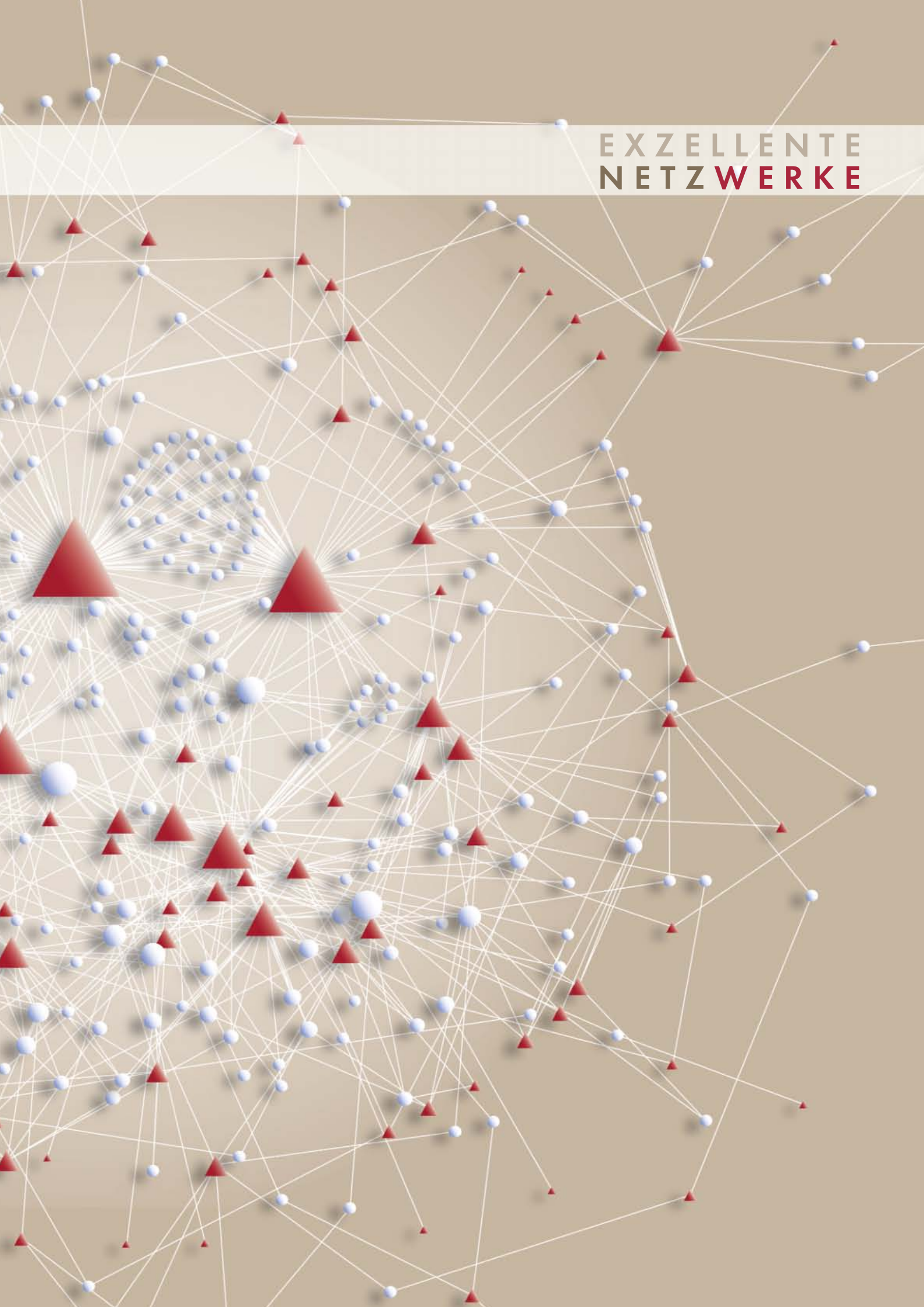


EXZELLENT NETZWERKE



Vorwort	2	
„Exzellenz erkennt man, wenn man ihr begegnet“ Diskussion über Österreichs Aufholstrategie, Eliten und exzellente Beispiele	3	
KAPITEL 1	7	
Auf der Suche nach Exzellenz Die Verbindung zwischen Forschungspolitik und Sozialer Netzwerkanalyse	8	
Über: FAS.research und COSY	10	
KAPITEL 2	11	
Netzwerke: Die soziale Infrastruktur der Innovation Die Analyse sozialer Netzwerke im Feld der Technologie- und Innovationspolitik	12	
Was Ameisen, Hirnströme, Börsenkurse und Innovationsmanagement verbindet Erforschung von „Komplexen Systemen“	16	
Wenn Bilder mit dem Betrachter sprechen Die Visualisierung von Netzwerken	19	
Messen – Beziehungen unter der Lupe Wie aus Relationen Daten werden	21	
Komplexe Systeme erforschen Die Simulation von Netzwerken	23	
KAPITEL 3	25	
Exzellente Netzwerke Dimensionen und Kriterien aus der Perspektive von Komplexitätsforschung und Sozialer Netzwerkanalyse	26	
Prototypischer Exzellenz-Zyklus	38	
KAPITEL 4	41	
Strategie 2010 Perspektiven für Forschung, Technologie und Innovation in Österreich, August 2005 / Executive Summary	42	
Exzellenz, eine Frage des Geschlechts? Gleiche Chancen für Frauen in Forschung und Technologie	45	
Mitglieder des Rates für Forschung und Technologieentwicklung	46	
Impressum	48	

Vorwort



**Dipl.-Ing. Dr.
Knut Consemüller**

Der österreichische Rat für Forschung und Technologieentwicklung steht am Beginn seiner zweiten Beratungsperiode. Gemäß Forschungs- und Technologieförderungsgesetz (FTFG) berät der Rat als strategisches Beratungsorgan der österreichischen Bundesregierung in allen Fragen der Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik (FTI). Er erarbeitet dazu im engen Dialog mit den maßgeblichen Akteuren der FTI-Politik Empfehlungen für die mittel- und langfristige Ausrichtung dieses Politikfeldes und trifft Aussagen zu Investitionsentscheidungen bei öffentlichen Budgetmitteln.

Derzeit wird in Österreich gerade die „Strategie 2010“, die der Rat im Sommer 2005 publiziert hat, intensiv diskutiert. Diese Initiative des Rates wird einerseits das österreichische Innovationssystem durch die Optimierung des Fördersystems effizienter machen und andererseits mehr Qualität in der Breitenforschung und mehr Exzellenz an der Spitze fördern. Als erste Initiative der Bundesregierung auf diesem Weg ist das AIST „Austrian Institute of Advanced Science and Technology“ zu werten.

Um diese Ziele zu erreichen, sind vielfache neue Wege zu beschreiten und Methoden anzuwen-

den. Hier schlägt der Rat den EntscheidungsträgerInnen und ExpertInnen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung vor, neue Initiativen zu unterstützen, die österreichische FTI-Landschaft und ihr Stärkenprofil noch genauer zu erkennen und sichtbarer zu machen: Wie sieht die FTI-Landschaft aus, wo liegen die Stärken, eventuelle Schwächen, wo sind interessante Nischen und wie können wir den Ressourceneinsatz optimieren? Mit welchen Kriterien ist Exzellenz messbar? Wie können wir von den Strategien anderer europäischer Länder lernen? – Diese Fragen haben wir an die Studienautoren und Experten gerichtet, und diese Fragen wollen wir auch in den nächsten Jahren weiter diskutieren. Exzellente Akteure benötigen exzellente Netzwerke, um wirklich erfolgreich zu forschen, aber auch um Wertschöpfungsprozesse in der Industrie auszulösen.

Mit dieser Broschüre soll sowohl die Leistungsfähigkeit von Netzwerkanalyse und Komplexitätsforschung für die FTI-Analyse als auch deren Wert für Beratung und Kommunikation der Öffentlichkeit präsentiert werden. Gleichzeitig wird ein neuer Impuls in der Exzellenzdebatte gesetzt.

Dipl.-Ing. Dr. Knut Consemüller
Vorsitzender des Rates für Forschung
und Technologieentwicklung

„Exzellenz erkennt man, wenn man ihr begegnet“

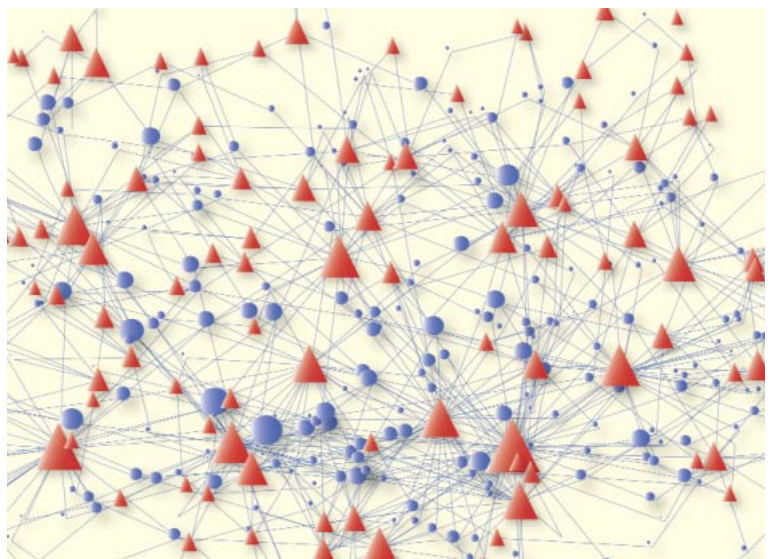
Diskussion über Österreichs Aufholstrategie, Eliten und exzellente Beispiele.

Hat die Diskussion um Exzellenz in der Forschungspolitik im Laufe der letzten Jahre interessante Wendungen genommen?

Consemüller: Bislang hat Österreich eher eine Aufholstrategie verfolgt. Wir haben uns an funktionierenden Konzepten anderer Länder orientiert. Nun ist Österreich in der Exzellenzfrage sehr schnell von der politischen Debatte zur Umsetzung übergegangen. Aus meiner Sicht war es gut, so rasch mit der Umsetzung zu beginnen.

Nowotny: In der Debatte um Exzellenz gibt es eine scheinbar widersprüchliche Entwicklung. Einerseits nimmt die Anzahl der Einrichtungen, Personen, Projekte und Forschungsergebnisse, die mit dem Adjektiv „exzellent“ versehen werden, in geradezu inflationärer Weise zu. Andererseits orte ich dahinter eine tatsächlich erfolgte Wende, nämlich zum Streben nach höherer Qualität. Dies zeigt sich u. a. auch darin, dass die Vergleichbarkeit und Messbarkeit von Forschungsleistungen und -einrichtungen im Prinzip heute weitgehend akzeptiert wird. Auch in Österreich weiß man also, dass wir uns mit anderen in Europa und weltweit vergleichen müssen und auch daran gemessen werden.

Pohoryles-Drexel: In Österreich wurde die hohe Bedeutung, die FTI im gesamtwirtschaftlichen Kontext spielt, erst in den letzten Jahren breit diskutiert. Entsprechend wurden auch die Mittel der öffentlichen Hand für FTI erhöht. In der Frage, wie man Forschungsgelder bestmöglich einsetzt – aber auch im globalen Wettbewerb um die besten Köpfe – wurde das Thema „Exzellenz“ in der F&E-Politik zu einem dominanten Thema und schnell zum Mainstream. Wesentlich ist es, den Begriff der „Exzellenz“ zu konkretisieren und insbesondere aus Sicht der Wirtschaft und für den Wirtschaftsstandort Österreich zu hinterfragen.



Die Vernetzung österreichischer Forschungseinrichtungen (z. B. Fakultäten, Beiräte, Jurys, Institute) durch ihre Mitglieder.
Analyse und Visualisierung: © FAS.research 2003



Univ.-Prof. Dr. Helga Nowotny,
Vorsitzende des EURAB
European Research Advisory Board of the European Union,
Nominiertes Mitglied des ERC
European Research Council,
emeritierte Professorin für
Wissenschaftsforschung der
ETH Zürich

Wird in Österreich die Debatte um „Exzellenz“ oder „Eliten“ anders bewertet als in anderen Ländern?

Consemüller: Nein. Die Debatte über Exzellenz ist international sehr ähnlich. Es geht auch in Österreich darum, mehrere Spitzenforschungsinstitute und Technologieführer hervorzubringen – ob als Cluster, Netzwerk oder als Einzelinstitut, ist aus meiner Sicht unerheblich. Wichtig erscheint es mir, dass in allen Durchführungssektoren die Chance auf Exzellenz gegeben sein muss – und das im Hochschul- wie auch im kooperativen Sektor, etwa bei der Industrieforschung.

Nowotny: In Österreich, aber auch teilweise in Deutschland, war es lange Zeit tabu, über Eliten zu sprechen. Das hängt damit zusammen, dass sich das Universitätssystem erst Ende der 1960er bzw. Anfang der 1970er Jahre für Bevölkerungsschichten geöffnet hat, die vorher keinen Zugang zu höherer Bildung hatten. Es gab bis dahin ein unverdientes Bildungsprivileg, das als „elitär“ galt. Diese im europäischen Vergleich späte Öffnung der Hochschulen hat dazu geführt, dass Chancengleichheit zum Bildungsideal wurde. Diese demokratiepolitisch voll zu bejahende Chancengleichheit wurde jedoch oft verwechselt mit einer Forderung nach Demokratie, die in der Wissenschaft nicht durchzusetzen ist. Wissenschaft funktioniert nicht nach demokratischen Spielregeln, da ihr Anreiz- und Belohnungssystem ganz auf die erbrachten Leistungen ausgerichtet ist.

Was sind die Voraussetzungen für exzellente Forschung?

Consemüller: Neben den nötigen Mitteln sind eine entsprechende Infrastruktur, SpitzenforscherInnen sowie eine für Forschung aufgeschlossene Kultur sehr wichtig. Die ForscherInnen sollen sich in jeder Hinsicht wohl fühlen und entsprechende Karrierechancen vorfinden. Weiters ist die internationale Anerkennung entscheidend.

Nowotny: Mindestens ebenso wichtig wie Infrastruktur und materielle Ausstattung sind jedoch Fak-

toren, die zur Forschungskultur zählen: Dazu gehört eine gewisse „Dichte“ von Personen und Ideen, die sich gegenseitig anregen und die es schaffen, aus dem „mainstream“ auszubrechen und unkonventionelle Wege zu gehen. Wichtig ist auch, den jungen WissenschaftlerInnen möglichst früh Selbstständigkeit einzuräumen und ihnen etwas zuzutrauen. Kurzum, Bedingungen, die nach wie vor die besten Universitäten und Forschungsinstitute in den USA auszeichnen – und die wir in Europa auch schaffen müssen.

Was ist aus Ihrer Sicht eine exzellente Forschungsinstitution?

Consemüller: Die Max-Planck-Gesellschaft zum Beispiel ist herausragend. In Österreich sollen bestehende hervorragende Universitätsinstitute, Institute der Akademie der Wissenschaft, kooperative Labors und Zentren die Chance erhalten, schneller in internationale Spitzenpositionen zu kommen.

Nowotny: Das Beispiel, das ich am besten kenne, ist die ETH Zürich. Neben einer soliden finanziellen Grundausstattung sind es die Strukturen, die diese Institution anderen voraus hat. Dazu zwei Beispiele. Erstens das Rekrutierungsverfahren: Die Leistungen der ETH und ihr Ruf hängen im Wesentlichen von der Qualität der zu berufenden ProfessorInnen ab. Daher wird diesem Verfahren große Sorgfalt gewidmet. Der Präsident der ETH verbringt die Hälfte seiner Zeit damit, nach den besten zu suchen. Das zweite Beispiel ist der Raum, den die Nachwuchsförderung einnimmt.

Welche Möglichkeiten gab und gibt es, um Exzellenz zu bewerten?

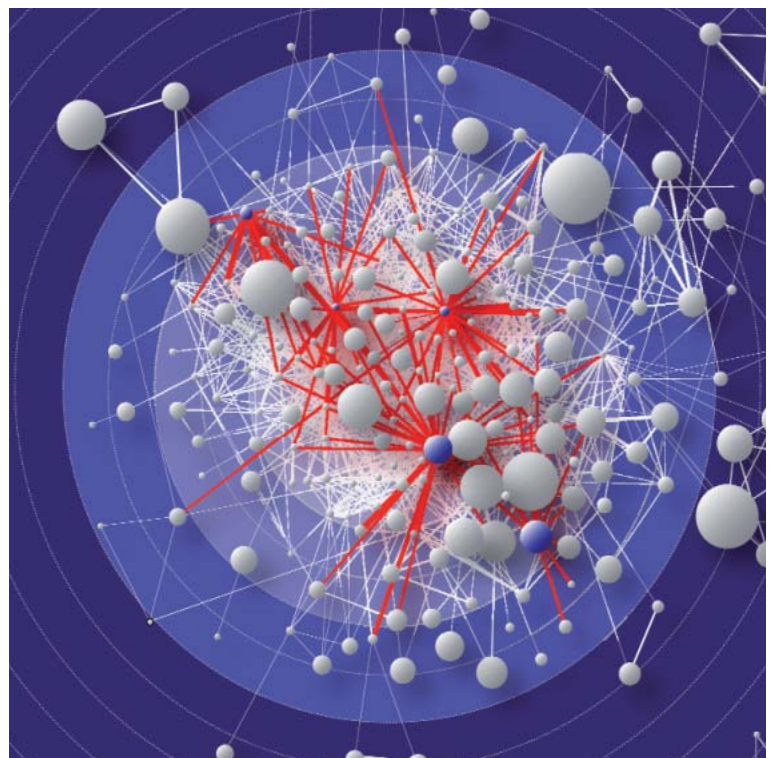
Consemüller: Neben Peer Reviews standen uns bislang Zitations- und Publikationsanalysen, internationale Benchmarks wie Impact-Analysen und Patentanalysen zur Verfügung.

Pohoryles-Drexel: Ich denke, dass es neben diesen traditionellen, gut eingeführten Verfahren auch andere geben sollte. Aus diversen Untersu-

chungen wissen wir, dass beispielsweise Peer Reviews eher strukturkonservierend sind – sowohl hinsichtlich der Beurteilung neuer Forschungsfragen als auch hinsichtlich neuer Forschungsgruppen. Mit der Impulsaktion „Laura Bassi – Centres of Expertise“ wollen wir hier neue Wege beschreiten: In der Auswahljury sitzen Personen, die einen breiteren Zugang zu Forschungsthemen und -methoden haben. Außergewöhnlich an den Auswahlkriterien ist auch die Beurteilung der Exzellenz der leitenden Forscherin und ihres Teams. Diese werden nicht ausschließlich an der Vergangenheit gemessen. Wichtig wird auch sein, welches Zukunftspotenzial man in der Forscherin und ihrem Team sieht. Ein weiterer wesentlicher Punkt im Zusammenhang mit der Bewertung von Exzellenz ist, dass sich heute viele Bewertungsverfahren auf Einzelakteure konzentrieren. Wir müssen künftig stärker die Impacts auf Netzwerkebene und auf Ebene des Gesamtsystems berücksichtigen. Die Leistungsfähigkeit von Netzwerken und Systemen ist ebenso wichtig wie die Leistungsfähigkeit von Einzelakteuren.

Sind die gegenwärtigen Möglichkeiten, um Exzellenz zu messen, befriedigend?

Nowotny: Ich glaube nicht daran, dass man Exzellenz abstrakt – ohne den Kontext zu berücksichtigen – definieren kann. Ausschlaggebend ist nach wie vor, dass man Exzellenz erkennt, wenn man ihr begegnet. Dies setzt eine entsprechende Kompetenz auf Seiten jener voraus, die sie zu beurteilen haben. Genuine Exzellenz geht immer ein Stück über das hinaus, was es bereits gibt. Genuine Exzellenz muss mehr sein als der beste „mainstream“. Daher ist sie immer auch ein Stück riskant. Wenn wir uns jedoch zu sehr auf Messgrößen verlassen, sind wir nicht mehr bereit, dieses zusätzliche Risiko einzugehen. Dazu kommt, dass Exzellenz sich in verschiedenen Wissensgebieten unterschiedlich manifestiert, doch zum Glück gibt es internationale Vergleiche.



Das Netzwerk zeigt die wichtigsten Unternehmen Österreichs. Die Größe der Kreise spiegelt die Anzahl der MitarbeiterInnen in den einzelnen Unternehmen wider. Linien stellen gemeinsame Funktionäre dar. Je dicker die Linie, umso mehr gemeinsame Funktionäre haben die verbundenen Unternehmen. Blaue Kreise stellen Key-Player-Unternehmen dar. Die Key Player sind jene fünf Unternehmen, von denen ausgehend Informationen sich am schnellsten im Unternehmensnetzwerk verbreiten. Analyse und Visualisierung: © FAS.research 2003



Mag. Sabine
Pohoryles-Drexel,
Bundesministerium für
Wirtschaft und Arbeit,
Abteilung Forschung und
Technologie

Wie sollte eine Strategie zur Förderung von exzellenter Forschung aussehen?

Pohoryles-Drexel: In Zukunft sollten stärker Impacts auf Netzwerkebene und auf Ebene des Gesamtsystems berücksichtigt werden. Weiters sind die Förderung der Humanressourcen, die Internationalisierung sowie die nachhaltige Bereitstellung von genügend Ressourcen der öffentlichen Hand sowie der Unternehmen wesentlich für eine Strategie zur Förderung exzellenter Forschung.

Kann man Exzellenz denn überhaupt gezielt anregen?

Consemüller: Ja, indem man die Bedingungen für Spitzenforschung in jeder Hinsicht verbessert. Und vor allem muss man den Mut haben, Abschied vom Prinzip der Gießkanne zu nehmen.

Nowotny: Die Strategie zur Förderung von exzellenter Forschung hat einen Namen: Auswahl, Auswahl, Auswahl. Das ist leichter gesagt als getan, weil bei jedem Schritt eines Auswahlverfahrens die „richtigen“ Kriterien zur Anwendung kommen müssen. Was aber „richtig“ ist, ergibt sich erst im Nachhinein, wenn das Endresultat oder die Gewinnerin feststeht. Wir haben sehr wenig gesichertes Wissen oder wissenschaftliche Untersuchungen über diese Prozesse – ein Manko, das man beheben sollte.

Wie beurteilen Sie das geplante „Austrian Institute of Advanced Science and Technology“ AIST, also die neue Exzellenz-Universität?

Consemüller: Ich begrüße die Gründung des AIST, und ich begrüße die Initiative des Wissenschaftsministeriums. Allerdings muss sich die „neue“ Universität im Wettbewerb mit bestehenden Exzellenzeinrichtungen bewähren. Darüber hinaus müssen exzellente Forschungsgruppen die Chance auf Zusammenarbeit mit AIST haben. Wenn neue Paradigmen entstehen, ist Forschung generell sehr divers und hoch produktiv.

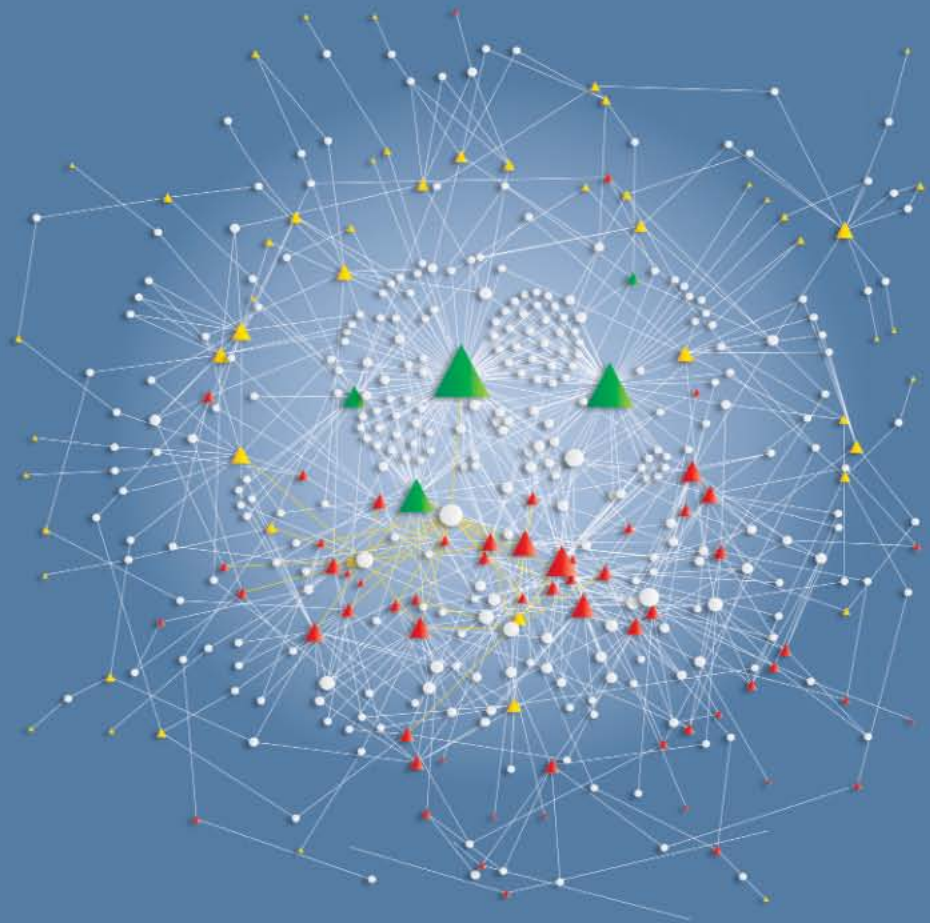
Pohoryles-Drexel: Die Erwartung sowie die Wahrscheinlichkeit sind hoch, dass AIST exzellente Forschung hervorbringen wird. Gelingt es, exzellente Forschungsteams nach Wien zu holen, werden diese mit den entsprechenden Ressourcen sicher auch entsprechende Forschungsergebnisse erzielen.

Gibt es vergleichbare Länder, die Österreich als Vorbild dienen könnten – oder muss Österreich einen ganz eigenen „unvergleichlichen“ Weg finden?

Pohoryles-Drexel: In Österreich werden gerade einige neue Initiativen entwickelt und umgesetzt: AIST, die Neufassung der Kompetenzzentrumsprogramme oder Laura Bassi bei fFORTE. Kein direktes „role model“ ist sinnvoll. Besser ist es, verschiedene Ansätze und Mechanismen aus anderen Ländern zu identifizieren, an die Gegebenheiten des österreichischen Wissenschaftssystems anzupassen und weiterzuentwickeln. Parallel dazu sind auch geeignete Monitoring-Systeme und Systemevaluierung notwendig.

Consemüller: Ich denke, dass es zu diesem Thema gute Bausteine, etwa in der Schweiz und in den USA, gibt. Wir studieren die dortigen Entwicklungen genau. Aber selbstverständlich geht es im Endeffekt um die geeignete Lösung für Österreich.

Nowotny: Interessant ist, dass die vergleichbaren Staaten wie Israel, die nordischen Länder und die Schweiz – bei allen vorhandenen Unterschieden – allesamt kleine Länder sind, deren Forschungsleistungen überproportional gut sind. Wir sollten versuchen, in dieser Liga mitzuspielen. ■



Auf der Suche nach Exzellenz
Über: FAS.research und COSY

Auf der Suche nach Exzellenz

Die Verbindung zwischen Forschungspolitik und Sozialer Netzwerkanalyse.



DI Dr. Ludovit Garzik,
Leiter der
Geschäftsstelle des
Rates für Forschung und
Technologieentwicklung

Die Entwicklung in den Bereichen Forschung, Technologie und Innovation (FTI) liefert ein erfreuliches Bild: Österreich hat in den vergangenen Jahren einen beachtlichen Aufholprozess in der FTI-Performance hinter sich gebracht. Die Forschungsquote stieg in Österreich in den vergangenen fünf Jahren von 1,9 auf 2,35 Prozent und liegt jetzt deutlich über dem EU-Durchschnitt, außerdem wurden wichtige Strukturreformen durchgeführt: Dieser Befund eröffnet Österreich die Perspektive, zu den europäischen Spitzenperformern in Forschung, Technologie und Innovation aufzuschließen. Um diese Chance zu realisieren, bedarf es der festen Verpflichtung aller Akteure im Innovationssystem, ihr im Aufholprozess bewiesenes Engagement weiterhin zu steigern und in Forschung und Entwicklung zu investieren.

Die strategische Ausrichtung der FTI-Politik lässt sich durch drei Leitsätze kennzeichnen:

- Einer österreichischen Exzellenzstrategie folgen: Qualität in der Breite forcieren und Exzellenz an der Spitze fördern.
- Den kooperativen Sektor überproportional fördern und damit die Vernetzung und Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft verstärken.
- Effizienz und Effektivität des Förderungssystems steigern.

Visualisierung von FTI-Landschaften

Wir werden in den nächsten Jahren zusätzliche Informationen über das österreichische, aber auch über das europäische Forschungs- und Innovationssystem in seinen internationalen Kontexten herstellen (lassen). Wir brauchen Visualisierungen, die politische Entscheidungsträger, Gremi-

en, Experten, Kommunikatoren und auch den interessierten Laien in die Lage versetzen, Informationen über die österreichische Forschung in einer neuen Art und Weise abrufen zu können, etwa in Form von Informationsvisualisierungen und intelligenten Karten. Mit diesem Projekt wollten wir wissenschaftlich begründete Methoden der Informationsvisualisierung testen. Diese Methoden sollten mithilfe von adäquaten Darstellungsmethoden effektiv die Informationsflut bekämpfen, die uns täglich begegnet.

Wie „funktioniert“ Exzellenz?

Bislang haben wir uns zur Bewertung von Wissenschaft sehr stark an Indikatoren orientiert, die die soziale Infrastruktur von Spitzenforschung nur wenig beachteten. Die Folge dieser Betrachtungsweise war, dass (exzellente) Forschung als Einzelleistung von Personen oder Personengruppen gesehen wurde. Spätestens mit der Einrichtung kooperativer Forschungseinrichtungen, an denen Universitätsinstitute, große und kleine Unternehmen, Bildungs- und Testeinrichtungen, einzelne Experten und außeruniversitäre Forschungsinstitute beteiligt sind, wurde klar, dass wir zusätzliche Indikatoren benötigen, die uns helfen, die Qualität dieser Forschungsverbünde zu erfassen.

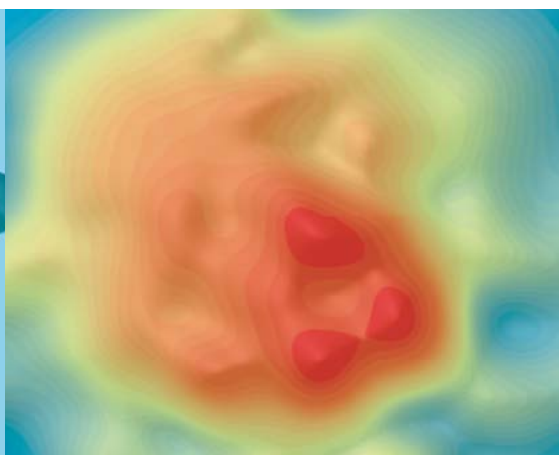
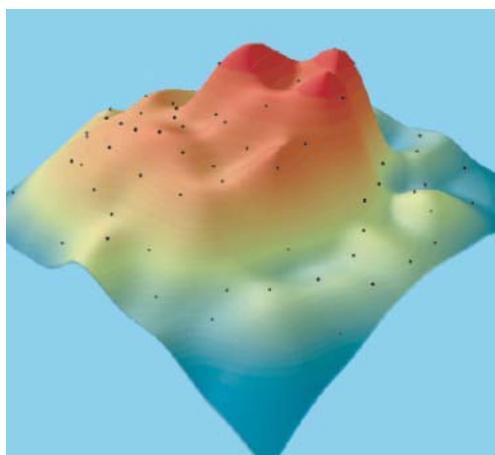
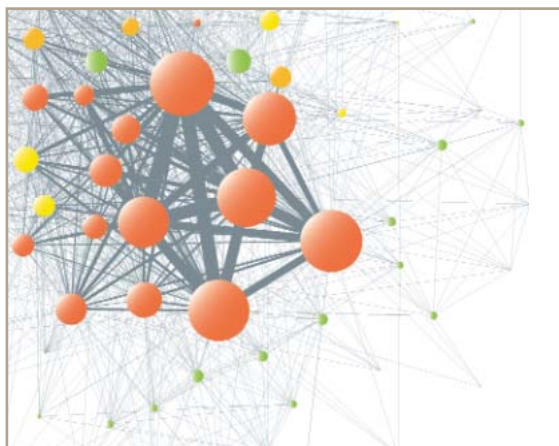
In den meisten Forschungsfeldern sind die Institutionen vielfach vernetzt und erhalten von verschiedenen Förderern und aus verschiedenen Programmen finanzielle Mittel. Es ist natürlich u. a. für EntscheidungsträgerInnen aus der FTI-Politik interessant zu beobachten, wie sich diese Förderung auf die Zusammenarbeit zwischen Forschungsinstituten auswirkt. Kooperationen bieten also die Chance, finanzielle Ressourcen optimal auszunutzen.

Die Netzwerkanalyse ist ein ausgezeichnetes Mittel für das Monitoring der Ressourcenausnutzung und der Kooperationskultur in der Forschung. Weitere für den Rat interessante Fragestellungen: Ist Zentralität in FTI-Netzwerken grundsätzlich von Vorteil und welche österreichischen Akteure weisen international die größte Zentralität auf? Welche strategischen Optionen haben Akteure an verschiedenen Positionen – und wie lassen sich ihre Handlungsmöglichkeiten mithilfe von netzwerkanalytischen Simulationsmethoden „durch-

spielen“? Der Rat diskutiert in diesem Zusammenhang intensiv über Evaluierung und Qualitätssicherung. Um die Leistung von vernetzten Systemen messen und bewerten zu können, erwartet der Rat Impulse aus dem Bereich der Netzwerkanalyse und der Komplexitätstheorie. Die aktuelle Auswertung der Forschungsnetzwerke aus dem 6. Rahmenprogramm liefert wertvolle Beispiele und Anregungen zur Optimierung von forschungspolitischen Strategien, die Exzellenz in Österreich forcieren. ■

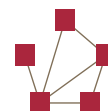
Überblick und Orientierung durch Soziale Netzwerkanalyse. Komplexe Strukturen werden sichtbar, verständlich und kontrollierbar. Diese Darstellung zeigt die Verbindungen zwischen kooperierenden Akteuren. Die Stärke der Linie bildet die Intensität der Kooperation ab, und die Größe der Kreise ist abhängig von der Aktivität des betreffenden Akteurs im Netzwerk (Degree-Zentralität).

Analyse und Visualisierung: © FAS.research 2004



Geografische Informationssysteme übersetzen klassische Netzwerkdarstellungen in dreidimensionale Landschaften, die bestimmte Intensitäten noch besser erfahrbar machen.

Analyse und Visualisierung:
© FAS.research 2004



KONTAKT

FAS.research

Dr. Harald Katzmaier

Müllnergasse 3/1

1090 Wien

Tel.: +43/1/319 26 55-0

E-Mail: office@fas.at

www.fas.at

Die FAS.research GmbH (Gründung 1997) ist eine sozialwissenschaftliche Forschungsgesellschaft für angewandte Strukturanalyse mit Hauptsitz in Wien. Die Arbeitsschwerpunkte des international agierenden Forschungs- und Consultingunternehmens sind Soziale Netzwerkanalyse und Komplexitätstheorie und deren breit gefächerte Anwendungen im Feld der Technologie- und Innovationspolitik sowie in den Bereichen Marktforschung, Marketing, Werbung und PR, Key Account Management und Sales, Organisationsentwicklung und Risikomanagement.

Geschäftsführer und wissenschaftlicher Leiter der FAS.research ist der Sozialwissenschaftler und Philosoph Dr. Harald Katzmaier; er arbeitet mit einem achtköpfigen Team. Ziel der FAS.research ist es, als aktives Mitglied der Scientific Community die Lücke zwischen Grundlagenforschung und der marktwirtschaftlichen Anwendung von Netzwerk-

analyse und Komplexitätsforschung zu schließen. Die Kunden von FAS.research stammen aus den unterschiedlichsten Branchen wie etwa Telekommunikation, Pharmaindustrie, Softwareindustrie, Automobilindustrie, Werbung und Public Relations, Consulting und Organisationsentwicklung, NPOs und NGOs. Im Bereich der Forschungs- und Technologiepolitik analysierte FAS.research im Auftrag des Austrian Council, des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit sowie des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie bereits zahlreiche Netzwerke im Bereich kooperative Forschung zwischen Wissenschaft und Industrie, Cluster und Verbünde sowie nationale wie internationale Forschungs- und Wissenschaftsnetzwerken.

Die FAS.research eröffnet im November 2005 am Rande des Silicon Valley einen weiteren Standort in San Francisco, USA.

KONTAKT

Complex Systems Research

Group (COSY)

HNO, Med. Uni Wien

Univ.-Prof. Mag. DDr.

Stefan Thurner

Währinger Gürtel 18-20

1090 Wien

Tel.: + 43/1/404 00-20 99

E-Mail: thurner@univie.ac.at

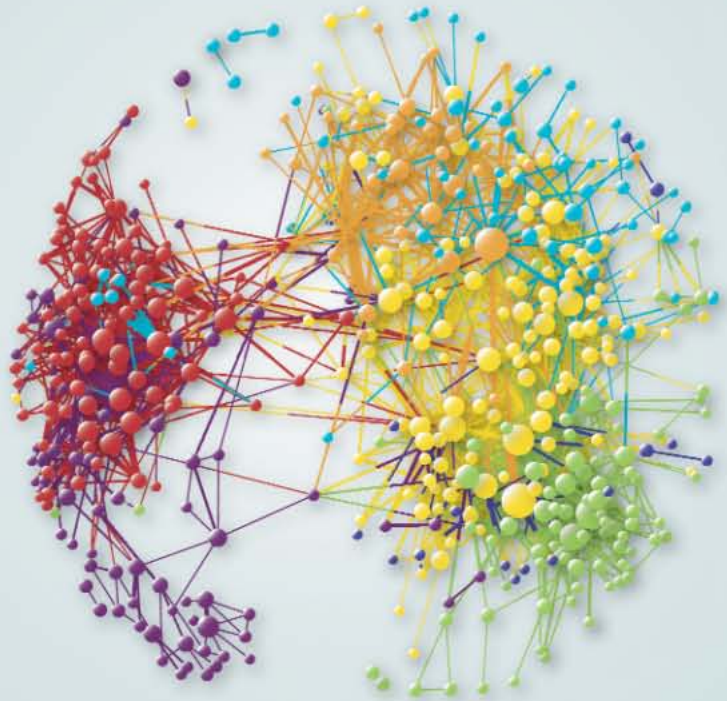
www.complex-systems.meduni
wien.ac.at



Die „COSY“ an der Medizinischen Universität Wien ist eine Arbeitsgruppe, die Wissenschaftlern und Ärzten eine Plattform bietet, sich über Fragestellungen der „Science of the Complex“ auszutauschen. Die Gruppe hat zehn MitarbeiterInnen und wird von Univ.-Prof. DDr. Stefan Thurner geleitet. Forschung wird auf projektbasierter, quantitativer und transdisziplinärer Basis betrieben und ist stark international vernetzt. Als Vorbilder für die spezifische Ausprägung der Forschungsinitiative dienen die Spitzeninstitutionen Santa Fe Institute und Collegium Budapest.

Die meisten Projekte basieren auf einem „systemischen“ Zugang, d. h., die kollektive Funktionsweise eines Systems wird auf die Eigenschaften der Einzelkomponenten zurückgeführt. Viele der Projekte

zielen auf Anwendbarkeit ab: z. B. intelligentes Medikamentendesign im Bereich der Genomik, Regulierungsstrategien am Finanzmarkt, Optimierung bildgebender medizinischer Verfahren (fMRI, MEG, EEG) und von Therapien. Derzeit werden zwei Erfindungen von COSY-Mitarbeitern durch die Medizinische Universität zum Patent angemeldet. In der reinen Grundlagenforschung ist COSY mit internationalen Spitzenwissenschaftlern stark vernetzt und widmet sich der Erarbeitung der theoretischen Fundamente der Netzwerkforschung, Ökonophysik, der statistischen Mechanik und der Evolutionstheorie. COSY-Mitarbeiter werden seit einiger Zeit für Beratungstätigkeiten im Risikomanagement und für wissenschaftspolitische Fragen konsultiert.



Netzwerke: Die soziale Infrastruktur der Innovation

Was Ameisen, Hirnströme, Börsenkurse und Innovationsmanagement verbindet

Wenn Bilder mit dem Betrachter sprechen

Messen – Beziehungen unter der Lupe

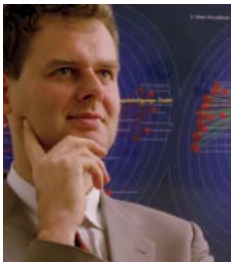
Komplexe Systeme erforschen

Netzwerke:

Die soziale Infrastruktur der Innovation

Die Analyse sozialer Netzwerke im Feld der Technologie- und Innovationspolitik.

Von Harald Katzmaier



Dr. Harald Katzmaier,
FAS.research
Wien / San Francisco

Netzwerke sind die soziale Infrastruktur des Erfolgs. Gleich, ob es sich bei den erfolgreichen Akteuren um Personen, Teams, Firmen, Organisationen oder Institutionen handelt – Netzwerke sind nichts anderes als die Kanäle, über die sich Akteure auf formellem oder informellem Weg Zugang zu Kapital, Wissen, Informationen oder sozialen Beziehungen verschaffen. Damit sind Netzwerke die Grundlage für Innovation, Wertschöpfung und letztendlich auch für den forschungs- und innovationspolitischen Stellenwert eines einzelnen Akteurs. Jene, die besser verbunden sind, haben mehr Erfolg, sind nachhaltiger innovativer und können sich schneller an neue Gegebenheiten anpassen. Die kritischen Fragen hierbei sind: „Was bedeutet besser verbunden sein?“ und „Was unterscheidet gute von weniger guten Netzwerken?“.

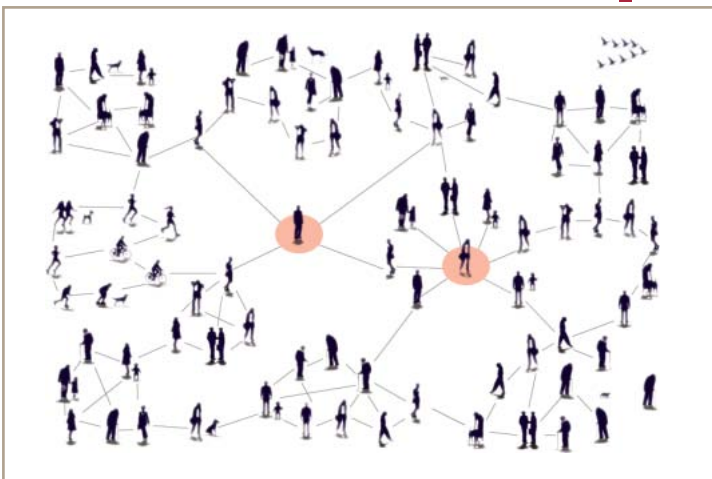
Die wissenschaftliche Disziplin, die Netzwerke gegenwärtig am umfassendsten und differenziertesten

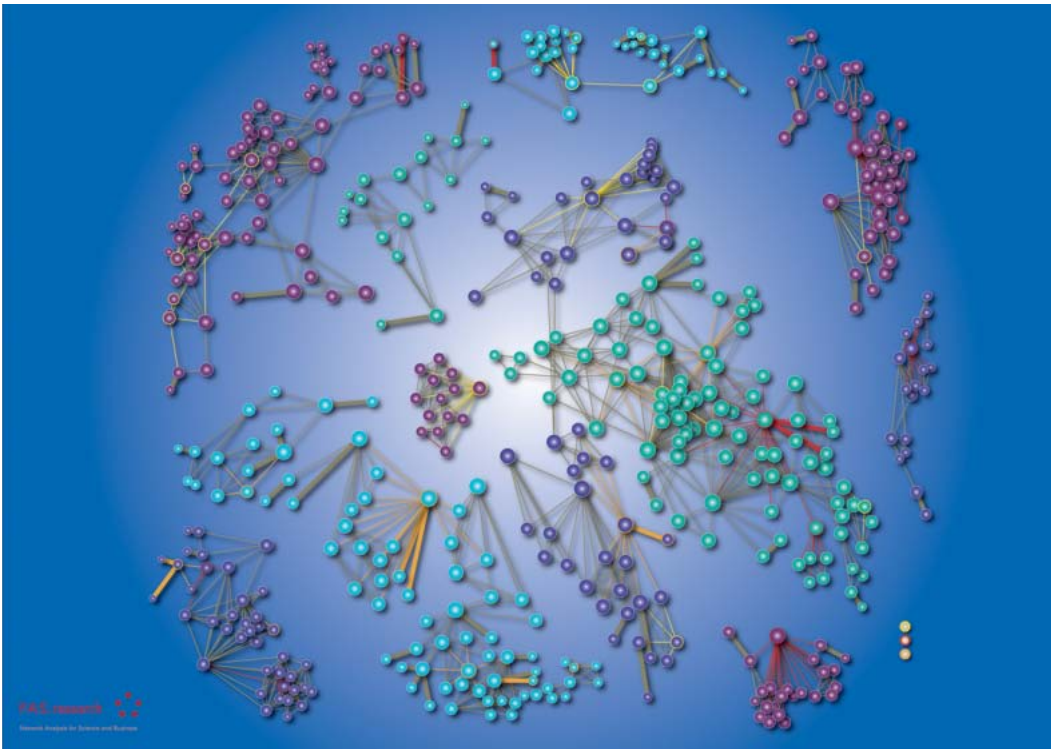
analysieren kann, ist die Soziale Netzwerkanalyse, kurz SNA: Mit ihren Methoden werden die einzelnen „Teilnehmer“ eines Netzwerks beschrieben und es wird untersucht, wie diese Teilnehmer zueinander stehen. Während der letzten Jahre ist die Zahl der Menschen, die die Soziale Netzwerkanalyse für strategische Planungen in den unterschiedlichsten Branchen und Institutionen nutzen, stark angestiegen. Daran ist nicht nur die zunehmende Rechenpower der Computer „schuld“. Maßgeblichen Anteil an der Weiterentwicklung und Verbreitung von SNA haben einerseits Inputs aus der Komplexitätstheorie sowie neue Visualisierungs- und Simulationstechniken. ForscherInnen, die SNA zu einem immer bedeutenderen Instrument für Unternehmer, Politiker und Strategen machen, bilden selbst ein höchst diverses Netzwerk: Sie kommen etwa aus der Physik, Soziologie, Chemie, Biologie, Chaostheorie und den Computerwissenschaften.

Instrument zur Beziehungsanalyse

Mithilfe der Methoden aus der SNA kann das vielfältige Universum sozialer, wirtschaftlicher und politischer Beziehungen erfasst, visualisiert und bewertet werden. Denn nur wer weiß, wie ein Netzwerk aufgebaut ist und welche Bindungen die Akteure zusammenhalten, kann das Beziehungsgeflecht auch steuern. Durch Soziale Netzwerkanalyse wird ersichtlich, wer Opinionleader ist, wer die Verfügbarkeit von Information kontrolliert, wer neue Kunden gewinnt, wie flexibel das Netz in Not-situationen reagiert, wie sich ein Kartell verfestigt oder wer neue Ideen ins System einspeist. Soziale Netzwerkanalyse ermöglicht u. a. die Untersuchung von Maßnahmenwirksamkeit in der Politik, Strukturen im Internet, Nahrungsketten in der Ökologie, Interaktionen von Genprodukten oder Beziehungen im Welthandel. SNA zeigt, wie die Infrastruktur von

Netzwerke bestehen aus Akteuren (z. B. Personen, Organisationen, Firmen, Teams) und einer bestimmten Relation – einer Beziehung wie Freundschaft, Beteiligung, Mitgliedschaft etc. –, die die Akteure miteinander verbindet.





Siegern, von Mitläufern und von Verlierern aussieht. Netzwerkforscher analysieren die unterschiedlichsten Beziehungsaspekte eines Systems:

Kooperationsbeziehungen

- Wer forscht mit wem gemeinsam?
- Wer publiziert mit wem gemeinsam?
- Wer zitiert wen?

Formelle Beziehungen

- Wer ist wem berichtspflichtig?
- Wer ist Shareholder von welchem Forschungsunternehmen?
- Wem gehören welche Patentrechte?

Kommunikationsbeziehungen

- Wer holt sich von wem Ratschläge und Tipps?
- Wer redet in einem Forschungsbetrieb mit wem?
- Wer ist mit wem über virtuelle Kommunikationsinfrastruktur verbunden?

Co-Publishing-Analyse. Die Analyse einer Datenbank für wissenschaftliche Publikationen zeigt das Netzwerk der Autoren (Kreise), die häufig gemeinsame Forschungsergebnisse publizieren, in verschiedenfarbigen Clustern angeordnet. Die Identifizierung von Schlüsselakteuren (Key Opinion Leaders, Key Decision Makers) zwischen wissenschaftlichen Feldern, innerhalb eines Feldes, aber auch innerhalb einzelner Cluster wird somit möglich. Analyse und Visualisierung: © FAS.research 2005

Wirtschaftliche Beziehungen

- Wer ist Sponsor welcher wissenschaftlichen Konferenz?
- Wer ist Kunde von welchem Forschungsunternehmen?
- Wer ist Lieferant von welchem Forschungsunternehmen?

Affiliationen, Mitgliedschaften

- Wer ist Mitglied eines Beirats, einer Jury?
- Wer ist Gutachter oder Herausgeber welcher Zeitschrift?
- Wer lebt, arbeitet und forscht wo? >

TRADITION DER NETZWERKANALYSE

Die Wurzeln der modernen Netzwerkanalyse reichen bis in die Mathematik im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts zurück. Die sich damals entwickelnde moderne Zahlentheorie, Relationenlogik, Bool'sche Algebra und Gruppentheorie waren der Ausgangspunkt für die Formulierung der Graphentheorie,

die heute den zentralen Bezugspunkt der SNA bildet. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren die Wiener Wissenschaftler Jacob Levy Moreno, Fritz Heider und Paul Lazarsfeld wesentlich an der Entwicklung der netzwerkanalytischen Methode beteiligt.

INSTITUTIONEN UND UNTERNEHMEN,

die Strategieplanung mit
Hilfe von SNA betreiben:

- Amazon
- IBM
- HP
- Google
- Pfizer
- Allianz Versicherung
- Deutsche
Forschungsgemeinschaft



Beteiligungsnetzwerk österreichischer Unternehmen

Die Visualisierung basiert auf dem Beteiligungsnetzwerk österreichischer Unternehmen und stellt Kapitalquellen und Kapitalsenken dar. Die Visualisierung mittels Geo-Information-Systems (GIS) wandelt Netzwerkmaße in geografische Maße um und zeigt so eindrucksvoll die Landschaft aus „Bergen“ (die Unternehmen, die an der Spitze von Beteiligungsketten stehen) und „Tälern“ (Unternehmen, die selbst an keinem anderen Unternehmen beteiligt sind).

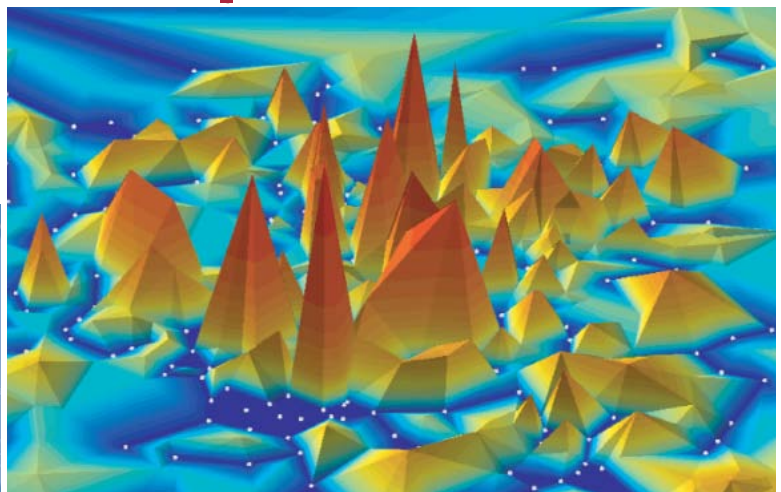
Quelle: Firmenbuch Österreich, Grundgesamtheit: die 2150 umsatzstärksten Unternehmen Österreichs, Auswahl: Hauptkomponente des Beteiligungsnetzwerks (844 Unternehmen). Analyse und Visualisierung: © FAS.research 2004



Das wissenschaftliche Feld in Österreich

Das Netzwerk zeigt die Beziehungen zwischen den Klassifikationscodes (Angabe der Einreicherin / des Einreichers) der 5217 durch den FWF zwischen 1994 und 2004 geförderten Projekte.

Analyse und Visualisierung: © FAS.research 2004



Exzellente Forschung benötigt exzellente Netzwerke

Wie sehen Forschungsnetzwerke aus, die in der Lage sind, Innovationen nachhaltig hervorzubringen? Welchen Gesetzmäßigkeiten unterliegen sie? Durch welches Muster geben sie sich zu erkennen? Für EntscheidungsträgerInnen in Forschungs-, Innovations- und Technologiepolitik sind die Messung, Bewertung und Simulation von „guten“ und „schlechten“ Netzwerken interessant – und die Umstände, unter denen Netzwerke blühen oder verkümmern. Forschungskultur ist stark von der Anzahl und Qualität der Beziehungen, die Forschungsinstitutionen unterhalten, abhängig.

Erst im Austausch mit anderen Akteuren und Einrichtungen entsteht Wissen. Gut vernetzte Forschungseinrichtungen kommen schneller an wichtige Informationen. Sie haben bessere Chancen, Gelder zu lukrieren und Neuerungen durchzusetzen. Durch Kooperation mit Angehörigen „fremder“ Disziplinen gelangen Wissenschaftler an Informationen, die zwar nicht in den Methoden und Denktraditionen der eigenen Forschungskultur verhaftet sind, aber einen hohen Stellenwert für die Bewältigung von ungelösten Problemen haben.

Soziale Netzwerkanalyse in der FTI-Politik hat sich bereits in unterschiedlichen Anwendungsfeldern als extrem nützlich erwiesen:

Analyse, Unterstützung für strategische Entscheidungen	
1) Feldanalyse	In welche Kontexte und Strukturen ist ein Akteur, ein Technologiefeld oder eine Wissenschaftsdisziplin eingebettet?
2) Identifikation strategischer Akteure	Welche Akteure, Technologiefelder oder Wissenschaftsdisziplinen sind die zentralsten, einflussreichsten und „auffälligsten“?
3) Partnersuche und Einloggen in Netzwerke	Welche strukturellen Eigenschaften haben (potenzielle) Partner?
Evaluierung, Controlling, Monitoring	
4) Dynamische Netzwerkanalyse	Wie verändern sich Netzwerke im Lauf der Zeit?
5) Innovationspotenzialmessung	Welche Netzwerkstrukturen haben mehr Potenzial als andere? Wie müssen exzellente und nachhaltig innovationsfähige Strukturen aussehen?
6) Markt- und Konkurrenzanalyse in technologiepolitischen Feldern	Welche Klassen oder Gruppen von Akteuren haben ähnliche strukturelle Eigenschaften?

Innovation ist das Ergebnis neuer „Verlinkungen“

Durch SNA wird ersichtlich, wodurch Kreativität gefördert wird und welches Design Innovationsnetzwerke haben (sollen). Innovation ist das Ergebnis der Transformation und Rekombination bereits existierender Elemente (z. B. Technologien, Verhaltensweisen, Codes). Akteure, die unverbundene Elemente zusammenbringen und eine Brücke bauen, sind die Träger von Erneuerung. Diese Brückenbauer sind oftmals an der Peripherie von Netzwerken angesiedelt und profitieren von bestimmten Voraussetzungen und Strukturbedingungen. Für politische EntscheidungsträgerInnen ist SNA ein wertvolles Werkzeug zur Analyse und Unterstützung von strategischen Entscheidungen. Durch die Veränderung der „Konnektivität“ von Innovationssystemen können die Innovationspotenziale einer Region, einer Branche oder eines Technologiebereichs massiv erhöht werden. Die Nase vorn hat in einer auf Innovatio-

nen basierenden Wissensgesellschaft, wer neue Links zwischen bislang unverbundenen Bereichen schafft und dadurch die Netzwerklandschaft diverser, aber auch robuster macht. ■

Literatur ■ BORGATTI P. Steve, FOSTER P. – The network paradigm in organizational research – A review and typology. *Journal of Management*, 29(6): 991–1013, 2003 ■ CARRINGTON Peter J., SCOTT John, WASERMAN Stanley – Models and Methods in Social Network Analysis. Cambridge University Press, 2005 ■ CROSS Rob, PARKER Andrew – The Hidden Power of Social Networks: Understanding How Work Really Gets Done in Organizations. 2004 ■ de NOOY Wouter, MRVAR Andrej, BATAGELJ Vladimir – Exploratory Social Network Analysis with Pajek. New York, 2005 ■ GRANOVETTER Mark – The Impact of Social Structure on Economic Outcomes. In: *Journal of Economic Perspectives*, Winter, 2005 ■ KATZMAIR Harald – Social Network Analysis – The Science of Measuring, Visualizing and Simulating Social Relationships. In: *Timeshift – Die Welt in 25 Jahren. Festival für Kunst, Technologie und Gesellschaft. Katalog zum Festival Ars Electronica Linz*, 2.–7.9.2004 ■ STEINY Don – You and Networks, Networking and Social Capital. May, 2005, <http://www.isnae.org/networking.html> ■ WATTS Duncan – Six Degrees: The Science of a Connected Age. 2003 ■

Was Ameisen, Hirnströme, Börsenkurse und Innovationsmanagement verbindet

Erforschung von „Komplexen Systemen“. Von Stefan Thurner



Prof. Dr. Stefan Thurner,
Complex Systems
Research Group,
HNO, Med. Uni Wien

In der Natur gibt es im Prinzip drei Arten von Systemen: erstens die genau vorhersagbaren, regelmäßigen Systeme (die meisten Systeme der Physik, z. B. Schwerkraft), zweitens die zufallsabhängigen Systeme (z. B. atomarer Zerfall, Roulette, Wetter). Die dritte Art von Systemen steht bildlich gesprochen in der Mitte. Sie sind nicht völlig vorhersagbar, aber auch nicht gänzlich chaotisch: Zu ihnen gehören die Komplexen Systeme. Die Werkzeuge der klassischen Wissenschaften, so perfekt sie regelmäßige und zufallsabhängige (große) Systeme beschreiben mögen, sind meist sehr unzureichend, um Komplexe Systeme (etwa Forschungsnetzwerke) befriedigend zu erklären. Doch gerade das Verständnis dieser Systeme ist wichtig, da viele von ihnen von biologischer oder sozialer Relevanz sind, beispielsweise Erdbebenfrüherkennung, Seuchenausbreitung, Konsequenzen der Regulierung des Finanzmarktes oder die Optimierung von strategischem Management in großen Betrieben. Das grundlegende Verständnis Komplexer Systeme bildet die Grundlage für die Beantwortung der Frage: „Wie kann Innovation optimal gesteuert werden?“

Das „Mehr“ der Summe aller Teile

Wesentlich für Komplexe Systeme ist das Prinzip der „Emergenz“. Emergenz ist grob gesprochen der gegenläufige Prozess zum Reduktionismus, der die letzten 300 Jahre über fantastisch erfolgreich war und noch immer ist. Reduktionismus erklärt Systeme als „Summe“ seiner Einzelbestandteile. Zu den (unser Weltbild dominierenden) Meilensteinen des Reduktionismus zählt die Erklärung der Materie durch Moleküle, der Moleküle durch Atome, der Atome durch Elementarteilchen und die Erklärung der Elementarteilchen durch Quarks.

Eine Ameise ist chaotisch, 10.000 Ameisen bilden einen Staat

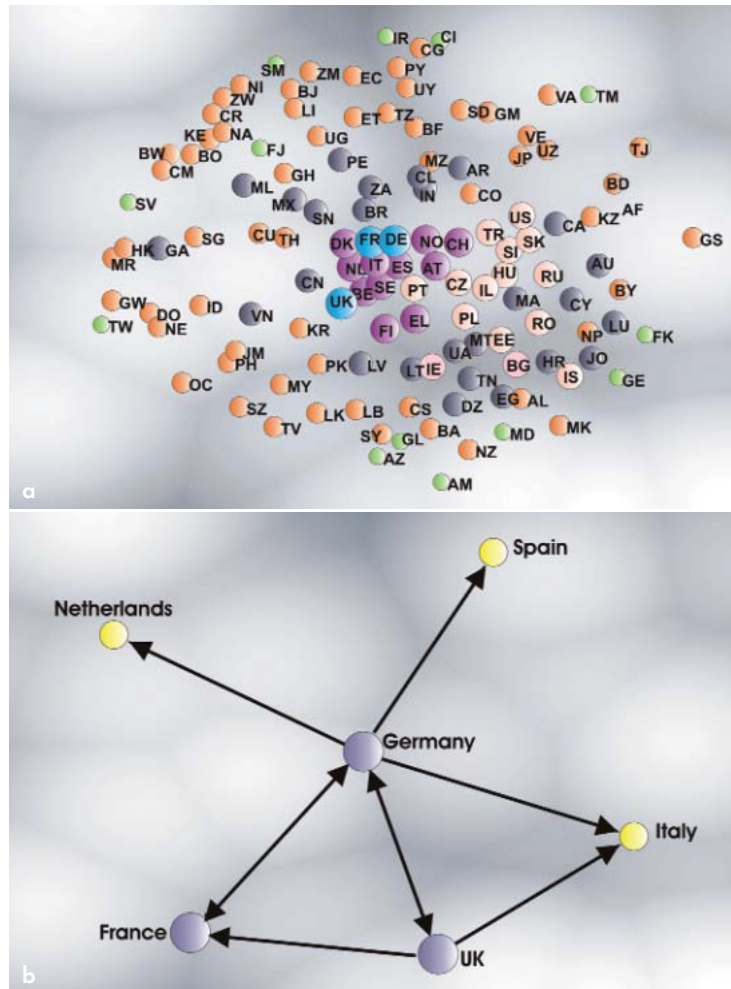
Emergenz schlägt einen zum Reduktionismus gegenläufigen Weg ein: Man geht von den gut bekannten Eigenschaften der Bausteine aus und fragt sich, welche Eigenschaften Systeme haben werden, die aus diesen Bausteinen gebildet werden. Das Zusammenspiel und die gegenseitige Beeinflussung der Bauteile untereinander lassen oft Eigenschaften des Gesamtsystems zu, die nicht offensichtlich sind und definitiv mehr als die Summe der Bauteile darstellen. Zum Beispiel: Eine lebende Zelle, die aus bekannten Proteinen aufgebaut ist, ist niemals durch die Kenntnis dieser Proteine verstehbar – wohl aber aus der Kenntnis der Wechselbeziehungen der Proteine, also durch ihr gewaltiges und heute noch nicht exakt fassbares „Beziehungsnetzwerk“. Was die Eigenschaften dieser komplexen Systeme ausmacht, sind also oft gar nicht die Eigenschaften der Bausteine, sondern zu einem großen Teil die Struktur des Beziehungsnetzwerks. Das Verhalten von Ameisen ist ein beliebtes Beispiel, um ein typisches Komplexes System zu beschreiben: Eine einzelne Ameise läuft wirr herum. Auch zwei Ameisen laufen wirr herum. Zehn Ameisen beginnen, in einer Reihe zu wandern. 10.000 genetisch identische Ameisen bilden einen Staat. Zusätzlich zur „Summe der Ameisen“ beeinflussen die einzelnen Komponenten (Ameisen) einander und schaffen damit eine neue Systemeigenschaft, den Ameisenstaat. Von hier ist es nur mehr ein kleiner Schritt zur Erkenntnis, dass diese Systeme soziale Relevanz beinhalten. Weitere Beispiele für Komplexe Systeme sind kollektives Verhalten von Gesellschaften und Märkten, das Immunsystem und fast alle Arten mehrzelligen Lebens.

Mathematische Regeln beschreiben das System

Die Theorie der Komplexen Systeme hat zum Ziel, Erkenntnisse über diese Systeme in das abendländische Wissen einzubetten: Das heißt, Systembeschreibungen müssen letztlich in Form von Naturgesetzen und mathematischen Regeln vorliegen, die jederzeit überprüft werden können. Viele Forscher in der „Complex Systems Research“ sehen in dieser Aufgabe eine Herausforderung, die einen neuen und kreativen und vor allem viel versprechenden Zugang zu den verschiedensten wissenschaftlichen Disziplinen darstellt. Um die Systemeigenschaften in die Sprache der Mathematik zu übertragen, wird eine Vielzahl von mathematischen Methoden verwendet, wie z. B. Differentialgleichungen, Spieltheorie, Netzwerktheorie, Informationstheorie, nichtlineare Systeme oder Chaostheorie sowie genetische und evolutionäre Algorithmen. Da die betrachteten Systeme oft „eigentlich“ zu kompliziert sind, um sie naturwissenschaftlich in den Griff zu bekommen, (z. B. soziale und wirtschaftliche Systeme), sind kleine Erfolge im Verständnis dieser Systeme große Schritte. Der Wissenszuwachs pro investierte Arbeitsstunde ist um ein Vielfaches größer als in den „reifen“ Wissenschaften.

Wissen über Innovationsprozesse ermöglicht neue Standards im strategischen Management

Wirtschaftliche Systeme oder Prozesse des Erkenntnisgewinns gleichen oft evolutionären Abläufen. Einzelne Individuen im bestehenden System haben Ideen: Sie erfinden oder entdecken etwas Neuartiges, etwa ein Produkt, einen Werkstoff, einen Produktionsverlauf oder einen Vertriebskanal: Das entspricht einer biologischen Mutation, die einen genetisch neuartigen Organismus in die Welt bringt. Je mehr Ideen produziert werden, desto wahrscheinlicher ist es, dass eine davon „nützlich“ ist und sich „durchsetzen“ kann. Es ist nun das umgebende „Wertesystem“ (z. B. Börse, Firmenkultur, Bildungssystem, Wissenschaftskultur), das bestimmt, ob und welche Ideen sich etablieren bzw. welche sich „totlaufen“. Dies entspricht in der Biologie der Auswahl: Die Besten setzen sich durch. Dabei darf nicht ver-



(a) Autokatalytische Sichtweise der Vernetzung im 6. Rahmenprogramm. Die Knoten im Zentrum haben starken netzwerk-dynamischen Einfluss. Der Autokatalytische Kern ist in (b) dargestellt und entspricht dem autokatalytischen „Motor“ des gesamten Netzwerks.

Analyse und Plots: COSY, Med. Uni Wien, Daten: Europäische Kommission
Quelle: PROVISO, ein Projekt des BMBWK, BMVIT, BMLFUW und BMWA
[www.bmbwk.gv.at/proviso]

gessen werden, dass sich die Umwelt durch die Existenz der neu etablierten Idee verändert und umgestaltet. Wenn es gelingt, das Konzept der Innovation quantitativ zu beschreiben, dann wird es möglich sein, diesen Prozess effizient zu steuern und zu manipulieren. Daher gilt es, die wesentlichen Eckpfeiler für Innovation genau zu analysieren und zu verstehen. Einer dieser Eckpfeiler ist die Netzwerktheorie, die versucht die wesentlichen Wechselbeziehungen der Komponenten quantitativ zu fassen. Durch gezielte Manipulation der Netzwerkstruktur kann der Output eines Systems, das zur Innovation fähig ist, optimiert werden.

>

AUTOKATALYTISCHE ZYKLEN (AKZ)

Das Konzept der AKZ kommt aus der Biologie und wurde in letzter Zeit auf wirtschaftliche Systeme angewendet. Das bekannteste Beispiel ist der Kohle-Eisen-Maschinen-Zyklus: Je mehr Kohle gefördert wird, umso mehr Eisen wird gewonnen. Je mehr Eisen, umso mehr Maschinen werden gebaut (etwa um Kohle und Eisen abzubauen). Dieser Zyklus ist einer der Motoren der Wirtschaft. Erfolgreiche Unternehmen haben meist mehrere AKZ. Das Finden von AKZ stellt hohe Anforderungen an Datenqualität, Management und Consultingfirmen. Das Rezept zum Schließen von AKZ ist: teuer!

(a) Beispiel eines Autokatalytischen Zyklus in einem Netzwerk, in dem jeder Knoten (Firmen) als Output den Input für einen anderen Knoten bildet. Der AKZ sind die roten Knoten. Die Existenz dieses Zyklus ermöglicht, dass alle anderen Knoten „produktiv“ sein können (gelb). Entfernt man einen Knoten aus dem AKZ, bricht das Netzwerk zusammen (b).

Kritische Masse ist Voraussetzung für Fortschritt

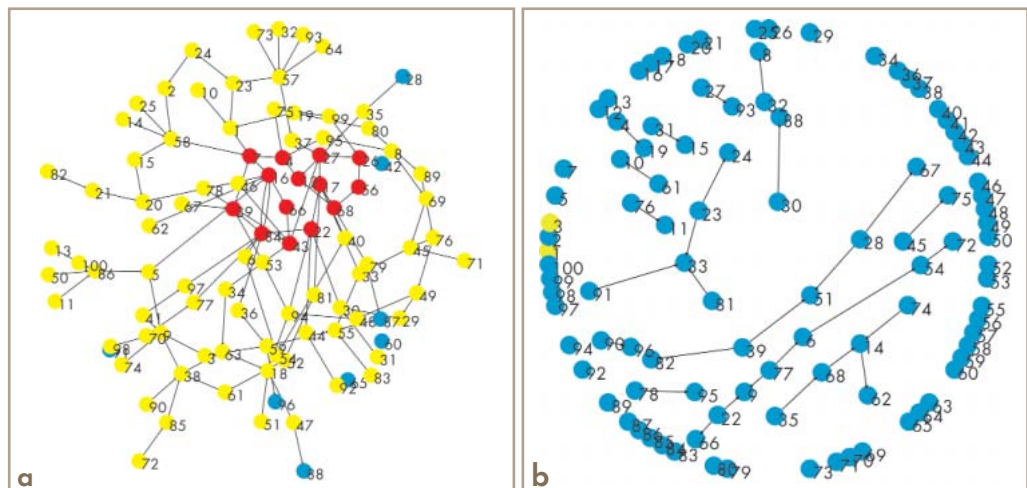
Geistesblitze, die Generierung neuer Ideen oder Kreativität kann man – nach aktuellem Wissensstand – nicht bedeutend steuern, sie sind zufällig. Schon sehr viel mehr „kontrollierbar“ sind die Wechselwirkungen zwischen Netzwerkakteuren („Leuten mit Ideen“) und damit die Wahrscheinlichkeit, dass durch das Zusammenkommen dieser Akteure weitere neue Ideen produziert werden. Innovation, also eine Neuerung, die dem Selektionsdruck standhält und die Umwelt nachhaltig zu beeinflussen vermag, entsteht nur, wenn es eine kritische Masse von neuen Ideen gibt sowie die Möglichkeit, aus dem Zusammenspiel von Ideen innerhalb eines Netzwerks weitere Ideen zu schaffen. Daher gilt: Die Quote von „Neuem“ kann durch die Steuerung der Struktur von Netzwerken beeinflusst werden! Wichtig für „Innovationsmanager“ ist, dass Netzwerke selbst (meist) nicht starr vorgegeben werden können. Es ist aber sehr wohl möglich, Regeln aufzustellen und einen Rahmen zu schaffen, in dem sich anpassungsfähige, robuste und optimal produktive Netzwerke selbst adaptiv ausbilden.

Systeme mit Innovationspotenzial sind anpassungsfähig, robust und effizient

Lebensformen, die erfolgreich dem evolutionären Selektionsdruck widerstehen, sind meist anpassungsfähig, robust und effizient. Auch soziale Systeme und Prozesse mit diesen Eigenschaften haben einen „Se-

lektionsvorteil“ (z. B. marktwirtschaftliches vs. real-kommunistisches System). Wann immer neue Formen (z. B. neues Produkt, neue Forschungsmethode, neue Kultur) auftauchen, werden die Rahmenbedingungen für das existierende System „erschüttert“. Die Existenz des Neuen ermöglicht Rückkopplungen, die eine nachhaltige schubartige Veränderung des Gesamtsystems bewirken können (Mobiltelefon, iPod). Diese Änderungen treten nur auf, wenn genügend Möglichkeiten für Feedback existieren, d. h. das Netzwerk genügend strukturiert und dicht ist. Systemwissenschaftler sprechen in diesem Fall davon, dass sich ein „Autokatalytischer Zyklus“ geschlossen hat. Will man also ein günstiges Klima für Innovationen schaffen, liegt ein Ansatzpunkt im „Schließen“ von Zyklen. Erfolgreiche Manager wissen das, und große internationale Firmen wenden diese Sichtweise strategisch an. Die Voraussetzung für die Kontrolle über Innovation ist eine konkrete Vorstellung darüber, welche Art von Innovation gewollt ist. Innovationsmanagement übt aufgrund seiner Kontrolle über Ressourcen die Rolle des Selektionsdrucks aus. Denn „gute“ und „böse“ Ideen und Zyklen entstehen spontan immer und überall. Ohne Vision, wohin sich Netzwerke entwickeln sollen, sind die geschilderten Überlegungen – seien sie auch noch so „komplex“ – natürlich sinnlos. ■

Literatur ■ KAUFFMAN Stuart A. – The Origins of Order. Oxford University Press. London, 1993 ■ HANEL R., KAUFFMAN STUART A., THURNER S. – Phase transition in random catalytic networks. Physical Review E 72, 036117, 2005 ■ JAIN S., KRISHNA S. – Large extinctions in an evolutionary model: The role of innovation in keystone species. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99, 2055–2060, 2002 ■



Wenn Bilder mit dem Betrachter sprechen

Die Visualisierung von Netzwerken.

Die Interaktionen von Fußballspielern, Wirtschaftsbossen, Proteinen in der Zelle oder Partylöwen wurden bereits auf Netzwerkkarten dargestellt. Jetzt kommt auch die Wissenschaft dran. Wo ist da der Zusammenhang?

Krempel: Mit Netzwerkkarten kann man unzählige Systeme beschreiben – nämlich solche, wo Informationen über die Beziehungen der Akteure vorhanden sind. Zuerst müssen wir diese Beziehungsinformationen – also Matrizen mit riesigen Datenmengen – in mathematische Graphen umwandeln. Diese sperrigen und schwer fassbaren Datenmengen lassen sich aber zu einem übersichtlichen, einfach lesbaren Gesamtbild mit erkennbaren Mustern zusammenfügen.

Warum sind Bilder und Netzwerkkarten besser geeignet als andere Verfahren, komplexe Zusammenhänge zu „transportieren“?

Krempel: Karten gehören zu den eindringlichsten Mitteln der Visualisierung. Sie können auch komplexe Informationen kommunizieren. Ich setze ganz gezielt auf die Fähigkeit unseres Sehsinns, der viele und komplexe Informationen parallel verarbeiten kann: Vieles erkennen Laien auf den ersten Blick. Deswegen ist ein Bild mehr als tausend Worte wert – eine Karte vermutlich noch viel mehr. Netzwerkkarten sind unverzichtbar bei der Erkundung neuer Welten oder bei der Neuerkundung bestehender Welten.

Auch Entscheidungsträger wie Forschungspolitiker nutzen Netzwerkkarten bereits für die Evaluierung von Forschungsprogrammen und für die Planung von Strategien. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) bestellt Netzwerkvisualisierungen bei Ihnen. Warum?

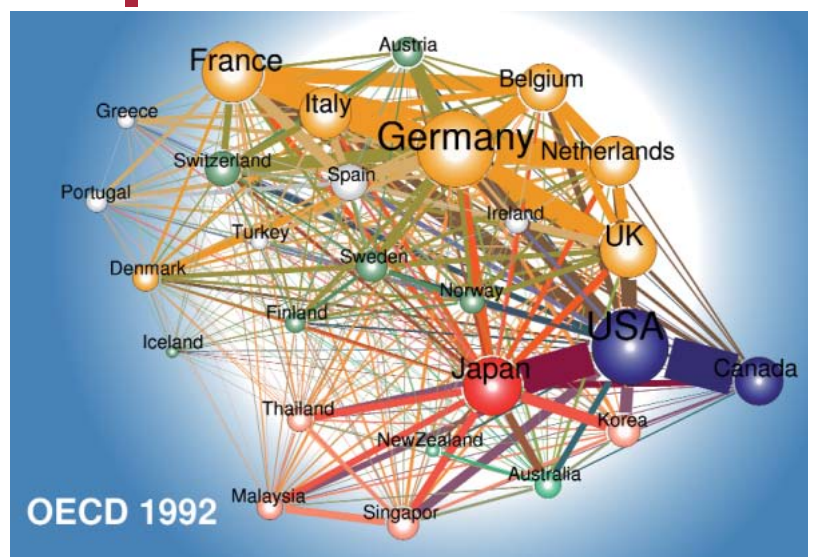
Krempel: Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert derzeit an die 20.000 Forschungsprojekte von Universitäten und außeruniversitären Einrichtungen. Diese Förderung kostet im Jahr 1,3 Milliarden Euro. Die DFG ist naturgemäß daran interessiert, wie sich diese Förderung auf die Zusammenarbeit

zwischen den Institutionen auswirkt. Kooperationen bieten nämlich die Chance, finanzielle Ressourcen optimal zu nutzen. Zum Beispiel können verschiedene Arbeitsgruppen durch die Fördergelder gemeinsam teure Geräte anschaffen. Meine Aufgabe ist es, die Information über diese Interaktionen sichtbar zu machen: Dadurch kann man sehr viel konkreter darüber diskutieren, welche Synergien in den Forschungsprogrammen angelegt sind und wie diese Synergien genutzt werden. Das war bis vor kurzem nur eingeschränkt möglich. Meine Netzwerkvisualisierungen geben darüber Auskunft, wie stark die deutsche Forschungslandschaft vernetzt ist und welche Universitäten die zentralen Akteure sind.

Es gibt viele Wege, um statistische Zusammenhänge zu untersuchen und dann grafisch darzustellen. Was ist denn das Besondere an Ihrem Verfahren?

Krempel: Rein statistische Analysen ermitteln die globalen Zusammenhänge und vernachlässigen das lokale Niveau. Bei Netzwerkdarstellungen hingegen kann man jede einzelne Information überprüfen >

Handelsströme zwischen den OECD-Staaten 1992.
Analyse und Visualisierung: Lothar Krempel, MPI Köln

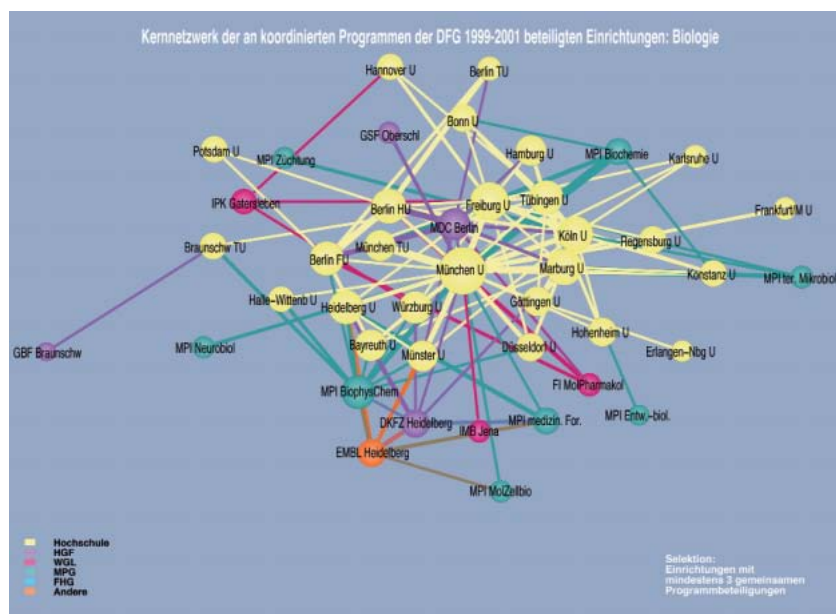




Privatdozent Dr. Lothar Krempel,
Max-Planck-Institut für
Gesellschaftsforschung,
Köln

oder bestimmte Themen auswählen – was bei statistischen Ergebnissen sehr schwierig ist. Darstellungen in Form von Netzwerkkarten erlauben dem Betrachter auch, lokale Muster zu entdecken, die man mit statistischen Verfahren nur dann findet, wenn man ganz gezielt nach ihnen sucht. Und genau diese Betrachtungsweise bringt einen Fortschritt: Wissen organisiert sich zunächst lokal, wenn günstige Bedingungen zusammentreffen. Inwiefern diese zu globalen Innovationen beitragen können, ist eine andere Frage. Wenn die Forschungsförderung und Politik hier eingreifen will, benötigt sie ein möglichst sensibles Instrumentarium, um Innovationspotenziale zu entdecken – in den Geistes- wie in den Naturwissenschaften.

Durch Ihre Karten wird u. a. wissenschaftlicher Output gemessen – auch das ist für Entscheidungsträger in der Forschung interessant. Waren die bisherigen Methoden unzureichend?



Die Abbildung illustriert das Beziehungsgefüge zwischen Forschungseinrichtungen (Hochschulen und außeruniversitäre Institute) im Fachgebiet Biologie, die 1999 bis 2001 mit mindestens einer anderen dargestellten Einrichtung an wenigstens drei oder mehr koordinierten Programmen der DFG gemeinsam beteiligt waren. Analyse und Visualisierung: Lothar Krempel, MPI-Köln

Krempel: Die traditionellen Indikatoren wie Publikationslisten oder Patentdaten geben kaum Auskunft darüber, wo, wie und wann Innovationen zustande kommen. Dabei wäre es doch sehr wichtig zu wissen, wer mit wem zusammenarbeitet und welcher Kooperationspartner Impulse setzt oder bekommt. Staatliche Förderung hat bislang das universitäre System und das industrielle Forschungssystem eher durch die disziplinäre Brille betrachtet. Um Vorstellungen zu gewinnen, welche ungenutzten Synergiepotenziale in der Vernetzung dieser unterschiedlichen Aktivitäten liegen, ist es zunächst einmal erforderlich, den Status quo zu dokumentieren. Dies kann durch Netzwerkvisualisierung geleistet werden.

Für gute Karten braucht man Zugang zu ausreichend große Datenmengen. Werden Ihnen die Daten immer bereitwillig zur Verfügung gestellt – oder reagieren Forscher eher mit Zurückhaltung auf Ihr Vorhaben?

Krempel: Hinsichtlich der Verfügbarkeit von Daten sind natürlich noch einige Wünsche offen. Manchmal sind Datensätze aus Unwissenheit oder ängstlichen Vorbehalten nur schwer zugänglich. Dabei ist die öffentliche Diskussion über Informationslandschaften äußerst spannend – etwa über Stärken und Schwächen der Ressourcenverteilung und das daraus folgende Innovationspotenzial. Insofern sehe ich mich – den Informations-Visualisierer – als einen Dienstleister, der diese Diskussion ermöglichen kann.

Das Interview führte Wolfgang Neurath (Geschäftsstelle des Rats für Forschung und Technologieentwicklung).

Literatur ■ KREMPEL Lothar – Visualisierung komplexer Strukturen. Grundlagen der Darstellung mehrdimensionaler Netzwerke. Frankfurt am Main, 2005 ■ BERTIN Jacques – Graphische Semiologie. Diagramme, Netze, Karten. Berlin, 1974 ■ TUFTE Edward R. – Envisioning Information. Cheshire, Connecticut, 1990 ■ TUFTE Edward R. – Visual Explanations. Images and Quantities, Evidence and Narrative. Cheshire, Connecticut, 1997 ■ TUFTE Edward R. – The Visual Display of Quantitative Information. Cheshire, Connecticut, 2001 ■

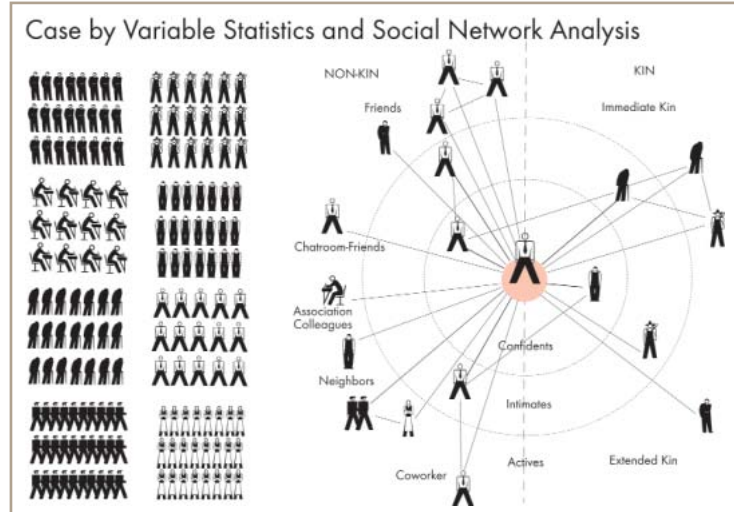
Messen – Beziehungen unter der Lupe

Wie aus Relationen Daten werden. Von Harald Katzmaier

Es ist Ziel jeder empirischen Wissenschaft, zu messen. Die wissenschaftliche Disziplin der Social Network Analysis hat seit ihrer Entstehungsphase in den 30er Jahren des vergangenen Jahrhunderts ein umfassendes Set von Messmethoden entwickelt, um die strukturellen Eigenschaften eines Netzwerks und deren Akteure in Zahlen zu beschreiben.

Während die klassischen Sozialwissenschaften sich mit ihren statistischen Verfahren auf die Analyse der Beziehungen zwischen **den Merkmalen von Akteuren** (den sog. Variablen) konzentrieren, fokussiert die Netzwerkanalyse ihre Messungen auf die **Merkmale der Beziehungen** zwischen den Akteuren. Grundlage dafür ist vor allem die Graphentheorie, die neben der Gruppentheorie und Matrixalgebra die mathematische Grundlage der Indikatorenbildung darstellt. Die Graphentheorie ist universell einsetzbar, um soziale Beziehungen zu modellieren. Daten über soziale Beziehungen werden in Graphen transformiert und auf unterschiedlichen analytischen Ebenen ausgewertet.

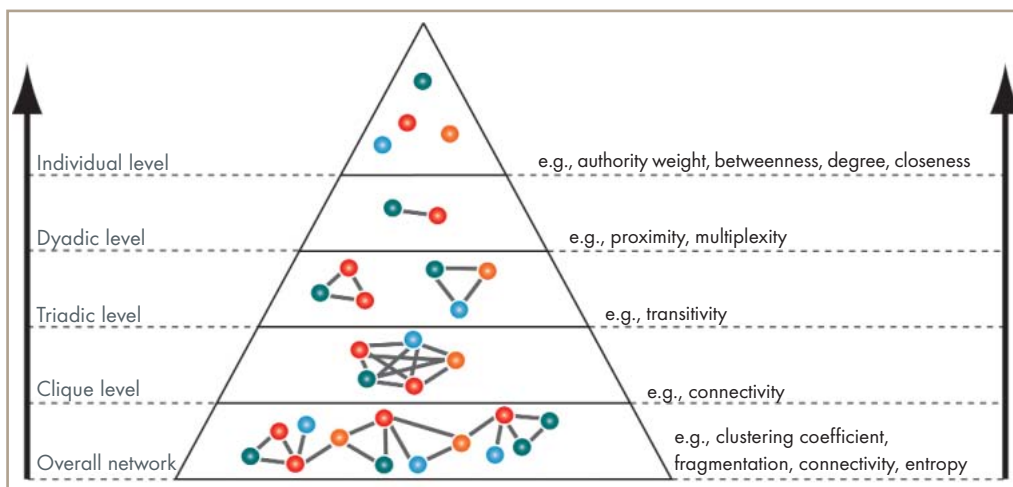
Während die an den Eigenschaften von Akteuren orientierte Sozialwissenschaft in den meisten ihrer Modelle davon ausgeht, dass ihre Fälle (die mit Merkmalen ausgestatteten Akteure) hinsichtlich ihrer Eigenschaften voneinander unabhängig sind, ist die wechselseitige Interdependenz in der Welt der Netz-



Die Variablenstatistik beschäftigt sich mit Merkmalen der Akteure, die Netzwerkanalyse mit Merkmalen der Beziehungen.

Grafik: basierend auf einer Vorlage von Berry Wellman

werkanalyse nachgerade eine Bedingung: Die Eigenschaften von Beziehungen zu anderen Personen sind nicht unabhängig von deren Beziehungsmustern. Daher haben wir es bei Netzwerken mit einem komplex-dynamischen System zu tun, in welchem nicht Variablen, sondern „reale“ Akteure miteinander interagieren. Die dabei emergierenden komplexen Muster können auf unterschiedlichen Ebenen quantitativ erfasst werden (Akteursebene, dyadische oder triadische Ebene, Clusterebene, >



Die unterschiedlichen Ebenen der Messung in der Netzwerkanalyse.

Grafik: © FAS.research 2005

Ebene des gesamten Netzwerks). Die Scientific Community der Netzwerkanalyse entwickelt laufend neue, verbesserte Messverfahren. Dank immer größer werdender Rechenleistung und immer ausgefeilterer Algorithmik können so Netzwerke mit vielen hunderttausenden Akteuren hinsichtlich ihrer strukturellen Eigenschaften quantitativ durchleuchtet werden (z. B. mithilfe des Softwarepakets PAJEK, das für die Analyse sehr großer Netzwerke geeignet ist).

Auf der Ebene des einzelnen Akteurs haben insbesondere verschiedene Zentralitätsmaße Bedeutung. Betrachten wir den Datensatz der EU-Projekte des 6. Rahmenprogramms: Projekte und die an den jeweiligen Projekten beteiligten Partner bzw. ihre Herkunftsländer und/oder ihre Zugehörigkeit zu bestimmten Organisationstypen bilden ein Netz-

werk. Manche Akteure nehmen eine bedeutendere Position ein als andere. Dies wird in der Sozialen Netzwerkanalyse als Zentralität bezeichnet.

Es gibt vier Arten, die Zentralität zu messen.

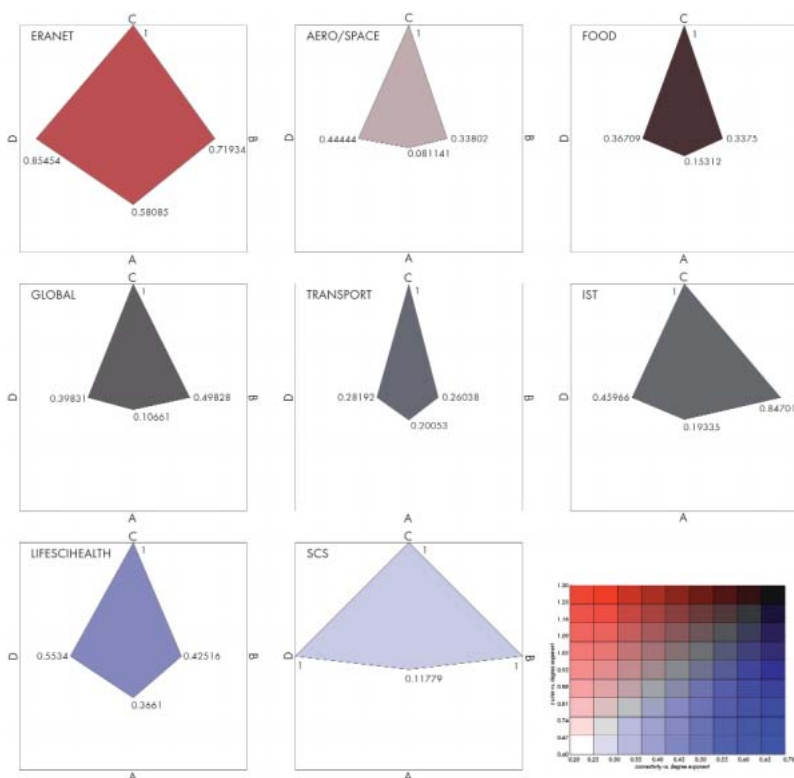
Degree-Zentralität: Zentral ist, wer die meisten Kontakte hat. Die Degree-Zentralität eines Akteurs ist die Anzahl der Beziehungen, über die er verfügt. Ein Akteur ist dann zentral hinsichtlich des Degree, wenn er sehr viele Beziehungen hat und daher sehr aktiv im Netzwerk ist.

Closeness-Zentralität: Zentral ist, wer schneller erreichbar ist. Die Closeness-Zentralität misst für jeden Knoten die Pfaddistanz zu allen anderen Akteuren des Netzwerks. Je geringer diese Gesamtdistanz ist, desto größer die Closeness-Zentralität und umso leichter kann der betreffende Akteur alle anderen Akteure im Netzwerk erreichen.

Betweenness-Zentralität: Zentral ist, wer die größte Kontrolle hat. Zentral im Sinne der Betweenness ist ein Akteur, wenn er sich besonders häufig in einer Position zwischen zwei anderen Akteuren befindet, die keinen direkten Kontakt zueinander haben. Ein Akteur mit hoher Betweenness kann Beziehungen zwischen anderen kontrollieren und den Informationsfluss im Netzwerk behindern oder forcieren.

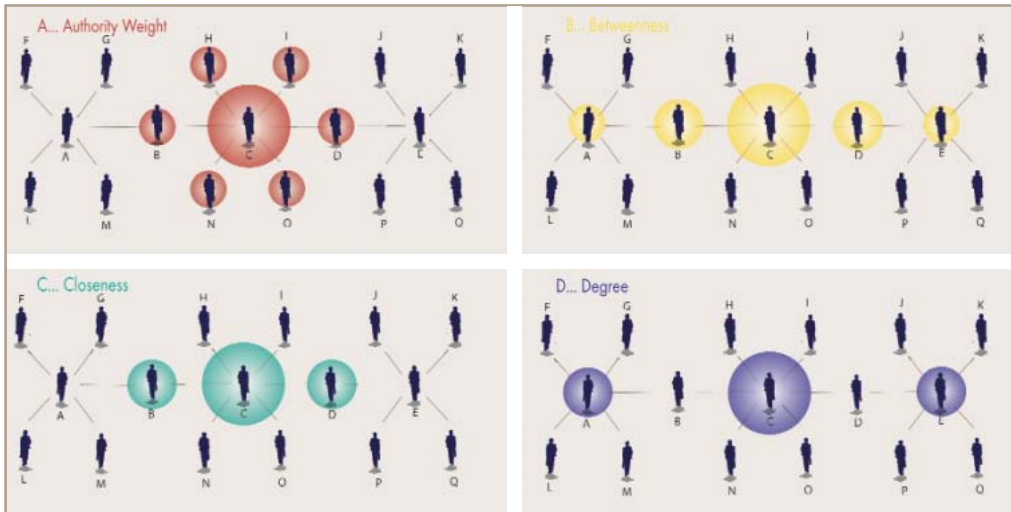
Der Überblick über die Projekte mit österreichischer Beteiligung innerhalb einzelner Programme des 6. Rahmenprogramms zeigt, dass Österreich z. B. in ERANET (Support for the Co-ordination of Activities), das stark hierarchisch und wenig kompetitiv ist, eine wesentliche Rolle spielt (hohe Werte bei den Maßen Authority, Betweenness, Degree). Auch im LIFESCIHEALTH-Programm, das wenig hierarchische, aber stark kompetitive Strukturen aufweist, hat Österreich eine stärkere Position (hoher Authority-Wert); bemerkenswert auch die hohe Betweenness-Zentralität von Österreich im Programm IST.

AERO/SPACE (Aeronautics and Space), ERANET (Support for the Co-ordination of Activities), FOOD (Food Safety and Health Risks), GLOBAL (Global Change and Ecosystems), IST (Information Society Technologies), LIFESCIHEALTH (Genomics and Biotechnology for Health), SCS (Science/Society), TRANSPORT (Sustainable Surface Transport).



Die geometrische Figur der „Diamanten“ zeigt die Position Österreichs in den einzelnen Programmen des 6. Rahmenprogramms hinsichtlich der Zentralitätsmaße Authority (A), Betweenness (B), Closeness (C) und Degree (D). Je näher der Wert an 1 ist, umso größer ist die Zentralität Österreichs in diesem Programmnetzwerk, das aus jenen Projekten aufgebaut wurde, an denen österreichische Institutionen

als Projektpartner beteiligt waren. Die Degree-Korrelation (oder Hub-Assortativität) bestimmt die Farbzueisung: Ein hoher Rotanteil bedeutet, dass das entsprechende Netzwerk stark hierarchisch strukturiert ist, ein hoher Blauanteil signalisiert starken Wettbewerb. Analyse und Plots: COSY, HNO Med. Uni Wien
Daten: Europäische Kommission
Quelle: PROVISO, ein Projekt des BMBWK, BMVIT, BMLFUW und BMWA [www.bmbwk.gv.at/proviso]



Das A, B, C, D der Netzwerkanalyse: Zentralitätsmaße im Überblick. Grafik: © FAS.research 2005

Authority Weight: Zentral ist, wer einflussreiche Freunde hat. Das Authority Weight misst, in welchem Maße ein Akteur mit anderen Akteuren verbunden ist, die selbst wiederum viele Beziehungen (d. h. einen hohen Degree) haben.

Literatur ■ BATAGELJ Vladimir, FERLIGOJ Anuska, DOREIAN Patrick – Generalized Blockmodeling. Cambridge, New York, 2005 ■ BORGATTI S. P., JONES C. and EVERETT M. G. – Network measures

of social capital. In: CONNECTIONS 21(2):-36, 1998 ■ CARRINGTON Peter J., SCOTT John, WASSERMAN Stanley – Models and Methods in Social Network Analysis. Cambridge University Press, 2005 ■ de NOOY Wouter, MRVAR Andrej, BATAGELJ Vladimir – Exploratory Social Network Analysis with Pajek. New York, 2005 ■ WELLMAN Barry – <http://www.chass.utoronto.ca/~wellman/> ■

Komplexe Systeme erforschen

Die Simulation von Netzwerken. Von Harald Katzmaier

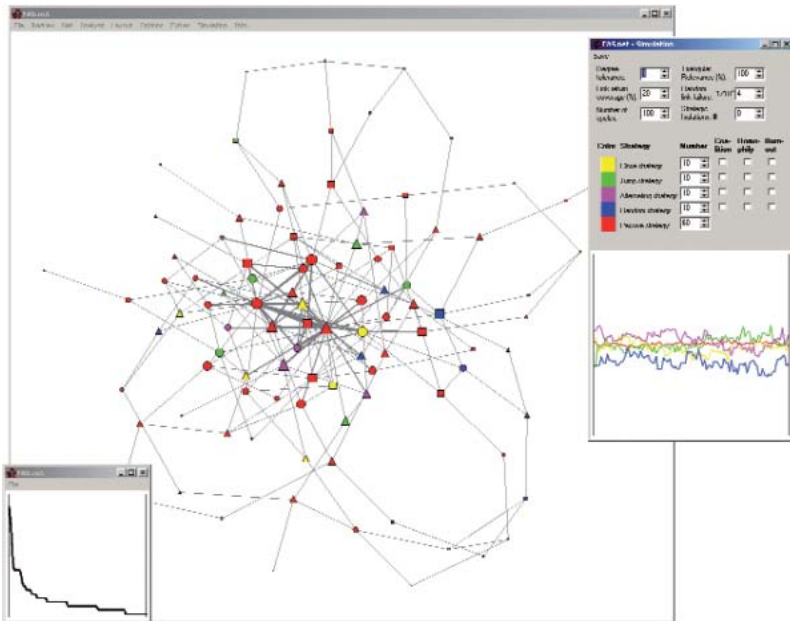
Die Soziale Netzwerkanalyse (SNA) ruht auf drei Säulen: der Messung sozialer Beziehungen (Anwendung von Strukturindikatoren), der Visualisierung von Beziehungen (Anwendung von Graph-Drawing-Technologie) und der Simulation von Beziehungsdynamiken (Anwendung von Agent Based Modeling und p*-Statistiken). Als Tool zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen und zur Erstellung von Strategiekonzepten im Bereich der Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik sind netzwerkbasierende Simulationsmodelle in einem sehr umfassenden Sinn anwendbar. Im Rahmen von interaktiven SWOT-Szenarioanalysen werden Fragen wie folgende durchgespielt:

- Was sind die besten Strategien, um das Innovationspotenzial eines Netzwerks zu verbessern?
- Welche Effekte auf die Effizienz und Innovationsfähigkeit eines Netzwerks entstehen, wenn neue Akteure hinzugefügt werden?
- Zwischen welchen Akteuren sollten Beziehungen aufgebaut werden, um die Robustheit und Effizienz des Netzwerks zu optimieren?
- Wo müssen Links hinzugefügt oder abgebaut

werden, um die Transaktionskosten zu minimieren?

- Wie wirkt sich die Veränderung des Anreizsystems (neue Programme, neue Fördermodelle oder -richtlinien) auf die Netzwerkstrategien der Akteure aus und zu welchen Effekten auf der Makroebene führt dies?
- Wie adaptiv und widerstandsfähig reagiert ein Netzwerk auf externe Schocks (z. B. Technologieänderungen, Markteinbrüche) und Änderungen in der Zusammensetzung auf der Akteurebene (z. B. Firmengründungen, Mergers, Konkurse, Auftreten neuer internationaler Player auf lokalen Märkten)?

Die Besonderheit des Agent-Based-Modeling-Ansatzes liegt darin, dass den einzelnen Akteuren bestimmte einfache Verhaltensregeln gemäß der vorliegenden Zielfunktion zugeordnet werden. Dies bedeutet, dass jeder Akteur ein Set an Verhaltensregeln zugewiesen bekommt, das es ihm ermöglicht, seine Position durch die Interaktion mit den anderen Akteuren zu optimieren. Aus diesen Wechselwirkungen entsteht ein Netzwerk, dessen Struktur mehr oder weniger gut für die Erfüllung einer bestimmten Aufgabe, also der Zielfunktion, geeignet ist. Das Verhalten der einzelnen >



Das Programm FAS Net Strat™, das von der FAS.research entwickelt wurde, analysiert die optimalen Vernetzungsstrategien für einzelne Akteure im Netzwerk unter definierten Bedingungen.

Akteure bestimmt also das Gesamtsystem (bottom up). In Simulationen wird untersucht, welche Effekte das Zusammenspiel dieser Akteure auf der gesamten Netzwerkebene auslöst. So ist erkennbar, ob lokale Veränderungen der Spielregeln sich positiv oder negativ auf die globale Innovationsfähigkeit eines Netzwerks auswirken. Technologiepolitische Maßnahmen, die das Anreizsystem der Akteure ändern, können so auf Basis von „Was-wäre-wenn“-Simulationen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das gesamte Innovationssystem kontrolliert werden.

Simulation von Netzwerkstrategien

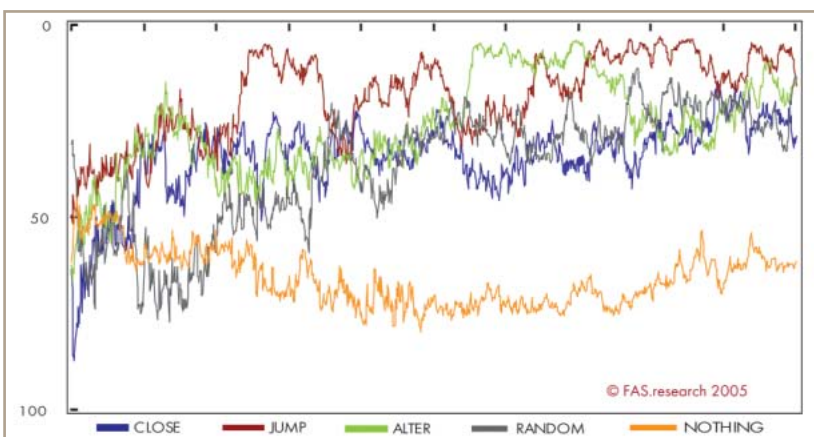
Ziel der in den Abbildungen dargestellten Simulationen war herauszufinden, welche Netzwerkstrategien mittelfristig einem ökonomischen Akteur dazu verhelfen, die eigene Position im Netzwerk zu verbessern. Verbesserung bedeutet hier, dass der Akteur einen (hinsichtlich des Verhältnisses von Kosten und Erträgen)

effizienteren Zugang zu Kapital, Wissen und sozialen Beziehungen hat.

Jeder einzelne Akteur innerhalb dieser Simulation handelt nach definierten und individuell unterschiedlichen Strategien. Manche versuchen ihre Strukturen nach außen hin abzuschließen, indem sie sich mit ihrer Umgebung eng vernetzen (Close-Strategie). Andere Akteure versuchen Vorteile zu gewinnen, indem sie sich mit Akteuren aus weit entfernten Netzwerkregionen verbinden (Jump-Strategie). Wiederum andere benutzen abwechselnd beide Strategien oder vernetzen sich rein zufällig. Eine weitere Gruppe von Akteuren verhält sich ganz passiv, geht also nicht auf andere aktiv zu, sondern wird nur von anderen zu Beziehungen „eingeladen“.

Das Ergebnis nach 100.000 Runden zeigte: Welche Strategie am erfolgreichsten ist, hängt davon ab, wie das globale Netzwerk aussieht. In einer Umgebung, in der die Netzwerkstruktur zufällig ist (sog. Erdős-Renyi-Netzwerk), ist es am besten, Kontakte aufzubauen, die in der direkten Umgebung sind. In einem hoch zentralisierten Netzwerk (sog. Scale-Free-Netzwerk) ist „Springen“ die beste Strategie. Gerade für Außenseiter, die aus der Netzwerkperipherie ins Rennen gehen, ist dies die einzige Möglichkeit, sich in ein sich abschließendes Zentrum vorzuarbeiten bzw. ein neues Zentrum aufzubauen. Und selbst nach externen Schocks (z. B. Konkurse, Sabotage, Terrorattacken, Technologiewechsel) haben jene Akteure am schnellsten wieder die Nase vorn, die über ihren Tellerrand hinaus Kontakte mit weiter entfernten Netzwerkregionen unterhalten (Structural-Holes-Netzwerk). Das berühmte „Zusammenrücken“ in Krisenzeiten ist demnach nur eine begrenzt effiziente Strategie. Gerade in Feldern mit sich entwickelnden jungen Technologien ist es daher anzuraten, eine zu hohe lokale Abschließung zu verhindern und die Netzwerkcluster zu „durchmischen“.

Literatur ■ BORGATTI Steve P. – The Key Player Problem. In: Dynamic Social Network Modeling and Analysis: Workshop Summary and Papers, R. Breiger, K. Carley & P. Pattison (Eds.), National Academy of Sciences Press, Pp. 241–252, 2003 ■ CARLEY Kathleen – Dynamic Network Analysis. 133–145. Committee on Human Factors, National Research Council, 2003 ■ COLELLA Vanessa, KLOPPER Eric, RESNICK Mitchel – Adventures in Modeling. Exploring Complex, Dynamic Systems with StarLogo. New York, London, 2001 ■ EPSTEIN Joshua M., AXTELL Robert – Growing Artificial Societies – Social Science from the Bottom Up. Brookings Institution Press, 1996 ■ MONGE P. R., CONTRACTOR Noshir – Theories of Communications Networks. Oxford, 2003 ■



Das Programm FAS Net Strat™ zeigt das Resultat unterschiedlicher Vernetzungsstrategien im Vergleichstest.

Harald Katzmaier FAS.research, Wien/San Francisco

Christian Gulas, Katharina Oberbichler, Jürgen Pfeffer, Ruth Pfosser, Max Ruhri, Doris Spielthener

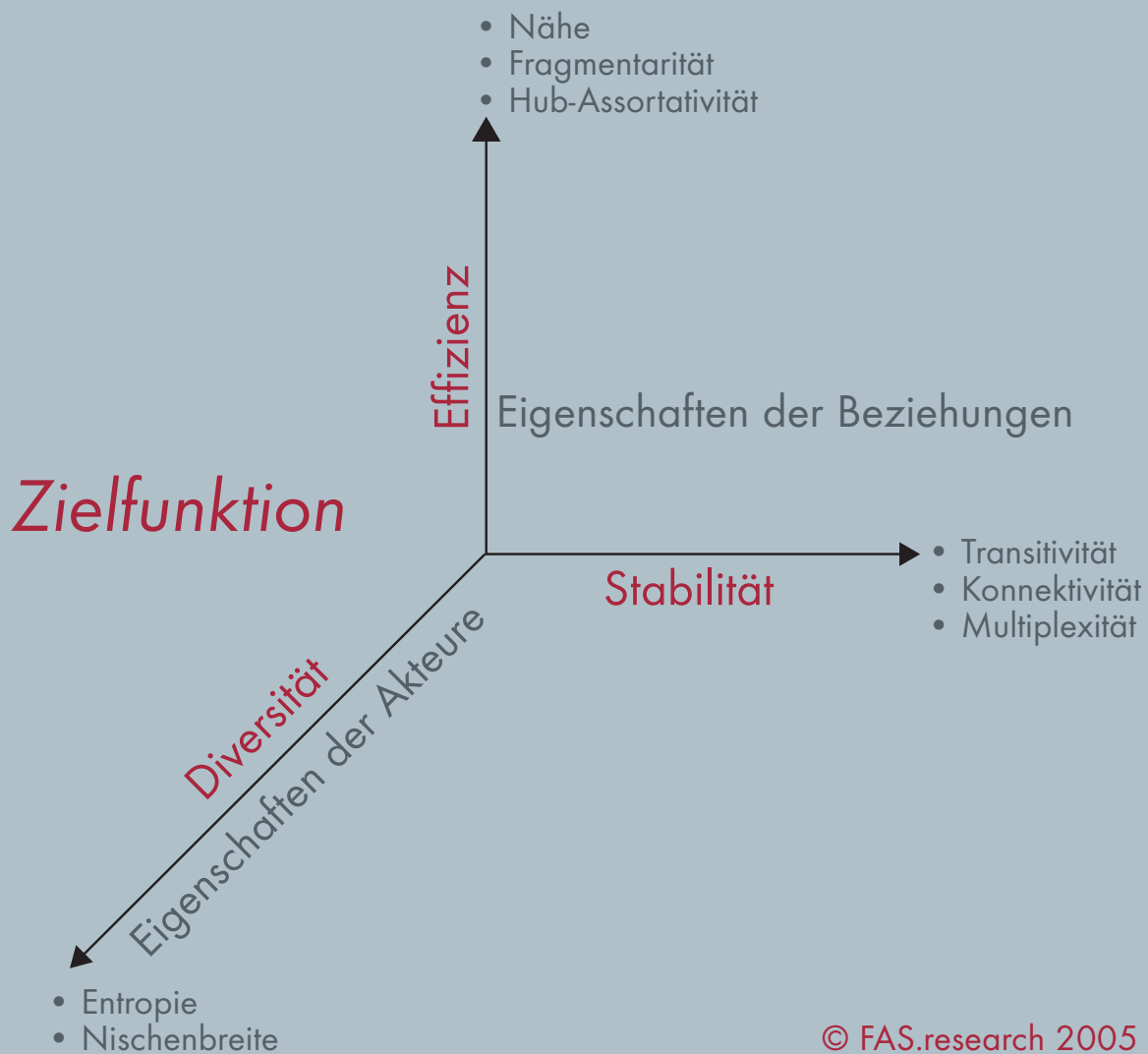
Gute Netzwerke, schlechte Netzwerke ...

Dimensionen einer SWOT-Analyse mit den Mitteln der
Complexity Theory (CT) und der Social Network Analysis (SNA)

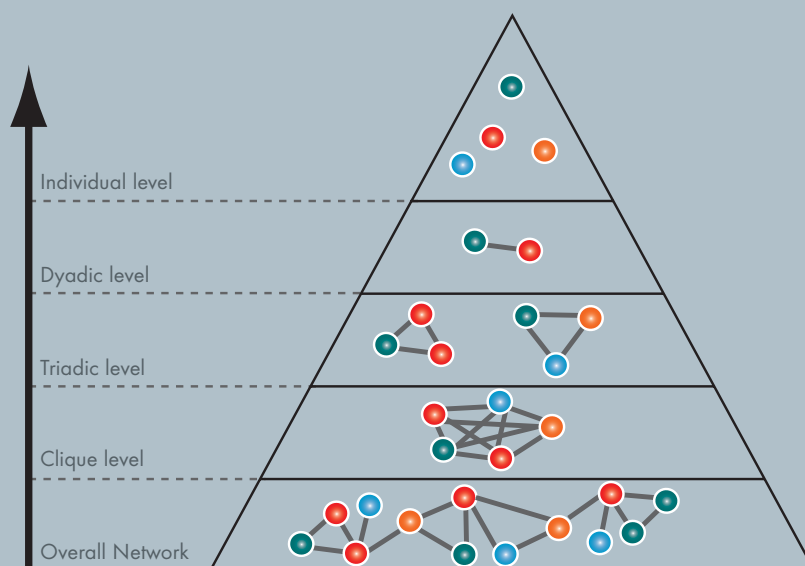
www.fas.at, office@fas.at
Tel.: +43/1/319 26 55-0
Fax: +43/1/319 26 57
Müllnergasse 3/1, A-1090 Wien

FAS.research 
Network Analysis for Science and Business

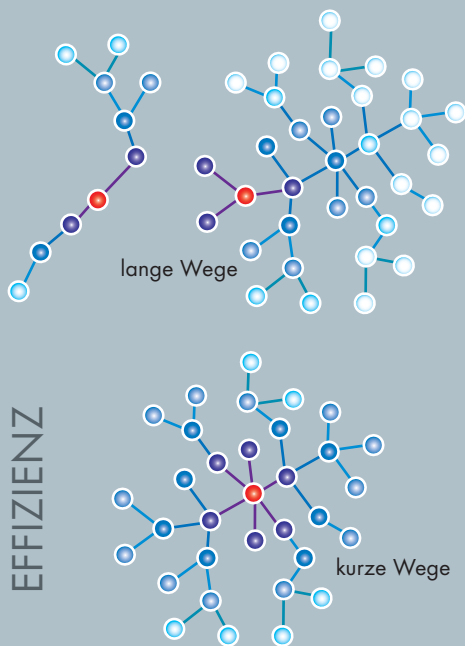
Exzellenz-Dimensionen



Multi-Level Dimensions



EFFIZIENZ



NÄHE
Durchschnittliche Distanzen (Anzahl der Schritte) im Netzwerk, abhängig von der Netzwerkstruktur und von der Position des Akteurs.

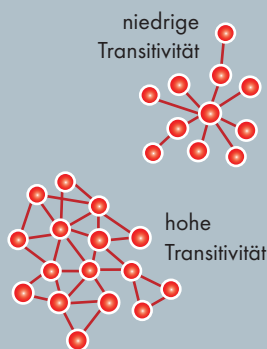


FRAGMENTARITÄT
Prozentsatz der Akteure, die durch direkte und indirekte Kontakte nicht erreicht werden können.

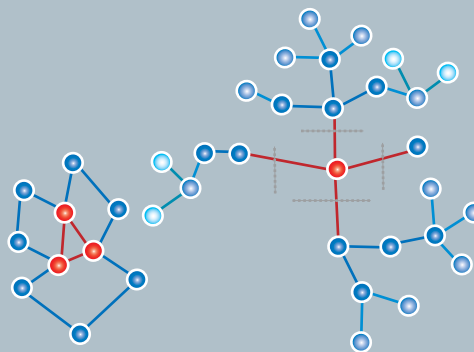


HUB-ASSORTATIVITÄT
Abhängigkeit der Gesamtzentralität von der Zentralität weniger Akteure, die miteinander verbunden sind.

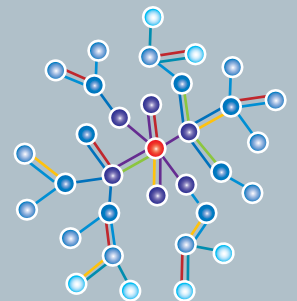
STABILITÄT



TRANSITIVITÄT
Anzahl der gemeinsamen Nachbarn von zwei Akteuren.

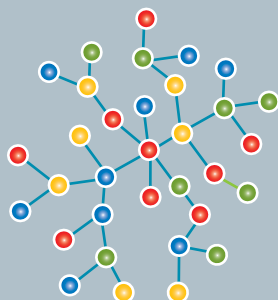


KONNEKTIVITÄT
Anzahl der Akteure/Beziehungen, deren Entfernung zum Auseinanderfallen des Netzwerks führt.

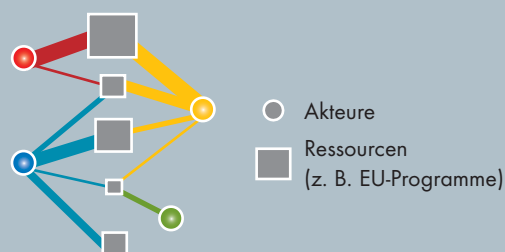


MULTIPLICITÄT
Mehrere Beziehungsebenen verbinden die Akteure.

DIVERSITÄT



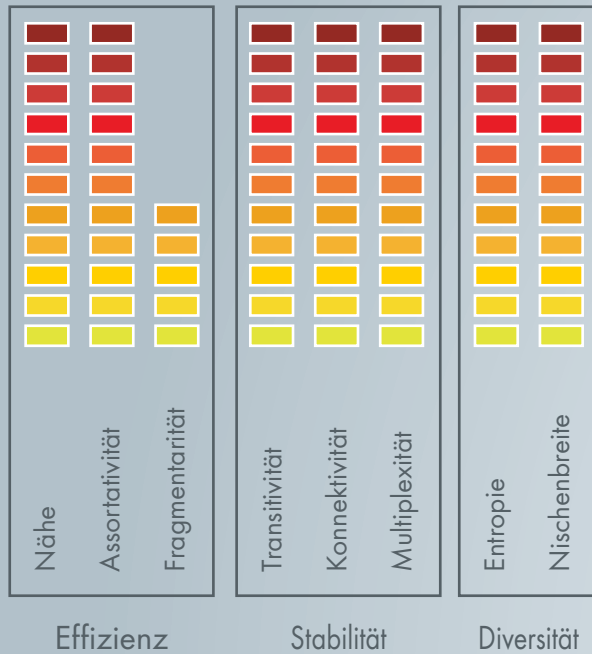
ENTROPIE
Anzahl und Verteilung von Akteuren mit unterschiedlichen Eigenschaften.



NISCHENBREITE
Art und Menge der Ressourcennutzung von Akteuren.

Prototypischer

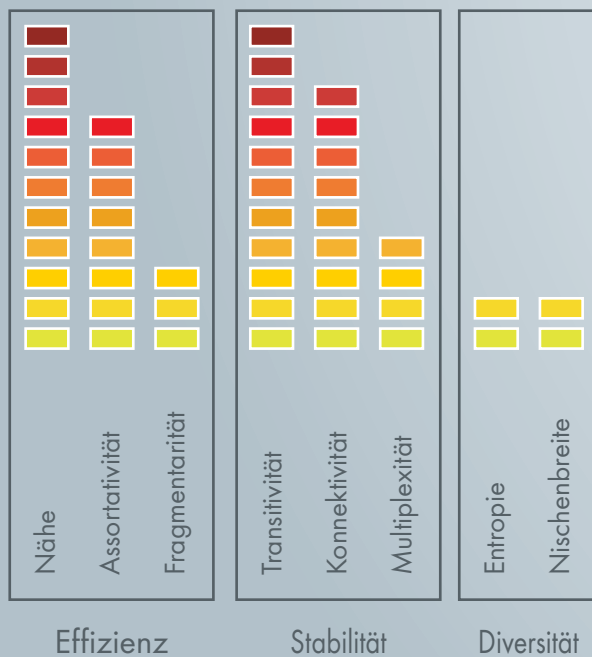
Exzellenz-Profil Forschung



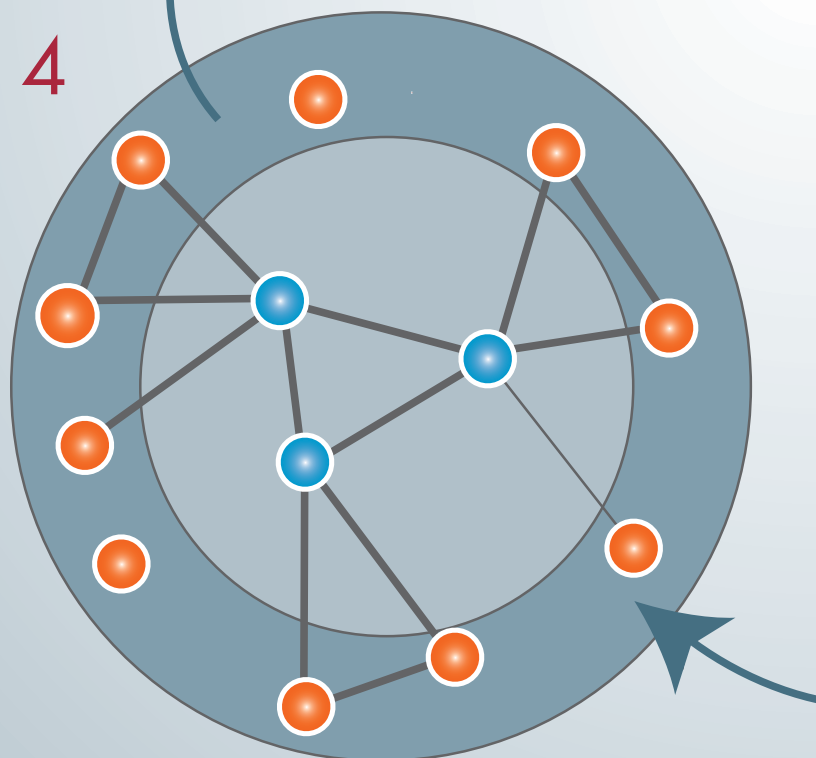
1



Exzellenz-Profil Diffusion

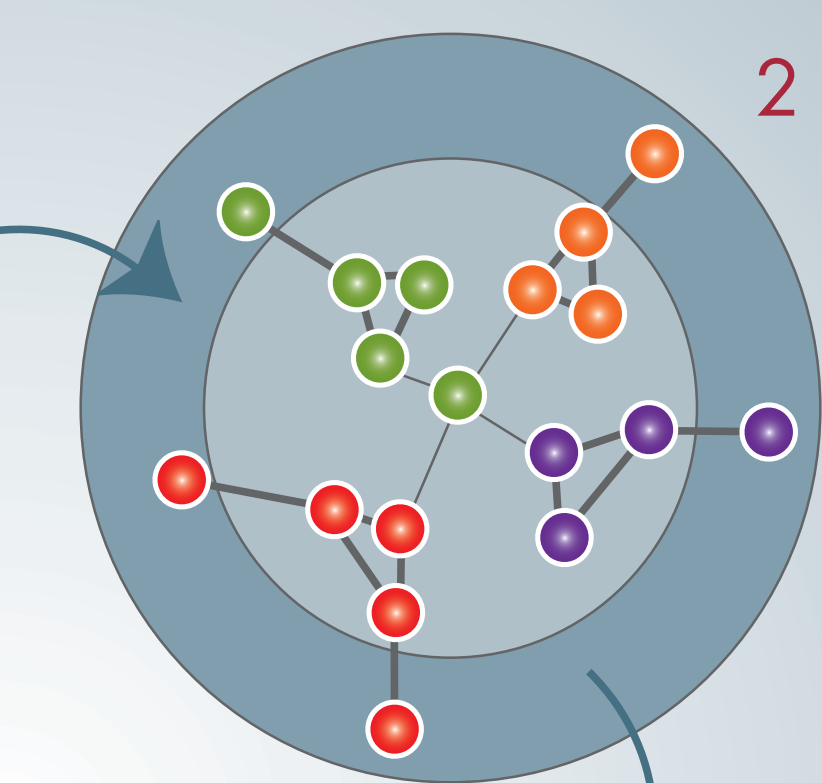


4



SKALIER

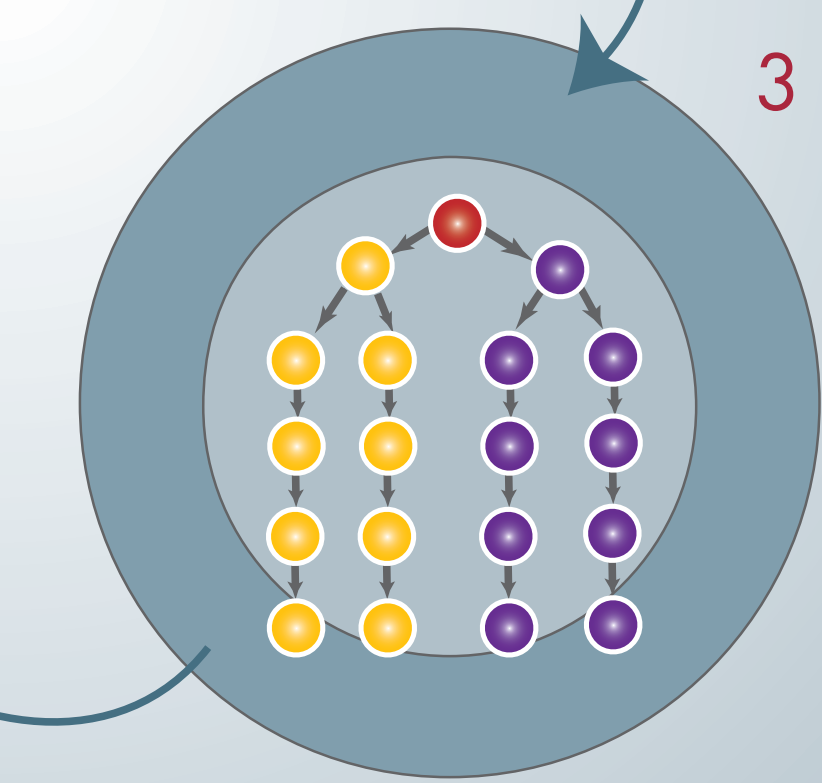
Exzellenz-Zyklus



Exzellenz-Profil
Entwicklung



BARKEIT



Exzellenz-Profil
Produktion



1 Exzellenz-Profil 1: Entwicklung neuer Ideen und Forschungsrichtungen, Brainstorming, Definition von Projektzielen und Projektabgrenzungen, generell Teambuilding und Aufbau von Vertrauen

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
■ Starke Kohäsion ermöglicht die Etablierung von Vertrauensverhältnissen und Möglichkeit der gemeinsamen Zieldefinition, Entwicklung gemeinsamer Horizonte und Deutungen ■ Hohe innere Diversität (VertreterInnen unterschiedlicher Fachrichtungen) ermöglicht neue Ideen und Innovationen	■ niedrige Effizienz, hohe strukturelle Redundanz ■ geringe Breitenwirksamkeit im Hinblick auf Monitoring des Marktgeschehens und der Informationsdiffusion
POTENZIALE	RISIKEN
■ Zur Überprüfung der Projektziele können externe ExpertInnen und künftige AnwenderInnen herangezogen werden ■ Feedback durch Fokusgruppen kann den Forschungsprozess verbessern	■ falsche Einschätzung externer Wünsche und Bedürfnisse durch fehlende Außenkontakte und zu hohe Innenorientierung ■ Durch relative Abgeschlossenheit wird der Output der Forschung kein Input in Wertschöpfungszyklen ■ Gefahr von Doppelgleisigkeiten durch das Unwissen über vergleichbare Projekte

4 Exzellenz-Profil 4: Vertrieb, Verkauf, Marketing, Kundenfeedback

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
■ hohe Effizienz durch kurze Wegstrecken zum Kunden ■ hochspezialisiertes Wissen über Bedürfnisse und Situation der Kunden	■ hohe Außenorientierung ■ geringe innerorganisatorische Diversität ■ fehlende Einbindung anderer Abteilungen
POTENZIALE	RISIKEN
■ Verbesserung der Balance zwischen Innen- und Außenkontakten im Sinne des Konzepts einer „lernenden Organisation“ ■ Aufbau von Dreiecken stabilisiert Kunden und Anwender und schafft Vertrauen	■ keine lernende Organisation, weil Wissen über Kunden und Anwender kaum oder nur mangelhaft an die oder aus der Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionsabteilung weitergeleitet wird ■ Gefahr von mangelndem Wissen über Technologie und Produktion und daher fehlerhafte Betreuung der Kunden

2 Exzellenz-Profil 2: Entwicklung, Prototyping, Aufbau von Spezialwissen, komplexe Prozesse

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
■ SpezialistInnenteams mit kritischer Masse an Expertise arbeiten an modularisierten Aufgaben ■ Effiziente Arbeitsteilung bei gleichzeitig hoher lokaler struktureller Stabilität gewährleistet Teambuilding und Aufbau von Fachwissen	■ geringe Verbindung zwischen den Modulen, daher geringe Effizienz durch lange Wege ■ SpezialistInnenteams mit hoher globaler Diversität bei gleichzeitig geringer lokaler Diversität verursachen interdisziplinäre Kommunikationsprobleme
POTENZIALE	RISIKEN
■ Verstärktes Schnittstellenmanagement zwischen den Modulen (Cross-Teams, Dual Roles ...) verbessert Effizienz und Kommunikation ■ Erhöhung der inneren Diversität durch stärkere Einbeziehung künftiger AnwenderInnen (Überprüfen der Projektziele)	■ schwere Krise bei Ausfall eines Moduls durch niedrige funktionale Stabilität ■ Gefahr der Überlastung des Koordinators im Zentrum der Module ■ innerhalb der SpezialistInnenmodule generell Gefahr des „Aneinander-vorbei-Produzierens“

3 Exzellenz-Profil 3: Produktion, standardisierte Fertigung, generell standardisierte Prozesse

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
■ Lineare, hierarchische Top-down-Struktur gewährleistet effiziente Durchführung von Prozessen nach vorgegebenen Produktionsplänen. ■ eindeutige Erfolgs- und Misserfolgskriterien ■ eindeutige Zuständigkeiten, Aufgaben- und Rollenverteilung	■ geringe Stabilität durch fehlende alternative Pfade ■ langsame Reaktion auf Veränderungen durch lange Rückkopplungsschleifen
POTENZIALE	RISIKEN
■ Vernetzung und Verkürzung der Produktionslinien durch Kuppelproduktionen und Einführung von Querverbindungen	■ Gefahr der Überlastung einzelner Akteure, vor allem im oberen Bereich der Hierarchie ■ Fehlende Querverstrebungen machen bei Ausfall der oberen Ebene eine „Selbstorganisation“ der unteren Ebenen unmöglich

Effizienz

Nähe: Maß für die durchschnittlichen Distanzen (= Anzahl der Handshakes) im Netzwerk. Je größer die Distanzen (auch als charakteristische Pfadlängen bezeichnet), umso höher ist die Fragmentarität des Netzwerks, bis hin zum Zerfall des Netzwerks in unverbundene Komponenten. Je höher der Wert für Nähe im Gesamtnetzwerk, umso niedriger sind die Transaktionskosten im Netzwerk. Auf der Akteursebene bedeutet dies, dass ein/e Akteur/in dann über ein effizientes Netzwerk verfügt, wenn er/sie eine große Nähe zu allen anderen Akteuren besitzt, d. h., wenn er/sie mit wenigen Schritten eine maximale Anzahl von Akteuren erreichen kann.

Fragmentarität: misst auf der Ebene des gesamten Netzwerks den Prozentsatz der Akteure, die durch direkte und indirekte Beziehungen nicht erreichbar sind. Je geringer die Fragmentarität im Netzwerk, desto effizienter ist es, da alle Teilbereiche des Netzwerks (sog. Komponenten oder Subgraphen) erreichbar sind.

Hub-Assortativität: Grad, inwiefern zentrale Akteure (sog. Hubs) auch untereinander verbunden sind (auch „degree correlation“ genannt). Je größer die Assortativität der Hubs, umso effizienter das Netzwerk, da die direkten Kontakte unter den Hubs „Shortcuts“ quer durch das Netzwerk bilden, die es möglich machen, sehr schnell in unterschiedliche Bereiche des Netzwerks zu kommen. Vor allem für einen Hub ist damit gewährleistet, dass seine direkten Kontakte (zu anderen Hubs) eine hohe sekundäre Reichweite (indirekte Beziehungen) garantieren, d. h., dass er mit einer geringen Anzahl von direkten Kontakten eine maximal große Anzahl von indirekten Kontakten erreicht.

Stabilität

Transitivität: Grad, inwiefern Akteure im Netzwerk gemeinsame „Nachbarn“ haben, was gleichbedeutend damit ist, dass sie in stabilen Dreiecksbeziehungen (sog. Triangles) eingebettet sind. Je mehr gemeinsame Partner zwei Akteure haben, umso stabiler ist die Beziehung, da die Akteure gezwungen sind, untereinander positive Beziehungen zu etablieren (Transitivitätsregel). Generell gilt: Die Stabilität einer Beziehung zwischen zwei Akteuren ist als direkte Funktion der Anzahl ihrer gemeinsamen „Freunde“ und „Feinde“ darstellbar.

Konnektivität: Anzahl der Akteure, die aus dem Netzwerk entfernt werden müssen, damit das Netzwerk fragmentiert wird (= in Teile zerfällt) bzw. bestehende Komponenten in weitere Subkomponenten zerfallen. Je mehr Akteure aus dem Netzwerk entfernt werden müssen, bis das Netzwerk zerfällt (sog. „Minimum Cutset“), umso stabiler ist das Netzwerk. Auf der Akteurs-ebene bedeutet dies, dass jeder einzelne Akteur in unterschiedlichem Ausmaß zum Zusammenhalt des Netzwerks beiträgt

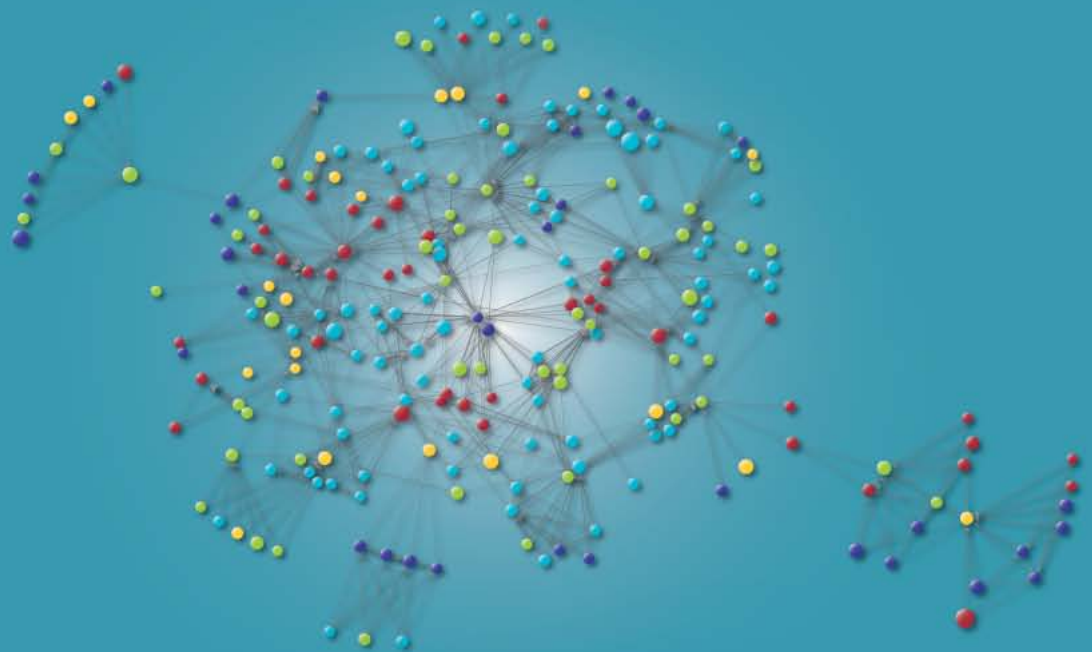
(Kohäsionsgrad eines Akteurs). Gleichmaßen tragen unterschiedliche Beziehungen in unterschiedlichem Ausmaß dazu bei, dass ein Netzwerk „zusammengehalten“ wird (Adhäsionsgrad eines Links).

Multiplexität: Grad dafür, auf wie vielen unterschiedlichen Beziehungsebenen die Akteure miteinander verbunden sind. Dies ist etwa der Fall, wenn es zwischen zwei Akteuren, die am selben Forschungsprojekt teilnehmen, nicht nur zu einem Wissensaustausch kommt, sondern eventuell auch ein Personalaustausch stattfindet und/oder Beziehungen auf der Eigentümerebene (Beteiligungen ...) hinzukommen. Je diverser und multiplexer diese Beziehungsebenen sind, umso reicher werden die Möglichkeiten des Austauschs für den einzelnen Akteur. Je mehr Beziehungsarten, umso höher ist auch die Stabilität, da die Beziehungsdimensionen sich wechselseitig festigen und ineinander „verzahnen“. Typischerweise steigt die Multiplexität mit einer Zunahme der Transitivität.

Diversität

Entropie: Grad für die Unterschiedlichkeit der Akteure: z. B. Berufsgruppen, Wissenschaftsdisziplinen, Altersklassen, Geschlechter. Entropie ist ein Maß für die Sicherheit (Ordnung) und Unsicherheit (Unordnung) im Netzwerk. Entropie steht für die Wahrscheinlichkeit, dass zwei zufällig gewählte Akteure aus einem Netzwerk dieselbe Eigenschaft (Unternehmensgröße, Geschlecht, Beruf, Wissenschaftsdisziplin, Aufgabe etc.) haben. Sind alle Akteure eines Netzwerks gleich (z. B. alle sind Physiker), dann beträgt die Entropie null, weil es keine Unsicherheit gibt. Sind alle verschieden (und gleich häufig vertreten), dann ist die Entropie maximal. Je diverser die Eigenschaften der Akteure, umso unterschiedlicher sind die Erfahrungen und Problemlösungsstrategien, die generiert werden können. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit von radikalen Innovationen (Breakthroughs). Nachteilig in einem stark diversen Netzwerk sind die hohen Steuerungs- und Übersetzungskosten. Außerdem droht eine „babylonische Sprachverwirrung“.

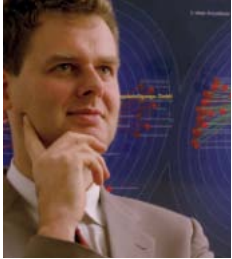
Nischenbreite: Gleiches gilt für die Nischenbreite als Eigenschaft eines einzelnen Akteurs. Die Nischenbreite ist ein eng mit der Diversität verknüpft Konzept aus der Ökologie und gibt Auskunft über Art und Menge der unterschiedlichen Ressourcen, die von den Akteuren genutzt werden (in einem gewissen Sinne ist sie eine gewichtete Diversität). Je größer die Nischenbreite, in umso unterschiedlichere Bereiche einer Wertschöpfungskette ist ein Akteur involviert, umso mehr Anteil an der Konsumption von Ressourcen hat er. Je enger die Nischenbreite eines Akteurs, umso höher seine Spezialisierung und desto geringer der Anteil am gesamten Ressourcenumsatz.



Exzellente Netzwerke
Prototypischer Exzellenz-Zyklus

Exzellente Netzwerke

Dimensionen und Kriterien aus der Perspektive der Komplexitätsforschung und Sozialen Netzwerkanalyse. Von Harald Katzmaier



Dr. Harald Katzmaier,
FAS.research
Wien / San Francisco

Zusammenfassung: Exzellente Netzwerke sind fähig, trotz Veränderungen in der Zusammensetzung ihrer Akteure, deren Beziehungen zueinander sowie der Änderung der Zielfunktion des Netzwerks kohärent zu bleiben. Sie bleiben im Wandel konsistent. Sie sind fähig, die komplexen Ansprüche ihrer kontextbezogenen Zielfunktionen nachhaltig zu bewältigen. Sie bleiben selbst unter den Bedingungen von technologischem Wandel, Störungen, Unfällen oder neuen Marktsituationen fähig zu lernen, Suchprozesse durchzuführen, Innovationen hervorzubringen und diese zu integrieren, eine für die Akteure sinnvolle kulturelle Identität auszubilden, die individuellen Zielfunktionen ihrer einzelnen Akteure mit den Zielfunktionen des gesamten Netzwerks zu koordinieren. Die Parameter der Effizienz, Stabilität und Diversität eines Netzwerks sind dabei so skaliert, dass sie den entsprechenden Produktionsbedingungen und Zielfunktionen optimal angepasst sind (Multi-Scalability). Ein Netzwerk ist demnach dann exzel-

lent, wenn die Variablen der Effizienz, der Stabilität und der Diversität je nach Anforderung (Zielfunktion) einem „Tuning“ unterworfen werden können. Dadurch ist das Netzwerk adaptiv und robust genug, um unterschiedliche Zustände und Muster der Vernetzung einzunehmen. Die ideale Form eines Netzwerks unterscheidet sich von Fall zu Fall – sie muss nach der Zielfunktion des Netzwerks beurteilt werden. Im Unterschied zu einem nur „idealen“ Netzwerk kann ein „exzellentes“ Netzwerk viele verschiedene Zielfunktionen prozessieren: Exzellente Netzwerke sind polymorph und multifunktional. Ein exzellentes Netzwerk ist aufgrund seiner strukturellen Effizienz, Stabilität und Diversität in der Lage, auf Änderungen in den Zielfunktionen sowie auf externe Störungen robust und anpassungsfähig zu reagieren, ohne dabei seine mittel- und längerfristige Entwicklungsfähigkeit einzubüßen (globale Netzwerkeigenschaften der Robustness, Adaptability, Evolvability).

1. Das Netzwerkparadigma

Der Begriff „Netzwerk“ ist in den vergangenen Jahren zu einem der Leitwörter des noch jungen 21. Jahrhunderts avanciert. Dies hat wohl auch mit der allgemeinen Verbreitung und Verwendung des Internet zu tun: Das Bewusstsein für „Links“, für Kontaktaufnahme (Networking), Informations- und Ressourcenbeschaffung ist längst in die Alltagskultur übergegangen. In den Wissenschaften selbst ist die Netzwerktheorie mittlerweile zu einem der wichtigsten transdisziplinären Leitparadigmen des 21. Jahrhunderts geworden. Die Netzwerktheorie versteht es als Paradigma sehr erfolgreich, von der Mathematik, Biologie, Physik und den Computerwissenschaften bis hin zur Soziologie und Betriebswirtschaftslehre eine methodologisch kohärente Brücke zu schlagen (KATZMAIR, 2004). Die wissenschaftlichen Felder der Complexity Theory (KAUFFMAN, 2000; SOLE/GOODWIN, 2000; NEWMAN, 2003; BOCCARA, 2004) sowie der Social Network Analysis (WASSERMAN/FAUST, 1994; CARRINGTON/SCOTT/WASSERMAN,

2005; de NOOY/MRVAR/BATAGELJ, 2005) sind hier allen voran anzuführen. Beide haben in den letzten 30 Jahren einen eminenten Aufschwung erlebt. PhysikerInnen gehen den Netzwerkstrukturen des World Wide Web auf den Grund; BiologInnen erforschen die weit verzweigten Landkarten der Gen-Netzwerke; MarketingexpertInnen forschen nach den Mustern, mit denen sich Meinungen, Moden und neue Produkte in KonsumentInnennetzwerken verbreiten; EpidemiologInnen erforschen Ansteckungs- und Übertragungsnetzwerke gefährlicher Viren; ÖkologInnen untersuchen die Stabilität von Nahrungsketten in Ökosystemen; LobbyistInnen identifizieren Schlüsselspieler in sozialen Beziehungsnetzwerken; GenealogInnen und AnthropologInnen analysieren die Netzwerkstrukturen von Verwandtschafts- und Heiratsbeziehungen. ForscherInnen im Bereich Innovations-, Technologie- und Wissenschaftspolitik suchen nach Gesetzmäßigkeiten und Grundmustern in innovations- und adaptionsfähigen Netzwerken.

Kriterien zur Bewertung von Netzwerken

Bei all der Aufmerksamkeit, die das Paradigma des Netzwerks hervorruft, ist es erstaunlich, dass bislang kein Versuch vorliegt, die vielfach äußerst fortgeschrittenen Erkenntnisse aus den unterschiedlichen wissenschaftlichen Feldern hinsichtlich der Praktikabilität, Lern- und Entwicklungsfähigkeit, der Stärke und Robustheit von Netzwerken zusammenzutragen, um sie als Bewertungskriterien für eine systematische SWOT-Analyse heranzuziehen.

Ziel des hier vorliegenden Beitrags ist es deshalb, jene konzeptuellen Dimensionen aufzuzeigen, nach denen die Stärken (*Strengths*), Schwächen (*Weak-*

nesses), Potenziale (*Opportunities*) und Risiken (*Threats*) von sozialen Netzwerken quantitativ und qualitativ bewertet werden können (SWOT-Analyse).

Die Kriterien werden dabei möglichst allgemein gehalten, um ihre Geltung für unterschiedliche Typen von Netzwerken zu gewährleisten. Besonders im Blickfeld sollen folgende Netzwerktypen sein:

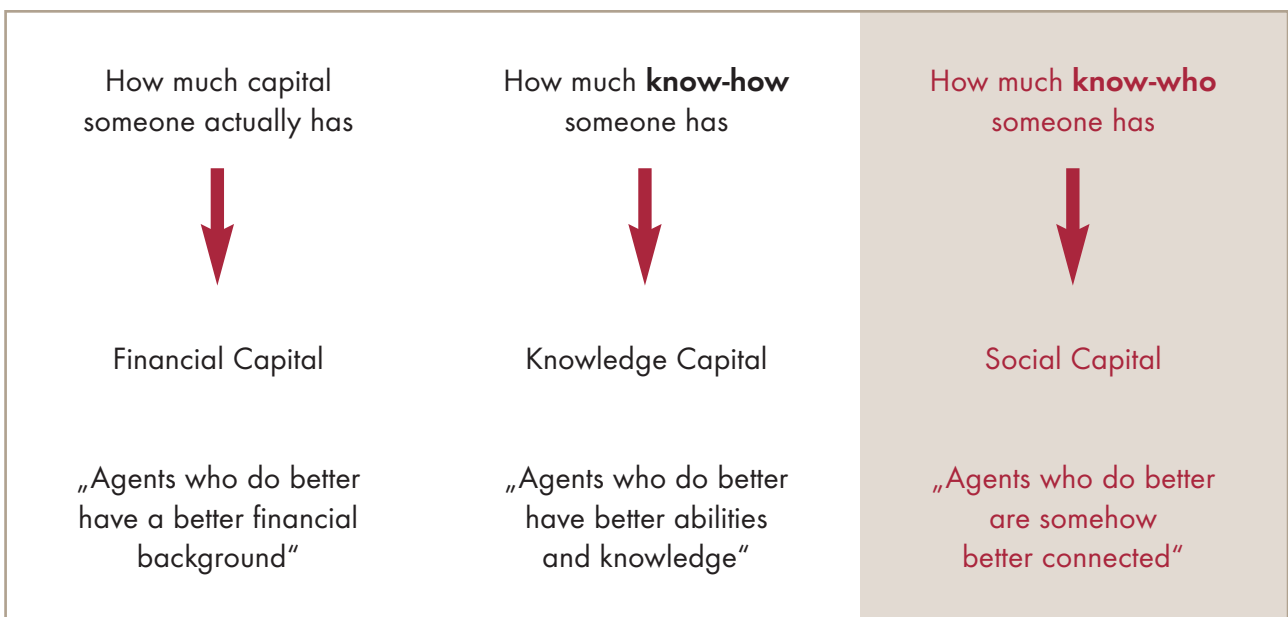
- Forschungs- und Innovationsnetzwerke
- Wissensnetzwerke
- Wertschöpfungs- und Produktionsnetzwerke
- Distributions-, Verkaufs- und Marketingnetzwerke
- Innerorganisatorische Netzwerke
- Intraorganisatorische Netzwerke
- Virtuelle Organisationen

2. Netzwerke im Kontext von Organisation und Innovation

Erfolgreicher sind nicht nur jene Organisationen, die über mehr ökonomisches Kapital verfügen bzw. mehr Wissen und Know-how (Humankapital) auf sich vereinigen, sondern auch jene, die sowohl intern als auch extern besser verbunden sind, die über mehr **soziales Kapital**, also über die besseren Netzwerke verfügen (GRANOVETTER, 1973; BURT, 1992; BORGATTI/JONES/EVERETT, 1998; LIN,

2001). Soziales Kapital ist demnach der ökonomische Wert, der aus vorhandenen sozialen Beziehungen entspringt. Oder anders formuliert: Soziales Kapital ist notwendig, damit ökonomisches Kapital und Humankapital überhaupt ökonomisch verwertet werden können. Denn ohne die richtigen Beziehungen bleibt man auf seinem Wissen und Können buchstäblich „sitzen“ (GRANOVETTER, 2005).

Drei Formen von Kapital. Neben dem finanziellen Kapital und dem Humankapital („Know-how“) stellt auch das soziale Kapital („Know-who“) einen wesentlichen Erfolgsfaktor dar.



**Typische Beispiele für
Akteure in sozialen Netzwerken sind:**

- Personen
- Teams
- Abteilungen
- Standorte
- Organisationen
- Firmen
- Institutionen

**Typische Beispiele im
Wissenschafts- und Technologiebereich:**

- Publikationen
- Patente
- Wissenschaftsdisziplinen und
Fachrichtungen
- Technologiefelder
- Kompetenzzentren
- Cluster und Verbünde

Allgemein betrachtet bilden soziale Netzwerke jene immaterielle Infrastruktur, die es Akteuren ermöglicht, zu produzieren, Suchprozesse durchzuführen, Innovation hervorzubringen, zu lernen sowie eine soziale und kulturelle Identität auszubilden. Formal gesehen ist ein Netzwerk eine Menge von Akteuren,

die durch die Beziehung derselben Art miteinander verbunden – oder *nicht* miteinander verbunden – sind. Netzwerke sind demnach durch die vorhandenen und *nicht* vorhandenen Beziehungen definiert. Soziale Beziehungen sind nur ein Beziehungstypus von vielen. Auch die Beziehung zwischen Personen

Das CASOS-Metamatrixmodell (in Anlehnung an CARLEY/KRACKHARDT, 1999).

	People	Knowledge / Resources	Tasks / Events	Organizations / Affiliations
People	Social network Who is in contact with whom ?	Knowledge and resource network Who knows what? Who has what?	Task and Event Network Who does what? What happens at a certain point in time?	Membership and attendance network Who is member of which affiliation? Who attends which event?
Knowledge/ Resources		Information network What Information leads to what knowledge? What knowledge is needed to use a resource?	Needs network Which resource is needed to fulfill a task? What knowledge is needed to fulfill a task?	Capability network Which organization has what knowledge? Which organization has which resources?
Tasks			Temporal and workflow networks Which tasks must be done before which? What happened before what?	Organizational support network Which organization supports which event or task?
Organizations / Affiliations				Interorganizational network Which organization is in contact with which? Which organizations are linked through common people?

und ihren Aufgaben, die Beziehung einer Person zu einem bestimmten Wissen und Know-how oder zu Ressourcen können als Netzwerk dargestellt werden. Als besonders kohärent erweist sich dabei das so genannte „Metamatrixmodell“. Es wurde Ende der 1990er Jahre am CASOS Institut der Carnegie Mellon University (Pittsburgh, USA) entwickelt (CARLEY/KRACKHARDT, 1998, 1999). In diesem Modell werden die fünf Dimensionen Personen, Wissen, Ressourcen, Aufgaben und Affiliationen (z. B. Zugehörigkeit zu einer Firma, Verein, Organisation) in einer Matrix miteinander in Beziehung gesetzt. Auf diese Weise wird die komplexe Realität einer Organisation erstaunlich effektiv modelliert.

Die in der Folge ausgearbeiteten Kriterien für eine SWOT-Analyse beziehen sich auf die obersten Beziehungsdimensionen, d. h. auf die Beziehung von Akteuren zu anderen Akteuren, zu Wissen, zu Ressourcen und zu ihren Funktionen – gemessen am jeweiligen Kontext.

Die in der Folge ausgearbeiteten Kriterien für eine SWOT-Analyse beziehen sich auf die obersten Beziehungsdimensionen, d. h. auf die Beziehung von Akteuren zu anderen Akteuren, zu Wissen, zu Ressourcen und zu ihren Funktionen – gemessen am jeweiligen Kontext.

3. Netzwerke als soziale Infrastruktur der Möglichkeiten

Als soziales Kapital verursachen der Aufbau und die Aufrechterhaltung sozialer Beziehungen Kosten: in Form von Zeit und sozialer „Energie“, für Kommunikation, für die Aufbereitung und Bereitstellung wertvoller Ressourcen (z. B. Geld, Wissen, Produkte, Dienstleistungen, Beziehungen), um für den anderen „attraktiv“ zu sein. Den Kosten stehen Erträge gegenüber, die sehr allgemein als ökonomisch relevante *Opportunities* und Vorteile beschrieben werden (BURT, 1992, 2000; GRANOVERTER, 2005). Beispiele für solche Vorteile sind:

■ **Suchkostenvorteile:** höhere Kompetenz bei der Problemlösung haben, weil man Kontakt zu den „richtigen“ Leuten hat, die wissen, wer die besten ExpertInnen sind.

■ **Transaktionskostenvorteile:** durch Nutzung der richtigen Kanäle schneller und kostengünstiger die eigenen Produkte oder Informationen an die gewünschten Zielpersonen bringen.

■ **Taktische Informationsvorteile:** früher als andere über bestimmte Informationen verfügen.

■ **Strategische Vorteile:** einen besseren Überblick haben, was in den Märkten passiert, weil man Drähte zu sehr unterschiedlichen Bereichen hat.

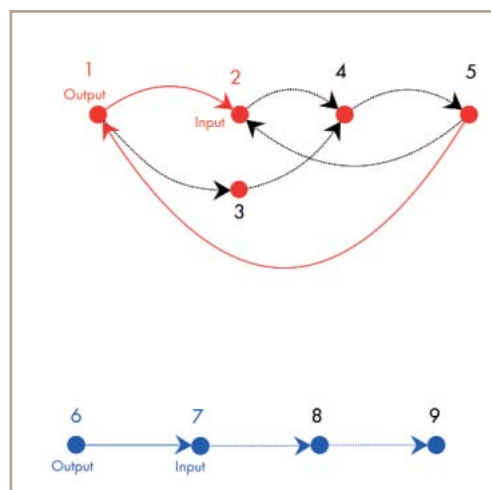
■ **Kontaktvorteile:** mit wichtigen Personen in Kontakt kommen, weil man von jemand anders vorgestellt wird.

■ **Vorteile bei der Partnersuche:** für andere Partner attraktiv sein, weil man selber gute Kontakte hat.

■ **Kontrollvorteile:** aufgrund einer guten Netzwerkposition Kontrolle über Informationsflüsse haben.

■ **Verhandlungsvorteile:** aufgrund von alternativen Kontaktkanälen eine bessere Verhandlungsposition haben.

Jeder Akteur hat mit seinem sozialen Kapital – seinen Beziehungen zu anderen Akteuren im Netzwerk, die ihm den Zugang zu Ressourcen ermöglichen – quasi ein Investitionsbudget zur Verfügung. Dieses Budget dient zur „Finanzierung“ von Beziehungen. Die strukturelle Position im Netzwerk wird dafür eingesetzt, um Projekte und Prozesse zu fördern, aber auch um das eigene soziale Kapital zu erhöhen oder um je nach Bedarf neue Verbindungen herzustellen und andere aufzugeben.



>

Wertschöpfungsprozesse.

Output eines Akteurs wird zum Input für einen zweiten Akteur, der wiederum einzeln oder gemeinsam mit einem anderen Akteur Input für einen dritten Akteur produziert. Je mehr Feedbackschleifen in so einem Prozess, umso „heißer“ und autokatalytischer ist der Wertschöpfungsprozess. Je eindimensionaler, umso „kälter“, standardisierter und weniger innovativ ist der Prozess.

Netzwerke lassen sich mit einem System von Transportwegen vergleichen, über das materielle wie immaterielle Ressourcen im Rahmen von Austausch- und Wertschöpfungsprozessen transportiert werden. Denn Netzwerke bilden jenen Raum der Möglichkeiten („Space of Opportunities“), dessen Struktur darüber bestimmt, ob und in welchem Ausmaß ein Akteur die Produktionsfaktoren zur Verfügung hat, die für Wertschöpfungsprozesse notwendig sind: Geld (ökonomisches Kapital), Wissen (Humankapital) und soziale Beziehungen (soziales Kapital). Netzwerke sind entscheidend dafür, ob und in welchem Ausmaß ein Akteur „mitspielen“ kann und ob er attraktiv genug für potenzielle Partner ist, so dass diese mit ihm in Austausch treten.

Die Position macht es aus

Die Verfügbarkeit an Ressourcen (Geld, Wissen, Beziehungen) wird dadurch bestimmt, wo man steht, welche Position man einnimmt. Denn die Kosten des Zugangs zu diesen Ressourcen (= die Kosten eines „Links“) sowie die zu erwartenden Erträge werden

durch die Position im Netzwerk und durch die allgemeine Struktur des Netzwerks mitdefiniert. Das ist die ökonomisch und betriebswirtschaftlich zentrale Aussage der Netzwerkanalyse. Die zweite Botschaft in diesem Zusammenhang ist, dass sich mit netzwerkanalytischen Methoden beide Dimensionen (Position und Struktur) quantitativ messen und abbilden lassen. Auch soziales Kapital weist diese beiden Dimensionen auf, die gleichermaßen im Rahmen einer SWOT-Analyse mit den Mitteln der Sozialen Netzwerkanalyse berücksichtigt werden müssen:

a.) Positionale Dimension eines Netzwerks: Wo steht ein Akteur?

b.) Strukturelle Dimension eines Netzwerks: Wie sieht das Umfeld aus, in das ein Akteur eingebettet ist?

Die Möglichkeiten der Wertschöpfung, der Innovation, die Chancen für erfolgreiche Suchprozesse nach besseren Lösungen sowie die Kosten der Anpassung an Veränderungen sind innerhalb ein und desselben Netzwerks für jeden Akteur unterschiedlich verteilt – nicht nur weil jeder Akteur eine andere

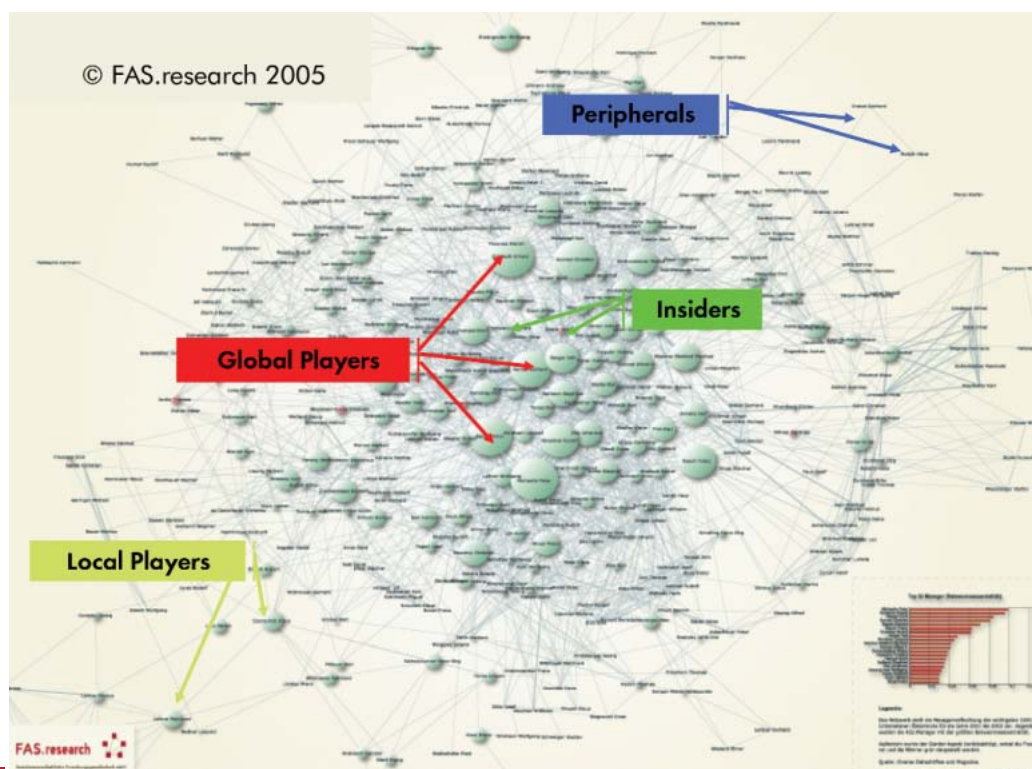
Positionen im Netzwerk – Global Player, Insider, Local Player, Peripherals

Global Player haben im Netzwerk die höchste globale Zentralität inne.

Local Player sind zwar am Rande des Netzwerks angesiedelt, genießen dort jedoch eine hohe lokale Zentralität.

Insider befinden sich im Zentrum des Netzwerks und stehen in Kontakt mit den Global Playern, besitzen selber aber keine globale „Macht“.

Peripherals sind Akteure am Rande des Netzwerks.



31

Exzellente ist ein Netzwerk dann, wenn es trotz der permanenten Änderung seiner Elemente, deren Beziehungen sowie der Zielfunktionen (Aufgaben) dennoch kohärent bleibt. Obwohl es sich ständig verändert, behält es immer noch seinen internen Zusammenhalt – es bleibt weiterhin fähig, die gestellten Anforderungen zu erfüllen, d. h., es ist weiterhin fähig zu produzieren, zu lernen, Suchprozesse durchzuführen, Innovationen hervorzubringen und/oder zu integrieren.

den unverbundenen Akteuren) aufgrund der Kontrollvorteile besonders interessant macht. Da die Koordinationskosten niedrig sind und auch die indirekten Reichweiten (das sind die Beziehungen der Beziehungen = Freunde der Freunde) deutlich größer sind, sind diese Netzwerke besonders für Diffusionsprozesse (Vertrieb, Marketing) interessant, aber auch für Monitoring- und Beschaffungsaufgaben gut geeignet. Dem Vorteil der geringen Redundanz steht der Nachteil mangelnder Stabilität gegenüber. Da keine „gemeinsamen Bekannten“ die Beziehungen stabilisieren, sind diese deutlich

weniger belastbar und weniger stabil als jene mit vielen Dreiecksbeziehungen, wie sie für Closure Networks typisch sind (BURT, 1992, 2000).

Die Mischung macht's: So entsteht Exzellenz

Die Beschreibung dieser beiden Netzwerktypen weist bereits die Richtung zu den notwendigen Eigenschaften von „exzellenten“ Netzwerken: Sie müssen eine Kombination aus beiden Netzwerktypen darstellen, sie müssen je nach Anforderung von einem Closure Network in ein Structural Holes Network (und umgekehrt) transformierbar sein.

4. Dimensionen der Exzellenz

Bevor einem Netzwerk das Attribut „exzellente“ verliehen werden kann, müssen zwei Fragen beantwortet werden:

■ Welche Zielfunktion (Aufgabe, Produkt, Nutzen, Wert) hat das Netzwerk zu erfüllen, und wie gut wird diese Funktion bewältigt?

■ Welches Maß und System der Bewertung (Valorisierungssystem) ist geeignet?

Der Akteur, der die Zielfunktion realisiert, kann ein einzelnes Individuum sein, ein Team oder auch das gesamte Netzwerk. Die Funktion (die Zielfunktion) kann im Fall einer Organisation in ein hierarchisches Netzwerk von Zielfunktionen eingeschlossen sein, etwa im Rahmen einer Wertschöpfungskette (z. B. entlang der Kette forschen – entwickeln – vermarkten). Jedes dieser Ziele (Produkte) erfordert andere Netzwerkstrukturen; zur „exzellenten“ Bewältigung der Aufgaben müssen jeweils unterschiedliche Beziehungen zu Ressourcen bereitgestellt werden (optimale Link-Allokationen).

Es gilt auch hier: „Form follows function“. Um exzellente zu sein, erfordert jedes Netzwerk – je nach Funktion – eine andere Form von Verbindungen unter den Akteuren (CROSS/PARKER, 2004; GARGIULO/RUS, 2001). Einmal ist ein Closure

Network besser, ein andermal ein Structural Holes Network, dann wieder eine Mischung aus beiden Typen. Es hat also keinen Sinn, die Netzwerkexzellenz an einem einzigen Idealtypus festzumachen. Exzellenz ist ein dynamischer Begriff, der jeweils andere Ausprägungen und Regeln der Rekombination von Beziehungen im Netzwerk verlangt und entsprechend in unterschiedlichen Formen zu Tage tritt („Polymorphie“ von Netzwerktypen).

Skalierbarkeit als Exzellenzkriterium

Beispielsweise werden im Rahmen eines Projekts für das Brainstorming und das Hervorbringen neuer Ideen ganz andere Netzwerkformen benötigt als für das Fertigen eines Prototyps, für das Abarbeiten von Routineprozessen oder für Diffusionsprozesse und die Vermarktung eines Produkts (VALENTE, 1995; HARGADON, 2003).

Das Maß für ein exzellentes Netzwerk ist aber in all diesen Fällen identisch: Exzellenz bezeichnet die Fähigkeit von Akteuren, ihre Netzwerkstrukturen an unterschiedliche Zielfunktionen anzupassen (Skalierbarkeit der Netzwerke) und so die komplexen Anforderungen und Aufgaben nachhaltig durchführen zu können.

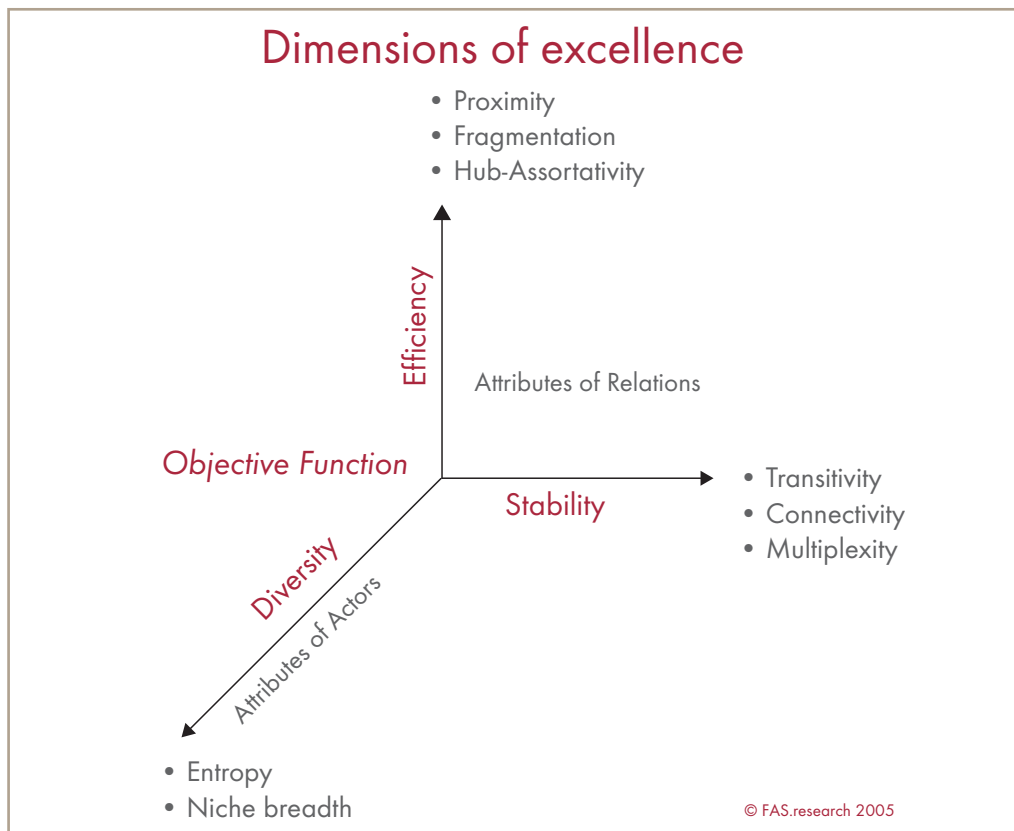
Das bedeutet konkret, dass ein Akteur hinsichtlich der Erfüllung seiner spezifischen Zielfunktionen nicht nur effizient und effektiv sein muss, sondern auch robust gegenüber externen Schocks, ein hohes Maß an Anpassungs- und Lernfähigkeit an den Tag legen und nachhaltig fähig sein muss, selbst neue Zielfunktionen (Innovationen) hervorzubringen und/oder zu integrieren. Hierin liegt auch der Unterschied zur betriebswirtschaftlichen Standardbetrachtung der organisatorischen Effizienz und Effektivität.

Die aus der Komplexitätstheorie abgeleitete Grundformel lautet daher: Exzellent ist ein Netzwerk dann, wenn es trotz der permanenten Änderung seiner Elemente, deren Beziehungen sowie der Zielfunktionen (Aufgaben) dennoch kohärent bleibt. Obwohl es sich ständig verändert, behält es immer noch seinen internen Zusammenhalt – es bleibt weiterhin fähig, die gestellten Anforderungen zu erfüllen, d. h., es ist weiterhin fähig zu produzieren, zu lernen, Suchprozesse durchzuführen, Innova-

tionen hervorzubringen und/oder zu integrieren (LANGTON, 1989; KAUFFMAN, 1995, 2000; MEYER/DAVIS, 2003).

Deshalb kann „Exzellenz“ nicht ausschließlich nach Kriterien der betriebswirtschaftlichen und ökonomischen Effizienz (größtmögliche Erträge bei geringsten Kosten) und Effektivität (beste Zielerreichung mit geringstem Mitteleinsatz) betrachtet werden. Für die Bewertung der Exzellenz müssen darüber hinaus die Robustheit (Resilience), Nachhaltigkeit (Adaptability) und Entwicklungsfähigkeit (Evolvability) berücksichtigt werden (BONACICH/BIENENSTOCK, 2003; BORGATTI, 2003; JEN, 2005; WASSERMAN/STEINLEY, 2003).

Resilience, Evolvability und Adaptability verleihen einem Netzwerk die Fähigkeit, externe Schocks (Krisen, neue Technologien, generell Änderungen der Märkte) schnell zu überwinden und sich neu zu formieren. Diese adaptiven Vermögen schließen auch die Fähigkeit ein, sich mit anderen Akteuren zu



Exzellenz-Dimensionen.

Die Exzellenz-Dimensionen werden aus den Eigenschaften der Beziehungen (Effizienz und Stabilität) sowie aus den Eigenschaften der Akteure (Entropie und Nischenbreite) gebildet.

Grafik: © FAS.research 2005

Netzwerke, die ausschließlich effizient sind, sind zugleich extrem instabil. Sie sind zu spröde und verletzlich, als dass sie sich an neue Gegebenheiten anpassen könnten, sie haben zu wenig Redundanz und Disparität, um für Neues, Zukünftiges, Überraschendes gewappnet zu sein. Denn Diversität ist aus dem Blickwinkel eines ausschließlich nach Effizienzgesichtspunkten optimierten Netzwerks ein störendes „Rauschen“, das die Transaktionskosten bloß in die Höhe schnellen lässt.

einem neuen Akteur zu vereinigen (Mergers and Acquisitions) oder sich im umgekehrten Fall von bestehenden Organisationen abzuspalten (z. B. Buy-outs, Spin-offs). Es gilt demnach, nicht nur die Beziehungsstruktur des Netzwerks variabel zu gestalten, sondern auch die Identität der Akteure der Möglichkeit einer Transformation auszusetzen (Evolvability).

Netzwerke, die ausschließlich effizient sind, sind zugleich extrem instabil. Sie sind zu spröde und verletzlich, als dass sie sich an neue Gegebenheiten anpassen könnten, sie haben zu wenig Redundanz und Disparität, um für Neues, Zukünftiges, Überraschendes gewappnet zu sein. Denn Diversität ist aus dem Blickwinkel eines ausschließlich nach Effizienzgesichtspunkten optimierten Netzwerks ein störendes „Rauschen“, das die Transaktionskosten bloß in die Höhe schnellen lässt.

Stellt man an Netzwerke hingegen den Anspruch der Entwicklungs- und Innovationsfähigkeit, so müssen neben der Effizienz noch andere Struktureigenschaften im Netzwerk betrachtet werden, damit sich daraus die grundlegenden Netzwerkeigenschaften der Adaptability, Evolvability und Resilience ergeben.

Am Rande des Chaos: komplexe Netzwerke

ForscherInnen im Feld der Komplexitätstheorie kamen übereinstimmend zu der Erkenntnis, dass jene Netzwerke hinsichtlich der Robustheit, Anpassungsfähigkeit und Entwicklungsfähigkeit die besten Eigenschaften aufweisen, die weder eine zu hohe noch eine zu niedrige Netzwerkdichte (Grad der Verbundenheit zwischen den Akteuren) ausbilden. Solcherart exzellente Netzwerke sind an der Schnittstelle zwischen reiner Interdependenz (jeder ist mit jedem vernetzt, d. h., der Zustand eines Akteurs ist vom Zustand aller anderen Akteure im Netzwerk abhängig) und völliger Unverbundenheit (der Zustand eines Akteurs ist vom Zustand eines anderen Akteurs völlig unabhängig) angesiedelt.

Exzellente Netzwerke sind **komplexe Netzwerke** „on the edges of chaos“ (LANGTON, 1989; KAUFFMAN, 1995, 2000). Sie sind beweglich und elastisch genug, um lern- und innovationsfähig zu sein, um sich anzupassen, bzw. einflussreich genug, um die Umwelt an ihre eigenen Bedürfnisse anzupassen. Und sie sind robust gegenüber den Widrigkeiten einer sich oft radikal ändernden internen und äußeren Welt (z. B. Unfälle, Fehler, neue Technologien, Veränderung der Märkte, Krankheit oder Jobwechsel von Organisationsmitgliedern).

Die Struktureigenschaften solcher Netzwerke weisen verschiedene skalierbare, d. h. leicht auf neue Anforderungen einstellbare Parameter auf, daher ihr Name: **Multi-Scale Networks** (WATTS, 2003; WATTS/SABEL/DODDS, 2003). Je nachdem, wie diese Parameter „getuned“ sind, ändert sich – gemessen an der Zielfunktion eines Netzwerks – dessen Robustheit, Adaptionfähigkeit und Entwicklungsfähigkeit.

Entscheidende Parameter: Effizienz, Stabilität und Diversität

Man kann drei Parameter unterscheiden, die in der Folge als Ausgangspunkt für die Operationalisierung der Dimensionen einer SWOT-Analyse herangezogen werden. Diese drei Parameter müssen in unterschiedlicher Kombination und Ausprägung vorhanden sein, wenn das Netzwerk hinsichtlich einer bestimmten Zielfunktion exzellent sein soll: Es sind dies die **Effizienz**, die **Stabilität** und die **Diversität**, die gemessen an den aktuellen Forschungen zum Thema komplexe Netzwerke (KAUFFMAN, 1995, 2000; BORGATTI, 2003, MITCHELL/NEWMAN, 2002) als die entscheidenden Parameter zur Bewertung von „Exzellenten Netzwerken“ angesehen werden können. Die Dimensionen der Effizienz (y-Achse) und Stabilität (x-Achse) beziehen sich auf **Eigenschaften von Beziehungen**, während die Diversität (z-Achse) die **Merkmale der Akteure** erfasst.

5. Exzellenz-Indikatoren

In den letzten Jahrzehnten hat die Scientific Community eine Vielzahl an Struktur-Indizes entwickelt, die jeweils unterschiedliche Aspekte von Stabilität, Effizienz und Diversität in Netzwerken messen. FAS.research hat daraus die im Folgenden angeführten Indikatoren ausgewählt, die nach eigenen Erfahrungswerten in der Praxis die höchste Validität aufweisen.

EFFIZIENZ

Nähe: Maß für die durchschnittlichen Distanzen (= Anzahl der Handshakes) im Netzwerk. Je größer die Distanzen (auch als charakteristische Pfadlängen bezeichnet), umso höher ist die Fragmentarität im Netzwerk, bis hin zum Zerfall des Netzwerks in unverbundene Komponenten. Je höher der durchschnittliche Wert für Nähe im Gesamtnetzwerk, umso niedriger sind die Transaktionskosten im Netzwerk.

Auf der Akteursebene bedeutet dies, dass ein Akteur dann über ein effizientes Netzwerk verfügt, wenn er/sie eine große Nähe zu allen anderen Akteuren

besitzt, d. h., wenn er/sie mit wenigen Schritten eine maximale Anzahl von Akteuren erreichen kann.

Typischerweise sind Structural Holes Networks extrem effizient im Hinblick auf ihre Transaktionskosten. In solchen Netzwerken dominieren Beziehungen zu Akteuren, die untereinander keine Beziehung haben. Dadurch eröffnet jeder Kontakt Zugänge zu unterschiedlichen Netzwerkclustern. Man erreicht damit zwar schnell jeden Punkt im Netzwerk, jedoch gilt: Umso effizienter ein Netzwerk, desto geringer die Stabilität, da die Maximierung der indirekten Reichweite voraussetzt, dass es nur noch „Zweierbeziehungen“ gibt, die nicht durch transitive Beziehungen (= gemeinsame Freunde oder Feinde) gestärkt sind. Bricht hier eine einzelne Zweierbeziehung ab, so gehen damit auch alle Beziehungen zu dieser Region im Netzwerk verloren. Hohe indirekte Reichweiten „erkaufen“ man sich nur durch hohe Kosten, die bezahlt werden müssen, sobald ein Link verloren geht.

Darüber hinaus ist es extrem schwierig, dass in einem rein nach Effizienzgesichtspunkten optimier-

NÄHE

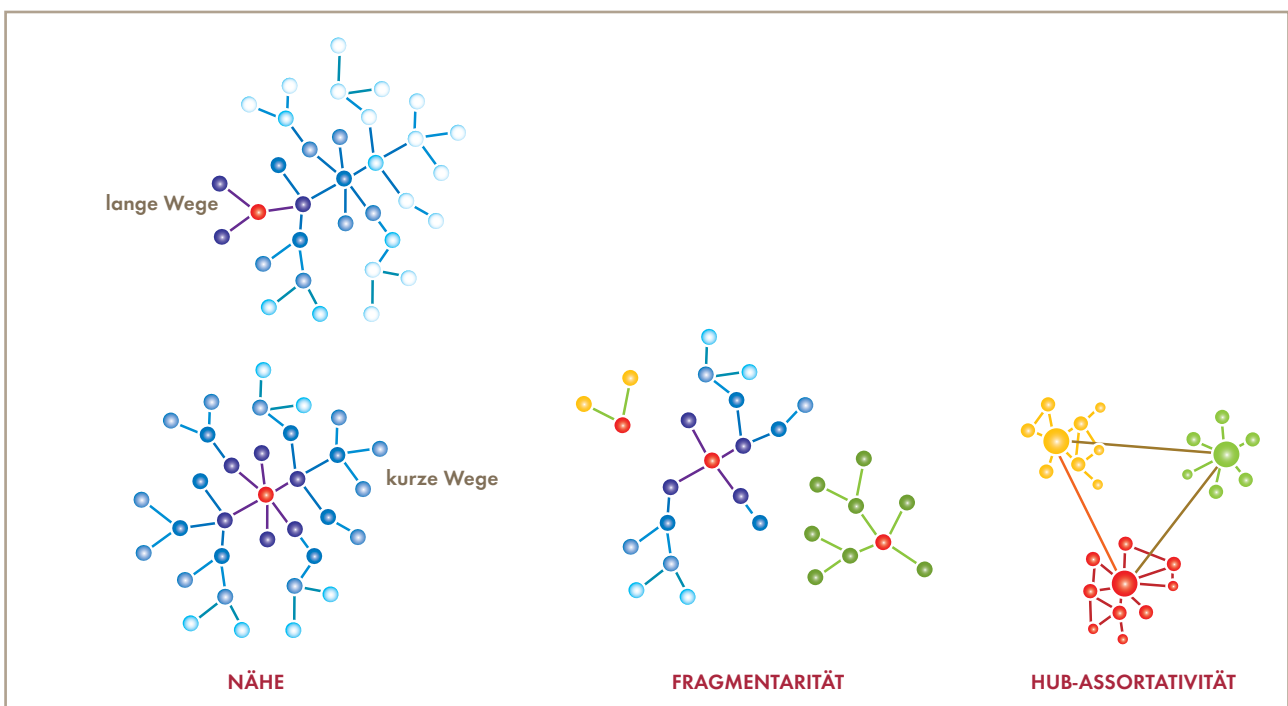
Durchschnittliche Distanzen (Anzahl der Schritte) im Netzwerk sind abhängig von der Netzwerkstruktur und von der Position des Akteurs.

FRAGMENTARITÄT

Prozentsatz der Akteure, die durch direkte und indirekte Kontakte nicht erreicht werden können.

HUB-ASSORTATIVITÄT

Abhängigkeit der Gesamtzentralität von der Zentralität weniger Akteure, die miteinander verbunden sind.



ten Netzwerk **Vertrauen** entsteht, da Vertrauen nur unter bestimmten strukturellen Bedingungen wachsen kann (z. B. bei einer hohen Redundanz gemeinsamer Freunde, Feinde, Ziele, Interessen, Nutzen). Insofern ist eine theoretisch hohe indirekte Netzwerkreichweite häufig sozial unrealistisch, weil das Vertrauen innerhalb der Zweierbeziehungen fehlt. Dieses Vertrauen ist aber Bedingung dafür, dass tatsächlich Ressourcen ausgetauscht werden bzw. tatsächlich jemand dem anderen seine Kontakte zur Verfügung stellt (BORGATTI, 2003).

Fragmentarität: Maß für jenen Prozentsatz der Akteure, die auf der Ebene des gesamten Netzwerks weder durch direkte und indirekte Beziehungen erreichbar sind. Je geringer die Fragmentarität im Netzwerk, desto effizienter ist es, da alle Teilbereiche des Netzwerks (sog. Komponenten oder Subgraphen) erreichbar sind.

Hub-Assortativität: Grad dafür, ob zentrale Akteure (sog. Hubs) untereinander verbunden sind (auch „degree correlation“ genannt). Je größer die Assortativität der Hubs, umso effizienter das Netzwerk, da die direkten Kontakte unter den Hubs „Shortcuts“ (Abkürzungen) quer durch das Netzwerk bilden, die es möglich machen, sehr schnell in unterschiedliche Bereiche des Netzwerks zu kommen. Vor allem für einen Hub ist damit gewährleistet, dass seine direkten Kontakte (zu anderen Hubs)

eine hohe sekundäre Reichweite (indirekte Beziehungen) haben (Burt-Effizienzkriterium), d. h., er kann mit einer geringen Anzahl von direkten Kontakten eine maximal große Anzahl von indirekten Kontakten erreichen (BURT, 1992; NEWMAN, 2002).

STABILITÄT

Transitivität: Grad, inwiefern Akteure im Netzwerk gemeinsame „Nachbarn“ haben, was gleichbedeutend damit ist, dass sie in stabilen Dreiecksbeziehungen (sog. Triangles) eingebettet sind (BATA-GELJ/ZAVERSNIK, 2003). Je mehr gemeinsame Partner zwei Akteure haben, umso stabiler ist ihre Beziehung, da die Akteure gezwungen sind, untereinander positive Beziehungen zu etablieren (Transitivitätsregel). Generell gilt: Die Stabilität einer Beziehung zwischen zwei Akteuren ist als direkte Funktion der Anzahl ihrer gemeinsamen „Freunde“ und „Feinde“ darstellbar.

Konnektivität: Grad dafür, wie viele Akteure aus dem Netzwerk entfernt werden müssen, damit das Netzwerk fragmentiert wird (= in Teile zerfällt) bzw. bestehende Komponenten in weitere Subkomponenten zerfallen. Je mehr Akteure aus dem Netzwerk entfernt werden müssen, bis das Netzwerk zerfällt (sog. „Minimum Cutset“), umso stabiler ist das Netzwerk. Auf der Akteursebene bedeutet dies, dass jeder einzelne Akteur im unterschiedlichen Ausmaß

TRANSITIVITÄT

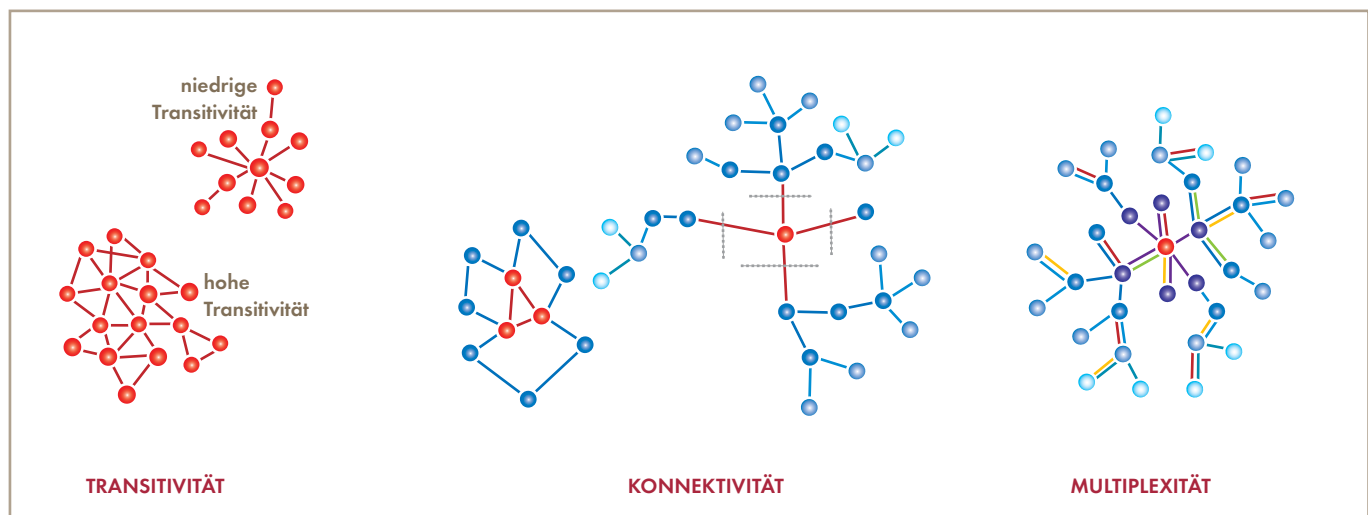
Anzahl der gemeinsamen Nachbarn von zwei Akteuren.
Anzahl der Dreiecke, in die eine Beziehung eingebettet ist.

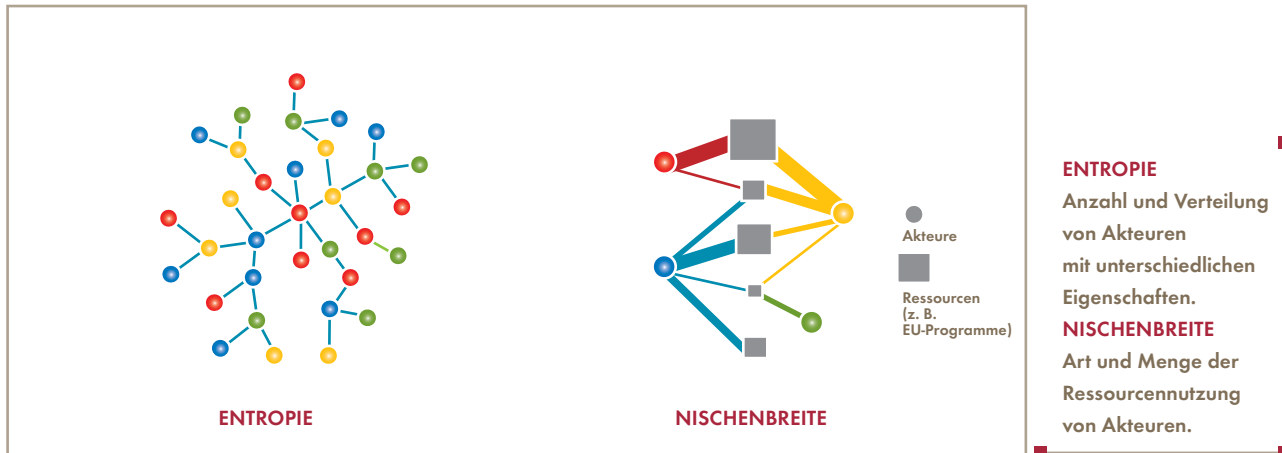
KONNEKTIVITÄT

Anzahl der Akteure/Beziehungen, deren Entfernung zum Auseinanderfallen des Netzwerks führt.

MULTIPLEXITÄT

Mehrere Beziehungsebenen verbinden die Akteure.





zum Zusammenhalt des Netzwerks beiträgt (Kohäsionsgrad eines Akteurs). Gleichmaßen tragen (Adhäsionsgrad eines Links) unterschiedliche Beziehungen in unterschiedlichem Ausmaß dazu bei, dass ein Netzwerk „zusammengehalten“ wird (WHITE/POWELL/OWEN-SMITH, 2003).

Multiplexität: Grad dafür, auf wie vielen unterschiedlichen Beziehungsebenen die Akteure miteinander verbunden sind. Dies ist etwa der Fall, wenn es zwischen zwei Akteuren, die am selben Forschungsprojekt teilnehmen, nicht nur zu einem Wissensaustausch kommt, sondern eventuell auch ein Personalaustausch stattfindet und/oder Beziehungen auf der Eigentümerebene (z. B. Beteiligungen) hinzukommen. Je diverser und multiplexer diese Beziehungsebenen sind, umso reicher werden die Möglichkeiten des Austauschs für den einzelnen Akteur. Je mehr Beziehungsarten, umso höher ist auch die Stabilität, da die Beziehungsdimensionen sich wechselseitig festigen und ineinander „verzahnen“. Typischerweise steigt die Multiplexität mit einer Zunahme der Transitivität.

DIVERSITÄT

Entropie: Grad für die Unterschiedlichkeit der Akteure, z. B. Berufsgruppen, Wissenschaftsdisziplinen, Altersklassen, Geschlechter. Entropie ist ein Maß für die Sicherheit (Ordnung) und Unsicherheit (Unordnung) im Netzwerk (MAGURRAN, 2004). Entropie steht für die Wahrscheinlichkeit, dass zwei

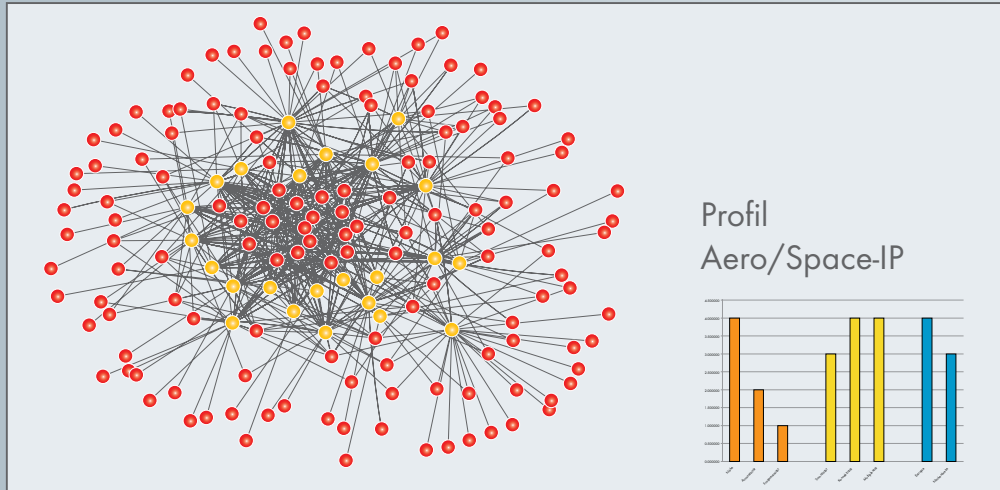
zufällig gewählte Akteure aus einem Netzwerk dieselbe Eigenschaft (Unternehmensgröße, Geschlecht, Beruf, Wissenschaftsdisziplin, Aufgabe etc.) haben. Sind alle Akteure eines Netzwerks gleich (z. B. alle sind Physiker), dann beträgt die Entropie null, weil es keine Unsicherheit gibt. Sind alle verschieden (und gleich häufig vertreten), dann ist die Entropie maximal (SHANNON/WEAVER, 1963).

Je diverser die Eigenschaften der Akteure, umso unterschiedlicher sind die Erfahrungen und Problemlösungsstrategien, die generiert werden können. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit von radikalen Innovationen (Breakthroughs). Nachteilig in einem stark diversen Netzwerk sind die hohen Steuerungs- und Übersetzungskosten. Außerdem droht eine „babylonische Sprachverwirrung“.

Nischenbreite: Die Nischenbreite ist ein eng mit der Diversität verknüpft Konzept aus der Ökologie (KREBS, 1999). Sie gibt Auskunft über Art und Menge der unterschiedlichen Ressourcen, die von den Akteuren genutzt werden. Ein Akteur mit einer großen Nischenbreite mischt in vielen unterschiedlichen Bereichen einer Wertschöpfungskette mit (sog. „Generalist“). Dadurch hat er häufig auch mehr Anteil am Gesamtverbrauch von Ressourcen. Je enger die Nischenbreite eines Akteurs, umso höher ist seine Spezialisierung und desto geringer ist der Anteil am gesamten Ressourcenumsatz (sog. „Spezialist“.) Generell gilt, dass mit steigender Komplexität von Strukturen die Anzahl der Spezialisten zunimmt. ■

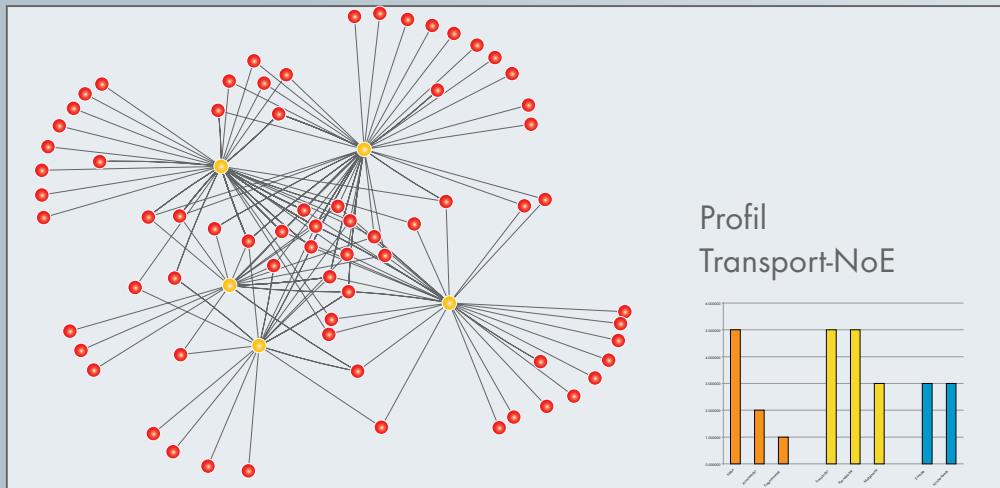
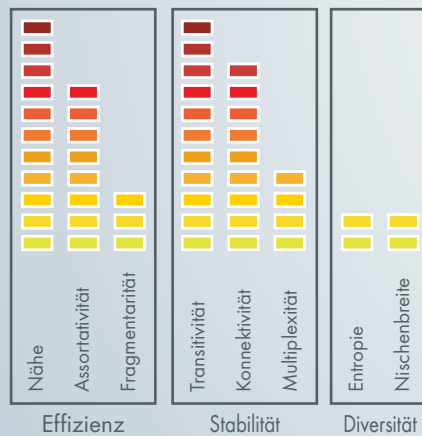
Exzellenz-Profil Forschung

Das Kooperationsnetzwerk des Projekttyps „IP“ (Integrated Project) im Programm Aero/Space (= Aeronautics and Space) entspricht in allen Dimensionen dem Exzellenz-Profil Forschung: Starke Vernetzung (Nähe der Akteure im Zentrum) bei hoher Diversität (hinsichtlich der Unterschiedlichkeit der Partner, bezogen auf Länderzugehörigkeit und Organisationstypus) und hoher Konnektivität gewährleisten beste Bedingungen zur Entwicklung neuer Ideen; Das abgebildete Netzwerk Aero/Space-IP weist alle strukturellen Eigenschaften auf, die für Grundlagenforschung (auch im Hinblick auf radikale Innovationen) ideal sind.

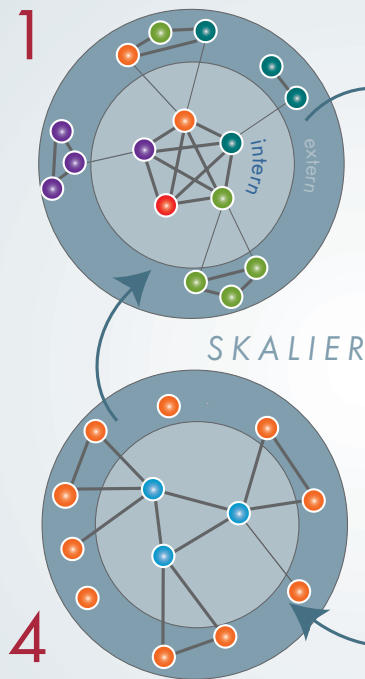


Exzellenz-Profil Diffusion

Das Exzellenz-Profil Diffusion zeigt sich ausgeprägt im Netzwerk der Projekte und Konsortialpartner des Projekttyps „NoE“ (Networks of Excellence) im Programm Transport (Sustainable Surface Transport). Geringe Diversität, hohe Effizienz und vor allem hohe Transitivität im Netzwerk sind Garant dafür, dass unter den Teilnehmern Vertrauen herrscht, was für Diffusionsprozesse (Adaptionsdruck durch gemeinsame Partner, Mund-zu-Mund-Propaganda ...) hinsichtlich der Verbreitung von Innovationen, neuem Wissen, aber auch zur Markteinführung wesentlich ist. Die Netzwerkstruktur von Transport-NoE ist ideal dazu geeignet, Diffusionsprozesse in Gang zu setzen.

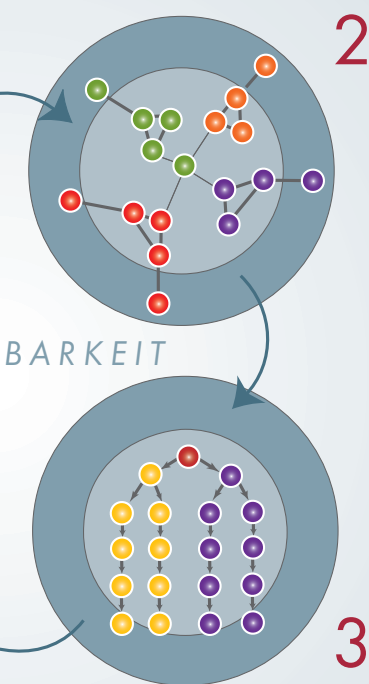


Prototyp Exzellen



Der Datensatz des 6. Rahmenprogramms wurde hinsichtlich der Projekte auf der Ebene ihrer Zugehörigkeit zu einzelnen Programmen (z. B. Transport = Sustainable Surface Transport) und Instrumenten (z. B. NoE = Networks of Excellence) untersucht, die Projektpartner wurden auf der Ebene ihrer Länderzugehörigkeit und ihres Organisationstyps betrachtet. Die entstandenen Netzwerke wurden nach den Exzellenz-Dimensionen untersucht und die Ergebnisse den einzelnen Profilen zugeordnet. Für sämtliche Exzellenz-Profile wurden Beispiele im untersuchten Datensatz gefunden, jeweils ein Beispiel (von vielen) ist dieser Übersicht beigelegt. Je nachdem, für welche Zielfunktionen die jeweiligen Programme/Instrumente

pischer z-Zyklus

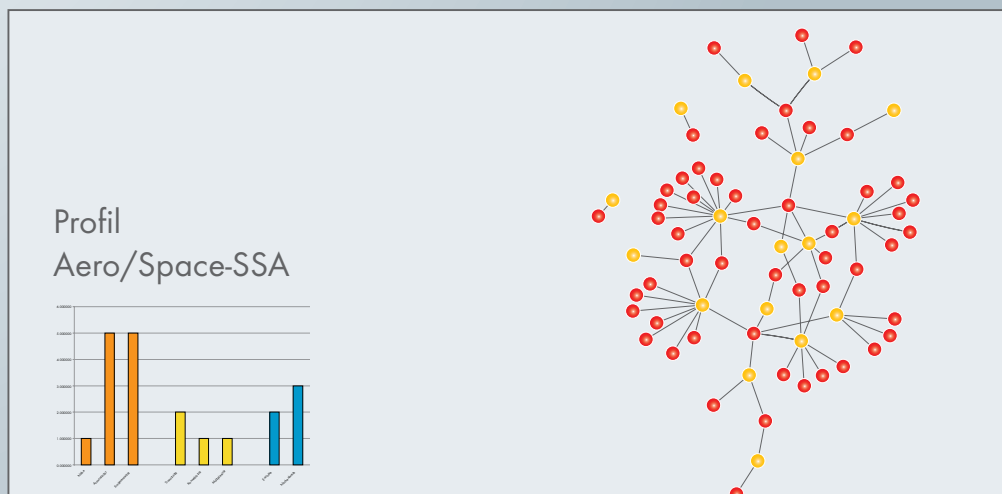
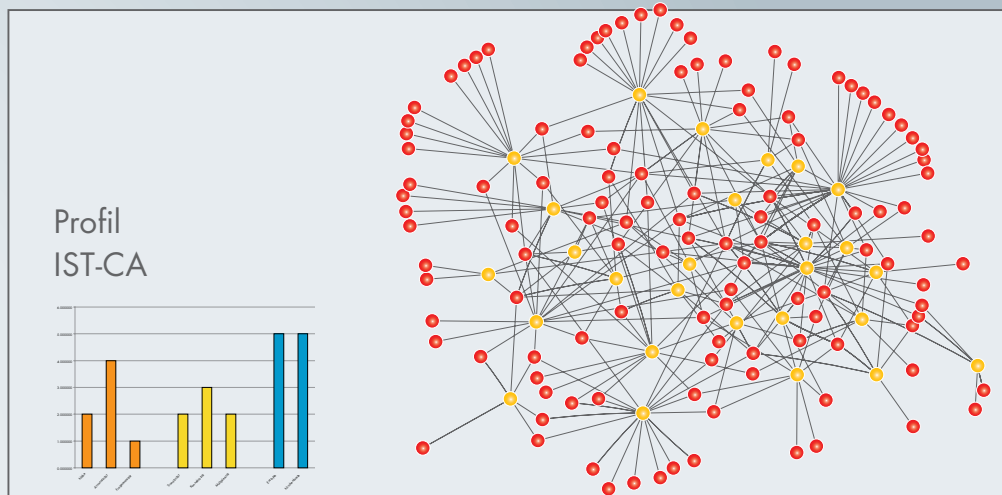
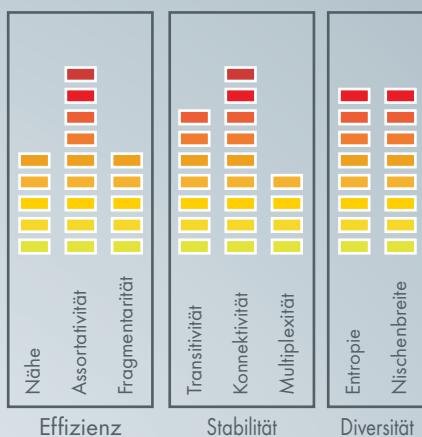


BARKEIT

eingesetzt wurden, kann die Zugehörigkeit zu bestimmten Exzellenz-Profilen gut oder schlecht sein. Hat ein Instrument z. B. die Aufgabe, Grundlagenforschung zu betreiben, die Netzwerkstruktur entspricht jedoch dem Exzellenzprofil „Produktion“, so wird das Netzwerk nicht effektiv seiner Zielfunktion entsprechend agieren und arbeiten können. Die Netzwerke bestehen aus Projekten (repräsentiert durch gelbe Kreise) und den Projektpartnern (rote Kreise).

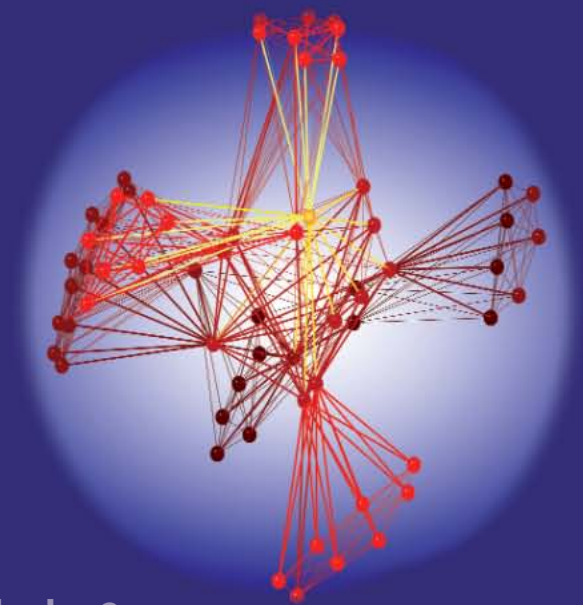
Analyse und Visualisierung:
 © FAS.research 2005
 Daten: Europäische Kommission
 Quelle: PROVISO, ein Projekt des BMBWK, BMVIT, BMLFUW und BMWA
 [www.bmbwk.gv.at/proviso]

© FAS.research 2005
 www.fas.at



Literatur

- BATAGELJ Vlado, ZAVERNIK M.: Short Cycles Connectivity, 2003
<http://arxiv.org/abs/cs.DS/0308011>
- BOCCARA Nino - Modeling Complex Systems. New York, 2004
- BONACICH Phillip, BIENENSTOCK Elisa Jayne - Balancing Efficiency and Vulnerability in Social Networks. In: Dynamic Social Network Modeling and Analysis. Workshop Summary and Papers. National Academy of Science, Washington, 2003
- BORGATTI Steve P., JONES C. and EVERETT M. G. - Network measures of social capital. In: Connections, 21(2):-36. 1998
- BORGATTI Steve P. - The Key Player Problem. In: Dynamic Social Network Modeling and Analysis: Workshop Summary and Papers, R. Breiger, K. Carley, P. Pattison (Eds.), National Academy of Sciences Press, Pp. 241-252. 2003
- BURT Ronald - Structural Holes; The Social Structure of Competition. Cambridge MA, 1992
- BURT Ronald - The Network Structure of Social Capital. In: B. M. Staw (Eds.), Research in Organizational Behavior. Greenwich CT, 2000
- CARLEY Kathleen, KRACKHARDT David - A PCANS Model of Structure in Organization. In: Proceedings of the 1998 International Symposium on Command and Control Research and Technology, 113-119. June, Monterey, 1998
- CARLEY Kathleen, KRACKHARDT David - A Typology for C2 Measures. In: Proceedings of the 1999 International Symposium on Command and Control Research and Technology. Newport, 1999
- CARRINGTON Peter J., SCOTT John, WASSERMAN Stanley - Models and Methods in Social Network Analysis. Cambridge University Press, 2005
- CROSS Rob, PARKER Andrew - The Hidden Power of Social Networks: Understanding How Work Really Gets Done in Organizations. 2004
- de NOOY Wouter, MRVAR Andrej, BATAGELJ Vladimir - Exploratory Social Network Analysis with Pajek. New York, 2005
- GARGIULO Martin, RUS Andrej - Access and Mobilisation: Social Capital and Top Management Response to Market Shocks. 2001; http://www.insead.edu/~gargiulo/research_activities.htm
- GRANOVETTER Mark S. - The Strength of Weak Ties. In: American Journal of Sociology, 78. Jg. (1973), H. 6, S. 1360-1380. 1973
- GRANOVETTER Mark - Social Networks in Silicon Valley. With Emilio Castilla, Hoky Hwang and Ellen Granovetter. Pp. 218-247 in Chong-Moon Lee, William F. Miller, Marguerite Gong Hancock and Henry S. Rowen (Ed.), The Silicon Valley Edge. Stanford, 2000
- GRANOVETTER Mark - The Impact of Social Structure on Economic Outcomes. In: Journal of Economic Perspectives. Winter 2005
- HARGADON Andrew - How Breakthroughs Happen: The Surprising Truth About How Companies Innovate. Boston, 2003
- JEN Erica - Robust Design: A Repertoire of Biological, Ecological and Engineering Case Studies. New York, 2005
- KATZMAIR Harald - Social Network Analysis. The Science of Measuring, Visualizing and Simulating Social Relationships. In: Timeshift - Die Welt in 25 Jahren. Festival für Kunst, Technologie und Gesellschaft. Katalog zum Festival Ars Electronica. Linz, 2.-7.9. 2004
- KATZMAIR Harald - The Measurement of the Innovation Potential. How to detect excellent Innovation Networks by Means of Social Network Analysis; Report for the Austrian Ministry of Economy and Labor. Wien, 2005
- KAUFFMAN Stuart - Investigations. New York, 2000
- KREBS Charles - Ecological Methodology. Menlo Park, 1999
- LANGTON Christopher - Artificial Life. Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Vol. 6. Redwood City, 1989
- LIN Nan - Social Capital. A Theory of Social Structure and Action. Cambridge, 2001
- MAGURRAN Anne - Measuring Biological Diversity. Malden, Oxford, 2004
- MEYER Christopher, DAVIS Stan - The Coming Convergence of Information, Biology and Business. New York, 2003
- MITCHELL Melanie, NEWMAN Mark - Complex systems theory and evolution. In the: Encyclopedia of Evolution, M. Pagel (Ed.). Oxford University Press, New York, 2002
- NEWMAN Mark E. J., GIRVAN Michelle, DOYNE J. - Optimal design, robustness, and risk aversion, Farmer, Phys. Rev. Lett. 89, 028301. 2002
- NEWMAN Mark E. J. - The structure and function of complex networks. In: SIAM Review 45, 167-256. 2003
- SHANNON Claude, WEAVER Warren - Mathematical Theory of Communication. Urbana, Chicago, 1963
- SOLE Ricard, GOODWIN Brian - Signs of Life: How Complexity Permeates Biology. New York, 2002
- VALENTE W. Thomas - Network Models of the Diffusion of Innovations (Quantitative Methods in Communication Subseries). 1995
- WASSERMAN Stanley, FAUST Katherine - Social Network Analysis. Methods and Applications. Cambridge, 1994
- WASSERMAN Stanley, STEINLEY Douglas - Sensitivity Analysis of Social Network Data and Methods: Some Preliminary Results. In: Dynamic Social Network Modeling and Analysis. Workshop Summary and Papers. National Academy of Science. Washington, 2003
- WATTS Duncan, SABEL Charles, DODDS Peter - Information exchange and robustness in organizational networks. In: Proc. Nat. Acad. Sci., 2003
- WHITE Douglas R., POWELL Walter W., OWEN-SMITH Jason - Embeddedness in Multiple Networks, Organization Theory and Structural Cohesion Theory. In: Computational and Mathematical Organization Theory. May 2003



Strategie 2010

Exzellenz – eine Frage des Geschlechts?

Mitglieder des Rates für Forschung und Technologieentwicklung

Impressum

Strategie 2010 –

Perspektiven für Forschung, Technologie und Innovation in Österreich, August 2005 / Executive Summary.



Mit der „Strategie 2010 – Perspektiven für Forschung, Technologie und Innovation in Österreich“ eröffnet der Rat für Forschung und Technologieentwicklung eine neue Etappe der öffentlichen Diskussion über FTI-Politik. Ziel ist die Intensivierung eines strategischen Diskurses, der in die Erarbeitung eines nationalen Aktionsplans münden soll.

Die „Strategie 2010“ ist dabei auf ein globales Ziel ausgerichtet: **Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Dynamik der österreichischen Volkswirtschaft, um nachhaltiges Wirtschaftswachstum und expansive Beschäftigungsentwicklung zu ermöglichen.**

Rückblick und Perspektive

Den Ausgangspunkt der „Strategie 2010“ bildet eine Standortbestimmung Österreichs in der FTI-Politik am Ende der ersten Amtsperiode. Sie liefert ein erfreuliches Bild: Österreich hat in den vergangenen Jahren einen beachtlichen Aufholprozess in der FTI-Politik hinter sich gebracht. Die Forschungsquote stieg in Österreich in den vergangenen fünf Jahren von 1,9 auf 2,35 Prozent und liegt jetzt deutlich über dem EU-Durchschnitt.

Wichtige Strukturreformen wie die Einrichtung der Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft (AWS), der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und die Reform des Wissenschaftsfonds FWF versprechen mehr Effizienz im Innovationssystem.

Dieser Befund eröffnet Österreich heute die Perspektive, zu den europäischen Spitzenperformern in Forschung, Technologie und Innovation aufzuschließen. Um diese Chance zu realisieren, bedarf es einerseits der festen Verpflichtung aller Akteure im Innovationssystem, ihr im Aufholpro-

zess bewiesenes Engagement weiter zu steigern und die Investitionen in Forschung und Entwicklung (F&E) auf dem steilen Wachstumspfad der vergangenen Jahre zu halten. Gleichzeitig ist es notwendig, Qualität und Effizienz im österreichischen Innovationssystem deutlich zu steigern und so den Ertrag der Investitionen in F&E zu erhöhen.

Die neue strategische Ausrichtung lässt sich in drei Leitsätze fassen:

- Qualität in der Breite forcieren und Exzellenz an der Spitze fördern.
- Vernetzung und Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft verstärken.
- Effizienz und Effektivität des Förderungssystems steigern.

<http://www.rat-fte.at/UserFiles/File/Strategie2010.pdf>

Ziele und Handlungsfelder

Entsprechend dieser strategischen Ausrichtung identifiziert der Rat zehn strategische Handlungsfelder und formuliert für jedes einzelne konkrete Empfehlungen:

1. An den Hochschulen gilt es, Bedingungen für Forschung und Lehre auf internationalem Spitzenniveau zu schaffen und für die Zukunft zu garantieren.

Der Rat empfiehlt daher:

- eine erhöhte Dotation des universitären Forschungsinfrastrukturprogramms
- eine Erhöhung des FWF-Budgets um jährlich rund neun Prozent
- eine forcierte Profilbildung an den Universitäten, die zu einer Konzentration von Studienrichtungen führt

2. Die Stärkung der Innovationsfähigkeit der Unternehmen ist entscheidend für die aktive Gestaltung des Strukturwandels im Zuge der Globalisierung und daher ein zentrales Ziel der FTI-Politik.

Der Rat empfiehlt daher:

- die Optimierung des Systems der indirekten Forschungsförderung
- die Erhöhung des FFG-Budgets um jährlich rund neun Prozent
- die Optimierung der Instrumente zur Stärkung der Gründungsdynamik und die Ausweitung der Headquarter-Strategie

3. Die Zusammenarbeit von Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft im kooperativen Sektor ist essenziell für die Leistungsfähigkeit des Innovationssystems und muss weiter intensiviert werden.

Der Rat empfiehlt daher:

- die konsequente Fortsetzung der Wachstumsstrategie für den kooperativen Sektor
- die rasche Umsetzung und entsprechende Dotierung des Programms für die Weiterentwicklung der Kompetenzzentren
- die Zusammenführung und steigende Dotierung der unter dem Titel BRIDGE vom FWF und der FFG gestarteten Programme an der Schnittstelle zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung

4. Die Entwicklung einer Exzellenzstrategie, begleitet von einer Qualitätsoffensive auf allen Ebenen des Innovationssystems, soll den Vorstoß in internationale Spitzenpositionen garantieren.

Der Rat empfiehlt daher:

- die Umsetzung des Konzepts einer Exzellenz-Universität unter dem Titel „Austrian Institute of Advanced Science and Technology“ (AIST)
- die Entwicklung eines Konzepts für alle Durchführungssektoren
- umfassende Exzellenz-Strategie
- die Ermöglichung der Herausbildung weiterer Exzellenz-Zentren in allen Durchführungssektoren

5. Die Entwicklung des Europäischen Forschungsraums verlangt von der nationalen FTI-Politik eine internationale Orientierung und die Entwicklung klarer Partizipationsstrategien.

Der Rat empfiehlt daher:

- die Erarbeitung einer nationalen Strategie zur Beteiligung an den Programmlinien ERA-NET, ERA-NET plus und den Programmen nach Art. 169 im Rahmen des 7. Forschungsrahmenprogramms
- die verstärkte Teilnahme an bestehenden Forschungsinfrastrukturen in Europa

6. Die regionale Dimension spielt im Innovationssystem eine wichtige Rolle, die effiziente Abstimmung der regionalen und nationalen F&E-Aktivitäten wird dabei zu einer prioritären Aufgabe.

Der Rat empfiehlt daher:

- die Einrichtung einer Kooperationsplattform zur Abstimmung der Aktivitäten von Bund und Bundesländern
- die verstärkte Positionierung der Fachhochschulen als regionale Kristallisationspunkte von Forschungsverbünden
- die Bündelung der Technologietransferprogramme des Bundes

7. Die Sicherung der Humanressourcen für F&E erfordert die Erhöhung des Anteils der Frauen in der Forschung, eine Hochschulausbildung auf Spitzenniveau und die Förderung der Mobilität.

Der Rat empfiehlt daher:

- die Implementierung von Gender Mainstreaming (GM) in allen Bereichen der FTI-Politik und die Fortsetzung der Initiative fforte zur Förderung von Frauen in Forschung und Technologie
- die Erarbeitung einer Österreichstrategie zur Förderung lebensbegleitenden Lernens
- die Neugestaltung der Stipendienprogramme

8. Der Staat muss in seinen vielfältigen Rollen als Förderer, Nachfrager, Regulator und Verwaltungsmanager strategisch agieren, um die Dynamik von Innovationsprozessen zu erhöhen.

Der Rat empfiehlt daher:

- den flächendeckenden Ausbau von E-Government-Angeboten
- die Stärkung von Forschungsthemen mit Doppeldividende wie die FORNE-Strategie zur Nachhaltigkeitsforschung oder das Programm zur Sicherheitsforschung

9. Nach institutionellen Reformen braucht das Förderungssystem nun auf der Programmebene ein effizientes Management des Förderungsportfolios mit Monitoring und Evaluierungsinstrumenten.

Der Rat empfiehlt daher:

- die Konzentration der FTI-Kompetenzen des Bundes in zwei Ministerien
- die Auslagerung bisher noch in den Ministerien abgewickelter Programme an die Förderungsagenturen
- die Erarbeitung eines integrierten Gesamtkonzepts für das Portfolio an FTI-Förderungsprogrammen
- die verpflichtende Evaluierung aller Programme mit mehr als fünfjähriger Laufzeit oder einem Volumen von mindestens einer Million Euro

10. Der Mitteleinsatz für F&E ist nach der erfreulichen Entwicklung der vergangenen Jahre konsequent weiter zu steigern und nach strategischen Zielsetzungen auszurichten.

Der Rat empfiehlt daher:

- die Steigerung der öffentlichen Budgets für F&E um jährlich sieben bis neun Prozent
- die größte Steigerung der F&E-Ausgaben im kooperativen Sektor (plus rund 80 Prozent bis 2010), eine 70-prozentige Zunahme für den Unternehmenssektor und ein rund 40-prozentiges Wachstum für den Hochschulsektor
- die Inanspruchnahme der einzelnen Finanzierungsquellen entsprechend einer klaren strukturellen Logik (Finanzierung von Basisprogrammen und unbefristeten Aufwendungen aus den ordentlichen Budgets, Mittel der FTE-Nationalstiftung für neue Programme und Initiativen mit langfristiger Ausrichtung, Mittel des Offensivprogramms für Impulsprogramme temporären Charakters)

Exzellenz, eine Frage des Geschlechts?

Gleiche Chancen für Frauen in Forschung und Technologie. Von Brigitte Tiefenthaler

In Österreich stellen Frauen mehr als die Hälfte der Studierenden an Universitäten und seit 1999 auch die Mehrheit der AbsolventInnen, doch nur knapp ein Drittel der AssistentInnen und weniger als zehn Prozent der ProfessorInnen. Frauen konnten sich also ihren Platz als Studentinnen erobern, nicht aber im gleichen Ausmaß als Forscherinnen in Wissenschaft und Wirtschaft: Sie sind nach wie vor unterrepräsentiert, vor allem in Führungs- und Entscheidungspositionen, in der industriellen Forschung sowie in den meisten naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen.

Die Gründe für diese Situation sind vielfältig und komplex und reichen von der oft „typischen“ Berufswahl über die mangelnde Förderung während des Studiums und der Berufslaufbahn bis hin zu Strukturen, welche die Karrieremöglichkeiten von Frauen stark einschränken.

Wissenschaftliche Befunde deuten darauf hin, dass bei manchen Auswahlprozessen und Evaluierungsverfahren die Leistungen von Frauen und Männern unterschiedlich bewertet werden. Exzellenz ist außerdem nicht nur das Ergebnis von Talent, harter Arbeit und individueller Leistung. Exzellenz ist zum Teil auch ein Ergebnis guter Netzwerke und persönlicher Unterstützung.

Will man also die Situation von Frauen in FTI verstehen und verbessern, ist es unerlässlich, sich mit den Begriffen der wissenschaftlichen Qualität und Exzellenz vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Zuschreibungen und Ansprüche auseinander zu setzen sowie die Bewertungsverfahren, Karriereverläufe und Stereotypen zu analysieren. Folgende Fragen sind dabei wichtig: Nach welchen Kriterien und mit welchen Verfahren wird derzeit wissenschaftliche Exzellenz gemessen und bewertet? Sind diese Kriterien und Verfahren geschlechtsneutral? Unter welchen Bedingungen ist es Frauen in gleichem Maße wie Männern möglich, wissenschaftliche Exzellenz zu entwickeln,

in exzellenten Forschungsnetzwerken zu arbeiten und in Spitzenpositionen aufzusteigen?

Die Benachteiligung von Frauen in FTI ist nicht nur eine Verschwendung von qualifizierten Humanressourcen, sondern auch ein Hindernis für die Entwicklung von FTI in Europa. Wenn Österreich dabei eine internationale Spitzenposition erreichen will, kann und darf es nicht länger auf die Kreativität und das Know-how von Frauen verzichten. Deshalb gehört es zu den Zielen der „Strategie 2010“, Chancengleichheit für Frauen und Männer in FTI zu verwirklichen und zu erreichen, dass Frauen aliquot in allen Sektoren und Ebenen von FTI vertreten sind.

Die dazu notwendigen Instrumente sind Gender Mainstreaming sowie die Förderung von Frauen. Eine zentrale Rolle spielt die vom Rat initiierte interministerielle Initiative fForte für die Förderung von Frauen in Forschung und Technologie: fFORTE hat sich bewährt, die Initiative soll daher fortgesetzt und weiterentwickelt werden. Diskriminierende Rahmenbedingungen und Strukturen, die Ungleichheit hervorbringen, können mit konsequentem Gender Mainstreaming verändert werden. Gender Mainstreaming wurde in Österreich im Jahr 2001 als Verpflichtung für alle Politikbereiche gesetzlich verankert, doch Gender Mainstreaming und Frauenförderung sind nicht allein Aufgaben des Bundes: Die Gleichstellung von Frauen in Forschung und Innovation ist nur erreichbar, wenn alle Akteure des Innovationsystems sich in ihrem Wirkungsbereich dafür einsetzen. ■



Brigitte Tiefenthaler,
Geschäftsstelle des
Rats für Forschung und
Technologieentwicklung

Mitglieder des Rates

Rat für Forschung und Technologieentwicklung

Am 6. September 2005 begann die zweite Funktionsperiode des Rates für Forschung und Technologieentwicklung, die bis 2010 dauert. Der Rat wurde im Jahr 2000 von der österreichischen Bundesregierung eingerichtet; mit 1. September 2004 wurde ihm eine eigene Rechtspersönlichkeit verliehen. Sein Wirkungsbereich umfasst das gesamte nationale Innovationssystem und seine Empfehlungen können gleichermaßen von Bundes- und Landesstellen eingeholt werden. Sein Ziel ist es, einen maßgeblichen Beitrag zur Schaffung und Implementierung einer zukunftsorientierten Forschungs-, Tech-

nologie- und Innovationspolitik zu leisten. Die Ratsversammlung hat acht stimmberechtigte Mitglieder: Je vier davon werden von der Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kunst sowie vom Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie bestimmt. Weiters gehören der Ratsversammlung ohne Stimmrecht der Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie, die Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur, der Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit und der Bundesminister für Finanzen oder von diesen BundesministerInnen entsandte VertreterInnen an.

Die stimmberechtigten Ratsmitglieder sind



Der gebürtige Dortmunder Knut Consemüller studierte Eisenhüttenkunde und Wirtschaftswissenschaften. 1991 wurde Consemüller als Verantwortlicher für Forschung & Entwicklung in den Vorstand des Böhler-Uddeholm-Konzerns berufen. Er war von 1976 bis 1984 Mitglied des

Dipl.-Ing. Dr. Knut CONSEMÜLLER – Vorsitzender des Rates ■

deutschen Technologie-Beirates. Er wurde bei der konstituierenden Sitzung des Rates am 6. September 2000 zum Vorsitzenden gewählt. In dieser Funktion wurde er auch für die zweite Funktionsperiode des Rates von 6. September 2005 bis 5. September 2010 bestätigt.



Günther Bonn, geboren in Innsbruck, studierte an der dortigen Leopold-Franzens-Universität Chemie. 1995 folgte er einem Ruf als ordentlicher Universitätsprofessor für Analytische Chemie an das Institut für Analytische Chemie und Radiochemie an die Universität Innsbruck. Bonn war

Univ.-Prof. Dr. Günther BONN – Stellvertretender Vorsitzender ■

bis 2003 Mitglied und Referent des FWF und ist zurzeit Mitglied des Universitätsrates der Medizinischen Universität Innsbruck. In den Rat für Forschung und Technologieentwicklung bestellt hat ihn im Jahr 2000 und 2005 die Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur.



Dervilla Donnelly wurde in Dublin geboren und studierte an der University of Ireland Chemie. Mitte der achtziger Jahre übernahm sie eine Professur für Photochemie. Donnelly war Mitglied und Vizepräsidentin des Exekutivrates der Europäischen Wissenschaftsstiftung und der

Univ.-Prof. Dr. Dervilla DONNELLY ■

europäischen Wissenschafts- und Technologievereinigung ESTA. Sie ist Vorsitzende des Dublin Institute for Advanced Studies. Donnelly wurde im Jahr 2000 und 2005 von der Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur in den Rat bestellt.



Der heutige Generaldirektor der Siemens AG Österreich studierte an der Wiener Technischen Hochschule Physik. Er trat 1965 bei den Wiener Schwachstromwerken ein und übernahm dort wenig später den Bereich der Softwareentwicklung. 1992 wurde er in den Konzernvorstand berufen, 1994 zum Vorstandsvorsitzenden gewählt.

Dipl.-Ing. Albert HOCHLEITNER ■

Albert Hochleitner wird seit mehreren Jahren als Experte für wirtschaftsrelevante Fragen der Forschungs- und Technologiepolitik herangezogen. Er wurde im Jahr 2000 und 2005 von der Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur in den Rat bestellt.

■ **Dipl.-Ing. Reinhard PETSCHACHER**

Reinhard Petschacher kann auf dem Gebiet der Halbleiter-Technologien als Spezialist der ersten Stunde bezeichnet werden. Nach dem Studium der Nachrichtentechnik an der TU Wien arbeitete er an optischen Systemen für Daimler-Benz in Ulm, wechselte 1980 in das Mikroelektronikentwicklungszentrum von Siemens in Villach. Später übernahm er das Entwicklungsmanage-

ment für Telekommunikationskomponenten an den Standorten Villach und München. Reinhard Petschacher ist Entwicklungsleiter des Bereichs Automotive, Industrial und Multimarket der Infineon Technologies AG. Er wurde vom Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie im Jahr 2000 und 2005 in den Rat bestellt.



■ **Mag. Hans SCHÖNEGGER**

Hans Schönegger studierte an der Universität Innsbruck Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftspädagogik. 1995 trat er als Leiter des Förderbereichs in den Kärntner Wirtschaftsförderungsfonds (KWF) ein, wo er 2002 zum Vorstand bestellt wurde. Hans Schönegger ist seit 1998 Geschäftsführer der Kärntner Betriebsansiedlungs- und

BeteiligungsgmbH und seit 2002 Geschäftsführer der Lakeside Science & Technology GmbH. Er zeichnet für die Projektierung, Entwicklung und Errichtung dieses einzigartigen Wissenschafts- und Technologieparks verantwortlich. Er wurde vom Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie in den Rat bestellt.



■ **Prof. Dipl.-Ing. Jürgen STOCKMAR**

Nach dem Maschinenbau-Studium arbeitete der in Deutschland geborene Jürgen Stockmar bei Audi und danach bei Steyr-Daimler-Puch, wo ihm 1985 im Vorstand die Verantwortung für Forschung und Entwicklung übertragen wurde. Nach der Berufung in den Vorstand der Audi AG kehrte er 1990 als Vorstand zu Steyr-Daimler-Puch zurück. Nach seiner Tätigkeit als Entwicklungs-

vorstand der Adam Opel AG übernahm er 1998 bei Magna International die weltweite Verantwortung für Entwicklung und Technologien. Er ist seit 1997 an der TU Wien tätig und initiierte die Gründung des Frank-Stronach-Instituts an der TU Graz. Jürgen Stockmar wurde vom Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie in den Rat bestellt.



■ **Dr. Gabriele ZUNA-KRATKY**

Nach Abschluss ihrer Ausbildung war Gabriele Zuna-Kratky von 1981 bis 1988 im Lehramt für Polytechnische Lehrgänge tätig. Im Juni 1988 promovierte sie zur Doktorin der Philosophie und arbeitete dann im Bundesministerium für Unterricht und Kunst in der Abteilung Schulfernsehen/Schulfunk und Medienerziehung sowie in der Abteilung Medienservice. Im Oktober 1997 wurde sie zur Direktorin der Österreichischen Phonothek bestellt. Seit 1. Jänner 2000 ist sie die erste weib-

liche Geschäftsführerin eines Technikmuseums – des Technischen Museums Wien. Zuna-Kratky ist unter anderem Universitätsrätin an der Universität für Angewandte Kunst Wien, Kuratoriumsmitglied im Deutschen Museum München und Stiftungsrätin im Berliner Technikmuseum. Gabriele Zuna-Kratky wurde von der Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur im September 2005 in den Rat bestellt.



Die beratenden Mitglieder:

■ **Martin BARTENSTEIN** – Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit

■ **Elisabeth GEHRER** – Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur

■ **Hubert GORBACH** – Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie

■ **Karl-Heinz GRASSER** – Bundesminister für Finanzen

IMPRESSUM



Herausgeber

Rat für Forschung und Technologieentwicklung
Tech-Gate Wien
Donau-City-Straße 1
A-1220 Wien
www.rat-fte.at

FAS.research



Network Analysis for Science and Business

FAS.research
Müllnergasse 3/1
A-1090 Wien
www.fas.at

Für den Inhalt verantwortlich

Alle Beiträge repräsentieren die Meinung der Autoren.
Die Publikation dieser Meinungen bedeutet weder
Zustimmung noch Ablehnung dieser Meinungen.
Die Herausgeber.

Wissenschaftskommunikation

Julia Harlfinger

Übersetzung

Camilla Nielsen

Gestaltung

Grafikatelier Heuberger

Images

Copyright bei den Wissenschaftlern

Fotos

Kurt Pinter, Gabriela Janu, Archive

Druck

Kärntner Druckerei

science  ORF.at



Medienpartner

<http://oe1.ORF.at/>
<http://science.ORF.at/>

Die Daten des 6. Rahmenprogramms wurden bereitgestellt durch

PROVISO, ein Projekt von BMBWK, BMVIT,
BMLFUW und BMWA
c/o BMBWK
Rosengasse 2-6
A-1010 Wien
Tel.: +43/1/531 20-62 14
Fax: +43/1/531 20-81 62 14
www.bmbwk.gv.at/proviso



EXZELLENT NETZWERKE

