 0 zu einem Maximum von 1. Um dies zu erreichen, steht bei der Berechnung der Closeness-basierten Zentralisierung die maximal mögliche Zentralisierung im Nenner. Die Closeness-basierte Zentralisierung wird folgendermaßen berechnet (nach JANSEN, 2006):

Gleichung 3.5

$$C_c = \frac{\sum_{i=1}^n [C'_c(n^*) - C'_c(n_i)]}{(g^2 - 3g + 2)/(2g - 3)}$$

wobei:

C_c = Closeness-basierte Zentralisation

$C_c(n^*)$ = der Akteur mit der höchsten Closeness-basierten Zentralität im Netzwerk

$C_c(n_i)$ = die Werte der Closeness-basierten Zentralitäten der Akteure von n_1 bis n_i

g = Anzahl der Akteure im Netzwerk

Die Closeness-basierte Netzwerkzentralisierung dient als Maß für die mögliche Unabhängigkeit und Effizienz von Akteuren im Netzwerk. Ist der Wert nahezu 1, so gibt es einen Akteur, der sämtliche "Aufmerksamkeit" in Bezug auf die Closeness-basierte Zentralität auf sich zieht. Dies ist zum Beispiel anhand des Sterns zu sehen. Die Closeness-basierte Netzwerkzentralisation ist hier 1, da Akteur n_1 in direkter Beziehung zu allen anderen Akteuren steht, wobei die anderen acht Akteure nur über n_1 Kontakt zu den restlichen Akteuren aufnehmen können. Im Gegensatz dazu ist die Netzwerkzentralisation im Beispielnetzwerk Kreis ausgeglichen, da jeder Akteur dieselben Pfaddistanzsummen zu den anderen Akteuren aufweist.

2.1.12 Betweenness-basierte Zentralität (C_B) eines Akteurs

Die Berechnung der Betweenness-basierten Zentralität unterscheidet sich von den bisherigen Berechnungen dadurch, dass stets drei Akteure betrachtet werden. Hierbei gilt es den betrachteten Akteur n_i darauf zu untersuchen, ob er ein "Mittler" auf dem kürzesten Pfad (dem geodesic) zwischen den zwei Akteuren n_j und n_k ist. Je häufiger ein Akteur solch eine Mittlerrolle auf den geodesics für alle Paare im Netzwerk aufweist, desto zentraler ist er im Hinblick auf die Betweenness-basierte Zentralität. Mit anderen Worten ausgedrückt, liegt er "zwischen" vielen Akteurspaaren und hat somit die Möglichkeit, die Kommunikationswege bzw. Netzwerkressourcen zu kontrollieren. Die Berechnung der Betweenness-basierten Zentralität erfolgt folgendermaßen (JANSEN, 2006):

Gleichung 3.6

$$C_B(n_i) = \sum_{j < k}^n \sum_k^n b_{jk}(n_i), \quad \text{für } i \neq j \neq k$$

$$b_{jk}(n_i) = \frac{1}{g_{jk}} \times g_{jk}(n_i)$$

$C_B(n_i)$ = Betweenness-basierte Zentralität des Knotens n_i

$b_{jk}(n_i)$ = Wahrscheinlichkeit, dass der Akteur n_i zwischen dem Akteurspaar n_j und n_k liegt

$g_{jk}(n_i)$ = Anzahl der kürzesten Pfade (geodesics) zwischen dem Akteurspaar n_j und n_k , welche den Akteur n_i passieren

g_{jk} = Anzahl aller geodesics, die zwischen dem Akteurspaar n_j und n_k existieren

Die Wahrscheinlichkeit b_{jk} wird für jedes Akteurspaar im Netzwerk berechnet und schließlich aufsummiert. In diesem Zusammenhang bedeutet die Anweisung $i \neq j \neq k$, dass der zu untersuchende Akteur i selbst nicht in die Summierung miteinbezogen wird. Des Weiteren gilt die Annahme, dass die Benutzungschancen für alle geodesics gleich sind und dass die Reihenfolge der Akteure in einem Paar unerheblich ist, was in der Gleichung über die Anweisung $j < k$ ausgedrückt wird. Die größtmögliche Betweenness-basierte Zentralität ergibt sich über $(g^2 - 3g + 2/2)$ und ist im Beispielnetzwerk aus Abbildung 7 im Stern verwirklicht. Um die Vergleichbarkeit der C_B unterschiedlicher Netzwerke zu gewährleisten, wird nach folgendem Schema normiert:

Gleichung 3.7

$$C'_B(n_i) = \frac{2 C_B(n_i)}{g^2 - 3g + 2}$$

$C'_B(n_i)$ = normierte Betweenness-basierte Zentralität des Akteurs n_i

$C'_B(n_i)$ = Betweenness-basierte Zentralität des Akteurs n_i

$\frac{2}{g^2-3g+2}$ = Kehrwert der größtmöglichen Betweenness-basierten Zentralität

2.1.12.1 Betweenness-basierte Zentralisierung von Netzwerken:

Die Betweenness-basierte Zentralisierung von Netzwerken wird als Maß für die Monopolisierung der Ressourcen- und Informationskontrolle durch besonders zentrale Akteuren angesehen. Weist ein Netzwerk eine hohe Betweennesszentralisierung auf, so bedeutet dies, dass es einige wenige Akteure gibt, die im Gegensatz zu den anderen Akteuren eine hohe Betweennesszentralität aufweisen. Sie monopolisieren somit über ihre strukturelle Position die Kontrolle über Ressourcen und Informationen. Die Betweenness-basierte Netzwerkzentralisierung kann Werte zwischen 0 und 1 einnehmen, wobei das Beispielnetzwerk des Sterns aus Abbildung 7 eine maximale Zentralisierung von 1 aufweist. Die Berechnung der Betweenness-basierten Zentralisierung erfolgt folgendermaßen (JANSEN, 2006):

Gleichung 3.8

$$C_B = \frac{2 * \sum_{i=1}^n [C_B(n^*) - C_B(n_i)]}{(g - 1)(g^2 - 3g + 2)}$$

C_B = Betweenness-basierte Zentralisierung des Netzwerks

$C_B(n^*)$ = Akteur mit der höchsten gemessenen Betweennesszentralität

$C_B(n_i)$ = die Werte der Betweenness-basierten Zentralitäten der Akteure von n_1 bis n_i

g = Anzahl der Akteure im Netzwerk

In dieser Arbeit werden die Konzepte der Zentralität von großer Bedeutung sein, um die Schlüsselautoren des zu untersuchenden Ko-Autorennetzwerks zu finden.

2.1.13 Der Clustering Koeffizient in Netzwerken

Der Clustering Koeffizient charakterisiert die lokale Transitivität. Am Beispiel eines Ko-Autorennetzwerks würde der Clustering Koeffizient die mittlere Wahrscheinlichkeit beschreiben, dass die Ko-Autoren eines Wissenschaftlers selbst auch Ko-Autoren untereinander sind (NEWMAN, 2004). Der Clustering Koeffizient eines Akteurs in einem

ungerichteten Netzwerk berechnet sich folgendermaßen (nach WATTS & STROGATZ; 1998):

Gleichung 4.1

$$C_i = \frac{2E_i}{k_i(k_i - 1)}$$

wobei:

C_i = Clustering Koeffizient des Akteurs n_i

E_i = Anzahl der tatsächlich vorhandenen Beziehungen von Akteur n_i zu seinen direkt benachbarten Akteuren

$k_i(k_i-1)$ = maximal mögliche Anzahl an Beziehungen, die Akteur n_i zu seinen direkt benachbarten Akteuren haben kann

Die Berechnung des Clustering Koeffizienten für das gesamte Netzwerk berechnet sich über den Durchschnitt aller C_i für alle im Netzwerk vorhandenen Akteure folgendermaßen (nach WATTS & STROGATZ; 1998):

Gleichung 4.2

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

wobei:

n = Anzahl der Akteure im Netzwerk

C_i = Clustering Koeffizient des Akteurs n_i

2.2 Software zur Erstellung und Analyse sozialer Netzwerke

Die Analysen in dieser Arbeit wurden mit dem Netzwerkanalyseprogramm *Pajek 2.04*⁸ (© BATAGELJ & MRVAR, 1996-2011) durchgeführt. Diese Software ist für nichtkommerzielle Zwecke frei zugänglich und kostenlos. Pajek (slowenisch für Spinne) ermöglicht es, einerseits Netzwerke zu erstellen und zu analysieren, andererseits bietet es auch die Möglichkeit, diese adäquat zu visualisieren. Zur Erstellung kompatibler Netzwerkdaten für Pajek wurde außerdem noch das frei zugängliche Programm *WoS2Pajek 0.9* (BATAGELJ, 2010) verwendet. WoS2Pajek ist ein in der Programmiersprache *Python*⁹, verfasstes Skript, welches bibliographische Daten aus dem Web of Science in ein für Pajek lesbares Format konvertiert. Für die Datenverarbeitung in dieser Arbeit wurde die Programmversion WoS2Pajek 0.9 verwendet¹⁰. Die von WoS2Pajek erstellten Netzwerkdateien können direkt in das Programm Pajek eingespeist und analysiert werden, jedoch ist es dennoch unabdingbar, die Daten zuvor zu screenen und zu bereinigen. Alle Netzwerke in dieser Arbeit wurden selbst vom Autor in Pajek erstellt und bei Bedarf im Bildbearbeitungsprogramm *Inkscape 0.48*¹¹ nachbearbeitet. Abbildung 8 zeigt einen Screenshot des Programmes Pajek. Es lässt sich grundlegend in drei Abschnitte unterteilen. Im Analysefenster links oben werden alle Aktionen und Berechnungen durchgeführt, rechts daneben befindet sich das Visualisierungsfenster, in dem man das erstellte Netzwerk visualisieren und in weiterer Folge exportieren kann, und ganz unten befindet sich das Report Fenster, in dem einerseits die getätigten Aktionen aufgelistet und andererseits Ergebnisse dargestellt werden. Abbildung 9 zeigt einen Screenshot des Programms WoS2Pajek, welches notwendig ist, um die für Pajek erforderlichen Netzwerkdateien zu erstellen. Links im Bild befindet sich das Auswahlmenü und rechts ist das Python-Shell, welches in der DOS-Box eingebettet ist, abgebildet. In dieser DOS-Box wird der Prozessverlauf der Netzwerkerstellung dargestellt.

⁸ Frei zugänglich unter: <http://pajek.imfm.si/doku.php?id=download> zuletzt aufgerufen am 20.03.2012

⁹ Frei zugänglich unter: <http://www.activestate.com/activepython/downloads> zuletzt aufgerufen am 20.03.2012

¹⁰ Frei zugänglich unter: <http://pajek.imfm.si/doku.php?id=wos2pajek> zuletzt aufgerufen am 20.03.2012

¹¹ Frei zugänglich unter: <http://inkscape.org/> zuletzt aufgerufen am 20.03.2012

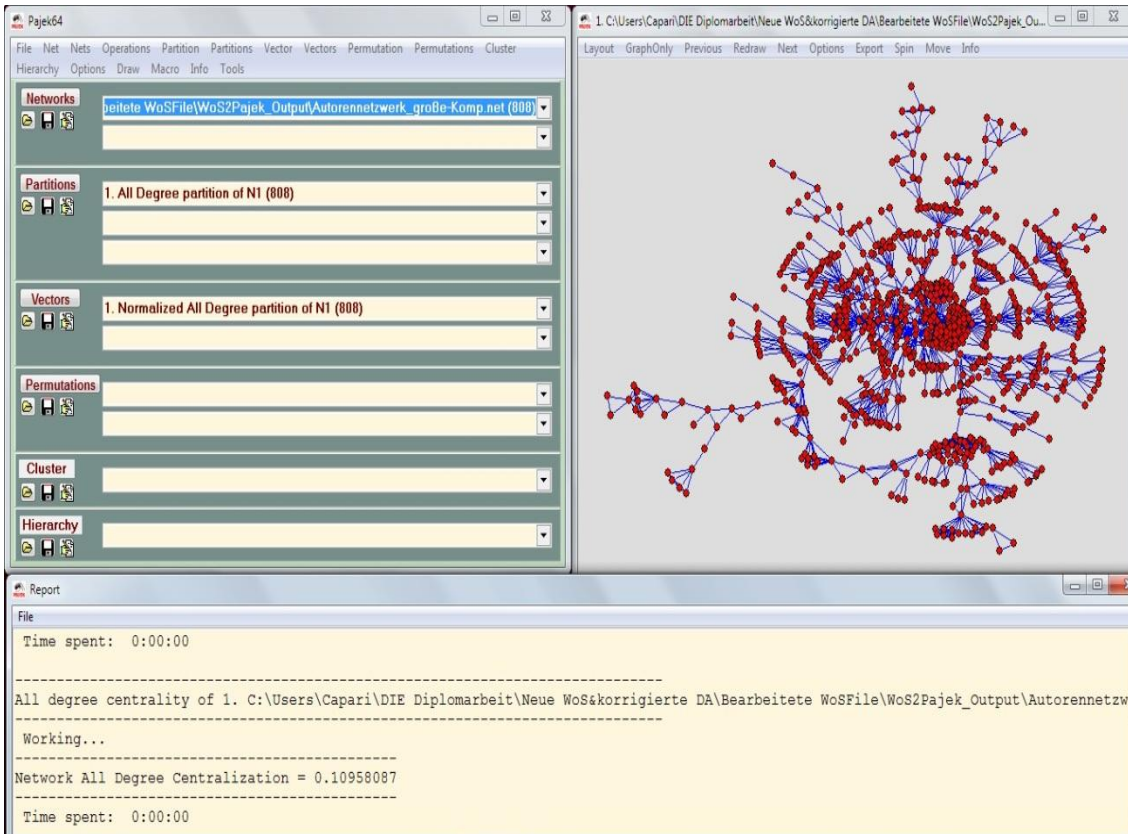


Abbildung 8: Screenshot des Programmes Pajek

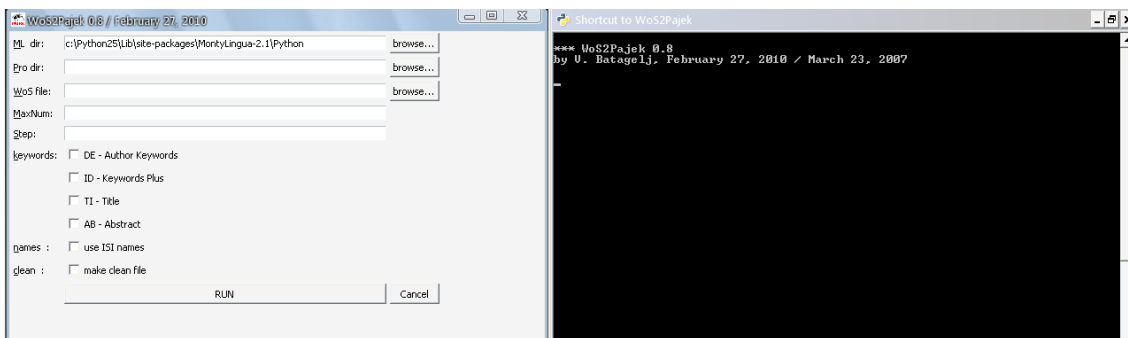


Abbildung 9: Screenshot des Programmes WoS2Pajek

3 Datenerhebung

3.1 Das Web of Science als Datenquelle

Die Daten für die Analyse wurden über das Web of Science (Thomson Reuters)¹² erhoben, welches eine wissenschaftliche Publikations- und Zitationsdatenbank des Thomson Reuters Web of Knowledge ist. Das Web of Science enthält bibliographische Informationen wissenschaftlicher Publikationen ab dem Jahr 1900. Thomson Reuters veröffentlicht jährlich ebenfalls den „Journal Citation Report“, welcher alle im Web of Knowledge indizierten Journale nach der Anzahl ihrer Zitationen klassifiziert. Insgesamt sind mehr als 12 000 der einflussreichsten Zeitschriften und über 49 Millionen Einträge aus Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften, aus Kunst, Technik und Geisteswissenschaften in dieser Datenbank indiziert.¹³

3.2 Datenerhebung

Der Zugang zur Web of Science Datenbank erfolgte am 4. Oktober 2010 über das VPN (Virtual personal Network) Netzwerk der Universität Wien, da der Service des Web of Science kostenpflichtig ist. Im Web of Science wurde die erweiterte Suchfunktion aufgerufen, wobei folgende Suchabfrage formuliert wurde:

SO = (Ecological Economics)

Document Type = (Article)

Diese Abfrage liefert alle Artikel, die in "Ecological Economics" (SO steht für Publication Name oder Source) publiziert wurden, seitdem diese wissenschaftliche Zeitschrift in die Web of Science Datenbank aufgenommen wurde.

Year = 1994-2009

Die Einschränkung auf die Jahre ist notwendig, um das Netzwerk zeitlich zu begrenzen. Es sind zwar bereits Publikationen vor dem Jahr 1994 in der Datenbank registriert, jedoch sind diese 13 Publikationen nicht im SCI-E (Science Citation Index-Expanded), sondern

¹²<http://isiknowledge.com/wos> zuletzt aufgerufen am 20.03.2012

¹³<http://wokinfo.com/realfacts/> zuletzt aufgerufen am 20.03.2012

im SSCI (Social Science Citation Index)¹⁴ indiziert. Um einen einheitlichen Datensatz zu gewährleisten, wurde das Jahr 1994 als Startjahr gewählt. Als Endjahr wurde 2009 definiert, da dieses Jahr bereits abgeschlossen ist und keine Publikationen aus diesem Jahr mehr erscheinen können.

Database = SCI-E (Science Citation Index - Expanded)

Als Datenbank wurde der SCI-E gewählt, da das Journal „Ecological Economics“ ab dem Jahr 1994 in dieser Datenbank indiziert ist.

Diese Abfrage liefert am 04.10.2010 insgesamt 1979 Publikationen. In Tabelle 2 ist die Anzahl der Publikationen nach Erscheinungsjahr aufgeschlüsselt.

Tabelle 2: Anzahl der Publikationen im jeweiligen Erscheinungsjahr

Erscheinungsjahr	Anzahl der Artikel	Erscheinungsjahr	Anzahl der Artikel
1994	55	2002	98
1995	72	2003	87
1996	69	2004	80
1997	51	2005	128
1998	83	2006	224
1999	87	2007	241
2000	97	2008	260
2001	113	2009	234
	Summe:	16	1979

Ab dem Jahr 2004 erschien das Journal statt in 3 in 4 Issues/Jahr und seit Dezember 2008 erscheint es sogar in 12 Issues/Jahr. Mit dem Anstieg der Publikationen pro Jahr (Abb. 10) kann dies sicherlich zu einem gewissen Grad erklärt werden, jedoch scheint dieser Faktor nicht allein dafür verantwortlich zu sein, andernfalls würde die Anzahl der Artikel ab dem Jahr 2008 (12 Issues/Jahr) stärker zunehmen. Eine komplementäre Erklärung könnte sein, dass die Relevanz der Thematik, die im Journal "Ecological Economics" behandelt wird, zugenommen hat. Dies könnte den relativ starken Anstieg der Zahl der Publikationen zwischen den Jahren 2005 und 2006 erklären. Jedoch kann diese Annahme an dieser Stelle nicht validiert werden

¹⁴ In Web of Science werden die Einträge im Social Sciences Citation Index (SSCI) oder im Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) oder im Arts & Humanities Citation Index (A&HCI) indiziert. Die Indexierung hängt von der wissenschaftlichen Disziplin ab, der der Artikel zuzuordnen ist.

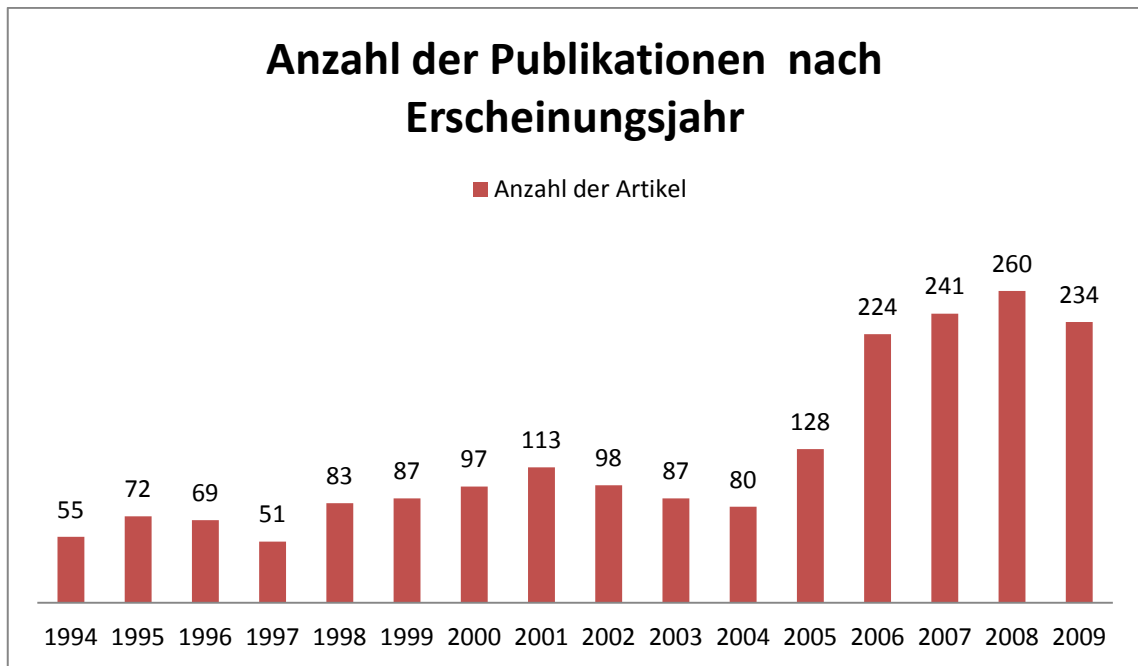


Abbildung 10: Anzahl der im Journal "Ecological Economics" publizierten Artikel nach ihrem Erscheinungsjahr

Im nächsten Arbeitsschritt wurden die bibliographischen Daten als einfache Textdateien heruntergeladen. Dabei wurden, bis auf die zitierten Referenzen (Literaturliste einer Publikation), die gesamten Informationen über die jeweilige Publikation gespeichert. Dieses Vorgehen ist darin begründet, dass das Programm WoS2Pajek nur von den Autoren und den Publikationen ein Netzwerk erstellen soll, welche auch tatsächlich im Journal "Ecological Economics" veröffentlicht haben bzw. wurden. In der Pilotphase dieser Diplomarbeit wurde festgestellt, dass auch die Publikationen der zitierten Referenzen in das Netzwerk mit einbezogen werden, falls man diese auch herunterlädt. Das erhaltene Netzwerk würde demnach nicht den gesetzten Rahmenbedingungen entsprechen.

Da es aufgrund einer systemischen Limitation des Webs of Science nicht möglich ist, alle 1979 Publikationen auf einmal herunter zu laden, sondern nur in Intervallen von 500 Einträgen, mussten vier Dateien erstellt werden. Anschließend wurden diese in einem neuen Textdokument zu einer einzigen Datei aggregiert. Dieser Schritt ist notwendig, da WoS2Pajek nur eine gesamte Textdatei prozessieren kann, um das Netzwerk zu erstellen.

3.2.1 Netzwerkerstellung mittels "WoS2Pajek"

Der einzige Parameter, der in WoS2Pajek gesetzt wurde, war der, dass nicht die Autorennamen, wie sie im Web of Science eingetragen sind, als Knotenbeschriftung im Netzwerk herangezogen werden, sondern dass die Knoten mit einer kurzen Beschriftung versehen werden (vgl. Abb. 9). Diese Beschriftung inkludiert nur die ersten acht Buchstaben des Nachnamens, gefolgt von einem Unterstrich und dem ersten Buchstaben des ersten Vornamens der Autoren. Des Weiteren wird bei Nachnamen mit einem oder mehreren Präfixen, wie es zum Beispiel bei dem Autor Jeroen Van Den Bergh der Fall ist, der Abstand zwischen Präfix und Name entfernt. Der resultierende Name des Autors ist somit VANDENBE_J. Dieser Parameter zeigt vor allem dann seine Wirkung, wenn ein Autor mit zwei Vornamen (z.B. Nelson J.A.) in Publikation A mit beiden Vornamen angegeben wird, in Publikation B jedoch nur mit einem (z.B. Nelson J.). Das würde dazu führen, dass diese beiden Autoren, obwohl sie die gleiche Person sind, als zwei unterschiedliche Akteure im Netzwerk erscheinen würden. Die Anzahl der Autoren im Netzwerk entspräche somit nicht der tatsächlichen. Bei dem von WoS2Pajek erstellten Netzwerk handelt es sich um ein gerichtetes two-Mode Netzwerk, wobei die Richtung der Beziehung zwischen Publikation und daran beteiligtem Autor von der Publikation zum Autor weist. In Abbildung 11 ist ein Beispiel für solch ein Netzwerk angeführt. Dabei stellt die Beziehung zwischen Autor und Publikation die Beteiligung des Autors an der Publikation dar. Der Vorteil der two-Mode Netzwerk Darstellung besteht darin, dass es in ein bewertetes Autorennetzwerk (nur Autoren als Akteure) oder Publikationsnetzwerk (nur Publikationen als Akteure) transformiert werden kann, also in ein one-Mode Netzwerk. Diese Transformation wird, wie später noch zu sehen sein wird, vor der Analyse des Ko-Autorennetzwerks durchgeführt. Ein reines Publikationsnetzwerk wird in dieser Arbeit jedoch nicht hergestellt, da nur die Kollaborationsstrukturen analysiert werden sollen.

In Abbildung 11 ist Autor 7 durch seine Beteiligung an den Publikationen E und D mit den Autoren 1,4,2,9,3,6,10,5 und 8 vernetzt. Mit den Autoren 1,2,9,3 und 8 hat Autor 7 sogar an beiden Publikationen zusammengearbeitet. Würde man das Netzwerk aus diesem Beispiel in ein Ko-Autorennetzwerk transformieren, dann bekämen die Beziehungen zwischen den Autoren 7,1,2,9,3 und 8 einen Wert von zwei, da diese an zwei Publikationen kollaboriert haben. Nach demselben Verfahren lässt sich das two-Mode Netzwerk auch als Publikationsnetzwerk darstellen, wobei die Akteure in diesem Fall die Publikationen wären und die Beziehungen zwischen ihnen ein oder mehr gemeinsame

Autoren. Auch in diesem Fall wird der Beziehung ein Wert zugewiesen, je nachdem, wie viele derselben Autoren an den Publikationen beteiligt waren. Bevor das mit WoS2Pajek erstellte Netzwerk weiteren Analysen unterzogen wird, muss noch eine Bereinigung des Datensatzes erfolgen. Dieser Zwischenschritt ist notwendig, um Fehler im Grunddatensatz zu finden und zu korrigieren.

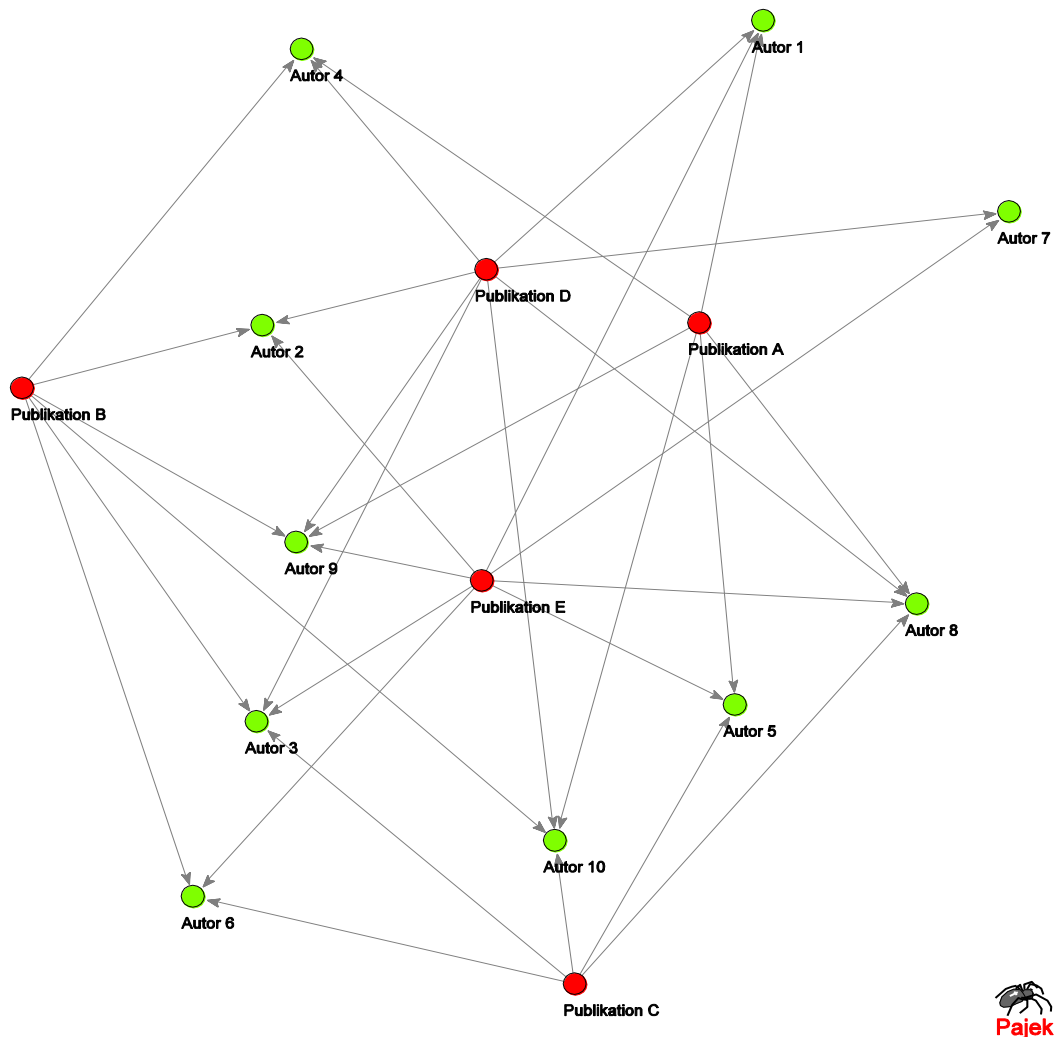


Abbildung 11: Beispiel eines gerichteten two-Mode Autorennetzwerks, wie es von WoS2Pajek erstellt wird (rot=Publikationen, grün=Autoren, Beziehung=Beteiligung des Autors an der Publikation).

3.2.2 Datenbereinigung

Die bibliographischen Daten aus dem Web of Science sind nicht fehlerfrei. Manchmal wird ein Autor mit nur einem Vornamen angegeben, obwohl dieser Autor mehrere Vornamen hat. Dieser Fall wurde oben schon kurz beschrieben. Des Weiteren können auch Tippfehler auftreten. Einige Beispiele für solche gefundenen Tippfehler sind zum Beispiel, BEHERA Bhaghirata, bei dem das "B" des Vornamens fehlte (BEHERA Haghirata).

Weitere Beispiele sind PERRING Charles statt richtigerweise PERRINGS Charles oder KAUFMAN Robert statt KAUFMANN Robert. Aber nicht nur Tippfehler führen zu einem fehlerhaften Netzwerk, sondern auch Autoren, die sich denselben Nachnamen teilen und zufälligerweise auch noch denselben Anfangsbuchstaben des Vornamens haben. Dieses Phänomen konnte verstärkt bei chinesischen Namen beobachtet werden. Folgendes Beispiel soll dies näher illustrieren. LIU Xuemin, LIU Xuemei, LIU Xiaozi, LIU Xin und LIU Xuelin sind unterschiedliche Autoren. Diese werden aber von WoS2Pajek als ein Autor behandelt, was zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Autorenanzahl führen würde. Das wird verhindert, indem die Autoren im Grunddatensatz in LIU1 X. bis LIU4 X. umcodiert werden. Eine besonders kreative Namensgebung ließ sich bei der Autorin VERA-DIAZ Marie del Carmen finden, die für eine andere Publikation mit DIAZ M. D. V. angegeben war. Der Autor ADAMOWICZ Vic bzw. ADAMOWICZ Wiktor wurde durch Recherchearbeit über das Curriculum Vitae auch als ein und derselbe Autor identifiziert. Interessanterweise ist dieser Autor sogar in der Elsevier Datenbank¹⁵ fehlerhaft eingetragen.

Die Datenbereinigung wurde folgendermaßen durchgeführt: Zunächst wurde ein Netzwerk mit den kurzen Autorenbezeichnungen des Grunddatensatzes erstellt. In diesem Netzwerk waren 3267 Autoren enthalten. Diese Anzahl stimmt aus den vorher beschriebenen Gründen nicht. Die Autoren (kurze Autorenbezeichnung) wurden in einem zeitaufwendigen Schritt mit dem Grunddatensatz verglichen. Wenn nun unterschiedliche Autoren dieselbe kurze Autorenbezeichnung aufgrund der gleichen ersten acht Buchstaben des Nachnamens und desselben ersten Buchstabens des Vornamens im Netzwerk erhalten, wurden diese wie oben beschrieben umcodiert. Die Datenbereinigung wurde zusätzlich dadurch erschwert, dass nicht alle Autoren mit ihrem vollen Namen, also mit ausgeschriebenen Vornamen, im Grunddatensatz angeführt waren. In diesen Fällen wurde in der Elsevier Datenbank (www.sciencedirect.com) nach der jeweiligen Publikation gesucht, um somit den vollen Namen der Autoren herauszufinden. Dieses Prozedere wurde für alle Autoren einzeln durchgeführt. Sobald alle Fehler im Grunddatensatz beseitigt waren, wurde nochmals ein Netzwerk mit WoS2Pajek erstellt, jedoch wurde diesmal die korrigierte Datei des Grunddatensatzes als Ausgangspunkt gewählt. Das neu erstellte Netzwerk besteht aus insgesamt 3319 Autoren, also um 52 Autoren mehr als zuvor. Dieses Netzwerk wird im Folgenden auch für sämtliche weitere Analysen verwendet.

¹⁵ www.sciencedirect.com zuletzt aufgerufen am 4.10.2011

4 Ergebnisdarstellung

4.1 Makroskopische Analyse des two-Mode Netzwerks

Das Netzwerk setzt sich aus insgesamt 5298 Knoten zusammen, wovon 1979 auf die Publikationen entfallen und die restlichen 3319 auf die Autoren. Insgesamt bestehen zwischen den Knoten im Netzwerk 4640 Linien.

Die Dichte des Netzwerks, also das Verhältnis der vorhandenen Beziehungen zu den möglichen Beziehungen, hat einen Wert von 0,00071. In Abbildung 12 und 13 sind die insgesamt 952 Komponenten des Publikations-Autoren-Netzwerks dargestellt. Die kleinsten Komponenten haben die Größe zwei und setzen sich aus einer Publikation und einem Autor zusammen. Das sind somit die Publikationen, die von nur einem Autor verfasst wurden. Die größte Komponente (Abb. 12) besteht aus insgesamt 1331 Knoten. Diese Komponente setzen sich aus 523 Publikationen, das sind 26,43% der gesamten Publikationen, und 808 Autoren, das sind 24,34% der gesamten Autorenschaft, zusammen. Demzufolge sind rund 25% aller Autoren und Publikationen aus dem Journal "Ecological Economics" im untersuchten Zeitraum in der großen Komponente vertreten und bilden damit das größte zusammenhängende Teilnetzwerk. Des Weiteren lässt sich in dieser Teilkomponente eine Zentrum-Peripherie Struktur erkennen, wobei die Knoten mit vielen Beziehungen im Zentrum zusammenrücken. Die restlichen 951 Komponenten (Abb. 13) sind von der großen Komponente isoliert, da sie über keinen Autor bzw. keine Publikation mit dieser verbunden sind. Auch die Vernetzung der 951 Isolate untereinander ist nicht vorhanden, wie in der Abbildung 13 zu sehen ist. Das größte Isolat besteht aus 52 Knoten und das kleinste aus 2 Knoten.

Im nächsten Kapitel wird die Häufigkeitsverteilung der Autoren und Publikationen analysiert, um den Publikationsusus des Journals "Ecological Economics" näher zu beleuchten.

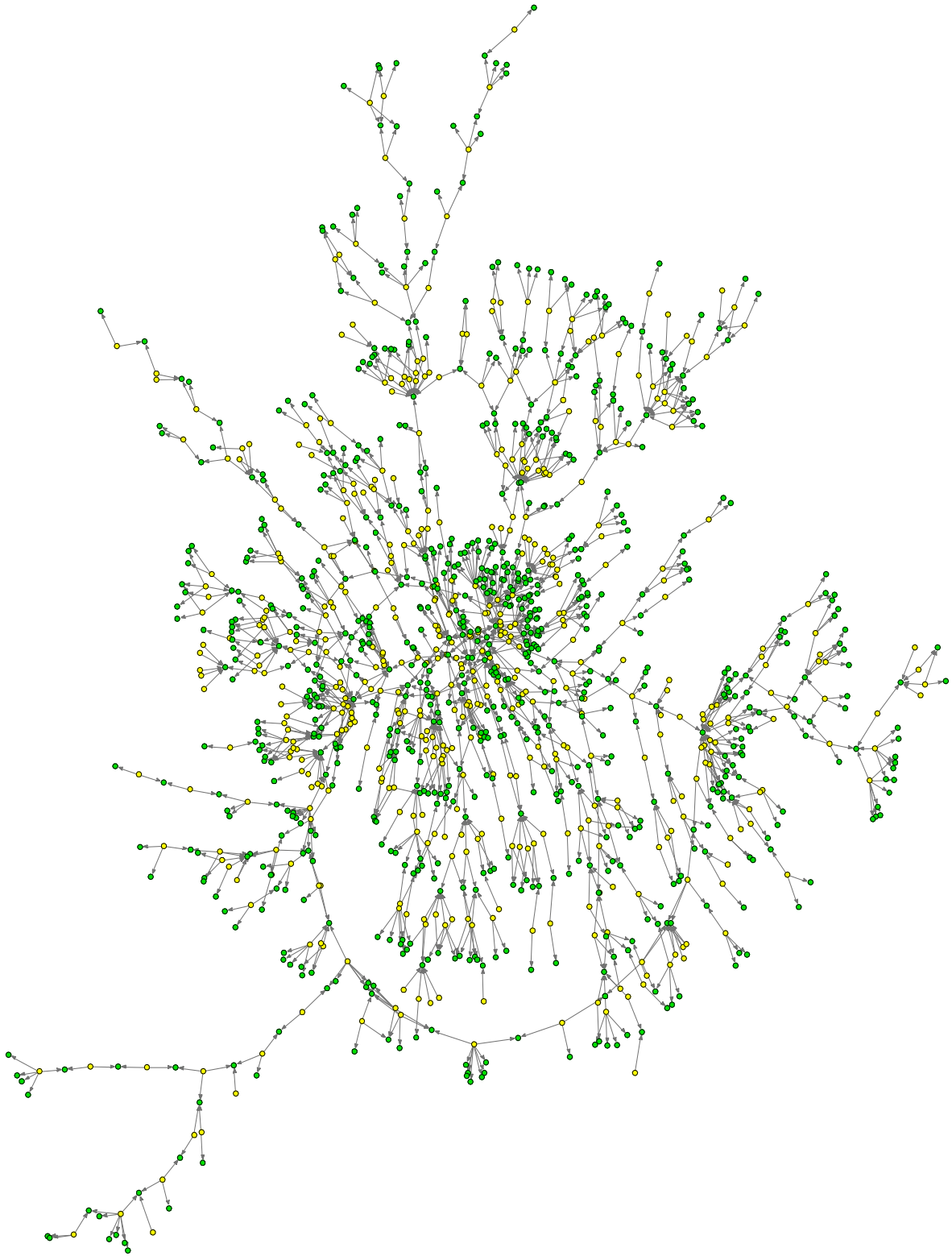


Abbildung 12: Große Komponente des Publikations-Autoren-Netzwerks, bestehend aus 523 Publikationen (gelb) und 808 Autoren (grün); Beziehungen stellen die Beteiligung an der Publikation dar

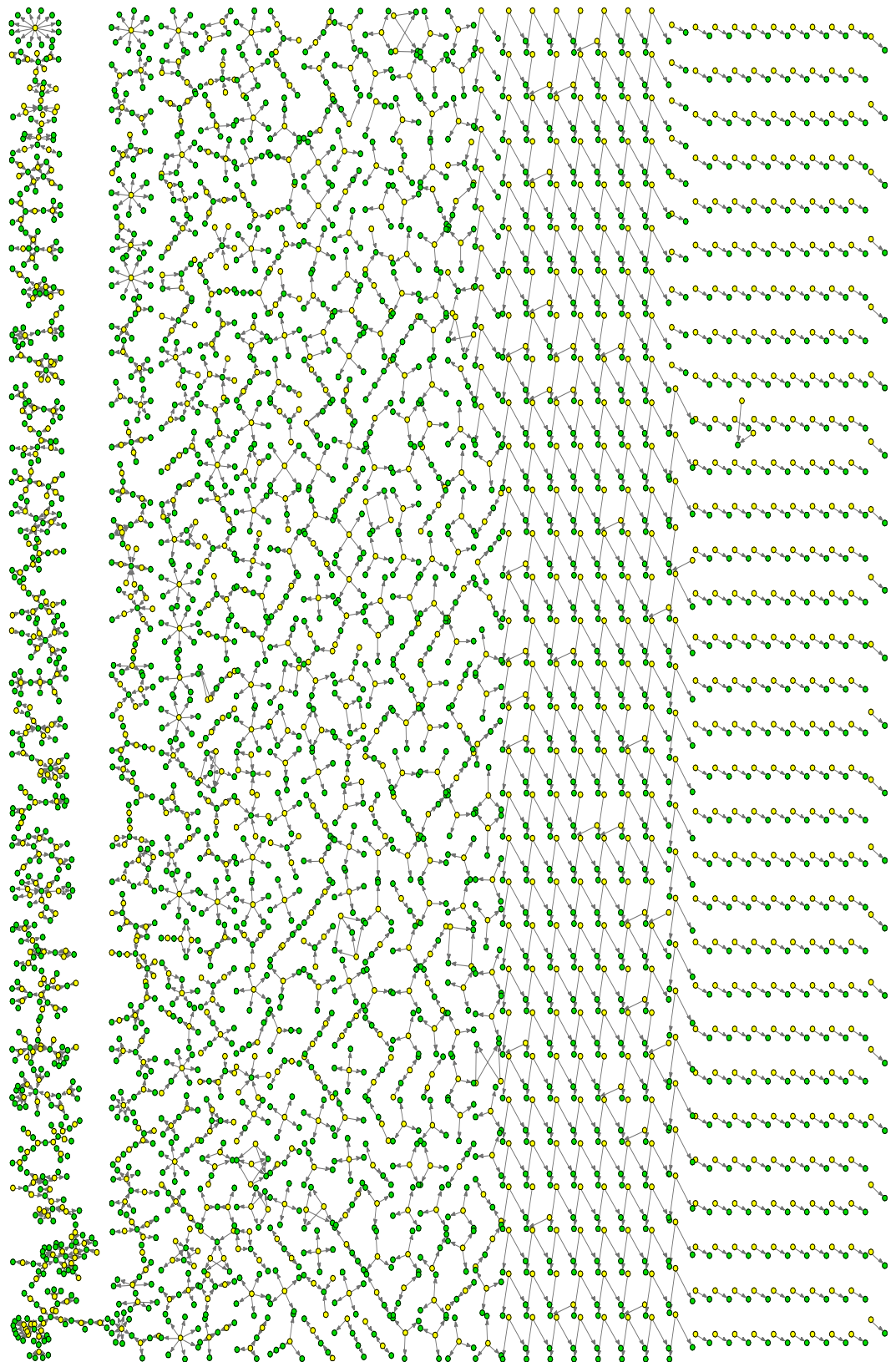


Abbildung 13: 951 Isolate des Publikations-Autoren-Netzwerks, bestehend aus 1456 Publikationen (gelb) und 2511 Autoren (grün); Beziehungen stellen die Beteiligung an einer Publikation dar

4.1.1 Häufigkeitsverteilung der Publikationen und Autoren

Die Verteilung der Publikationen nach beteiligten Autoren gibt Auskunft darüber, ob im betrachteten Netzwerk eher alleine publiziert wird oder ob Kollaborationen präferiert werden. In Tabelle 3 ist die Häufigkeitsverteilung der Publikationen nach der Anzahl der beteiligten Autoren aufgelistet. Graphisch gesehen entsprechen die Werte in der ersten Spalte der Tabelle dem Outdegree der Publikationen, also der Anzahl der gerichteten Beziehungen, die von einer Publikation zu einem oder mehreren Autoren weisen. Wenn eine Publikation einen Outdegree von eins hat, dann bedeutet dies, dass nur ein Autor an der Verfassung dieser Publikation beteiligt war. In Summe betrachtet dominieren vor allem Publikationen, an denen ein bis vier Autoren beteiligt waren (kumulative Frequenz von 93,1%). Die mittlere Rate der Partizipation (Autoren/Publikation) lässt sich wie folgt berechnen:

Gleichung 5.1

$$\text{Mittlere Rate der Partizipation} = \frac{\sum \text{Anzahl der Autoren} \times \text{Anzahl der Publikationen}}{\text{Gesamtzahl der Publikationen}}$$

Dabei ergibt sich ein Wert von durchschnittlich 2,34 Autoren/Publikation bei einer Standardabweichung von 1,56.

Tabelle 3: Häufigkeitsverteilung der Publikationen nach der Anzahl an beteiligten Autoren

Anzahl der Autoren (=Outdegree der Publikation)	Anzahl der Publikationen (absolut)	Anzahl der Publikationen (relativ)	Anzahl der Autoren	Anzahl der Publikationen (absolut)	Anzahl der Publikationen (relativ)
1	636	32,13%	9	1	0,05%
2	644	32,54%	10	1	0,05%
3	394	19,90%	11	1	0,05%
4	169	8,53%	12	4	0,2%
5	71	3,58%	13	1	0,05%
6	28	1,41%	15	1	0,05%
7	19	0,96%	19	1	0,05%
8	7	0,35%	21	1	0,05%

In Tabelle 4 sind die zehn Publikationen mit der höchsten Autorenbeteiligung aufgelistet. Der Maximalwert liegt bei 21 beteiligten Autoren. Der Minimalwert ist eins, da mindestens ein Autor an der Verfassung einer Publikation beteiligt sein muss. Zu beachten ist die starke Präsenz der Publikationen, in denen COSTANZA Robert als Erstautor angegeben ist.

Tabelle 4: Die zehn Publikationen mit der größten Autorenbeteiligung

Rank	Anzahl der beteiligten Autoren	Kurztitel der Publikation
1	21	COSTANZA_R(2007)61:267
2	19	COSTANZA_R(2004)51:139
3	15	BINGHAM_G(1995)14:73
4	13	COSTANZA_R(1998)25:67
5	12	PIMENTEL_D(1994)9:201
6	12	GUINEE_J(1999)30:47
7	12	TURNER_R(1999)30:333
8	12	LANSING_J(2001)38:383
9	11	ARROW_K(1995)15:91
10	10	TUKKER_A(2009)68:1928

Äquivalent zur Häufigkeitsverteilung der Publikationen lässt sich auch eine Häufigkeitsverteilung der Autoren nach der Anzahl der Publikationen erstellen. Diese Verteilung ist in Tabelle 5 dargestellt. Graphisch gesehen entsprechen die Werte in der ersten Spalte dem Indegree des Autors, also der Anzahl der Publikationen, an denen ein Autor beteiligt war, wobei ein Indegree von eins nicht zwangsläufig bedeuten muss, dass nur ein Autor an der Erstellung der Publikation beteiligt war. Hat ein Autor einen Indegree von eins, so bedeutet dies nur, dass dieser Autor sonst an keiner anderen Publikation beteiligt war. Daraus kann die mittlere Anzahl an Publikationen/Autor folgendermaßen errechnet werden:

Gleichung 5.2

$$\text{Mittlere Rate der Partizipation} = \frac{\Sigma \text{Anzahl der Publikationen} \times \text{Anzahl der Autoren}}{\text{Gesamtzahl der Autoren}}$$

Dabei ergibt sich ein Wert von durchschnittlich 1,39 Publikationen/Autor mit einer Standardabweichung von 1,13.

Tabelle 5: Häufigkeitsverteilung der Autoren nach der Anzahl an Publikationen, an der die Autoren beteiligt sind

Anzahl der Publikationen (= Indegree der Autoren)	Anzahl der Autoren (absolut)	Anzahl der Autoren (relativ)	Anzahl der Publikationen (= Indegree der Autoren)	Anzahl der Autoren (absolut)	Anzahl der Autoren (relativ)
1	2616	78,81%	9	4	0,12%
2	438	13,19%	10	2	0,06%
3	131	3,94%	11	1	0,03%
4	53	1,59%	12	1	0,03%
5	36	1,08%	14	1	0,03%
6	22	0,66%	16	1	0,03%
7	6	0,18%	18	1	0,03%
8	5	0,15%	22	1	0,03%

In Tabelle 6 sind die zehn Autoren mit den meisten Publikationen dargestellt, sei es als Erstautor oder Ko-Autor. Der Maximalwert liegt bei 22 und der Minimalwert liegt bei 1 Publikation. Auch hier führt COSTANZA Robert das Feld an.

Tabelle 6: Die zehn Autoren mit den meisten veröffentlichten Publikationen

Rank	Anzahl der erstellten Publikationen	Kurztitel des Autors (voller Name)
1	22	COSTANZA_R (Robert Costanza)
2	18	VANDENBE_J (Jeroen van den Bergh)
3	16	HANLEY_N (Nick Hanley)
4	14	LOOMIS_J (John Loomis)
5	12	FARBER_S (Stephen Farber)
6	11	NIJKAMP_P (Peter Nijkamp)
7	10	VANIERLA_E (Ekko Van Ierland)
8	10	AYRES_R (Robert Ayers)
9	9	SHOGREN_J (Jason Shogren)
10	9	EKINS_P (Paul Ekins)

Werden die zehn Publikationen mit der höchsten Autorenbeteiligung und die zehn Autoren mit den meisten erstellten Publikationen im Netzwerk lokalisiert, so fällt auf, dass neun der zehn Publikationen und neun der zehn Autoren in der großen Komponente aufzufinden sind. In Abbildung 14 ist die Hauptkomponente des two-Mode Netzwerks dargestellt. Die Größe der Knoten stellt aus der Perspektive der Publikationen (blaue und gelbe Knoten) die Anzahl der Autoren dar, die an dieser Publikation beteiligt waren (Outdegree der Publikationen). Aus der Perspektive der Autoren (rote und grüne Knoten) stellt die Größe des Knotens die Anzahl der Publikationen dar, an deren Erstellung der Autor beteiligt war (Indegree der Autoren). Die zehn Publikationen mit der höchsten Autorenbeteiligung sind blau dargestellt, wohingegen die zehn Autoren, welche die meisten Publikationen erstellt haben, rot dargestellt sind. Bis auf die Publikation LANSING_J(2001)38:383 (unten rechts im Bild) und den Autor SHOGREN Jason (unten links im Bild) sind alle weiteren Publikationen und Autoren in der großen Komponente aufzufinden. Im Zentrum des Netzwerks steht COSTANZA Robert, umgeben von den drei Publikationen aus Tabelle 4, für die er als Erstautor genannt ist. Auch die Autoren EKINS Paul und FARBER Stephen sind zentral, links neben COSTANZA Robert, aufzufinden. Alle weiteren Autoren sind eher an der Peripherie positioniert. Bemerkenswert ist auch die Position von HANLEY Nick (roter Knoten unten rechts in der großen Komponente). Er baut über seine 16 Publikationsbeteiligungen ein kleines Netzwerk an der Peripherie um sich herum auf. Der Autor LOOMIS John (roter Knoten oben Mitte in der großen Komponente) spielt trotz seiner peripheren Position eine wichtige Rolle, da durch die Entnahme dieses Autors aus der großen Komponente diese in zwei Teilkomponenten zerfallen würde.

Die Tatsache, dass aus den obigen Ranglisten neunzig Prozent der Publikationen mit der höchsten Autorenbeteiligung und neunzig Prozent der Autoren, welche die meisten Publikationen verfasst haben, in der großen Komponente aufzufinden sind, kann als Indiz dafür gesehen werden, dass die große Komponente eine wichtige Rolle im Gesamtnetzwerk spielt. Obwohl sie nur rund 25 % aller Autoren und Publikationen enthält, stellt sie in gewisser Weise den Kern der Autoren und Publikationen des Journals "Ecological Economics" im betrachteten Zeitraum dar. Des Weiteren scheinen vor allem die Publikationen, an denen viele Autoren kollaboriert haben, maßgeblich für die starke Vernetzung im Zentrum der großen Komponente verantwortlich zu sein. Allem voran stehen die Publikationen von COSTANZA Robert, welcher durch seine umfangreichen Kollaborationen mit anderen Autoren eine zentrale Rolle innehat. Die Tatsache, dass

COSTANZA Robert bezogen auf die erstellten Publikationen ebenfalls den Rang eins belegt, bekräftigt diese Annahme. Diese Sachverhalte gilt es im Folgenden genauer zu überprüfen.

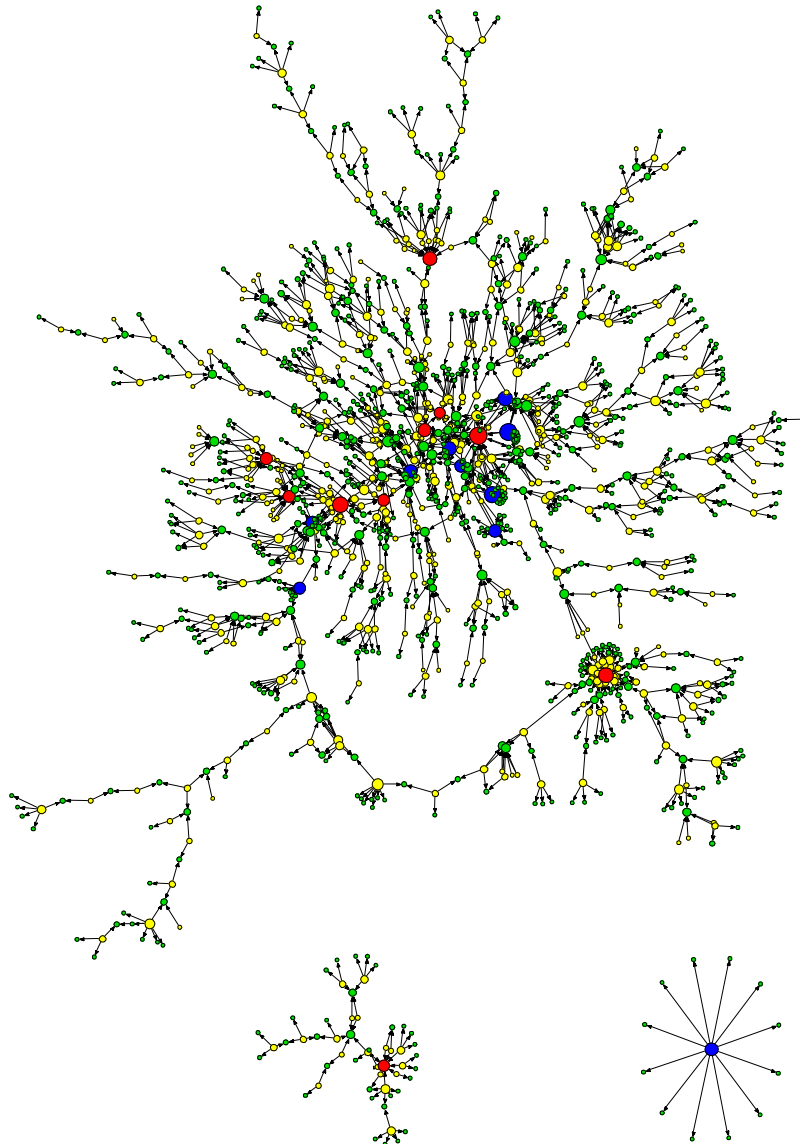


Abbildung 14: Verortung der zehn Publikationen mit der höchsten Autorenbeteiligung (blau), und der zehn Autoren mit den meisten publizierten Artikeln (rot) in der Hauptkomponente des Gesamtnetzwerks. Die restlichen Autoren (grün) und Publikationen (gelb), die nicht in der Rangliste sind, sind ebenfalls dargestellt. Die Knotengröße entspricht der Anzahl an beteiligten Autoren bzw. der Anzahl an erstellten Publikationen. Nähere Erläuterung im

Im nächsten Schritt wird zunächst ein bewertetes one-Mode Ko-Autorennetzwerk des two-Mode Publikations-Autoren-Netzwerks erstellt, an dem die Verteilung der Ko-Autoren eines Autors analysiert wird, bevor im darauffolgenden Kapitel die mesoskopische Analyse der großen Komponente, ebenfalls anhand des Ko-Autorennetzwerks, durchgeführt wird. Die Transformation in ein bewertetes Ko-Autorennetzwerk ermöglicht es, die Kollaborationsstrukturen zwischen den Autoren näher zu beleuchten.

4.1.2 Verteilung der Ko-Autoren und die Degreezentralitäten

Bevor die Verteilung der Ko-Autoren analysiert werden kann, muss das two-Mode Netzwerk zunächst in Pajek in ein one-Mode Netzwerk transformiert werden. Das erhaltene one-Mode Netzwerk ist ein Ko-Autorennetzwerk, in dem zwei Autoren miteinander in Beziehung stehen, wenn sie bei einer oder mehrerer Publikationen Ko-Autoren waren. Dieses Netzwerk ist im Gegensatz zum Netzwerk im vorhergehenden Kapitel bewertet. Der Wert einer Beziehung zwischen zwei Autoren wird anhand der Anzahl der gemeinsam erstellten Publikationen bemessen. Hat ein Autor zum Beispiel mit einem anderen Autor an zwei Publikationen zusammengearbeitet, so bekommt die Beziehung zwischen diesen beiden Autoren einen Wert von zwei. Das erhaltene Ko-Autorennetzwerk hat insgesamt 3319 Knoten, was gleichzeitig auch der Gesamtanzahl der Autoren entspricht, die im Journal "Ecological Economics" im untersuchten Zeitraum publiziert haben. Des Weiteren hat das Netzwerk 5190 Beziehungen, wovon 4913 Beziehungen einen Wert von eins und 277 (davon befinden sich 137 in der großen Komponente) Beziehungen einen Wert höher als eins aufweisen. Die daraus errechnete Dichte des Netzwerks ist 0,0009426.

Die Anzahl der Ko-Autoren eines Autors im Netzwerk entspricht graphisch gesehen der Anzahl der direkten Beziehungen, die dieser Autor zu anderen Autoren besitzt. Da es sich um ein ungerichtetes Netzwerk handelt, die Beziehung also keine Richtung aufweist, wird dies über den Degree des Autors bemessen. Der Degree eines Autors entspricht gleichzeitig auch seiner Degreezentralität und ist eine der drei Zentralitätsmaße, die in dieser Arbeit durchgeführt werden. In Abbildung 15 ist die Verteilung der Autoren nach der Anzahl ihrer Ko-Autoren im Zeitraum von 1994-2009 dargestellt. Der Minimalwert beträgt 0 (keine Ko-Autoren) und der Maximalwert beträgt 94 unterschiedliche Ko-Autoren. In der Graphik sind jedoch nur Autoren dargestellt, die mindestens einen Ko-Autor hatten. Die 348 Autoren (10,48% aller Autoren), die im Zeitraum von 1994-2009 keinen Ko-Autor hatten, sind nicht in der Graphik dargestellt. Der durchschnittliche

Degree eines Autors, was gleichzusetzen ist mit der durchschnittlichen Anzahl seiner Ko-Autoren, beträgt 3,127 bei einer Standardabweichung von $s=3,855$.

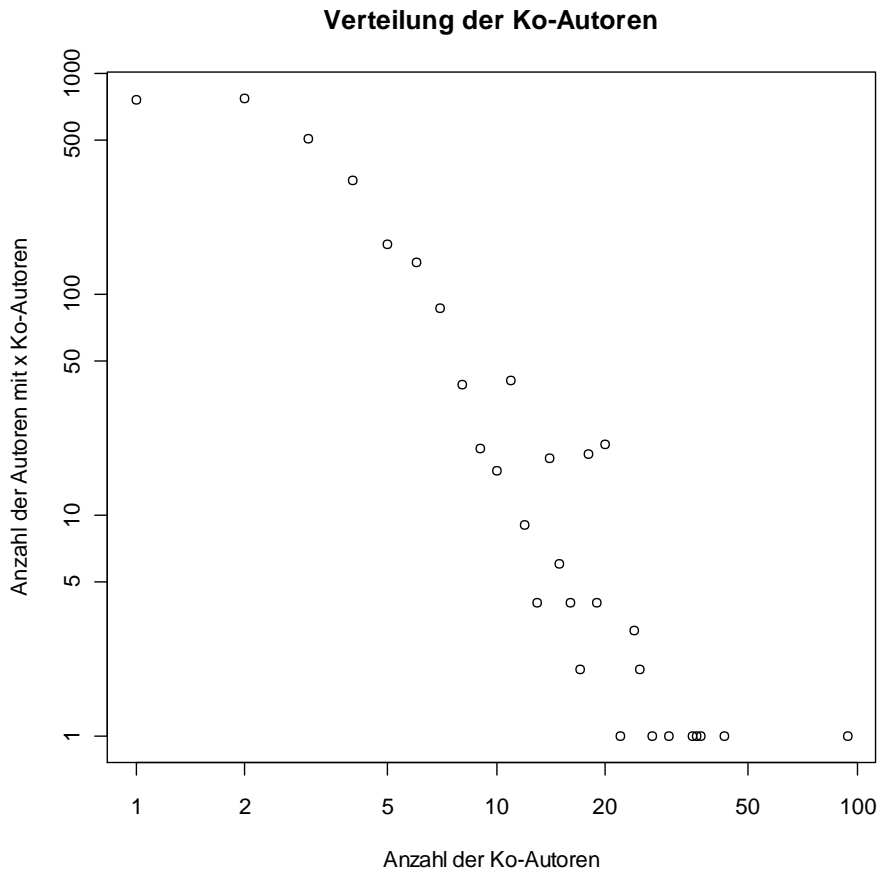


Abbildung 15: Verteilung der Autoren nach der Anzahl ihrer Ko-Autoren im untersuchten Zeitraum von 1994-2009.

Die abgebildete Verteilung ist typisch für eine Ko-Autorenverteilung. Der Großteil der Autoren hatte im untersuchten Zeitraum drei Ko-Autoren (kumulative Frequenz von 71,85%). Einige wenige Autoren (siehe Tabelle 7) hatten im untersuchten Zeitintervall über 20 Ko-Autoren. In der Rangliste ebenfalls aufgelistet sind die Autoren BATEMAN Ian und TURNER R. Kerry, die wie VAN IERLAND Ekko ebenfalls 24 Ko-Autoren hatten. Alle zwölf Autoren sind in der großen Komponente verortet. Wie auch in den vorhergegangenen Analysen scheint COSTANZA Robert durch seine ausgesprochen hohe soziale Aktivität eine zentrale Rolle zu spielen. Er hatte im untersuchten Zeitraum

insgesamt 94 unterschiedliche Ko-Autoren, die aufgrund der Kollaboration mit ihm auch in der großen Komponente zu finden sind.

Tabelle 7: Rangliste der zwölf Autoren, die im untersuchten Zeitintervall die meisten Ko-Autoren hatten (höchste Degreezentralität)

Rank	Anzahl der Ko-Autoren im Zeitraum 1994-2009	Autor mit X Ko-Autoren
1	94	COSTANZA_R (Robert Costanza)
2	43	FISHER_B (Brendan Fisher)
3	37	VANDENBE_J (Jeroen van den Bergh)
4	36	HANLEY_N (Nick Hanley)
5	35	FARLEY_J (Joshua Farley)
6	30	FOLKE_C (Carl Folke)
7	27	BOUMANS_R (Roelof Boumans)
8	25	DEGROOT_R (Rudolf de Groot)
9	25	FARBER_S (Stephen Farber)
10	24	VANIERLA_E (Ekko van Ierland)
11	24	BATEMAN_I (Ian Bateman)
12	24	TURNER_R (Kerry R. Turner)

In Abbildung 16 ist die große Komponente dargestellt. Die zwölf Autoren aus Tabelle 7 sind in Rot dargestellt, wobei alle weiteren Autoren grün dargestellt sind. Die Größe der Knoten entspricht der Anzahl der Ko-Autoren im untersuchten Zeitraum von 1994-2009. Die unterschiedlich dicken Beziehungen bzw. die unterschiedliche Graufärbung spiegeln die Stärke der Beziehung zwischen zwei Autoren wider, wobei dicke und dunkle Linien stärkere Beziehungen im Hinblick auf die Anzahl der gemeinsam erstellten Publikationen darstellen. Das Netzwerk wurde außerdem noch manuell nachbearbeitet, damit die Beschriftung der Knoten zu sehen ist, dennoch fällt die zentrale Position der Autoren mit den meisten Ko-Autoren in der Hauptkomponente auf. Das legt den Schluss nahe, dass Autoren mit vielen Ko-Autoren auch untereinander vernetzt sind. Im Hinblick auf die Ko-Autoren eines Autors lässt sich demnach eine deutliche Zentrum-Peripherie Struktur erkennen. Nach außen hin nimmt die Vernetzung der Autoren zueinander stetig ab. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass die rot markierten Autoren untereinander über stärkere Beziehungen vernetzt sind. Diese Tatsache kann als Indiz dafür gesehen werden,

dass es in der Hauptkomponente Kollaborationsstrukturen zwischen Autoren gibt, die bevorzugt werden. Als Beispiel sei hier die starke Beziehung zwischen VAN IERLAND Ekko und VAN DEN BERGH Jeroen genannt. Aber auch COSTANZA Robert ist mit DE GROOT Rudolf, FOLKE Carl, FARBER Stephen, BOUMANS Roelof, FARLEY Joshua und FISHER Brendan über mehr als nur eine gemeinsame Publikation vernetzt. Einzig und allein HANLEY Nick ist an der Peripherie und nicht im Zentrum verortet und damit nicht direkt mit allen anderen Autoren (rot markiert) vernetzt.

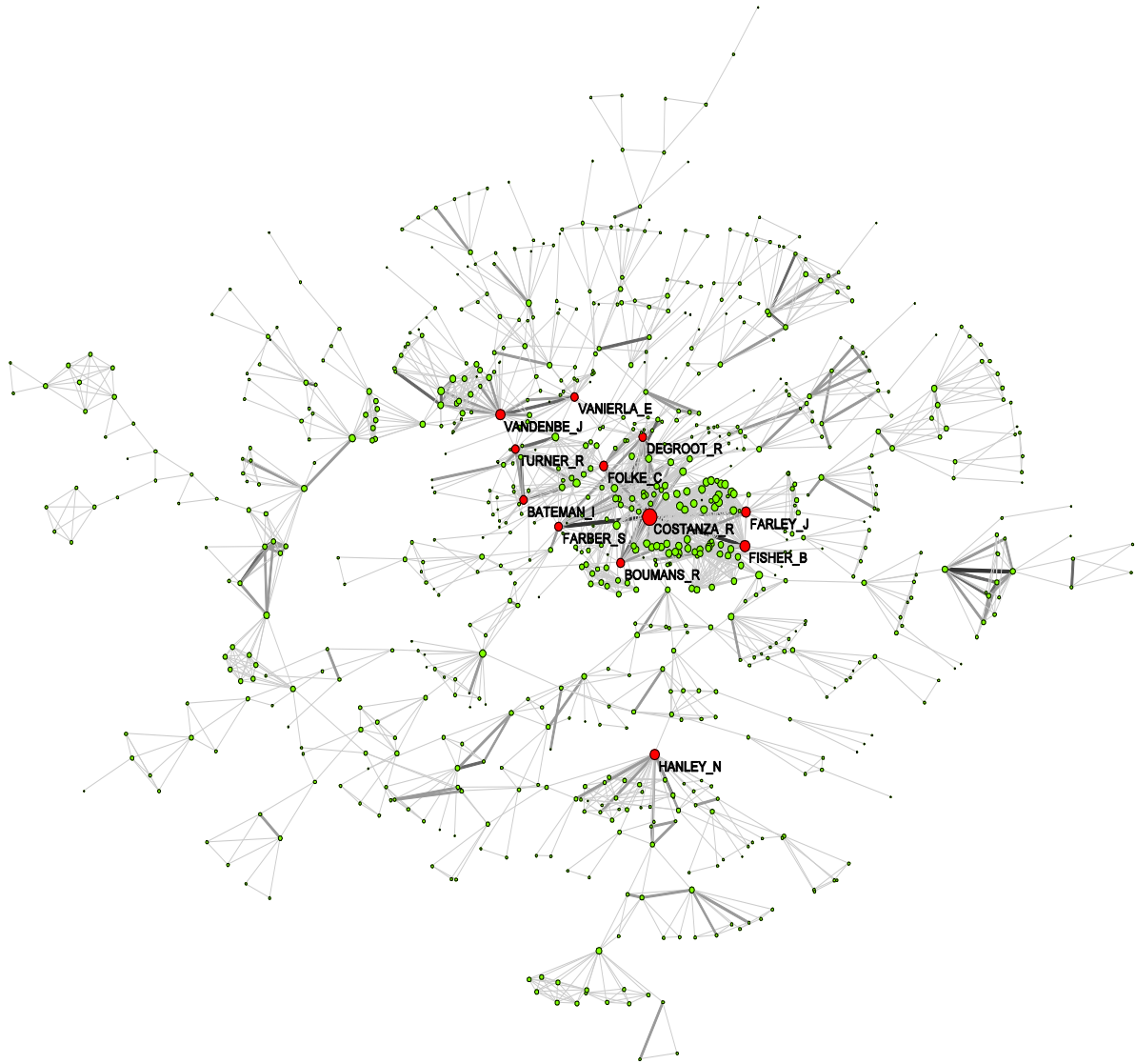


Abbildung 16: Darstellung der zwölf Autoren mit den meisten Ko-Autoren (rot) im untersuchten Zeitraum von 1994-2009. Die Größe der Knoten entspricht der Anzahl der Ko-Autoren. Die unterschiedlich dicken Linien bzw. Grauabstufungen stellen die Stärke der Beziehung zwischen zwei Autoren dar. Alle zehn Autoren befinden sich in der Hauptkomponente des Gesamtnetzwerks. Bis auf HANLEY Nick sind diese zentral angeordnet. Bemerkenswert ist ebenfalls die Zentrum-Peripherie Struktur des Ko-Autorennetzwerks der Hauptkomponente.

4.2 Mesoskopische Analyse der Hauptkomponente anhand des Ko-Autorennetzwerks

Die mesoskopische Analyse wird anhand des zuvor erstellten Ko-Autorennetzwerks der Hauptkomponente durchgeführt, da, wie bisher gezeigt werden konnte, diese anscheinend eine immanente Rolle im Gesamtnetzwerk spielt. Obwohl sich nur knapp ein Viertel aller Publikationen und Autoren in der Hauptkomponente befindet, ist diese im Gegensatz zu den 951 Isolaten kohärent. Diese Kohärenz kann man als "Ecological Economics Community" deuten, die aufgrund ihrer Kollaborationen und ihrer damit verbundenen Vernetzung zueinander den Kern des Autorennetzwerks des Journals "Ecological Economics" ausbilden. Diese Annahme wird durch die Tatsache bekräftigt, dass sich, gemessen an den Degreezentralitäten, die Schlüsselautoren und Schlüsselpublikationen des Gesamtnetzwerks in der Hauptkomponente befinden. Die Hauptkomponente des Ko-Autorennetzwerks besteht aus 808 Autoren, die insgesamt über 2338 Ko-Autorenschaften (Beziehungen) miteinander vernetzt sind. Das entspricht rund 45% aller Beziehungen im Netzwerk. Des Weiteren haben 137 Beziehungen einen Linienwert, der höher als 1 ist. Die durchschnittliche Anzahl der Ko-Autoren eines Autors in der Hauptkomponente ist 5,79 bei einer Standardabweichung von 6,32. Der Clustering Koeffizient beträgt 0,8137. Somit beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Ko-Autoren eines Autors ebenfalls zusammen publiziert haben, rund 81,4%. Der Durchmesser¹⁶ der großen Komponente ist 22. Das bedeutet, dass jeder Autor jeden anderen Autor über maximal 22 Schritte erreichen kann. Die durchschnittliche Distanz zwischen zwei Autoren in der großen Komponente beträgt 7,46 Schritte.

In den nächsten Schritten werden noch zwei weitere Zentralitätsmaße (Betweenness- und Closenesszentralität) berechnet, um in einem letzten Schritt die Autoren zu identifizieren, die im Hinblick auf alle drei Zentralitätsmaße Schlüsselakteure sind.

4.2.1 Closeness- und Betweennesszentralitäten des Ko-Autorennetzwerks der Hauptkomponente

Im Gegensatz zur Degreezentralität eines Autors, die mit seiner sozialen Aktivität gleichzusetzen ist, misst die Closenesszentralität die Nähe eines Autors zu entfernteren

¹⁶ Der Durchmesser bezeichnet den längsten Pfad im jeweiligen Netzwerk. Innerhalb dieses Wertes kann jeder Autor jeden anderen erreichen.

Autoren im Netzwerk und ist ein Maß für seine soziale Effizienz im Sinne seiner Unabhängigkeit von anderen Akteuren, um an Netzwerkressourcen zu gelangen. Autoren mit einer hohen Closenesszentralität sind somit Autoren, die über viele kurze Beziehungen zu allen anderen Autoren im Netzwerk verfügen. Sie haben damit die Möglichkeit, über wenige Beziehungen schnell mit allen anderen Autoren im Netzwerk zu interagieren. Solche Akteure sind dadurch nicht so sehr auf die Vermittlung durch andere Akteure im Netzwerk angewiesen, wie es Autoren mit niedrigen Closenesszentralitäten sind.

Die Betweennesszentralität misst die Anzahl der Verbindungen, die ein Autor zwischen zwei anderen Autorenpaaren hat. Demnach weisen jene Autoren eine hohe Betweennesszentralität auf, welche auf dem kürzesten Pfad (geodesic) zwischen vielen Autorenpaaren liegen. Autoren mit hohen Betweennesszentralitäten im Netzwerk haben nach netzwerktheoretischen Aspekten eine mächtige Position inne ("Maklerposition"), da sie viele Aktivitäten, wie zum Beispiel den Fluss von Informationen, im Netzwerk kontrollieren können. Betweennesszentralität kann deshalb gleichgesetzt werden mit der Kontrolle über soziale Beziehungen. Diese beiden Zentralitätsmaße berücksichtigen somit auch die indirekten Beziehungen eines Autors und ermöglichen damit, seine Eingebettetheit im Netzwerk zu evaluieren, was durch die Degreezentralität nicht möglich ist.

4.2.1.1 Closenesszentralitäten der Autoren aus der Hauptkomponente

Die Closenesszentralität im Ko-Autorennetzwerk der Hauptkomponente hat einen Minimalwert von 0,0668 und einen Maximalwert von 0,2327. Der arithmetische Mittelwert liegt bei 0,1417 mit einer Standardabweichung von 0,0325. Die Closenesszentralisierung, also die Monopolisierung der Zentralitäten auf einzelne Akteure, beträgt 0.1824. In Tabelle 8 sind die zehn Autoren mit den höchsten Closenesszentralitäten angeführt. COSTANZA Robert belegt auch im Hinblick der Closenesszentralität den Rang eins. Aber auch De GROOT Rudolf, FARBER Stephen und FOLKE Carl, die auch bei den Degreezentralitäten aus Tabelle 7 in der Rangliste angeführt sind, belegen hier die Plätze zwei bis vier. Einerseits heißt dies, dass die Autoren im Hinblick auf ihre Degreezentralitäten eine hohe soziale Aktivität aufweisen (viele Ko-Autoren), und andererseits, dass diese Autoren durch ihre hohen Closenesszentralitäten über relativ kurze Pfade zu allen anderen Autoren verfügen. Das ermöglicht es ihnen, über wenige Schritte im Netzwerk mit allen anderen Autoren zu interagieren, eine Eigenschaft,

die vor allem in Informationsnetzwerken bzw. in Wissenschaftsnetzwerken von großem Vorteil ist, da somit relativ schnell "Neuigkeiten" verbreitet werden können.

Tabelle 8: Rangliste der zehn Autoren mit den höchsten Closenesszentralitäten [C_c]

Rang	Closeness-zentralität [C_c]	Normierte Closeness-zentralität [C_c^*]	Autor
1	0,2327	0,0020	COSTANZA_R (Robert Costanza)
2	0,2219	0,0019	DEGROOT_R (Rudolf de Groot)
3	0,2214	0,0019	FARBER_S (Stephen Farber)
4	0,2154	0,0019	FOLKE_C (Carl Folke)
5	0,2153	0,0019	VANBELT_M (Marjan van den Belt)
6	0,2126	0,0019	MALER_K (Karl-Gören Mäler)
7	0,2086	0,0018	GRASSO_M (Monica Grasso)
8	0,2085	0,0018	SUTTON_P (Paul Sutton)
9	0,2084	0,0018	TURNER_R (Kerry R. Turner)
10	0,2074	0,0018	O'NEILL_R (Robert O'Neill)

In Abbildung 17 ist die Hauptkomponente des Ko-Autorennetzwerks dargestellt. Dabei wurden die Closenesszentralitäten in drei Klassen geteilt. Diese Klassen werden im Netzwerk durch ihre unterschiedliche Farbe dargestellt. Die Größe der Knoten im Netzwerk entspricht den Closenesszentralitäten. In Tabelle 9 ist die Klasseneinteilung dargestellt.

Tabelle 9: Klasseneinteilung der Autoren der Hauptkomponente nach ihren Closenesszentralitäten [C_c]

Klasse	Farbe	Klassenintervall [C _c]	Autoren (absolut)	Autoren (relativ)
1	grün	(0,067-0,122]	244	30,2%
2	rot	(0,122-0,177]	432	53,5%
3	gelb	(0,177-0,233]	132	16,3%

Die Closenesszentralität in der Hauptkomponente bestätigt die zuvor erwähnte Zentrum-Peripherie-Struktur des Netzwerks. Autoren mit hohen Degreezentralitäten sowie mit hohen Closenesszentralitäten befinden sich im Zentrum der Hauptkomponente. Der Übergang zwischen Zentrum (gelb), Semiperipherie (rot) und Peripherie (grün) ist "fließend", wobei ein relativ starker Unterschied zwischen Zentrum und Peripherie zu sehen ist. Dieses Ergebnis hebt nochmals die hohe Bedeutung der zentralen Autoren in der Hauptkomponente hervor. Die 132 Autoren des Zentrums (gelb), die knapp 16% aller Autoren der Hauptkomponente darstellen, sind auch für die strukturelle Stabilität der Hauptkomponente wichtig, da durch deren Eliminierung aus dem Netzwerk dieses in 35 Isolate zerfallen würde. Die 432 Autoren der Semiperipherie, also knapp 54% aller Autoren der Hauptkomponente, haben eine nicht minder wichtige Rolle im Netzwerk, da sie die Schnittstelle zwischen den Autoren des Zentrums und den Autoren der Peripherie darstellen. Im Folgenden wird untersucht, ob sich im Hinblick auf die Betweennesszentralität ein ähnliches Bild ergibt.

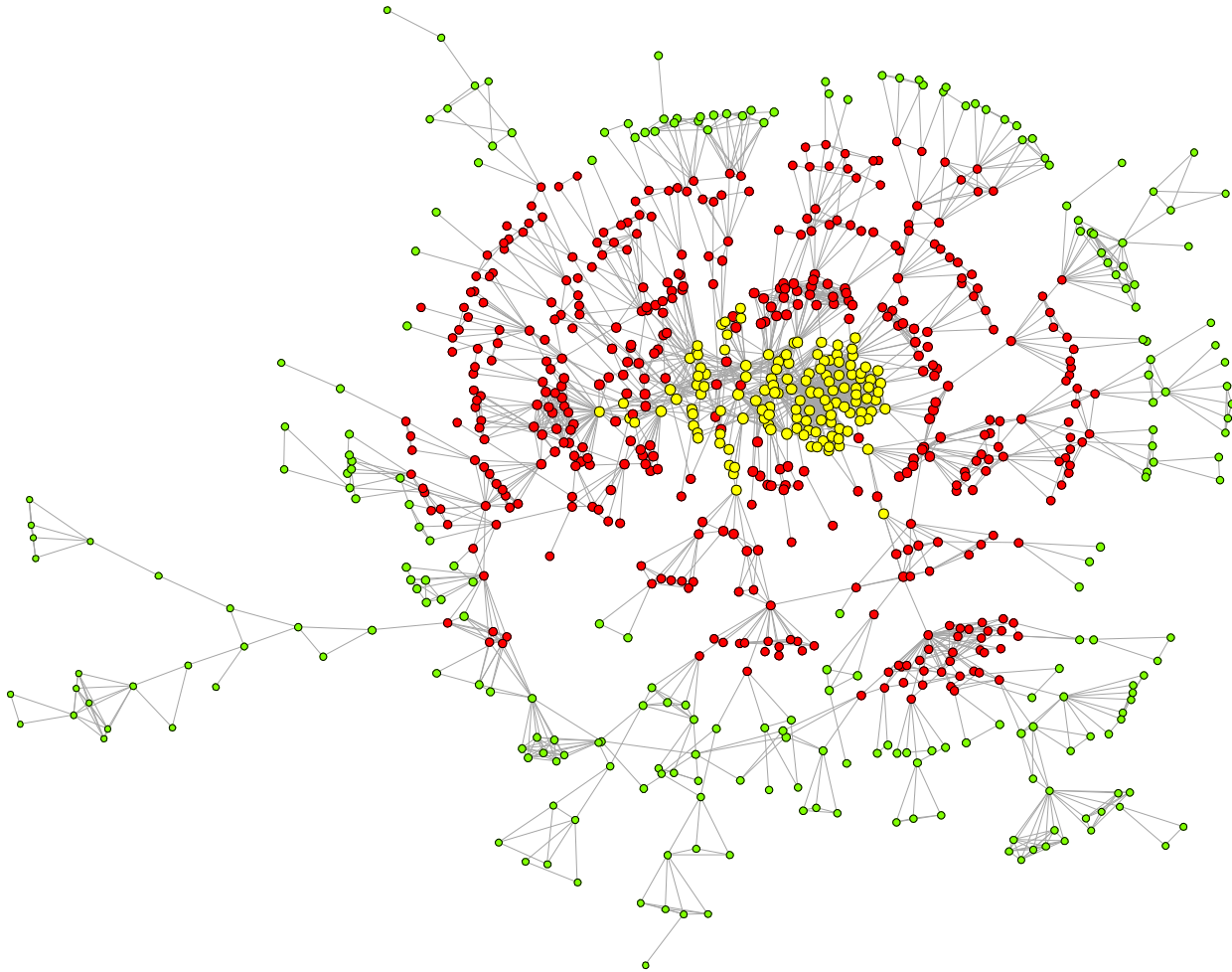


Abbildung 17: Darstellung der Closenesszentralitäten in der Hauptkomponente. Die Farben markieren bezogen auf die Closenesszentralität die Klassenzugehörigkeit nach der Tabelle 9 der Autoren. Die Größe der Knoten entspricht dem Wert der Closenesszentralität eines Knotens. Im Bezug auf die Closenesszentralität lässt sich wie bei der Degreezentralität eine Zentrum – Peripherie - Struktur erkennen.

4.2.1.2 Betweennesszentralitäten der Autoren aus der Hauptkomponente

Ein wesentlich differenzierteres Bild als bei der Closenesszentralität ergibt die Errechnung der Betweennesszentralität. Der Minimalwert liegt bei 0 und der Maximalwert liegt bei 0,5062. Der arithmetische Mittelwert liegt bei 0,008 mit einer Standardabweichung von 0,0317. Die Betweennesszentralisierung beträgt 0,4988 und ist damit relativ hoch. Das bedeutet, dass es einige wenige Autoren in der Hauptkomponente gibt, welche im Vergleich zu den anderen Autoren sehr hohe Betweennesszentralitäten aufweisen. In Tabelle 10 sind die zehn Autoren mit den höchsten Betweennesszentralitäten angeführt. COSTANZA Robert hat mit seiner Betweennesszentralität von 0,5062 den höchsten Wert. Aber auch die Autoren VAN DEN BERGH Jeroen, HANLEY Nick, FARBER Stephen, DE GROOT Rudolf und VAN IERLAND Ekko, die auch in den vorhergehenden Analysen stets in der Rangliste angeführt waren, sind hier vertreten.

Tabelle 10: Rangliste der zehn Autoren mit den höchsten Betweennesszentralitäten [C_B]

Rang	Betweenness-Zentralität [C_B]	Normierte Betweennesszentralität [C_B^*]	Autor
1	0,5062	0.0781	COSTANZA_R (Robert Costanza)
2	0,2985	0.0461	CAMPBELL_B (Bruce Campbell)
3	0,2486	0.0384	VANDENBE_J (Jeroen van den Bergh)
4	0,2086	0.0322	HANLEY_N (Nick Hanley)
5	0,2058	0.0318	KENYON_W (Wendy Kenyon)
6	0,2040	0.0315	FARBER_S (Stephen Farber)
7	0,1937	0.0299	SPASH_C (Clive Spash)
8	0,1557	0.0240	DEGROOT_R (Rudolf De Groot)
9	0,1524	0.0235	HEIJUNGS_R (Reinout Heijungs)
10	0,1496	0.0231	VANIERLA_E (Ekko van Ierland)

Die Ränge eins bis sieben werden von Autoren aus den Klassen drei und vier aus Tabelle 11 belegt. Die letzten drei Ränge werden von Autoren aus der Klasse zwei belegt. In der dazu gehörigen Abbildung sind der Übersichtlichkeit halber nur die Autoren aus Klasse drei und vier namentlich markiert. In Abbildung 18 ist die Hauptkomponente des Ko-Autorennetzwerks dargestellt. Tabelle 11 zeigt die dazugehörige Klasseneinteilung der

Autoren. Eine eigene Klasse bildet aufgrund seiner hohen Betweennesszentralität COSTANZA Robert. Die Größe der Knoten entspricht ihrer Betweennesszentralität.

Tabelle 11: Klasseneinteilung der Autoren der Hauptkomponente nach ihren Betweennesszentralität [C_B]

Klasse	Farbe	Klassenintervall [C_B]	Autoren (absolut)	Autoren (relativ)
1	Keine	(0,000-0,000]	574	71%
2	Grün	(0,000-0,169]	227	28,1%
3	Rot	(0,169-0,337]	6	0,7%
4	Gelb	(0,337-0,506]	1	0,1%

Im Gegensatz zur Closenesszentralität lässt sich hier keine Zentrum -Peripherie- Struktur erkennen, was aufgrund der hohen Betweennesszentralisierung auch nicht zu erwarten war. Autoren mit hohen Betweennesszentralitäten sind relativ gleichmäßig auf das gesamte Netzwerk verteilt. Wie oben schon kurz erklärt, verfügen Autoren mit hoher Betweennesszentralität durch ihre "Maklerposition" Kontrolle über den Informationsfluss in Netzwerken. In der Abbildung lässt sich klar erkennen, dass vor allem jene Autoren hohe Betweennesszentralitäten aufweisen, welche in der Tat eine Maklerposition innehaben, also zwischen zwei oder mehreren Autoren vermitteln können. Die Stabilität des Netzwerks hängt stark von diesen zentralen Autoren ab. Die Entnahme des Autors COSTANZA Robert aus dem Netzwerk, welcher aufgrund seiner hohen Betweennesszentralität eine eigene Klasse bildet, führt zum Zerfall des Netzwerks in sechs voneinander abgetrennte Isolate.

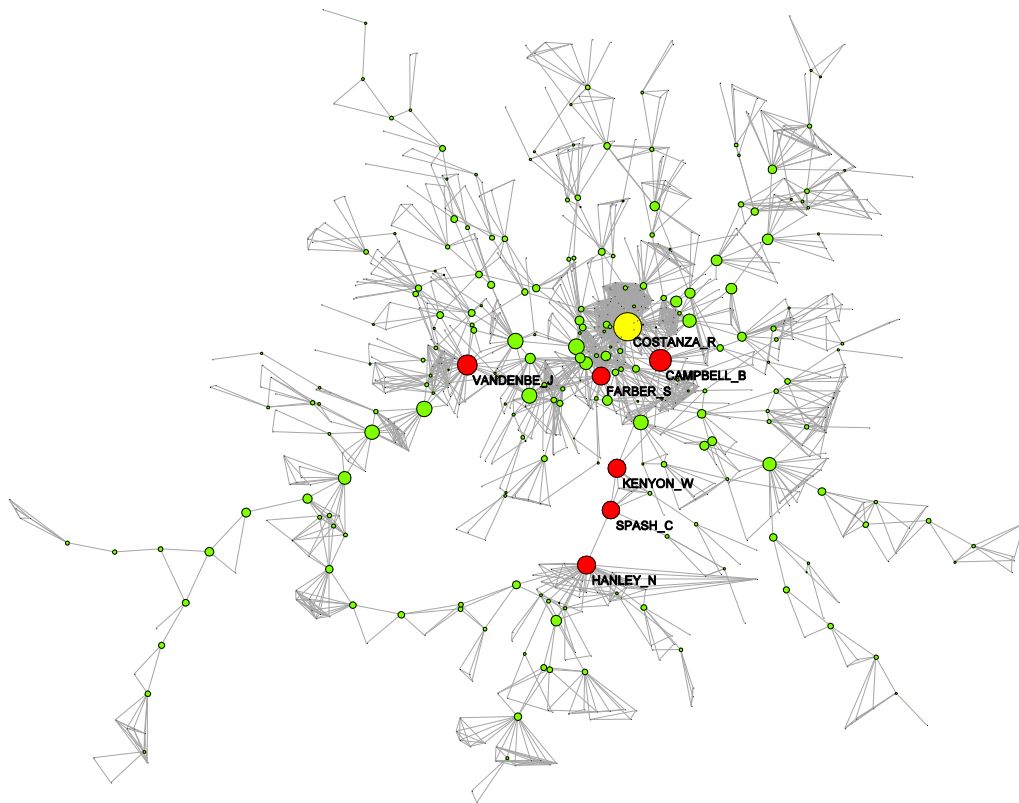


Abbildung 18: Darstellung der Betweennesszentralität in der Hauptkomponente. Die Farben markieren bezogen auf die Betweennesszentralität die Klassenzugehörigkeit der Autoren nach Tabelle 11. Die Größe der Knoten entspricht dem Wert der Betweennesszentralität eines Knotens. Nicht zu sehen sind die Knoten der Klasse eins, da sie eine Betweennesszentralität von 0 haben.

4.2.2 Die zentralen Autoren des Ko-Autorennetzwerks

Die bisherigen Analysen haben gezeigt, dass einige wenige Autoren immer wieder in den Topplatzierungen der Ranglisten auftauchen. Als Beispiel sei COSTANZA Robert genannt, der in allen drei Ranglisten stets den Platz eins belegt, oder die Autoren DE GROOT Rudolf und FARBER Stephen, die ebenfalls in allen drei Ranglisten aufzufinden sind. Diese Tatsache legt den Schluss nahe, dass es einige wenige Autoren gibt, die im Hinblick auf die Zentralitätsmaßzahlen Schlüsselpositionen im Autorennetzwerk einnehmen. Die drei Zentralitätsmaße könnten auch ein völlig anderes Bild ergeben, in dem sich die Autoren der Topplatzierungen im extremsten Fall stets unterscheiden. Um festzustellen, ob die Autoren in den Ranglisten auch untereinander vernetzt sind, werden Autoren, die in mindestens zwei der drei Ranglisten aufscheinen, aus dem Netzwerk extrahiert. In Tabelle 12 sind die acht Autoren dargestellt, die in mindestens zwei der drei Ranglisten aufscheinen. Dabei sind die Werte der Degree-, Closeness- bzw.

Betweennesszentralität, die aus den Ranglisten stammen, dick hervorgehoben. Drei Autoren sind in allen drei Ranglisten vertreten. Die anderen fünf Autoren sind in zwei der drei Ranglisten enthalten.

Tabelle 12: Tabelle der acht zentralsten Autoren im Autorennetzwerk des Journals "Ecological Economics"

Rang	Autor	Degreezentralität [C _D]	Closenesszentralität [C _C]	Betweennesszentralität [C _B]
1	COSTANZA_R	94	0,2327	0,5062
2	DEGROOT_R	25	0,2219	0,1557
3	FARBER_S	25	0,2214	0,2040
4	VANDENBE_J	37	0,1892	0,2486
5	HANLEY_N	36	0,1456	0,2086
6	FOLKE_C	30	0,2154	0,1045
7	VANIERLA_E	24	0,1496	0,1496
8	TURNER_R	24	0,2084	0,1457

In Abbildung 19 ist das extrahierte Netzwerk der Autoren, die in Tabelle 12 aufgelistet sind, dargestellt. Sieben der acht Autoren sind untereinander vernetzt. HANLEY Nick ist der einzige Autor, der mit den anderen sieben Autoren noch nie direkt kollaboriert hat. Die Werte auf den Linien geben die Anzahl der gemeinsamen Kollaborationen zwischen zwei Autoren wieder. Die drei Autoren, die in allen Ranglisten aufscheinen, sind rot markiert. Sie bilden untereinander eine Triade, die, nach den Werten auf den Linien zu urteilen, im Vergleich zu den allen anderen Ko-Autorenschaften untereinander relativ stark vernetzt sind. Die stärkste Dyade mit einem Wert von vier ist zwischen COSTANZA Robert und FARBER Stephen vorhanden, die demnach viermal miteinander publiziert haben. Eine weitere starke Dyade mit einem Wert von drei ist zwischen den Autoren VAN DEN BERGH Jeroen und VAN IERLAND Ekko vorhanden.

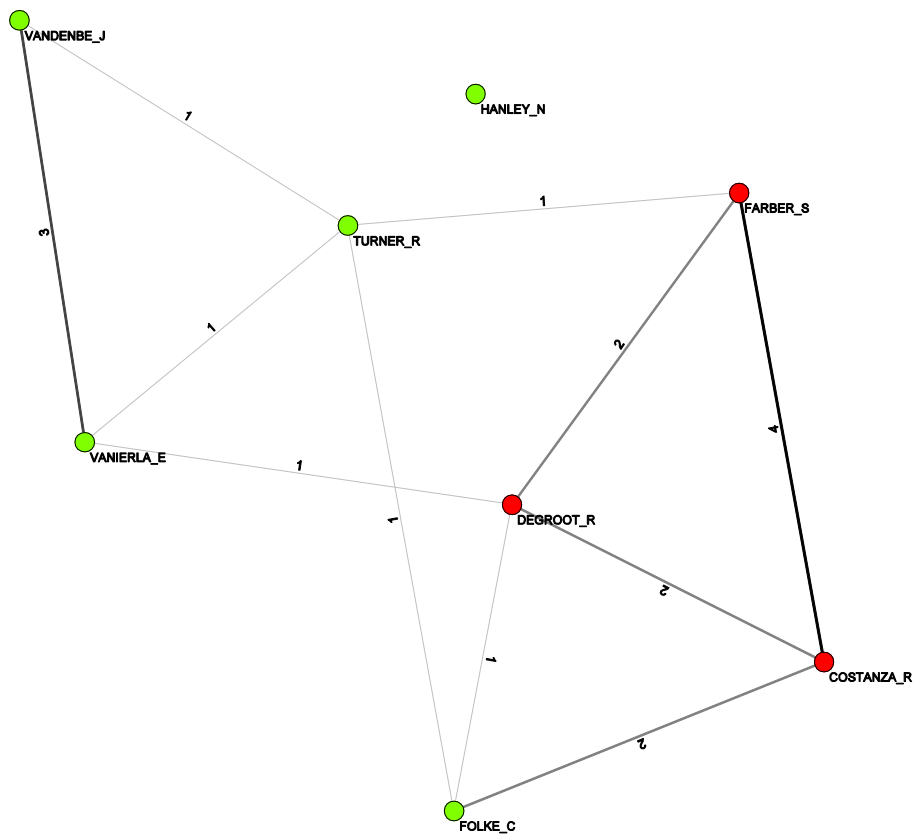


Abbildung 19: Vernetzung der zentralsten Autoren untereinander. In Rot sind die drei Autoren dargestellt, welche in allen drei Zentralitätsranglisten vertreten sind. Sie bilden untereinander aufgrund ihrer wiederholten Kollaborationen eine relativ starke Triade aus. In Grün sind die restlichen fünf zentralen Autoren dargestellt. Die Ziffern auf den Linien entsprechen der Anzahl an Publikationen, die ein Autorenpaar miteinander erstellt hat. Nähere Erläuterung im Text.

Die Tatsache, dass sieben der acht Autoren mit den höchsten Zentralitäten im Netzwerk untereinander über maximal drei Schritte vernetzt sind (vgl. dazu den Pfad von VAN DEN BERGH Jeroen → COSTANZA Robert), kann als wichtige strukturelle Eigenschaft gesehen werden, da diese Autoren durch Synergien sehr schnell im gesamten Netzwerk (zumindest in der Hauptkomponente) wirksam werden können. Einerseits ist dies nützlich, um an Informationen zu gelangen, andererseits aber auch, um Informationen zu verbreiten.

4.3 Analyse der starken Dyaden

Bis jetzt wurde das Autorennetzwerk nur anhand von Zentralitätsmaßzahlen untersucht, um somit die zentralsten Autoren des Netzwerks ausfindig zu machen. In einem weiteren Arbeitsschritt sollen die Kollaborationen analysiert werden, welche in stärkere Dyaden eingebettet sind. Wie oben schon mehrmals angesprochen handelt es sich bei dem Ko-Autorennetzwerk um ein bewertetes Netzwerk, wobei zwei Autoren miteinander eine stärkere Beziehung (starke Dyade) aufweisen, wenn sie mehrmals miteinander Ko-Autoren waren. Im gesamten Ko-Autorennetzwerk gibt es 277 Beziehungen, die einen höheren Wert als eins aufweisen, also Autorenpaare, die öfter als einmal miteinander kollaboriert haben. Davon befinden sich 137 in der großen Komponente, obwohl nur 25% aller Autoren in dieser vertreten sind. Die restlichen starken Dyaden sind auf die Isolate verteilt. Da, wie schon gezeigt werden konnte, die große Komponente eine immanente Rolle im Gesamtnetzwerk spielt, werden die starken Dyaden untersucht, welche sich in dieser befinden.

In der großen Komponente sind 147 der insgesamt 808 Autoren über starke Dyaden miteinander vernetzt. Abbildung 20 zeigt die Einbettung dieser Autoren in der großen Komponente. Schwarz sind alle Autoren dargestellt, die nur über eine Kollaboration mit einem anderen Autor vernetzt sind. Alle anderen Farben stellen die 42 Autorengruppen dar, die untereinander über mehr als nur eine Ko-Autorenschaft vernetzt sind. Die kleinsten dieser Komponenten bestehen aus nur zwei Autoren und die größte besteht aus 24 Autoren. Interessant ist auch die Tatsache, dass gerade die Größte dieser Komponenten im Zentrum des Netzwerks aufzufinden ist. Diese Komponente hat des Weiteren auch eine strukturell sehr wichtige Position inne, da durch deren Entnahme aus der Hauptkomponente diese in 31 unzusammenhängende Teilkomponenten zerfallen würde. Ein ähnliches Ergebnis zeigte auch die Entnahme der Autorenklasse mit den höchsten Closenesszentralitäten bzw. Betweennesszentralitäten aus Kapitel 4.2.1. Diese Tatsache lässt den Schluss zu, dass die Autoren im Zentrum der Hauptkomponente für deren Stabilität und den Zusammenhalt enorm wichtig sind. Der zentrale Cluster (in Abb. 20 dunkelgrün dargestellt) besteht aus 24 Autoren. Die restlichen 41 Autorengruppen scheinen zumeist eine strukturell wichtige Position zu besitzen, da sie an "strategisch" wichtigen Stellen im Netzwerk aufzufinden sind. Diese Positionen vernetzen Autoren untereinander, die aufgrund von nur einer Ko-Autorenschaft (schwarz gefärbte Autoren) im Netzwerk vertreten sind.

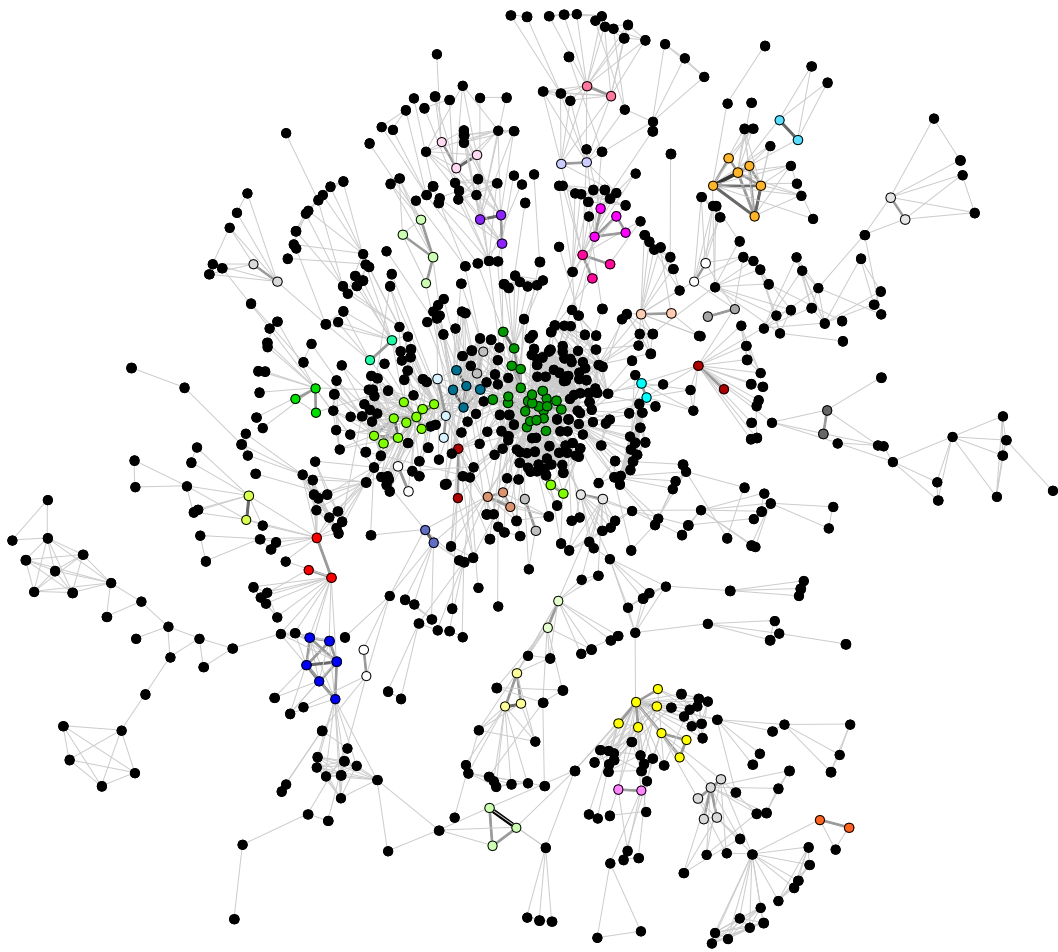


Abbildung 20: Verortung der 42 Komponenten bestehend aus 147 Autoren, die über stärkere Ko-Autorenschaften miteinander vernetzt sind. Die größte Komponente bildet eine Gruppe von 24 Autoren im Zentrum des Netzwerks(dunkelgrün). Schwarz sind alle Autoren dargestellt, die nur über eine Ko-Autorenschaft mit einem anderen Autor verbunden sind. Nähere Erläuterung im Text.

In Abbildung 21 wurden diese 42 Komponenten aus dem Netzwerk extrahiert und beschriftet. Die Ziffern auf den Linien stellen die Anzahl der gemeinsam erstellten Publikationen dar. Die zentralsten Autoren aus Tabelle 12 sind alle in diesen 42 Komponenten vertreten. Sie besetzen innerhalb der extrahierten Komponenten ebenfalls sehr zentrale Positionen. Man beachte hierbei zum Beispiel die Position von COSTANZA Robert, der um sich herum sternförmig 15 weitere Autoren schart, mit denen er mindestens zweimal kollaboriert hat. Diese Morphologie ist auch verantwortlich für die im Vergleich

zu allen anderen Autoren relativ hohe Betweennesszentralität von COSTANZA Robert. Ähnliche Positionen belegen die Autoren VAN DEN BERGH Jeroen und HANLEY Nick. Vier der insgesamt acht zentralsten Autoren (markiert durch rote Sterne) sind in der größten der 42 Komponenten vertreten. Daraus lässt sich allgemein schließen, dass die zentralsten Autoren auch für die längerfristigen Kollaborationen eine wichtige Rolle spielen.

Die stärkste Dyade mit 5 gemeinsamen Ko-Autorenschaften bilden die beiden Autoren WATZOLD Frank (richtigerweise Wätzold) und DRECHSLER Martin. Beide Autoren sind mit dem Helmholtz Centrum for Environmental Research affiliert. Aber es scheinen auch andere Autoren, wie zum Beispiel die Gruppe der sechs Autoren (KRAUSMANN F., GINGRICH S., ERB K., HABERL H., EISENMENGER N. und FISCHER-KOWALSKI M.), die in Abbildung 21 dunkelblau dargestellt sind, aufgrund derselben Affiliation öfter miteinander zu kollaborieren. Diese Autoren sind alle an der Alpen Adria Universität in Klagenfurt am Institut für Soziale Ökologie ansässig. Hier stellt sich die Frage, ob die "starken" Kollaborationen zwischen zwei oder mehr Autoren allgemein dem Trend folgen, dass Ko-Autoren aus demselben Staat bzw. aus derselben Institution bevorzugt werden. Demnach könnten gewisse geographische und institutionelle "hot-spots" lokalisiert werden, die im Autorennetzwerk von „Ecological Economics“ dominieren. Die 42 Autorengruppen, welche über starke Dyaden miteinander vernetzt sind, werden deshalb im nächsten Schritt angesichts ihrer institutionellen Affiliation (Universität, staatliche Forschungseinrichtung, private Institution usw.) näher untersucht, um diese Frage zu beleuchten.

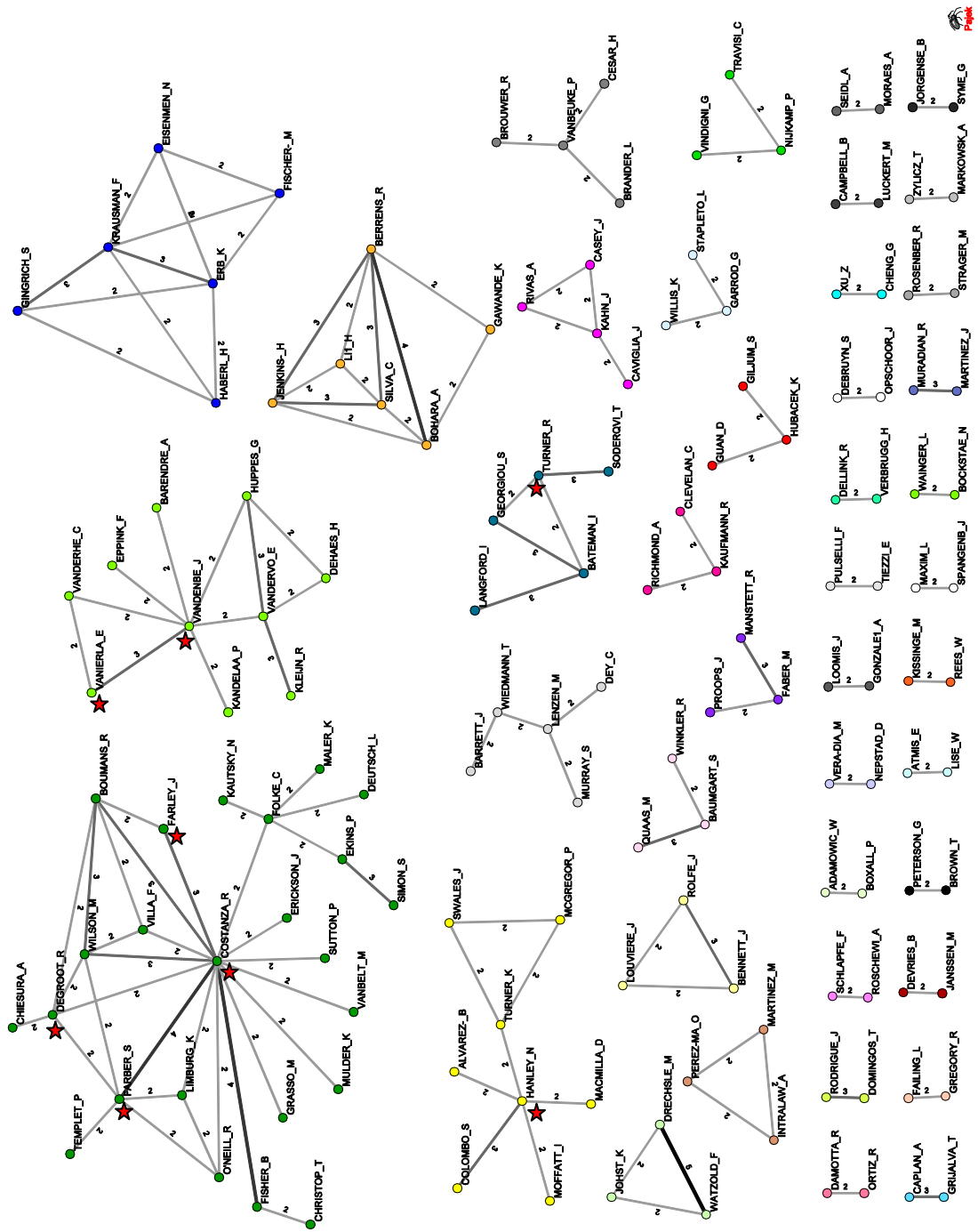


Abbildung 21: Abgebildet sind die extrahierten 42 Komponenten aus Abbildung 20. Die Autoren sind hier über mindestens zwei gemeinsame Ko-Autorenschaften miteinander vernetzt. Sterne markieren die zentralsten Autoren. Oben links im Bild (dunkelblau) ist eine Gruppe von sechs Autoren, die alle an der Alpen Adria Universität Klagenfurt ansässig sind. Diese Tatsache wirft die Frage auf, ob Ko-Autorenschaften aus derselben Institution bevorzugt werden.

4.3.1 Der institutionelle Ursprung der Ko-Autoren

Die Datengrundlage für die folgenden Analysen stammt aus dem erhobenen Grunddatensatz bzw.. falls im Datensatz nicht angeführt, von der Elsevier Homepage ¹⁷. Zumeist ist die Institution des Autors im bibliographischen Grunddatensatz angegeben, jedoch musste in Zweifelsfällen dennoch in der Elsevier Datenbank recherchiert werden. Somit konnte den Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung ihrer Publikation eine institutionelle Affiliation zugewiesen werden. Da es sich hierbei um einen zeitaufwendigen Arbeitsschritt handelt, wurde dieser nur für die 147 Autoren, die über starken Dyaden miteinander in Beziehung stehen, durchgeführt. Zusätzlich wurde der Grad der Mobilität für die Autoren erhoben. Der Mobilitätswert ist eine numerische Größe, die angibt, wie oft ein Autor im Untersuchungszeitraum, in dem er im Journal "Ecological Economics" publiziert hat, die Institution gewechselt hat. Dies ist notwendig, da Autoren nicht immer an derselben Institution ansässig sind, sondern während ihrer wissenschaftlichen Schaffensperiode diese des Öfteren wechseln. Tabelle 13 zeigt eine Aufschlüsselung der Autoren nach ihrer Mobilität. 118 der 147 Autoren haben die Institution im Untersuchungszeitraum nicht gewechselt. Die Autoren der großen Komponente, die in starke Dyaden eingebettet sind, können demnach als relativ immobil im Hinblick auf ihre institutionelle Affiliation angesehen werden. Es handelt sich also um Wissenschaftler, die in einer Institution bereits integriert sind und nicht zwischen vielen unterschiedlichen Institutionen wechseln, so wie es bei vielen gerade aufstrebenden Wissenschaftlern meist der Fall ist.

Tabelle 13: Die Mobilität der 147 Autoren aus den starken Dyaden

Mobilität	Anzahl der Autoren	Mobilität	Anzahl der Autoren
0	118	2	9
1	19	3	1

In Tabelle 14 sind die 54 Autoren der fünf größten Komponenten (dunkelgrüne, hellgrüne, dunkelblaue, orange und gelbe Knoten) aus Abbildung 21 mit ihrer Mobilität, der aktuellsten Affiliation und dem Ursprungsland dieser Affiliation dargestellt. Der Übersicht wegen werden nur diese fünf Komponenten hier angeführt.

¹⁷ Aufzurufen unter www.sciencedirect.com zuletzt aufgerufen am 20.03.2012

Tabelle 14: Auflistung der 54 Autoren aus den größten 5 Komponenten der Abbildung 21, nach ihrem Mobilitätsgrad, der aktuellen Affiliation und dem Land der Affiliation

Autor	Farbe der Komponente	Mobilität	Aktuellste Affiliation	Land der Institution
EKINS_P	dunkelgrün	2	Policy Studies Institute London	
SUTTON_P	dunkelgrün	1	University Denver, Department for Geography	
FARLEY_J	dunkelgrün	1	University Vermont; Department for Community Development & Applied Economics	
FISHER_B	dunkelgrün	0	University Vermont; Gund Institute for Ecological Economics	
CHRISTOP_T	dunkelgrün	0	University Vermont; Gund Institute for Ecological Economics	
COSTANZA_R	dunkelgrün	1	University Vermont; Gund Institute for Ecological Economics	
BOUMANS_R	dunkelgrün	1	University Vermont; Gund Institute for Ecological Economics	
MULDER_K	dunkelgrün	0	University Vermont; Gund Institute for Ecological Economics	
WILSON_M	dunkelgrün	2	University Vermont; School for Business Administration & Spatial Information Group	
ERICKSON_J	dunkelgrün	0	University Vermont; Rubenstein School for Environment & Natural Resources	
DEGROOT_R	dunkelgrün	0	University Wageningen & Research Center; Environmental System Analysis Group	
SIMON_S	dunkelgrün	1	Open University; Centre for Complexity & Change	
DEUTSCH_L	dunkelgrün	0	Stockholm University; Department for System Ecology	
FOLKE_C	dunkelgrün	0	Stockholm University; Department of System Ecology	
FARBER_S	dunkelgrün	0	University Pittsburgh; Graduate School of Public & International Affairs	
CHIESURA_A	dunkelgrün	0	University Wageningen & Research Center; Department of Environmental Science & Environmental System Analysis Group	
LIMBURG_K	dunkelgrün	1	SUNY-ESF College of Environmental Science & Forestry; Department for Environmental Forest Biology	
O'NEILL_R	dunkelgrün	0	Oak Ridge National Laboratory; Division Environmental Science	
VILLA_F	dunkelgrün	0	University Vermont; Gund Institute for	

			Ecological Economics	
GRASSO_M	dunkelgrün	1	Independant Consultant	
TEMPLET_P	dunkelgrün	0	Louisiana State University; Department of Environmental Studies	
KAUTSKY_N	dunkelgrün	0	Stockholm University; Department of System Ecology	
VANBELT_M	dunkelgrün	0	Ecological Economics Research & Application Inc.	
MALER_K	dunkelgrün	0	Royal Swedish Acadamy of Science, Beijer International Institute for Ecological Economics	
VANIERLA_E	hellgrün	0	University Wageningen; Environmental Economics & Natural Resource Group	
VANDENBE_J	hellgrün	0	Vrije University Amsterdam; Faculty of Economics & Business Administration	
HUPPES_G	hellgrün	0	Leiden University; Institute of Environmental Science	
VANDERHE_C	hellgrün	0	Agricultural Economic Research Institute LEI, Public Issues Division	
KLEIJN_R	hellgrün	0	Leiden University; Institute of Environmental Science	
VANDERVO_E	hellgrün	0	Leiden University; Institute of Environmental Science	
DEHAES_H	hellgrün	0	Leiden University; Institute of Environmental Science	
EPPINK_F	hellgrün	0	Vrije University Amsterdam; Institute of Environmental Studies & Department of Spatial Economics, Faculty of Economics & Business Administration	
BARENDRE_A	hellgrün	0	University Utrecht; Faculty of Geographical Sciences; Department of Environmental Science	
KANDELA_P	hellgrün	0	Vrije University Amsterdam; Institute of Environmental Studies	
HANLEY_N	gelb	2	University Stirling; Department of Economics	
COLOMBO_S	gelb	0	IFAPA – The Institute for Research and Training in Agriculture, the Fisheries, Food and Ecological Production; Department of Agricultural Economics	
MCGREGOR_P	gelb	0	University Strathclyde; Department of Economics	
SWALES_J	gelb	0	University Strathclyde; Department of Economics	
TURNER_K	gelb	0	University Strathclyde; Department of Economics	
ALVAREZ_B	gelb	2	IPP CSIC; Institute of Public Goods and	














			Policies	
MACMILLA_D	gelb	0	University Aberdeen; Department of Geography & Environment	
MOFFATT_I	gelb	0	University Stirling; Department of Environmental Sciences	
KRAUSMAN_F	dunkelblau	0	Alpen Adria University, Institut of Social Ecology, Faculty of Interdisciplinary Studies	
GINGRICH_S	dunkelblau	0	Alpen Adria University, Institut of Social Ecology, Faculty of Interdisciplinary Studies	
EISENMEN_N	dunkelblau	0	Alpen Adria University, Institut of Social Ecology, Faculty of Interdisciplinary Studies	
ERB_K	dunkelblau	0	Alpen Adria University, Institut of Social Ecology, Faculty of Interdisciplinary Studies	
HABERL_H	dunkelblau	0	Alpen Adria University, Institut of Social Ecology, Faculty of Interdisciplinary Studies	
FISCHER-_M	dunkelblau	0	Alpen Adria University, Institut of Social Ecology, Faculty of Interdisciplinary Studies	
LI1_H	orange	1	Eastern Illinois University; Department of Economics	
JENKINS-_H	orange	2	University Oklahoma; Center for Applied Social Research & Department of Political Sciences	
SILVA_C	orange	2	University Oklahoma; Center for Applied Social Research & Department of Political Sciences	
BERRENS_R	orange	0	University New Mexico; Department of Economics	
BOHARA_A	orange	0	University New Mexico; Department of Economics	
GAWANDE_K	orange	0	University New Mexico; Department of Economics	

Die Untersuchung der institutionellen Affiliation hat gezeigt, dass es gewisse geographische Trends gibt. Die größte der 42 Komponenten, bestehend aus 24 Autoren (in Abb. 21 dunkelgrün dargestellt), ist sehr stark von Autoren geprägt, insgesamt 16, die an amerikanischen Universitäten affiliert sind. Dabei scheint die Universität Vermont - Gund Institute for Ecological Economics eine zentrale Rolle zu spielen. Mit dieser Universität ist unter anderem auch COSTANZA Robert affiliert. FOLKE Carl, der im Untersuchungszeitraum mit der Stockholm Universität affiliert war, schlägt mit seiner Ko-Autorenschaften in dieser Komponente eine Brücke zwischen den USA Schweden und Großbritannien. Eine ähnliche Position in dieser Komponente hat DE GROOT Rudolf (Universität Wageningen) inne. Er schlägt eine Brücke zwischen den USA und den

Niederlanden. Die zweitgrößte Komponente aus zehn Autoren (in Abb. 21 hellgrün dargestellt) besteht aus Autoren, die alle an niederländischen Universitäten affiliert sind. Dabei sind die Leiden Universität, Universität Wageningen und die Vrije Universität Amsterdam stark vertreten. Die nächstgrößere Komponente (in Abb. 21 gelb dargestellt) besteht aus acht Autoren, wovon sieben an britischen Universitäten affiliert sind. Eine äquivalente Entwicklung ist auch für die dunkelblaue Komponente festzustellen, die sich aus Autoren der Alpen Adria Universität (Österreich) zusammensetzt. Im Allgemeinen lässt sich folgern, dass starke Dyaden vermehrt zwischen Autoren aus demselben Staat bzw. teilweise auch aus derselben Universität vorherrschen. Das gilt auch für alle anderen der insgesamt 147 Autoren, die in der Tabelle 14 aus Platzgründen nicht angeführt sind.

In Summe betrachtet überwiegen vor allem Autoren aus den USA, wovon ein Drittel alleine auf die größte Teilkomponente (dunkelgrün) entfällt, gefolgt von den Niederlanden und Großbritannien. Tabelle 15 zeigt die Verteilung der 147 Autoren, welche in eine starke Dyade eingebettet sind, nach dem Ursprungsland der Universität, an der sie zuletzt affiliert waren. Insgesamt stammen die Autoren aus 16 unterschiedlichen Ländern, wobei die Vereinigten Staaten von Amerika mit knapp 30% aller Autoren die höchste Autorenpräsenz aufweisen. Aber auch die Niederlande und Großbritannien sind im Vergleich zu den restliche Staaten relativ stark vertreten.

Tabelle 15: Verteilung der 147 Autoren aus den starken Dyaden nach dem Ursprungsland ihrer aktuellsten Affiliation

Land	Anzahl der Autoren	Land	Anzahl der Autoren	Land	Anzahl der Autoren	Land	Anzahl der Autoren
	45		4		9		2
	24		3		9		2
	21		3		7		1
	9		2		5		1

4.4 Zeitliche Analyse der großen Komponente

Das Ziel der zeitlichen Analyse der Hauptkomponente ist es, die Dynamik der Entstehung zu visualisieren. Dabei wurden die Autoren aufgrund ihres Eintrittszeitpunkts¹⁸ in das Netzwerk durch unterschiedliche Färbung der Knoten charakterisiert. Sobald ein Autor im Untersuchungsintervall im Netzwerk aufscheint, wurde dieses Jahr als Eintrittsjahr des Autors in das Autorennetzwerk herangezogen. Der Autor ist dadurch ein Teil des Autorennetzwerks geworden.

Durch diese zeitliche Analyse wird ein Einblick in die "Entstehungsgeschichte" des Autorennetzwerks gewährt, wobei die zeitliche Limitation ab dem Jahr 1994 gesetzt ist, da die Publikationsdaten im Zeitraum zwischen 1989 bis 1993 (1989 erschien das Journal "Ecological Economics" erstmals) im Web of Science nicht registriert sind. Trotz dieser Einschränkung kann damit dennoch geklärt werden, wie sich das Netzwerk über den Untersuchungszeitraum aufgebaut hat. Wie oben bereits festgestellt wurde, weist das Netzwerk der Hauptkomponente im Hinblick auf die Degreezentralität und Closenesszentralität eine Zentrum-Peripherie-Struktur auf. Hier stellt sich die Frage, ob das aktuelle Autorennetzwerk der Hauptkomponente ihren Ursprung im Zentrum hatte oder ob es unterschiedliche Entstehungskerne gegeben hat, die sich nach und nach vernetzt haben. Des Weiteren stellt sich die Frage, ob die zentralen Autoren aus Tabelle 12 zeitlich schon früh im Netzwerk vertreten waren oder ob sie erst in den letzten Jahren avancierten. Falls Ersteres der Fall ist, dann würde das ihre wichtige Rolle im Netzwerk bestärken. Um diesen Fragen nachgehen zu können, wurden vier Zeitschnitte erstellt. Der erste Schnitt umfasst die Jahre 1994-1997, der zweite 1994-2001, der dritte 1994-2005 und der letzte Schnitt beinhaltet alle Jahre von 1994-2009.

4.4.1 Zeitschnitt der Jahre 1994-1997

In Abbildung 22 ist der erste Zeitschnitt der Hauptkomponente abgebildet. Zusätzlich führt Tabelle 16 die Verteilung der Autoren an. Insgesamt sind 127 Autoren in diesem Zeitschnitt vertreten. In den ersten vier Jahren des Untersuchungsintervalls sind noch nicht alle Autoren miteinander vernetzt, vielmehr sind die Autoren in 15 Teilkomponenten zerlegt. Dennoch ist hier schon zu erkennen, dass die größte dieser Teilkomponenten im späteren Zentrum liegen wird und sechs der insgesamt acht zuvor identifizierten zentralen Autoren beinhaltet. Die drei Autoren COSTANZA Robert, FARBER Stephen und FOLKE

¹⁸ Als Eintrittszeitpunkt wird das Jahr, in dem die jeweilige Publikation veröffentlicht wurde, definiert.

Carl sind schon durch Publikationen aus dem Jahr 1994 im späteren Zentrum des Netzwerks lokalisiert. Des Weiteren lässt sich eine Ansammlung von Autoren aus dem Jahr 1995 (hellgrün) um sie herum feststellen. Diese frühen Kollaborationen haben dazu geführt, dass die Grundsteine für die spätere Struktur der Hauptkomponente vor allem von den drei gerade genannten zentralen Autoren schon in den Jahren 1994 und 1995 gelegt wurden. Federführend hierbei war vor allem COSTANZA Robert, der mit den drei Publikationen "ECOLOGICAL ECONOMIC MODELING AND VALUATION OF ECOSYSTEMS", "ISSUES IN ECOSYSTEM VALUATION - IMPROVING INFORMATION FOR DECISION-MAKING" und "ECONOMIC GROWTH, CARRYING CAPACITY, AND THE ENVIRONMENT", die beide im Jahr 1995 publiziert wurden, viele Autoren in das Netzwerk einbrachte. Auch die drei zentralen Autoren TURNER R. Kerry (erstmalig ab 1995 im Netzwerk) VAN DEN BERGH Jeroen (erstmalig ab 1997 im Netzwerk) und HANLEY Nick (erstmalig ab 1995 im Netzwerk) sind schon früh Teil des Ko-Autorennetzwerks geworden.

Tabelle 16: Verteilung der Autoren des ersten Zeitschnitts nach ihrem Eintrittszeitpunkt in das Autorennetzwerk der großen Komponente

Jahr	Farbe	Anzahl der Autoren
1994	weiß	32
1995	limettengrün	58
1996	rot	21
1997	gelb	16

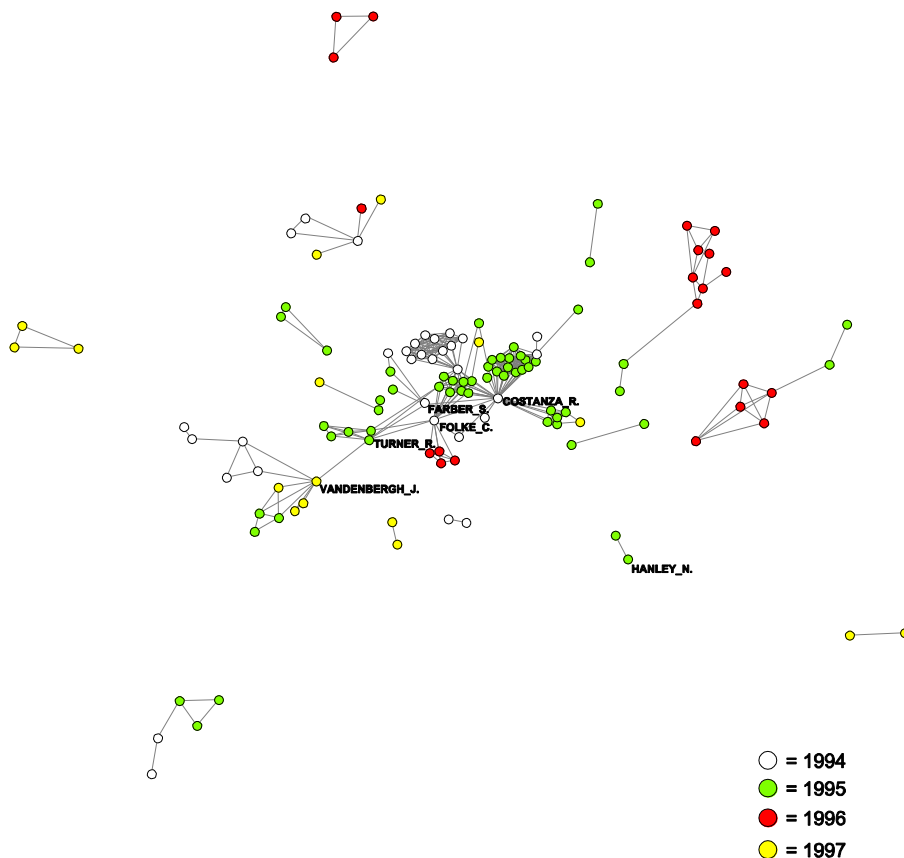


Abbildung 22: Zeitschnitt der großen Komponente der Jahre 1994-1997. Zu sehen sind 127 Autoren, die mit den Farben Weiß (1994), Hellgrün (1995), Rot (1996) und Gelb (1997) markiert sind. Die zentralen Autoren sind zusätzlich noch beschriftet. Weitere Erläuterung im Text.

Zusammenfassend zum ersten Zeitschnitt lassen sich zwei Schlüsse ziehen. Erstens wurde durch die drei Autoren COSTANZA Robert, FARBER Stephen und FOLKE Carl schon sehr früh das Zentrum des aktuellen Autorennetzwerks (Hauptkomponente) gebildet und zweitens untermauert die Tatsache, dass sechs der insgesamt acht zentralen Autoren im ersten Zeitschnitt schon vertreten sind, deren wichtige Rolle in Bezug auf den Aufbau des Netzwerks.

4.4.2 Zeitschnitt der Jahre 1994-2001

Der zweite Zeitschnitt ist in Abbildung 23 zu sehen. Zusätzlich ist in Tabelle 17 die Verteilung der neu dazugekommenen Autoren angeführt. Insgesamt sind in diesen vier Jahren 203 Autoren zu den bisher 127 dazugekommen, was in Summe 330 Autoren ergibt.

Die letzten zwei zentralen Autoren DE GROOT Rudolf (ab 1998 im Netzwerk) und VAN IERLAND Ekko (ab 1999 im Netzwerk) werden in diesem Zeitschnitt zu einem Teil des Autorennetzwerks. Beide sind in der Nähe der anderen zentralen Autoren (ausgenommen HANLEY Nick) lokalisiert.

Tabelle 17: Verteilung der Autoren des zweiten Zeitschnitts nach ihrem Eintrittszeitpunkt in das Autorennetzwerk der großen Komponente

Jahr	Farbe	Anzahl der Autoren
1998	magenta	41
1999	blau	50
2000	orange	70
2001	türkis	42

Das Netzwerk ist nunmehr in 12 unzusammenhängende Teilkomponenten unterteilt, wovon deren größte, bestehend aus 267 der insgesamt 330 Autoren, das spätere Zentrum bilden wird. Alle acht zentralen Autoren sind bereits nach den ersten sechs Jahren des Untersuchungszeitraums ein Teil dieser Teilkomponente. Diese Tatsache lässt den Schluss zu, dass die zentralen Autoren tatsächlich schon sehr früh im Netzwerk erscheinen und somit auch ihre Rolle als wichtige Akteure im Netzwerk aufbauen konnten. Des Weiteren lässt sich nach den ersten acht Jahren schon erkennen, dass sich das Netzwerk tatsächlich vom Zentrum hin zur Peripherie ausgebildet hat, wobei hier ebenfalls die zentralen Autoren eine entscheidende Rolle zu spielen scheinen. Im Jahr 1998 fand mit der Publikation " THE VALUE OF ECOSYSTEM SEVICES: PUTTING THE ISSUES IN PERSPECTIVE" eine Kollaboration zwischen COSTANZA Robert, FARBER Stephen und DE GROOT Rudolf und 10 anderen Autoren statt, welche im Zentrum des Netzwerks das in Magenta gefärbte Konglomerat an Autoren darstellt.

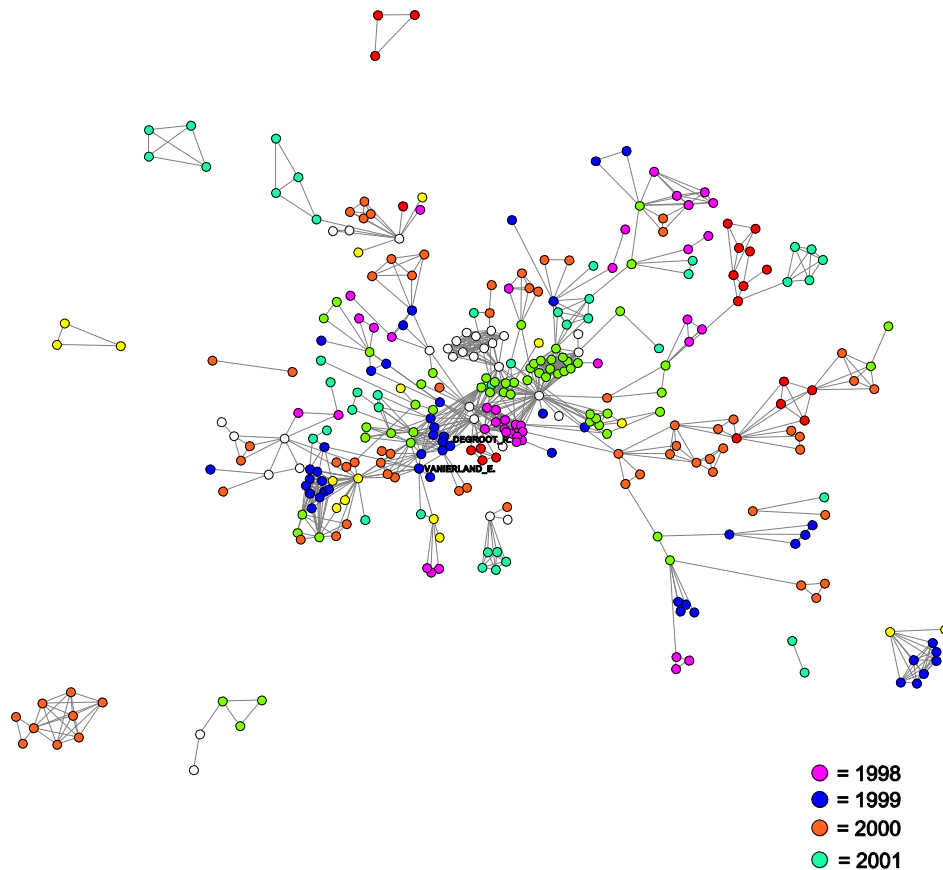


Abbildung 23: Zeitschnitt der großen Komponente der Jahre 1994-2001. Zu sehen sind insgesamt 330 Autoren, wovon 203 Autoren dem zweiten Zeitschnitt angehören. Die Farben Magenta (1998), Blau (1999), Orange (2000) und Türkis (2001) markieren die Autoren des zweiten Zeitschnitts. Die zentralen Autoren sind zusätzlich noch beschriftet. Weitere Erläuterung im Text.

4.4.3 Zeitschnitt der Jahre 1994-2005

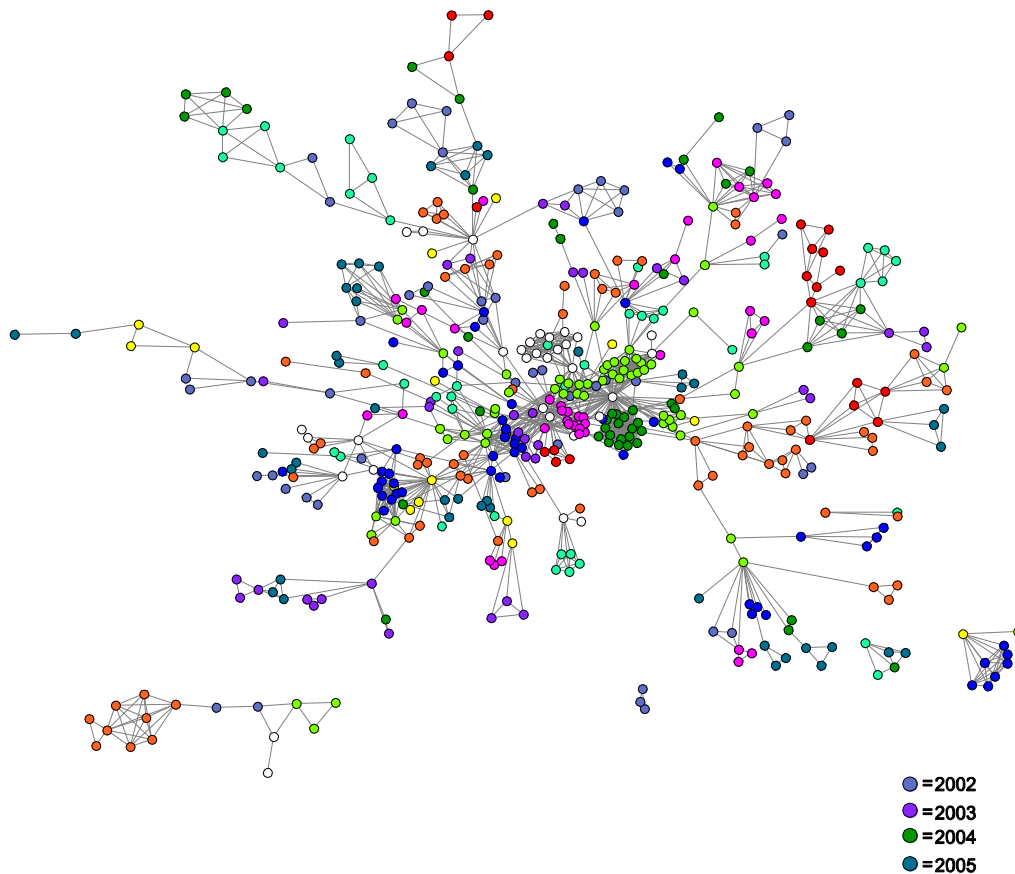
Der dritte Zeitschnitt ist in Abbildung 24 abgebildet. Zusätzlich ist in Tabelle 18 die Verteilung der neu dazugekommenen Autoren angeführt. Das Netzwerk besteht zu diesem Zeitpunkt aus insgesamt 504 Autoren, wovon 174 Autoren auf den dritten Zeitschnitt entfallen. Das Netzwerk ist zu diesem Zeitpunkt nur noch in sechs unzusammenhängende Teilkomponenten zerlegt, wobei deren größte aus 468 Autoren besteht und bereits nahezu die Struktur des aktuellen Netzwerks aufweist.

Tabelle 18: Verteilung der Autoren des dritten Zeitschnitts nach ihrem Eintrittszeitpunkt in das Autorennetzwerk der großen Komponente

Jahr	Farbe	Anzahl der Autoren
2002	cadetblau	48
2003	violett	37
2004	olivgrün	46
2005	mitternachtblau	43

Im Zentrum des Netzwerks ist ein olivgrünes Konglomerat aus Autoren hinzugekommen, an deren Erstellung unter anderem COSTANZA Robert beteiligt war. Diese Publikation hat den Titel "ESTIMATES OF THE GENUINE PROGRESS INDICATOR (GPI) FOR VERMONT, CHITTENDEN COUNTY AND BURLINGTON, FROM 1950-2000". Sonst hat sich in diesen vier Jahren das Netzwerk vor allem zur Peripherie hin ausgeweitet.

Abbildung 24: Zeitschnitt der großen Komponente der Jahre 1994-2005. Zu sehen sind insgesamt 504 Autoren,



wovon 174 Autoren dem dritten Zeitschnitt angehören. Die Farben Cadetblau (2002), Violett (2003), Olivgrün (2004) und Mitternachtsblau (2005) markieren die Autoren des dritten Zeitschnitts. Weitere Erläuterung im Text.

4.4.4 Zeitschnitt der Jahre 1994-2009

Der vierte und letzte Zeitschnitt entspricht dem Netzwerk, wie es den vorangegangenen Analysen zugrunde lag, und ist in Abbildung 25 dargestellt. Zusätzlich ist in Tabelle 19 die Verteilung der neu dazugekommenen Autoren angeführt. Während der letzten vier Jahre des Untersuchungszeitraums ist das Netzwerk zu einer gesamten großen Komponente verschmolzen. Im Jahr 2007 wurde unter der Beteiligung von COSTANZA Robert mit der Publikation "QUALITY OF LIFE: AN APPROACH INTEGRATING OPPORTUNITIES, HUMAN NEEDS, AND SUBJECTIVE WELL-BEING" ein weiterer Artikel veröffentlicht, der dazu führte, dass das weinrot gefärbte Konglomerat an Autoren in das Zentrum der großen Komponente Einzug fand. Insgesamt lässt sich feststellen, dass das Zentrum der großen Komponente im Endstadium sehr stark von Autorenkollaborationen geprägt ist, in denen COSTANZA Robert durch seine Publikationen sehr viele Autoren miteinander vernetzt hat. Dabei handelt es sich vor allem um die Publikationen aus den Jahren 2007, 2004, 1998 und 1995, welche alle eine sehr hohe Autorenbeteiligung aufweisen und somit für den dichten Kern im Zentrum des Netzwerks verantwortlich sind.

Des Weiteren ist der "Brückenschlag" am unteren Ende des Netzwerks bemerkenswert, der in den letzten vier Jahren des Untersuchungszeitraums stattfand. Dabei wird von HANLEY Nick (rechts) zu GILJUM Stefan (links) eine Quervernetzung von zwei Seitenarmen der großen Komponente vollbracht. Die Anfangsbeziehungen, die diese Vernetzung vollbringen, sind rot markiert. Diese Brücke ist des Weiteren noch sehr stark von deutschsprachigen Wissenschaftlern geprägt, wie eine genauere Analyse der Autoren in diesem Bereich ergab.

Tabelle 19: Verteilung der Autoren des vierten Zeitschnitts nach ihrem Eintrittszeitpunkt in das Autorennetzwerk der großen Komponente

Jahr	Farbe	Anzahl der Autoren
2006	grau	72
2007	weinrot	106
2008	hellgrün	50
2009	hellgelb	76

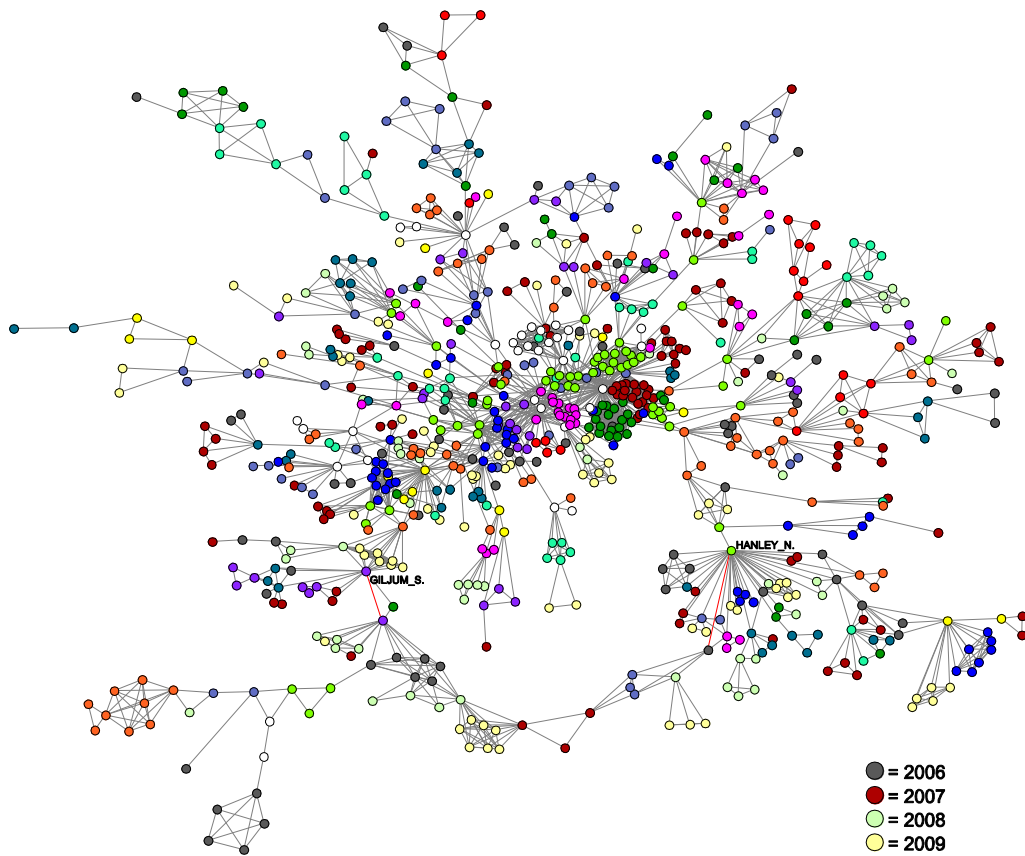


Abbildung 25: Zeitschnitt der großen Komponente der Jahre 1994-2009. Zu sehen sind insgesamt 808 Autoren, wovon 304 Autoren dem vierten Zeitschnitt angehören. Die Farben Grau (2006), Weinrot (2007), Hellgrün (2008) und Hellgelb (2009) markieren die Autoren des vierten Zeitschnitts. Weitere Erläuterung im Text.

5 Diskussion der Ergebnisse

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Kollaborationsstrukturen des Journals „Ecological Economics“ näher zu beleuchten. Das erstellte Ko-Autorennetzwerk wurde mit den Mitteln der sozialen Netzwerkanalyse erstellt und untersucht. Wie eingangs schon diskutiert, kann ein Ko-Autorennetzwerk auch als Abbild des Wissens oder Wissenslandkarte in einem Forschungsfeld angesehen werden (NEWMAN, 2004). Die Beziehungen werden hierbei als Informationskanäle abstrahiert, welche bestehendes und neu generiertes Wissen vermitteln. Mittels der Netzwerkanalyse konnten die Makro- und Mesostruktur, die starken Dyaden und die zeitliche Entwicklung des Netzwerks analysiert und die Schlüsselautoren identifiziert werden.

5.1 Die Makrostruktur des gesamten Ko-Autorennetzwerks

Das untersuchte Ko-Autorennetzwerk setzt sich aus insgesamt 3319 Autoren zusammen, die im Zeitraum von 1994 – 2009 im Journal „Ecological Economics“ publiziert haben. Das Netzwerk beinhaltet 5190 Beziehungen, wovon alleine 2338 (rund 45% aller Beziehungen) in der Hauptkomponente aufzufinden sind. Die Dichte des Netzwerks ist mit $\Delta=0,0009426$ relativ gering, was sich aber folgendermaßen erklären lässt: In großen Netzwerken, wie in diesem Fall, fällt die Dichte allgemein sehr gering aus, da jede Aufnahme eines einzelnen Autors ins Netzwerk zu einer überproportional höheren Zunahme der möglichen Beziehungen führt. Der zweite Grund für die geringe Dichte im Netzwerk liegt an der Art des untersuchten Netzwerks selbst. Es ist denkunmöglich, dass 3319 Autoren an einer Publikation Ko-Autoren sind. Und drittens lässt sich die geringe Dichte anhand der Gesamtstruktur des Netzwerks erklären. Denn das Netzwerk ist nicht komplett verbunden, sondern es setzt sich aus 952 voneinander isolierten Komponenten zusammen, wovon eine Komponente, die als Hauptkomponente bezeichnet wird, aufgrund ihrer Größe besonders auffällt.

NEWMAN (2000) beobachtete in seinen Analysen von Ko-Autorennetzwerke aus der Physik, den biomedizinischen Wissenschaften und den Computerwissenschaften ebenfalls das Phänomen solch einer großen Hauptkomponente, wobei in NEWMANS Netzwerken diese aus rund 80%-90% aller Autoren besteht, im vorliegenden Ko-Autorennetzwerk aus „Ecological Economics“ aber nur 25% aller Autoren in der Hauptkomponente vertreten sind. Diese Diskrepanz könnte einerseits daher rühren, dass NEWMAN nicht nur ein einziges Journal untersucht hat, und andererseits besteht im Vergleich zur vorliegenden

Arbeit NEWMANS Datensatz aus der 20fachen Menge an Autoren. ALBERT & BARABASI (2002) bezeichnen das Phänomen der Ausbildung einer großen Komponente als „percolation Theory“. Diese Theorie besagt, dass in Netzwerken eine kritische Wahrscheinlichkeit p_c existiert, die für die Ausbildung einer großen Komponente verantwortlich ist. Wird diese kritische Wahrscheinlichkeit nicht erreicht, besteht das Netzwerk nur aus voneinander isolierten Komponenten. Sobald die kritische Wahrscheinlichkeit erreicht ist, kommt es zur Ausbildung einer „Riesenkompone“ntte“. Dieser kritische Wert scheint im vorliegenden Netzwerk erreicht worden zu sein, allerdings kann ALBERT & BARABASI`s „percolation Theory“ an dieser Stelle nicht validiert werden.

Die Hauptkomponente des Ko-Autorennetzwerks weist zusätzlich noch ein weiteres phänotypisches Charakteristikum auf. Die beobachtete Zentrum-Peripherie-Struktur ist ein Phänomen, welches offenbar generell in Ko-Autorennetzwerken beobachtet werden kann (MUTSCHKE, 2004; JANSEN, 2006). MUTSCHKE kommt in seinen Ausführungen zu dem Schluss, dass die Topologie wissenschaftlicher Netzwerke gewissen Mustern folgen muss.

„Wir haben es bei wissenschaftlichen Kooperationsnetzwerken also keinesfalls mit ‚Zufallsgraphen‘ [!] zu tun, sondern mit immer wieder kehrenden Organisationsmustern, die als grundlegendes Architekturprinzip die Struktur der Netzwerke prägen: der Small-World-Struktur“¹⁹ (MUTSCHKE, 2004).

JANSEN (2007) postuliert, dass wichtige Koordinationspotentiale kollektiven Handelns in Netzwerken mit einer Zentrum-Peripherie Struktur aufgrund der differenzierten Netzwerkpositionen (Zentrum-Peripherie) vorhanden sind. Koordination ist ein wichtiger Mechanismus in Netzwerken, welcher insbesondere für Wissenschaftsnetzwerke oder allgemeiner bezeichnet Kooperationsnetzwerke von Bedeutung ist. Generiertes und bestehendes Wissen muss koordiniert werden, um es mit dem „mission statement“ des Journals bzw. der Disziplin abgleichen zu können.

¹⁹ Small-World-Netzwerke sind durch Regionen hoher Dichte gekennzeichnet, wobei die Gesamtdichte des Netzwerks gering ist. Die Bezeichnung Small-World rührt von einem sozialpsychologischen Experiment, welches durch MILGRAM (1967) durchgeführt wurde. Bei diesem Experiment untersuchte MILGRAM, in wie vielen Schritten der Transfer eines Paket zu einem unbekanntem Empfänger von der amerikanischen West- zur Ostküste dauerte. Dabei kam er zum Ergebnis, dass das Paket in durchschnittlich sechs Schritten beim Empfänger ankam.

Die Makrostruktur des Netzwerks ist durch seine 952 voneinander isolierten Komponenten nicht kohärent, wobei die Hauptkomponente durch ihre Größe in den Vordergrund rückt. Diese nicht kohärente Makrostruktur könnte darauf hindeuten, dass es divergierende Forschungsfoci im Netzwerk gibt, jedoch können diese mit den Mitteln der Netzwerkanalyse nicht validiert werden, da eine Analyse der Forschungsfoci eine Metaanalyse der Publikationen voraussetzen würde.

5.1.1 Die mittlere Rate der Partizipation und die Häufigkeitsverteilung der Ko-Autoren

Der Publikationsusus im Journal „Ecological Economics“ wurde über die mittlere Rate der Partizipation festgestellt. Durchschnittlich sind 2,34 Autoren an der Verfassung einer Publikation beteiligt, und mit einer kumulativen Frequenz von 93,1% dominieren Publikationen, an denen ein bis vier Autoren beteiligt waren. Die durchschnittliche Anzahl an Publikationen pro Autor beträgt 1,39. Der Wert ist so gering, da sehr viele Autoren nur an einer Publikation beteiligt waren (2616 oder 78,81%), also nur einmal im Journal „Ecological Economics“ im untersuchten Zeitraum publiziert haben. Dieser Wert (78,81%) ist vergleichbar mit den Ergebnissen von ARZHEIMER & SCHOEN (2009), die ähnliche Werte für Ko-Autorennetzwerke europäischer politikwissenschaftlicher Fachzeitschriften erhielten.

Obwohl mehr als drei Viertel aller Autoren nur durch die Erstellung einer Publikation ein Teil des Netzwerks wurden, scheinen diese nicht von besonderer Wichtigkeit für die Makrostruktur des Netzwerks zu sein. Betrachtet man das Netzwerk ohne diese Autoren, so ändert sich an der Anzahl der Komponenten nichts. Es bleiben dennoch 952 Komponenten und die Struktur der großen Komponente ist noch immer aufrecht und nicht zerfallen. Daraus lässt sich schließen, dass es zwar viele Autoren gibt, die nur einmal im Journal publiziert haben, aber dass diese Autoren nicht für die Stabilität bzw. Struktur des Netzwerks insbesondere für die große Komponente verantwortlich sind. Diese wird vielmehr durch Autoren, die mindestens zweimal im Journal publiziert haben, aufgebaut. Folglich bedeutet das für die Makrostruktur, dass trotz ihrer zahlenmäßigen Überlegenheit nicht die Autoren, die einmal publiziert haben, für die Struktur verantwortlich sind, sondern die Autoren, die öfter als einmal im Journal publiziert haben.

Gemessen an den Ergebnissen von NEWMAN (2004), der für Biologie 3,75, Physik 2,53 und Mathematik 1,45 Autoren pro Publikation erfasst hat, liegt der gemessene Wert von

2.34 Autoren pro Publikation für „Ecological Economics“ knapp unter dem Wert für Physik. Wesentlich größer ist der Unterschied bei der durchschnittlichen Anzahl an Publikationen pro Autor mit Werten von 6,4 für Biologie, 5,1 für Physik, 6,9 für Mathematik (NEWMAN, 2004) und beobachteten 1,39 für „Ecological Economics“. Dieser Unterschied könnte daran liegen, dass das Wissenschaftsfeld Ecological Economics im Vergleich zu Biologie, Physik und Mathematik relativ jung ist (1989 institutionalisiert). Die Publikationspraxis in Ecological Economics scheint nach diesen Werten zwischen den Naturwissenschaften und den Politikwissenschaften zu liegen.

Die Verteilung der Ko-Autoren eines Autors (vgl. Abb.15) zeigt ein Phänomen, welches in der Bibliometrie als „Lotka's law“ bezeichnet wird und vom bekannten Chemiker, Mathematiker und Statistiker Alfred Lotka (1926) beschrieben wurde. Die Verteilungskurve ist eine so genannte „fat tail“ Verteilung, in der es viele Autoren gibt, die sehr wenige Ko-Autoren hatten, und einige wenige Autoren, die viele Ko-Autoren im Untersuchungszeitraum hatten. MERTON (1968) bezeichnet den zugrundeliegenden Effekt „Matthew Effekt“, BARABASI et al. (2002) und NEWMAN (2001) bezeichnen ihn als „preferential attachment“. Dieser beschreibt die Tatsache, dass Akteure, die bereits über viele Beziehungen (z.B. Ko-Autorenschaften) verfügen, eher das Ziel von positiven Kooperationsangeboten werden. Dieser sich selbst verstärkende Prozess führt in der Entwicklung des Netzwerks zu einer „Stratifizierung der Akteure“ (JANSEN 2006, 31), wobei dadurch einigen wenigen Akteuren eine hohe Zentralität im Netzwerk zukommt. Die zwölf Autoren mit den meisten Ko-Autoren sind alle in der Hauptkomponente des Netzwerks lokalisiert, was einerseits die Hauptkomponente als wichtige Komponente im Gesamtnetzwerk hervorhebt und andererseits das Phänomen des „preferential attachments“ illustriert.

5.2 Mesoskopische Analyse der Hauptkomponenten

Die wohl bedeutendste Rolle im Gesamtnetzwerk kommt der Hauptkomponente zu. Diese besteht aus insgesamt 808 Autoren, die über 2338 Ko-Autorenschaften miteinander vernetzt sind. Die durchschnittliche Anzahl der Ko-Autoren, die ein Autor in dieser Komponente hat, ist 5,79. Der Clustering Koeffizient ist mit 0,8137 relativ hoch im Vergleich zu NEWMANS (2004) Ergebnissen aus der Biologie (0,066), Physik (0,43) und Mathematik(0,15). Der Clustering Koeffizient beschreibt die Wahrscheinlichkeit, dass

zwei Ko-Autoren eines Autors ebenfalls zusammen publiziert haben. Das bedeutet, dass die Ko-Autoren eines Autors mit rund 81,4 % untereinander ebenfalls vernetzt sind. Der Durchmesser der Hauptkomponente beträgt 22. Das bedeutet, dass jeder Autor jeden anderen Autor über maximal 22 Schritte erreichen kann, wohingegen die durchschnittliche Distanz zwischen zwei Autoren 7,46 Schritte beträgt. Diese Ergebnisse implizieren eine kompakte und dichte Struktur der Hauptkomponente. Der Durchmesser und die Distanzen zwischen den Autoren sind gering und der hohe Clustering Koeffizient lässt darauf schließen, dass sehr viele Ko-Autoren auch miteinander publiziert haben. Die tragende Rolle der großen Komponente im Netzwerk wird vor allem dann deutlich, wenn man die Autoren mit den meisten erstellten Publikationen und die Publikationen mit der höchsten Autorenbeteiligung im Netzwerk lokalisiert. Es sind 90% davon in der großen Komponente enthalten. Daraus lässt sich schließen, dass die große Komponente den hot-spot im Gesamtnetzwerk darstellt. Sie bildet den kohärenten Kern des Gesamtnetzwerks und ist durch diese Verbundenheit wichtig für den Informationsfluss. Die Autoren in dieser Komponente können über wenige Schritte miteinander in Verbindung treten.

5.2.1 Die Schlüsselautoren des „Ecological Economics“ Netzwerks

Die Identifizierung der Schlüsselautoren im Journal „Ecological Economics“ erfolgte anhand drei netzwerkanalytischen Zentralitätsmaßzahlen (Degree-, Closeness- und Betweennesszentralitäten). Im Einführungskapitel wurde bereits auf die einzelnen Funktionen dieser Zentralitätsmaße eingegangen. Dieser werden hier nochmals kurz rekapituliert.

Die Degreezentralität ist eine Maßzahl, welche die soziale Aktivität von Akteuren im Netzwerk bemisst. Die Closenesszentralität misst über die einzelnen Pfaddistanzen die Nähe eines Akteurs zu allen anderen im Netzwerk. Damit ist sie eine Maßzahl für die Effizienz im Netzwerk, denn je kürzer die Pfaddistanzen, desto effizienter erfolgt der Ressourcentransfer. Die Betweennesszentralität dient der Identifizierung von Akteuren, denen aufgrund ihrer Position im Netzwerk eine Vermittlerrolle (sog. Brokerposition) zukommt.

Tabelle 20: Liste der acht zentralsten Autoren aus „Ecological Economics“

Rang	Autor	Degreezentralität [C _D]	Closenesszentralität [C _C]	Betweennesszentralität [C _B]
1	COSTANZA_R	94	0,2327	0,5062
2	DEGROOT_R	25	0,2219	0,1557
3	FARBER_S	25	0,2214	0,2040
4	VANDENBE_J	37	0,1892	0,2486
5	HANLEY_N	36	0,1456	0,2086
6	FOLKE_C	30	0,2154	0,1045
7	VANIERLA_E	24	0,1496	0,1496
8	TURNER_R	24	0,2084	0,1457

In Tabelle 20 sind die acht Schlüsselautoren mit ihren dazugehörigen Zentralitätsmaßen dargestellt. Die hervorgehobenen Werte weisen auf diejenige Rangliste hin, in denen der jeweilige Autor vertreten ist. Der Autor COSTANZA_R ist in allen drei Ranglisten an Position eins. Er hat eine sehr hohe Degree- und Betweennesszentralität im Vergleich zu den anderen Autoren²⁰. Die hohe Variation der Betweennesszentralitäten in Ko-Autorennetzwerken wurde bereits von NEWMAN (2001) festgestellt.

Kollaborationsnetzwerke weisen demnach generell eine geringe Anzahl an Akteuren auf, die hohe Betweennesszentralitäten haben. Diese hoch zentralen Akteure sind ebenfalls für die Stabilität des Netzwerks von Bedeutung. Die Entnahme von COSTANZA ROBERT aus der großen Komponente würde zu einer Zersplitterung in sechs Isolate führen. Ein Ergebnis, welches ebenfalls von HOLME et al. (2002) nachgewiesen wurde. Sie konnten in ihren Analysen zeigen, dass Kollaborationsnetzwerke sehr sensibel auf das Entfernen von Akteuren mit hohen Betweennesszentralitäten reagieren. Die Folge ist eine Fragmentierung des Netzwerkes. Die zentrale Rolle von COSTANZA ROBERT scheint demnach auch für die Stabilität des Netzwerks zu gelten. Das erhaltene Ergebnis korreliert ebenfalls mit dem Rollenbild COSTANZAS in „Ecological Economics“. Zum einen ist er einer der Gründerväter des Journals und zum anderen wurde seine herausragende Rolle in der Etablierung des Journals bereits von Herman Daly in einem Interview mit ROEPKE (2004, S. 311) folgendermaßen beschrieben:

²⁰ HOLME et al. (2002) stellten fest, dass in Kollaborationsnetzwerken eine Korrelation zwischen hohen Degreezentralitäten und hohen Betweennesszentralitäten vorherrscht.

„Daly emphasizes that most of the work with the establishment of the journal and the society fell on Costanza, as Daly left for the World bank just after the start. Daly says about Costanza: ‘He is extremely good at working and organizing...[sic] I continued to help out, but the entrepreneurship of the journal was really his.’ With Costanza, ecological economics got an entrepreneur who really knew how to manage in the highly competitive academic world.“

Dalys Aussage untermauert damit formell die zentrale Rolle, die COSTANZA für das Journal und damit auch für das Ko-Autorennetzwerk hat. Auch FOLKE CARL, einer der acht zentralsten Autoren, wird in ROEPKE (2004) als wichtige Figur in der Etablierung des Journals und der ISEE gerühmt.

Durch die Zeitschnittanalyse konnte des Weiteren festgestellt werden, dass die identifizierten zentralen Autoren bereits innerhalb der ersten sechs Jahre des Untersuchungszeitraums im Netzwerk vertreten waren. Daraus lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Die identifizierten zentralen Autoren lassen in der Tat darauf schließen, dass sie von „zentraler“ Bedeutung für das Forschungsfeld Ecological Economics sind. Dies konnte zumindest für COSTANZA ROBERT und FOLKE CARL nachgewiesen werden. Robert Costanza ist es als Gründervater des Journals aufgrund seiner im Vergleich zu allen anderen Autoren hohen Zentralitätswerte möglich, eine effiziente Steuerung (der Kommunikation, von Informationen) der wissenschaftlichen Ecological Economics Community und des damit verbundenen wissenschaftlichen Outputs zu gewährleisten. Unter anderem bietet dies die Möglichkeit, die ursprünglich von COSTANZA ROBERT intendierten Ziele und Paradigmen von „Ecological Economics“ stets im Vordergrund zu behalten. MUTSCHKE und QUAN HAASE (2001) konnten in ihren Analysen zeigen, dass die „Mainstream Themen“ eines Forschungsbereiches von den zentralen Akteuren besetzt werden, wohingegen neue Ideen überwiegend von so genannten „social climbers“ eingeführt werden. Demnach kann angenommen werden, dass den zentralen Autoren eine Koordinierungsfunktion bezüglich der Themen zukommt. Verstärkt wird dieser Effekt durch die Tatsache, dass bis auf HANLEY NICK die restlichen sieben zentralen Autoren miteinander direkt vernetzt sind. Dadurch können Synergien entstehen, die diese Koordinierungsmöglichkeiten im Netzwerk verbessern. Zum Beispiel könnte somit ein Expertengremium zu einem bestimmten Themengebiet gegründet oder könnten Symposia und Konferenzen initiiert werden, die von den hohen Zentralitäten der Autoren profitieren könnten.

5.2.2 Die Zentralisierung der Hauptkomponente

Ein weiterer wichtiger Punkt ist hinsichtlich der Zentralisierung des Netzwerks zu nennen. Die Zentralisierung eines Netzwerks beschreibt, inwieweit einer der Akteure eines Netzwerks im Vergleich zu allen anderen herausragend zentral ist. Auffallend hoch ist die Betweennessbasierte Zentralisierung der Hauptkomponente ($C_B = 0,4987$) im Vergleich zur Degreebasierten ($C_D = 0,1095$) und zur Closenessbasierten Zentralisation ($C_C = 0,1823$). Netzwerke, in denen es Akteure gibt, die aufgrund ihrer hohen Zentralität (im „Ecological Economics“ Netzwerk wären dies die identifizierten zentralen Autoren) zu einer hohen Zentralisierung führen, verfügen über größere Kooperations- und Problemlösungskapazitäten als Netzwerke, in denen die Zentralitäten über alle Akteure gleichmäßig verteilt sind (JANSEN, 2006). Nachgewiesen wurde dieser Effekt durch BAVELAS (1950) und LEAVITT (1951), die mit ihrer Arbeit über Kommunikationsmuster in Gruppen zeigen konnten, dass die Problemlösungsfähigkeit und die Wahrnehmung von Führung in stark zentralisierten Gruppen höher sind als in weniger zentralisierten. Die von BAVELAS und LEAVITT erhaltenen Ergebnisse können ebenso für die Interpretation des Ko-Autorennetzwerks herangezogen werden. Die Kommunikation ist ein wesentlicher Aspekt in Ko-Autorennetzwerken, da neue wissenschaftliche Ergebnisse oder die Kommunikation während der Erstellung einer Publikation erst durch Kommunikation zustande kommen und sich verbreiten können.

5.3 Die Analyse der starken Dyaden

Was mit den starken Dyaden analysiert wird, sind die Kollaborationen, die mehr als einmal aufgetreten sind. Diese Kollaborationen sind im Gegensatz zu den einmaligen Kollaborationen stabiler. Die Frage, die es hier zu beantworten galt, ist, ob diese starken Dyaden einem typischen Muster folgen und damit für die strukturelle Beschaffenheit des Netzwerks mit verantwortlich sind. In der Einleitung wurde bereits erwähnt, dass die Wahl eines Ko-Autors keineswegs zufällig vonstatten geht. Die Entscheidung fällt aufgrund fachlicher Kompetenz, räumlicher Nähe (z.B.: gleiche Institution, gleiches Herkunftsland etc.) oder aufgrund bisher positiver Kollaborationserfahrungen. Die räumliche Nähe scheint einen starken Einfluss auf die Wahl zu haben, wie anhand der Analyse der starken Dyaden gezeigt werden konnte. Insgesamt konnten durch die Analyse der starken Dyaden zwei Dinge festgestellt werden. Erstens sind alle acht identifizierten zentralen Autoren in starke Dyaden eingebettet und zweitens konnte festgestellt werden, dass gewisse geographische bzw. institutionelle Trends vorherrschen. Autoren, die aus demselben Land

bzw. derselben Institution kommen, publizieren vermehrt miteinander. An dieser Stelle sei nochmal der österreichische Cluster erwähnt. Die Autoren KRAUSMANN F., GINGRICH S., ERB K., HABERL H., EISENMENGER N. und FISCHER-KOWALSKI M. bilden eine zusammenhängende Komponente, die über starke Dyaden miteinander vernetzt sind. Sie sind alle mit der Alpen Adria Universität in Klagenfurt am Institut für Soziale Ökologie affiliert. Dieser Trend lässt sich auch für alle weiteren Autoren, die über starke Dyaden miteinander vernetzt sind, feststellen (vgl. hierzu Tab.14). Die niedrige „Mobilität“ dieser Autoren lässt auch darauf schließen, dass es sich um bereits an einem Institut etablierte Wissenschaftler handelt. Demnach gibt es in der Tat geographisch bedingt stärkere Kollaborationen zwischen den Autoren. Neben diesen geographischen „Spannungen“ hat ROEPKE (2004) noch weitere interne Spannungen festgestellt. Diese haben sich aufgrund der unterschiedlichen disziplinären Herkunft und politischen Ansichtsweisen der Autoren aufgebaut. Ob diese Spannungen explizit für die strukturellen Charakteristika des Netzwerks verantwortlich sind, ist fraglich, zumal das an dieser Stelle und mit der vorliegenden Methode nicht validiert werden kann.

Einige wenige Universitäten fallen aufgrund ihrer vermehrten Präsenz besonders auf. Darunter fallen zum Beispiel die University Vermont, Vrije University Amsterdam oder die Alpen Adria University. Daraus kann geschlossen werden, dass Ecological Economics bereits institutionelle Verwurzelung hat. Eine Wissenschaftscommunity braucht solche institutionellen "Requisiten" bzw. "Refugien", welche Wissenschaftlern den Raum bieten, Publikationen zu verfassen, die neues Wissen generieren und das Forschungsfeld, welchem sich das Journal "Ecological Economics" gewidmet hat, vorantreiben.

5.4 Die Zeitschnittanalyse

Die zeitliche Analyse der Hauptkomponente gibt einen Einblick in die Entstehungsdynamik des Ko-Autorennetzwerks. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich das Netzwerk von Beginn an über das Zentrum aufgebaut hat. Auffallend hierbei ist die frühe Präsenz der identifizierten zentralen Autoren im Netzwerk. Sechs der insgesamt acht zentralen Autoren sind bereits ab dem ersten Zeitschnitt von 1994-1997 im Netzwerk vertreten, die restlichen zwei Autoren folgten in den Jahren 1998 und 1999. Dieses Ergebnis untermauert einerseits die strukturelle Bedeutung des Zentrums für die gesamte große Komponente und andererseits konnte dadurch festgestellt werden, dass die identifizierten zentralen Autoren von Beginn an eine wichtige Rolle für den Aufbau des Netzwerks hatten. Obwohl es neben dem Zentrum auch andere Entstehungskerne gegeben

hat, werden diese relativ rasch mit dem Zentrum verbunden. Durch die Zeitschnitte konnte des Weiteren ROBERT COSTANZAS wichtige Funktion für den Aufbau des Netzwerks nachgewiesen werden. Die Publikationen, an denen er als Autor beteiligt war bzw. teilweise auch Erstautor war, weisen sehr oft eine hohe Autorenbeteiligung auf. Dieses Phänomen ist im letzten Zeitschnitt (vgl.: Abb. 25) zu sehen. Das Zentrum der großen Komponente wird von einigen wenigen Publikationen gebildet, für die jeweils sehr viele Autoren kollaboriert haben. An jeder dieser Kollaborationen war ROBERT COSTANZA beteiligt. Folgende Theorie könnte davon abgeleitet werden: Netzwerktheoretisch betrachtet hat ROBERT COSTANZA seine Netzwerkressourcen schon von Beginn an effizient genutzt, um ein Netzwerk von Autoren zu schaffen, die gemeinsam mit ihm Ecological Economics als Wissenschaft etablieren.

6 Resumé

Das untersuchte Ko-Autorennetzwerk des Journals „Ecological Economics“ weist, wie MUTSCHKE (2004) es nennt, für wissenschaftliche Kooperationsnetzwerke typische „Organisationsmuster“ auf, welche, wie gezeigt werden konnte, auch in vergleichbaren Ko-Autorennetzwerken nachgewiesen werden können. Zudem zeigt die vorliegende Arbeit, welche wichtige Funktion „Opinion Leaders“ bzw. Akteure mit hohen Zentralitäten für das Netzwerk haben. Besonderes Augenmerk kommt hierbei ROBERT COSTANZA zuteil. Die Beobachtung, dass ROBERT COSTANZA, einer der beiden Gründerväter des Journals und der Disziplin Ecological Economics, einerseits ebendiese Funktionen innehat und dass andererseits diese Funktionen aus netzwerkanalytischer Perspektive durch seine hohen Zentralitäten widergespiegelt werden, spricht zum einen für das Potential der Netzwerkanalyse als analytisches Instrument und zum anderen für die Wichtigkeit zentraler Autoren für die Etablierung eines erfolgreichen Forschungsfeldes (Vermutlich lässt sich diese Annahme auch auf andere Gebiete ummünzen.). Die Tatsache, dass die identifizierten zentralen Autoren auch untereinander stark vernetzt sind, scheint ein weiterer wichtiger Faktor für die Etablierung von Ecological Economics als emanzipiertes und eigenständiges Forschungsfeld in einer von Konkurrenz geprägten akademischen Welt zu sein. Der Verfasser dieser Arbeit erlaubt sich den Schluss zu ziehen, dass die Notwendigkeit einiger weniger herausragend zentraler Akteure zumindest für Kollaborationsnetzwerke eine wichtige Prämisse für den zielgerichteten Erfolg eines Forschungsfeldes darstellt. Diese Prämisse ist vor allem in all jenen Bereichen wichtig, wo

die formalen Grenzen und Paradigmen nicht hundertprozentig klar sind - also speziell in transdisziplinärer bzw. in problemorientierter Forschung. In Zeiten wie diesen wird diese Art der Forschung immer wichtiger, da, wie in der Einleitung bereits kurz angesprochen wurde, die globalen Problemstellungen, denen sich die menschliche Gesellschaft in Zukunft stellen muss, ebenfalls keinen klaren Grenzen bzw. Paradigmen unterliegen.

7 Ausblick

Während der Erstellung dieser Arbeit mussten zeitlich bedingt Grenzen gesteckt werden. Die weiteren Analysemöglichkeiten, welche sich über die Methode der Netzwerkanalyse ergeben, scheinen nahezu *ad infinitum* zu führen. Beispielsweise könnten zusätzliche Detailanalysen der Hauptkomponente oder komplementär zur Netzwerkanalyse Interviews mit den zentralen Autoren durchgeführt werden, um eine Validierung der Ergebnisse zu erhalten. Eine netzwerkanalytische Zitationsanalyse könnte für das Forschungsfeld von Ecological Economics wichtige Publikationen identifizieren bzw. vermag sie auch gekoppelt mit der vorliegenden Ko-Autorenanalyse Zitationszirkel aufzudecken. Eine weitere interessante Untersuchung könnte die Vernetzung der regionalen Ecological Economics Gesellschaften untereinander vergleichen. Diese Analyse könnte unterschiedliche Forschungsfoci der unterschiedlichen Gesellschaften aufdecken, je nachdem, welchem Land sie angehören. So könnte es durchaus sein, dass die europäische Gesellschaft für Ecological Economics einen ganz anderen Forschungsfokus als die nordamerikanische Gesellschaft für Ecological Economics hat. Wie oben bereits angeführt: Die Zahl der Ansatzpunkte für weitere Analysen scheint schier unendlich zu sein.

8 Literaturverzeichnis

- Albert, R., & Barabasi, A. L. (2002): Statistical mechanics of complex networks. In: Reviews of Modern Physics, Vol. 74, 47–97.
- Arzheimer, K. & Schoen H. (2009): Isoliert oder gut vernetzt? Eine vergleichende Exploration der Publikationspraxis in der PVS (politische Vierteljahresschrift); In: PVS Vol. 50, 604-626
- Barabasi A.L., Jeong H., Neda Z., Ravasz E, Schubert A., Vicsek T. (2002): Evolution of the social network of scientific collaborations, In: Physica A Vol. 311, 590-614
- Bavelas, A., (1950): Communication patterns in task-oriented groups. In: Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 57, 271-282
- Bogner, A., Kastenhofer, K. & Torgersen, H. (Hrsg). (2010): Inter- und Transdisziplinarität - Zur Einleitung in eine anhaltend aktuelle Debatte. In: Bogner, A., Kastenhofer, K. & Torgersen, H. (Hrsg). (2010): Inter- und Transdisziplinarität im Wandel? Neue Perspektiven auf problemorientierte Forschung und Politikberatung. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden 2010, 7-21
- Boulding, K.E. (1966): The Economics of the Coming Spaceship Earth; 3-14; In: H. Jarrett (Hrsg.) Environmental Quality in a growing Economy. Resources for the Future; John Hopkins University Press, New York, 525 S.
- Bourdieu, P. (1983): Ökonomisches Kapital, kulturelles Kapital, soziales Kapital; In: Reinhard Kreckel (Hrsg.); Soziale Ungleichheiten, In: Soziale Welt, Sonderband 2; Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen; 183-198
- Carson, R. (1962): Der stumme Frühling; C.H. Beck; 348 S.
- Cleveland, J. C. (1987): Biophysical Economics: Historical Perspective and Current Research Trends; In: Ecological Modelling Vol. 38, 47-73
- Cleveland, J. C. (1999): Biophysical Economics: From Physiocracy to Ecological Economics and Industrial Ecology; In: J. Gowdy & K. Mayumi (Hrsg), Bioeconomics and Sustainability: Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen; Edward Elgar Publishing, Cheltenham, England; 125-154

- Costanza, R., Daly, H. E. (1987): Towards an Ecological Economics; In: Ecological Modelling 38, 1-7
- Costanza, R. (1989): What is Ecological Economics? In: Ecological Economics 1, 1-7
- Costanza, R., Daly, H. E. & Bartholomew, J.A. (1991): Goals, agenda and policy recommendations for ecological economics; 1-20; In: Costanza, R. (Hrsg.), Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability; Columbia University Press, New York.
- Costanza, R., Cleveland, C. & Perrings, C. (1997): The Development of an Ecological Economics, S.45-67; In: The Development of an Ecological Economics; Costanza, R., Cleveland, C. & Perrings, C. (Hrsg); Edward Elgar Pub. Co, Cheltenham, England; 777 S.
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H.E., Goodland, R. & Norgaard, R. (2001): Einführung in die Ökologische Ökonomik; UTB, Stuttgart, 355 S.
- Costanza, R. (2003): The Early History of Ecological Economics and the International Society for Ecological Economics (ISEE); In: International Society for Ecological Economics, Internet Eyclopedia of Ecological Economics; abzurufen unter: <http://www.ecoeco.org/pdf/costanza.pdf> zuletzt aufgerufen am 10.01.2012
- Costanza, R., Stern D. I., Fisher, B., He, L. & Ma, C. (2004): Influential publications in Ecological Economics: a citation analysis. In: Ecological Economics 50, 261-292
- Daly, H.E. (1968): On Economics as a Life Science; In: The Journal of Political Economy Vol. 76:3; 392-406
- Daly, H.E. (1980): The Economic Thought of Frederick Soddy; In: History of Political Economy Vol. 12:4; 469-488
- De Nooy, W., Mrvar, A. & Batagelj, V. (2005): Exploratory Social Network Analysis with Pajek; Cambridge University Press; New York; 334 S.
- Granovetter, M. (1973): The strength of weak ties; In: American Journal of Sociology Vol. 78, 1360-1380

- Holme P., Kim B.J., Yoon C.N. & Han S.K. (2002): Attack vulnerability of complex networks; In: *Physical Review E* Vol. 65, 056109
- Jansen, D., (2006): Einführung in die Netzwerkanalyse: Grundlagen, Methoden, Forschungsbeispiele; 3. Überarbeitete Aufl.; Wiesbaden 2006: VS Verlag für Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage GmbH, 312 S.
- Jansen, D., (2007): Theoriekonzepte in der Analyse sozialer Netzwerke: Entstehung und Wirkungen, Funktionen und Gestaltung sozialer Einbettung; FÖV 39, Discussion Papers; Deutsches Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung, Speyer; 37 S.
- Leavitt,H.J., (1951): Some effects of communication patterns of group performance. In: *Journal of Abnormal and Social Psychology*, Vol. 46, 38-50
- Lotka, A. (1926): The frequency distribution of scientific productivity, In: *Journal of the Washington Academy of Sciences*, Vol. 16, 317–323.
- Lubchenco, J. (1998): Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. In: *Science* 279, 491-497
- Martinez-Alier, J. & Schlupmann, K. (1993): *Ecological Economics: Energy, Environment and Society*; Basil Blackwell Inc.; 237 S.
- Max-Neef, M.A. (2005): Foundations of transdisciplinarity; In: *Ecological Economics* Vol. 53, 5-16
- Meadows, D.H., Meadows, D. L., Randers, J. & Behrens, W.W. (1972): *The Limits to Growth*; Universe Books; 205 S.
- Merton, R.K. (1968): The Matthew Effect in Science; In: *Science* Vol. 57, 68-72
- Milgram, S., (1967): The small world problem; In: *Psychology Today* Vol. 1, 62-67
- Mutschke, P, Quan Haase, A. (2001): Collaboration and Cognitive Structures in Social Science Research Fields: Towards Socio-Cognitive Analysis in Information Systems. In: *Scientometrics* Vol. 52-3, 487-502
- Mutschke, P. (2004): Autorennetzwerke: Netzwerkanalyse als Mehrwertdienst für Informationssysteme; in: Bekavec, B., Herget, J., Rittberger, M. (Hg): *Informationen zwischen Kultur und Marktwirtschaft. Proceedings des 9.*

Internationalen Symposiums für Informationswissenschaften (ISI 2004), Chur, 6.-8. Oktober 2004. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft GmbH 2004. S. 141-162;

Newman M. E. J. (2000): Who is the best connected scientist? A study of scientific coauthorship networks; In: Physical Review E Vol. 64 Issue 1; abrufbar unter [arXiv:cond-mat/0011144v2](https://arxiv.org/abs/cond-mat/0011144v2) zuletzt aufgerufen am 29.02.2012

Newman, M. E. J. (2001): Clustering and preferential attachment in growing networks In: Physical Review E Vol. 64, 025102-1 bis 025102-4

Newman M. E. J. (2001): Scientific collaboration networks. II. Shortest paths, weighted networks, and centrality; In: Physical Review E Vol. 64, 016132

Newman M. E. J. (2004): Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration; In: PNAS Vol. 101, 5200-5205

Roepke I. (2004): The early history of modern ecological economics. In: Ecological Economics, Vol. 50, 293-314

Stern D. I., Ma, C. (2006): Environmental and ecological economics: A citation analysis. In: Ecological Economics Vol. 58, 491-506

Wassermann, S. & Faust, K. (2009): Social Network Analysis: Methods and Applications; Cambridge University Press; New York; 825 S.

Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998): Collective Dynamics of „small world“ networks; In: Nature 393, S. 440-442

9 Anhang

9.1 Curriculum Vitae



Europass Lebenslauf



Angaben zur Person

Nachname(n) / Vorname(n) **Capari Leo**
Adresse Am Exerzierplatz 14/1, 3500 Krems (Österreich)
E-Mail capari@gmx.at
Staatsangehörigkeit österreichisch
Geburtsdatum 12. September 1985
Geschlecht Männlich

Berufserfahrung

Zeitraum 01. Oktober 2005 - 2012
Beruf oder Funktion Filmvorführer, Ticketing & Ordner
Name und Adresse des Arbeitgebers Kino im Kesselhaus
Campus Krems, Dr. Karl Dorrek-Straße 30, 3500 Krems (Österreich)

Zeitraum 2006 - 2012
Beruf oder Funktion Ticketing
Name und Adresse des Arbeitgebers NÖ Festival-Ges.m.b.H.
Minoritenplatz 4, 3500 Krems (Österreich)

Zeitraum 26. September 2009
Beruf oder Funktion Moderator
Wichtigste Tätigkeiten und Zuständigkeiten Tischmoderation bei der Veranstaltung World Wide Views on Global Warming Austria

Name und Adresse des Arbeitgebers Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA)
Strohgasse 45/5, 1030 Wien (Österreich)

Schul- und Berufsbildung

Zeitraum 21. April 2007 - 2012
Bezeichnung der erworbenen Qualifikation Diplomstudium Ökologie
Hauptfächer/berufliche Fähigkeiten Schwerpunkt auf Humanökologie

Name und Art der Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung	Universität Wien (Staatliche Hochschule) Dr. Karl-Lueger-Ring 1, 1010 Wien (Österreich)
Zeitraum	18. Juni 2009 - 30. Juni 2010
Bezeichnung der erworbenen Qualifikation	Mitbelegung Alpen Adria Universität Klagenfurt
Hauptfächer/berufliche Fähigkeiten	Sozialökologische Methoden: Material- und Energieflüsse und nachhaltige Entwicklung - praktische Anwendung; Berufsorientierung I; Grundlagen der sozialen Netzwerkanalyse I & II
Name und Art der Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung	Alpen-Adria-Universität Klagenfurt (Staatliche Hochschule) Schottenfeldgasse 29/Stiege 1, 1070 Wien (Österreich)
Zeitraum	01. März 2009 - 06. Juli 2009
Bezeichnung der erworbenen Qualifikation	Mitbelegung Technische Universität Wien
Hauptfächer/berufliche Fähigkeiten	Transfer von Umwelttechnologien in Entwicklungsländer
Name und Art der Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung	Technische Universität Wien (Staatliche Hochschule) Karlsplatz 13, 1040 Wien (Österreich)
Zeitraum	01. März 2008 - 25. Juni 2008
Bezeichnung der erworbenen Qualifikation	Mitbelegung Wirtschaftsuniversität Wien
Hauptfächer/berufliche Fähigkeiten	Umwelt und Wirtschaft; Einführung in die Umweltökonomik
Name und Art der Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung	Wirtschaftsuniversität Wien Augasse 2-6, 1090 Wien (Österreich)
Zeitraum	September 2000 - 17. Juni 2004
Bezeichnung der erworbenen Qualifikation	Reifeprüfung
Hauptfächer/berufliche Fähigkeiten	ORG mit ergänzendem Unterricht in Biologie, Physik sowie Chemie
Name und Art der Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung	Bundesoberstufenrealgymnasium Krems (Staatliche Mittelschule) Heinemann-Straße 12, 3500 Krems (Österreich)
Zeitraum	September 1996 - Juli 2000
Bezeichnung der erworbenen Qualifikation	Hauptschule
Name und Art der Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung	Hauptschule Krems I (Staatliche Hauptschule) Mitterweg 8, 3500 Krems (Österreich)
Zeitraum	September 1994 - Juli 1996
Bezeichnung der erworbenen Qualifikation	Volksschule
Name und Art der Bildungs-	Volksschule Hohenstein (Staatliche Volksschule)

oder Mitterweg 6, 3500 Krems (Österreich)
Ausbildungseinrichtung

Zeitraum September 1992 - Juli 1994

Bezeichnung der
erworbenen Qualifikation Volksschule

Name und Art der Bildungs-
oder Volksschule Mühldorf (Staatliche Volksschule)
Ausbildungseinrichtung Mühldorf, 3622 Mühldorf-Niederranna (Österreich)

Persönliche Fähigkeiten und Kompetenzen

Muttersprache(n) **Deutsch & Kroatisch**

Selbstbeurteilung <i>Europäische Kompetenzstufe (*)</i>	Verstehen		Sprechen		Schreiben
	Hören	Lesen	An Gesprächen teilnehmen	Zusammenhängendes Sprechen	Schreiben
Englisch	B2 Selbstständige Sprachverwendung	B2 Selbstständige Sprachverwendung	B2 Selbstständige Sprachverwendung	B2 Selbstständige Sprachverwendung	B2 Selbstständige Sprachverwendung

(*) [Referenzniveau des gemeinsamen europäischen Referenzrahmens für Sprachen](#)

