



seit 1558

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Jena Research Papers in Business and Economics

Netzwerke und Leistungseliten in Forschung und Entwicklung

Christiane Götze

22/2007

Jenaer Schriften zur Wirtschaftswissenschaft

Working and Discussion Paper Series
School of Economics and Business Administration
Friedrich-Schiller-University Jena

ISSN 1864-3108

Publisher:

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Carl-Zeiß-Str. 3, D-07743 Jena
www.jbe.uni-jena.de

Editor:

Prof. Dr. Hans-Walter Lorenz
h.w.lorenz@wiwi.uni-jena.de
Prof. Dr. Armin Scholl
armin.scholl@wiwi.uni-jena.de

www.jbe.uni-jena.de

Netzwerke und Leistungseliten in Forschung und Entwicklung

*Dipl.-Kffr. Christiane Götze**

Zusammenfassung

Erkenntnisse über Netzwerkstrukturen in F&E und über ihre technologisch herausragenden Mitarbeiter fußen bisher ausschließlich auf Ergebnissen qualitativer Untersuchungen. Der Versuch einer stärkeren quantitativen Fundierung für das strategische Human Resource Management in diesem Bereich steht bisher aus. Der vorliegende Beitrag ist vor diesem Hintergrund bestrebt, die entstandene Lücke mittels Kombination der Methoden der Patent- und der Netzwerkanalyse zu schließen. Er zeigt anhand der Untersuchung einer Patentstichprobe aus der Herzschrittmachertechnologie, dass sich ein Großteil der Leistung in Forschung und Entwicklung nicht nur auf einige wenige Köpfe konzentriert, sondern vor allem, dass sich diese Leistungsträger signifikant von ihren Miterfindern unterscheiden. Sie weisen umfangreichere Netzwerkkontakte auf, befinden sich eher auf Mittlerpositionen und tendieren dazu, häufiger mit denselben Erfindern zusammen zu arbeiten. Einige Erkenntnisse qualitativ orientierter Studien können somit bestätigt, andere müssen verworfen werden.

Schlüsselwörter: Netzwerk, F&E, Patente, Erfinder, Personal

Summary

Scientific research concerning R&D network structures and the characteristics of their top-performing inventors has thus far mainly been based on qualitative studies. A stronger empirical foundation for Strategic Human Resource Management in this field is still pending. This paper fills this vacancy by combining the two methods of patent and network analysis. It shows by means of a patent sample from cardiac pacemaker technology, that the majority of technological performance is not only concentrated on just a few individuals, but that they even more importantly show characteristics dissimilar to their fellow inventors. The top-performing inventors possess substantially more contacts within the network, are more likely to take a mediator position, and work in conjunction with the same actors more frequently. Some findings of qualitative studies can thus be confirmed, whereas others must be rejected.

Keywords: network, R&D, patents, inventor, co-inventorship, human resource

* Friedrich-Schiller-Universität Jena, Lehrstuhl für ABWL und Produktion/Industriebetriebslehre, Carl-Zeiß-Straße 3, D-07743 Jena. E-mail: c.goetze@uni-jena.de.

A. F&E-Eliten als Wettbewerbsfaktor

Es ist immer die Leistung, die bestimmt, wer zur Elite zählt (Ludwig Marcuse (1894-1971), deutscher Literaturhistoriker und Philosoph). Dass eine personelle Leistungselite in Unternehmen einen besonderen Vermögenswert darstellt, die es zu identifizieren und zu fördern gilt, liegt aus ökonomischer Sicht auf der Hand. Handelt es sich dabei um innovative Leistung, die in Forschung und Entwicklung erbracht wird, ist das Erkennen und Schaffen von diesbezüglich günstigen Strukturen ein ausschlaggebender Wettbewerbsfaktor. Dies belegen auch zahlreiche Studien, die sich mit dem Erfolg von Innovationsteams oder der Abgrenzung einzelner herausragender Akteure im F&E-Bereich beschäftigen.¹ Da nicht nur seitens Organisationstheoretikern und Soziologen davon ausgegangen wird, dass ein beliebig definierbarer „Erfolg“ oder eine „Leistung“ im Kontext von umgebenden Akteuren erbracht wird, spielt dabei auch die Analyse von personenbezogenen Netzwerken eine zunehmend größere Rolle.

Die vorliegende Arbeit greift diesen Netzwerkgedanken auf und versucht, anhand von empirisch fassbaren Patentdaten Erfindernetzwerke abzubilden, die andernfalls nur durch Interviews erfragt werden könnten. Ziel ist es, Aussagen über die Stellung und Eigenschaften herausragender Akteure, der Leistungsträger im Netzwerk (in ihrer Gesamtheit zuvor auch als Leistungseliten bezeichnet), zu gewinnen. Dabei werden anhand bereits existierender Erkenntnisse aus der Forschung Arbeitshypothesen entwickelt, die mit Hilfe einer fast 300 Patente umfassenden Stichprobe aus der Herzschrittmacherindustrie bestätigt oder widerlegt werden sollen. Das Ergebnis sind Netzwerkkennzahlen, die auf objektiven statistischen Daten basieren und den Interview-Bias umgehen. Da sämtliche bisher existierende Studien im hier abgegrenzten Themengebiet qualitativer Natur sind,² besitzt der vorliegende Beitrag somit Neuheitsgrad. Er zielt darüber hinaus darauf ab, eine Grundlage zu bilden, auf der das strategische Human Resource Management Empfehlungen für die Gestaltung von Strukturen in F&E-Abteilungen ableiten kann.

B. Methodische Grundlagen und Hypothesenbildung

I. Patentbasierte F&E-Netzwerke

Ein Netzwerk ist nach Wasserman/Faust grundlegend definiert als “finite sets of actors and the relation or relations defined on them” (Wasserman/Faust, 1994, S. 20). Es kann beispielsweise nach Organisations- oder Gruppengrenzen, nach geographischen Grenzen oder

nach der Teilnahme der Akteure an bestimmten Ereignissen differenziert werden (vgl. Jansen 2006, S. 71f.). Die Beziehungen, die zwischen den Akteuren bestehen (sog. *ties*) können verschiedenster Art sein. Sie sind Kanäle für den Transfer von Ressourcen, die materiellen oder immateriellen Charakter haben (vgl. Wasserman/Faust, 1994, S. 18). Ein solcher Ressourcentransfer wird insbesondere im Rahmen des Tausches von immateriellen Ressourcen in Forschung und Entwicklung als entscheidender Faktor angesehen.³

Im vorliegenden Fall beschreibt dahingehend ein „set of actors“ Erfinder, die im Bereich Forschung und Entwicklung für Unternehmen tätig sind und durch gemeinsame Patente miteinander in Verbindung gebracht werden können (the „relations defined on them“). Eine Beziehung zwischen Akteuren liegt also dann vor, wenn sie mindestens einmal gemeinsam auf einer Patentschrift als Erfinder verzeichnet waren. Das Bestehen der Verbindung wird dabei nicht erfragt oder in einer anderen Form verifiziert. Es erscheint schlicht plausibel anzunehmen, dass eine Interaktion bzw. ein Austausch immaterieller Ressourcen zwischen den Akteuren stattgefunden haben muss, sobald sie als gemeinsame Erfinder auf einer Patentschrift verzeichnet sind. Dass eine solche Zusammenarbeit von Erfindern vor allem innerhalb eines abgegrenzten Technologiegebietes auftritt, sie in diesem Sinne also als „*finite set of actors*“ zu bezeichnen wären, ist intuitiv plausibel und wird insbesondere bei der Stichprobenfindung für die empirische Untersuchung wieder aufgegriffen.

Ein Patent ist wiederum definiert als gewerbliches Schutzrecht, das seinem Inhaber das Recht verleiht, für ein bestimmtes Gebiet (national, europaweit oder international) und einen von ihm festgelegten Zeithorizont (maximal 20 Jahre) Dritten die gewerbliche Nutzung seiner Erfindung zu untersagen bzw. diese selbst gewerblich zu nutzen. Die Bedingungen seiner Erteilung umfassen laut deutschem Patentrecht Neuheit, gewerbliche Anwendbarkeit und das Beruhen auf erfinderischer Tätigkeit (vgl. §1 PatG). Diese Bedingungen sind international ähnlich geregelt und gelten – als Vorgriff auf den späteren empirischen Teil – unter anderem auch für die USA (vgl. BMBF, 2002, S. 30 und Gassmann/Bader, 2006, S. 168 und 182).

Die zentrale Frage ist jedoch, inwieweit *Netzwerkbeziehungen* überhaupt mittels Patentdaten abgebildet werden können. Dies setzt zunächst voraus, dass Patentdaten die wichtigsten Austauschbeziehungen zwischen Akteuren erfassen und die Erlangung von Patenten Hauptziel bzw. gewünschtes Ergebnis sowohl für die betreffenden F&E-Bereiche, als auch für die einzelnen Erfinder ist. Schließlich könnte argumentiert werden, dass sich die Leistung von Erfindern gleichfalls in nicht patentierbaren oder aus strategischen Gründen nicht patentierten Arbeitsergebnissen niederschlägt.⁴ Dies soll hier jedoch vernachlässigt werden. Zum einen belegen Studien, dass lediglich ein Zehntel aller Unternehmen nicht patentiert (Durchschnitt

aller Branchen, vgl. Wirtschaftswoche, 2006, S. 121). Zum anderen kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund von Personalfluktuaton und der damit verbundenen Gefahr des Wissensabflusses die Strategie der Anmeldung einer Erfindung zum Patent bei weitem die Strategie der Geheimhaltung übersteigt (vgl. Gassmann/Bader, 2006, S. 48).⁵

Ein weiterer wichtiger Vorteil von Patentdaten ist, dass laut Patentgesetz jede natürliche Person, die zur Lösung eines technischen Problems beigetragen hat, auf der Patentschrift als Erfinder genannt werden muss (vgl. §37 PatG). Dies gilt auch für die internationale Patentpraxis. Wird dieser Prämisse nicht gefolgt, besteht die Gefahr juristischer Auseinandersetzungen, da Erfinder in der Regel Anspruch auf Beteiligung an den durch sie generierten Rückflüssen aus dem Patent haben. In Deutschland regelt dies das Arbeitnehmererfindungsgesetz (ArbEG), in anderen Ländern, wie z.B. den USA werden solche Vereinbarungen im Rahmen der vertraglichen Regelungen des Arbeitsverhältnisses festgelegt (vgl. §§8 und 9 ArbEG sowie BMBF, 2002, S. 34). Damit ist für alle beteiligten Erfinder ein Anreiz gegeben, auf der Patentschrift genannt zu werden bzw. auf nicht mehr Personen zu verweisen, als notwendig. Es wird außerdem davon ausgegangen, dass die Praxis, Vorgesetzte auf Patentschriften der ihnen unterstellten Teams zu benennen, keinen verzerrenden Effekt hat. Hingegen wird angenommen, dass diese Vorgesetzten im Falle einer Nennung durchaus einen Beitrag zur Lösungsfindung geleistet haben müssen –durch Teamführung (die auch technische Leitung umfassen dürfte) bzw. Vorgaben und Feedback zu Lösungsansätzen eines Forschungsproblems.

Auf Basis dieser Annahmen erscheint es schließlich plausibel davon auszugehen, dass Patente durchaus in der Lage sind, realistische Abbilder von (Wissens-) Austauschbeziehungen in Forschung und Entwicklung zu zeichnen. Patente können jedoch nicht nur in dieser Hinsicht als Instrument dienen, es kann zudem gezeigt werden, dass Patente und die in ihnen enthaltenen Informationen sich als Maßstab zur Leistungsmessung bzw. –bewertung von Erfindern eignen.

II. Patente zur Leistungsbewertung von F&E-Akteuren

Ob und in welcher Hinsicht Leistung grundsätzlich gemessen werden kann, ist in Literatur und Praxis umstritten. Becker spricht hier von einem „schillernden“ Leistungsbegriff und weist auf die meist wertbehaftete Verwendung hin (vgl. Becker, 2003, S. 11ff. und 41 ff). Ohne verschiedene Definitionen an dieser Stelle einander gegenüber stellen zu wollen, kann konstatiert werden, dass Leistung generell einen Beitrag zur Erreichung der betrieblichen

Ziele beschreibt und aufgabenabhängig definiert werden muss. Sie ist stets als hypothetisches Konstrukt zu verstehen, dass nur mittels Hilfsgrößen operationalisiert werden kann (vgl. Becker, 2003, S. 83). Grundsätzlich kann sich Leistungsmessung am Input, Throughput oder Output eines Akteurs orientieren (vgl. Steinmann/Schreyögg, 2005, S. 796).⁶

Die Leistungsbewertung von F&E-Akteuren mittels Patenten ist als Form der outputorientierten Leistungsmessung einzustufen. Sie setzt am Arbeitsergebnis an und bietet im Fall der Forschung und Entwicklung, die Patente als Arbeitsergebnis generiert, den entscheidenden Vorteil auch für Außenstehende beobachtbar zu sein. Mittels Patentdatenbanken können vergleichsweise einfach Patentschriften eingesehen bzw. Daten zu Patenten erhoben werden. Was die nicht erfassbaren Arbeitsergebnisse betrifft (darunter könnten beispielsweise auch Faktoren wie Beiträge zum Arbeitsklima fallen), so sind sie extern kaum beobachtbar und gleichzeitig in ihrer Art schwer messbar und werden deshalb an dieser Stelle bewusst ausgeblendet.⁷ Wählt man Patente als Maßstab, die Leistung von Erfindern abzubilden, so ist damit zudem ein empirisch fassbares Maß gegeben, dass die bei der input- und throughputorientierten Leistungsmessung kritisierte Subjektivität bei der Leistungsmessung auf ein Mindestmaß reduziert (vgl. Steinmann/Schreyögg, 2005, S. 796 und Werner, 2002, S. 63).

Für die Wahl der Patente als Beziehungskriterium spricht gleichfalls die Tatsache, dass Erfindungen von rational handelnden Unternehmen ohnehin nur dann zum Patent angemeldet bzw. bis zur Erteilung gebracht werden, wenn sie monetäre Rückflüsse versprechen bzw. ihr Nutzen die Kosten der Patentierung übersteigt.⁸ Das heißt, Patente sind durchaus ein Indikator dafür, dass ein positiver Beitrag zur Erreichung der Unternehmensziele geleistet wurde. Vor diesem Hintergrund wurden sie bereits häufiger als Proxygröße für die Leistungsfähigkeit und Innovationskraft von Unternehmen herangezogen (vgl. z.B. Breitzman et al, 2002 und Haupt, 2005).

III. Leistungsverteilung und Identifikation von Leistungsträgern

Studien belegen, dass Leistung innerhalb einer Grundgesamtheit von Akteuren nicht gleich verteilt ist. Erste Erkenntnisse gehen dabei bis zum Ende des 19. Jh. zurück. Galton vergleicht beispielsweise Examensresultate von Studenten und kommt zu dem Schluss, dass stets nur Wenige in der Lage sind, Spitzenleistungen zu erzielen, wohingegen die große Masse eher durchschnittliche Leistungen vollbringt (vgl. Galton, 1910, S. 18ff.).⁹

Eine weitere, aus der Bibliometrie bekannte Studie, die zu ähnlichen Resultaten führt, stammt von Lotka (1926). Er untersucht die Verteilung des Publikationsoutputs von Wissenschaftlern und kommt zu dem Ergebnis, dass die diesbezügliche Leistung hoch konzentriert ist und zudem mathematisch formulierbaren Gesetzmäßigkeiten folgt (vgl. Lotka, 1926, S. 317). So postuliert er, dass die Regressionsbeziehung zwischen der Anzahl der Erfinder (y) und der Anzahl ihrer Publikationen (x) der Proportionalität $y \sim x^{-2}$ bzw. der Gleichung $y = c \cdot x^{-2}$ genügt ($c = konst.$). Daraus folgt gleichzeitig $\lg y \sim \lg (x^{-2})$ bzw. $\frac{\lg y}{\lg x} \sim -2$ (vgl. auch

grafische Darstellung des Gesetzes in Lotka, 1926, S. 322). So finden sich in einer Grundgesamtheit von beispielsweise 100 Erfindern etwa 25 Akteure, die 2 Patente vorzuweisen haben ($y = 100 \cdot x^{-2}$; $x = 2 \Rightarrow y = 25$), $11, \bar{1}$ Akteure, die 3 Patente generieren und 6,25 Akteure mit 4 Patenten etc. Studien verschiedener Autoren mit Bezug auf Publikationsoutputs, aber auch Patentoutputs von Erfindern konnten diesen Zusammenhang bestätigen (vgl. Lotka, 1926, S. 320, sowie Narin/Breitzman, 1995, Vitt, 1998, Ernst et al, 1999, Breitzman et al, 2002).

Um Leistungsträger in F&E-Abteilungen zu identifizieren, kann es jedoch nicht genügen, das zahlenmäßig obere Ende des Patentoutputs herauszugreifen und die Erfinder mit den meisten Patenten als herausragende Köpfe zu bestimmen. Geht man vielmehr davon aus, dass zwar jedes Patent einen monetären Wert für ein Unternehmen hat, dieser jedoch mehr oder weniger stark variieren kann, erscheint es plausibel, dass Leistungsträger nicht nur in Bezug auf den zahlenmäßigen Output, sondern auch im Hinblick auf die Qualität ihrer Patente herausragende Leistungen aufweisen sollten.¹⁰ In der vorliegenden Untersuchung werden mithin nur die Akteure als Leistungsträger bezeichnet, die in Bezug auf Quantität und Qualität ihrer Patente als herausragend einzustufen sind.

Als Quantitätsmaß sollen dabei die Patente fungieren, die ein Erfinder pro aktivem Jahr des Untersuchungszeitraums durchschnittlich generiert hat,¹¹ als Qualitätsmaß die Zitate, die ein Erfinder durchschnittlich für eines seiner Patente erhalten hat. Ersteres bietet den Vorteil, die Kurzfristperspektive eines Unternehmens einzunehmen und insbesondere das Erzielen zahlreicher Patente in kurzer Zeit als besondere Leistungsfähigkeit einzustufen. Letzteres erscheint aufgrund der Tatsache plausibel, dass erhaltene Zitate auf ein qualitativ (und damit möglicherweise ökonomisch) besonders wertvolles Patent hindeuten (vgl. Carpenter et al, 1981, S. 161f., Trajtenberg, 1990, S. 184., Harhoff et al, 1999, S. 515 und Haupt, 2007, S. 1419ff.). Die durchschnittliche Anzahl der passiven Zitate je Patent ist dabei auch mit der aus

der Literatur bekannten Zitierrate gleichzusetzen, die auf Unternehmensebene die Dominanz auf einem Technologiefeld ausdrückt (vgl. Haupt, 2005, S. 238f.).

Das Quantitätsmaß, eine hier gebildete relative (jährliche) Patentaktivität RPA für jeden Erfinder i ($i = 1, \dots, n$), sei nun im Einzelnen definiert als:

$$(1) RPA_{iT} = \frac{\sum_{t=1}^T P_{it}}{\sum_{t=1}^T t_i}; \quad \text{wobei}$$

P_i die Anzahl der Patente P eines Erfinders i und T den Betrachtungszeitraum in Jahren mit den Zeitpunkten $t = 1, \dots, T$ darstellen.

Das Qualitätsmaß, d.h. eine hier gebildete relative Patentqualität RPQ eines Erfinders i im Zeitraum T ergibt sich ähnlich aus:

$$(2) RPQ_{iT} = \frac{\sum_{t=1}^T Z_{P_i}}{\sum_{t=1}^T P_{it}}; \quad \text{wobei}$$

P_i die Anzahl der Patente P eines Erfinders i und Z die passiven (erhaltenen) Zitate symbolisieren.

Zur weiteren Vergleichbarkeit und Simplifizierung der Zahlen bietet es sich an, sowohl relative Aktivität als auch relative Qualität eines Erfinders auf den jeweiligen Stichprobendurchschnitt zu beziehen. Ein durchschnittlicher Erfinder erhält somit den relativen Aktivitäts- bzw. Zitatwert von 1. Die Formeln dazu lauten:

$$(3) RPAD_{iT} = \frac{RPA_{iT}}{\left(\sum_{i=1}^n RPA_{iT}\right) \cdot \frac{1}{n}} \quad \text{und} \quad (4) RPQD_{iT} = \frac{RPQ_{iT}}{\left(\sum_{i=1}^n RPQ_{iT}\right) \cdot \frac{1}{n}}.$$

Als Leistungsträger sollen nachfolgend diejenigen identifiziert werden, die hinsichtlich beider Dimensionen als überdurchschnittlich eingestuft werden können (vgl. Vitt, 1998, S. 99). Für einen Leistungsträger gilt somit $RPAD_{iT}, RPQD_{iT} > 1$.

IV. Leistungsträger vs. Nichtleistungsträger:

Überlegungen zu Charakteristika und Auswahl geeigneter Netzwerkkennzahlen

1. Direkte Kontakte

Ein erster Ansatzpunkt der Betrachtung von typischen Charakteristika sind die direkten Kontakte, die die Netzwerkakteure zu verzeichnen haben. Gefragt werden soll, ob

Leistungsträger eher durch wenige oder viele Netzwerkkontakte im Vergleich zu ihren Negativ-Pendants charakterisiert sind.

Wäre es der Fall, dass „Leistungseliten“ unter den Erfindern vorzugsweise alleine arbeiten, würden sie tendenziell wenige Netzwerkkontakte aufweisen. Der Organisationstheoretiker Argyris bemerkt dazu, dass größte Leistungsfähigkeit („effectiveness“) nur von demjenigen erreicht werden kann, der unabhängig von anderen arbeitet, ohne andere Akteure, die den eigenen (Forschungs-) Interessen entgegenstehen und somit Barrieren bilden (vgl. Argyris, 1971, S. 199 und Fiedler-Winter, 2007, S. 189). Zudem wäre aus Anreizgesichtspunkten davon auszugehen, dass für einen Erfinder die motivationsfördernde Wirkung umso größer ist, je eher er das Ergebnis seiner Arbeit für sich alleine beanspruchen kann (vgl. Hughes, 1968, S. 73). Einzelerfindertum könnte sich diesbezüglich in einer höheren Beteiligung an den monetären Rückflüssen eines Patents ausdrücken, oder auch in höheren immateriellen Rückflüssen wie z.B. der Reputation im Kollegenkreis, im Unternehmen, in der Branche etc. Gleichfalls würden Leistungsträger eine geringe Anzahl von Netzwerkkontakten zu verzeichnen haben, wenn sie in kleinen Gruppen mit häufig denselben Akteuren zusammen arbeiten. Sollte das der Fall sein, wäre gleichzeitig auch die Chance groß, dass die Erfinder in ihrer unmittelbaren Nähe ebenso als Leistungsträger identifiziert werden.

Allerdings müsste man auch umgekehrt beleuchten, ob die Plausibilität, dass ein Erfinder allein bzw. eine feste, kleine Erfindergruppe sehr viele und dazu qualitativ wertvolle Patente generiert, tatsächlich gegeben ist. Möglicherweise wären Leistungsträger gerade dadurch charakterisiert, dass sie mit vielen verschiedenen Personen, respektive Teams zusammenarbeiten. Auf diese Weise hätten sie die Möglichkeit, von möglichst viel und/oder verschiedenartigem zusätzlichen Know-how zu profitieren. Reflektieren würde sich diese Tatsache in einer hohen Anzahl von Netzwerkkontakten. Für das letztere Argument sprechen Studien im Bereich der Teamforschung, die eine hohe Bedeutung der Teamarbeit im F&E-Bereich für nahezu erwiesen halten. Sie begründen dies mit der Komplexität und Unsicherheit von Aufgaben, die Zusammenarbeit notwendig machen (vgl. z.B. Hughes, 1968, S. 73, Gemünden/Högl, 2005, S. 10 und Granovetter, 2005, S. 41). Tatsächlich lässt sich laut Jahresbericht des Deutschen Patent- und Markenamtes (DPMA) feststellen, dass die durchschnittliche Anzahl der Erfinder je Patentanmeldung in den letzten Jahren gestiegen ist. 2005 hatte jedes Patent im Mittel 2,32 Erfinder zu verzeichnen (1,96 im Jahr 1995, vgl. DPMA, 2005, S. 13).

Auf Teamebene wird gleichfalls in einer Interview-Studie von Armbruster festgestellt, dass zahlreiche Wissensaustauschkontakte in positiver Beziehung mit erfolgreicher

Teamperformance stehen (vgl. Armbruster, 2005, S. 130, 154). Analog dazu ließe sich auch für die Mikroebene eines Erfinders schließen, dass Wissensaustauschkontakte in großer Zahl Merkmal eines Leistungsträgers sind. Einige Autoren stellen zudem fest, dass im Speziellen die persönliche Bereitschaft zu Teamarbeit und Kommunikation eines Akteurs einen wichtigen Faktor bildet, der den Innovationserfolg positiv beeinflusst (vgl. Högl/Gemünden, 1999, S. 51ff.). Wenn sich also einzelne Akteure hervorheben, dann könnte ebenso vermutet werden, dass ihre persönliche Präferenz für Teamarbeit und kommunikativen Austausch den Weg für den Erfolg geebnet haben.

Einen geeigneten Ansatz zur Überprüfung einer diesbezüglich zu entwickelnden Arbeitshypothese bietet die Messung der Größe der ich-bezogenen Netzwerke eines jeden Akteurs. Ein solches Ego-Netzwerk (*Ego net*) besteht aus einem einzelnen Akteur, der im Fokus der Betrachtung steht, der Gruppe von Akteuren (*Alteri*), die Verbindungen zu diesem Ego-Akteur haben (also nach Netzwerkterminologie *adjazent* sind), den Beziehungen zwischen Ego und Alteri sowie der Beziehungen zwischen den Alteri untereinander (vgl. Wasserman/Faust, 1994, S. 53 und Jansen, 2006, S. 80ff.). Im vorliegenden Fall gehören für jeden Erfinder genau die Akteure zum Ego-Netzwerk, die mit ihm im Untersuchungszeitraum auf einer (oder mehreren) Patentschrift(en) eingetragen sind. Berechnet wird die Ego net size als $Ego(i)$ eines Akteurs i als:

$$(5) \quad Ego(i) = \sum_j x_{ij} = \sum_j x_{ji} ; \text{ wobei}$$

x_{ij} bzw. x_{ji} die Verbindungen zwischen Akteur i und den Alteri j ($j=1, \dots, n-1$) symbolisieren. Hat ein Akteur eine Ego net size von 0 zu verzeichnen, ist er nicht mit dem Netzwerk verbunden und wird als so genannter *Isolate* bezeichnet. Der maximale Wert, den ein Akteur erreichen kann, liegt bei $n-1$. Je mehr Akteure das Netzwerk umfasst, desto wahrscheinlicher werden Abweichungen von diesem Maximalwert.

Da es sich im vorliegenden Modell um ungerichtete, dichotomisierte, nicht-multiplexe Beziehungen handelt, entspricht die Ego net size hier gleichzeitig der so genannten Degree Zentralität (Degree centrality) $d(i)$ eines Akteurs im Netzwerk.¹² Diese ist definiert als kumulierter Wert der direkten Verbindungen eines Akteurs (vgl. Freeman, 1979, S. 219f., Wasserman/Faust, 1994, S. 100 und 178, sowie Jansen, 2006, S. 94 und 108). In der Literatur finden sich Aussagen darüber, dass eine hohe Ausprägung diesbezüglich auf besonders wichtige, sichtbare oder prominente Akteure hindeutet. In Wissensnetzwerken wird eine hohe Degree Zentralität zudem auch als hohes Maß an Expertenwissen interpretiert bzw. als Grad

der Unabhängigkeit eines Akteurs von anderen als Kommunikationsmittler dargestellt (vgl. Müller-Prothmann, 2005, S. 230 und Jansen, 2006, S. 127 und 135).

Hypothese 1 kann somit im Folgenden entwickelt werden als:

***H1:** Leistungsträger verfügen über mehr direkte Kontakte im Netzwerk als Nicht-Leistungsträger, d.h. ihre mittlere Ego net size ist signifikant höher.*

2. Mittlerpotential

Nachdem die Überlegung angestellt wurde, dass Leistungsträger weitgehend unabhängig von anderen als Kommunikationsmittler sein könnten, muss aber auch umgekehrt gefragt werden, inwieweit Leistungsträger möglicherweise selbst als Mittler im Netzwerk auftreten. Die Innovationsforschung fußt dahingehend bisher auf zwei grundlegenden Konzepten, die sich mit Schlüsselpersonen im F&E-Bereich beschäftigen, die als Mittler im Innovationsprozess auftreten: Dem Gatekeeper- und dem Promotoren- (bzw. Champion-) Konzept.

Gatekeeper bezeichnen dabei Personen, die unabhängig von einem bestimmten Innovationsprojekt agieren, Informationen aus internen und externen Quellen aufnehmen, verarbeiten und weiterleiten und damit Kommunikations- und Informationsbarrieren überwinden. Promotoren bzw. Champions beschäftigen sich mit einem konkreten Innovationsprojekt und sind dadurch charakterisiert, dass sie den Innovationsprozess entscheidend voran bringen. Sie werden klassifiziert in Fachpromotoren, die vor allem Fachwissen einbringen, in Machtpromotoren, die über hierarchisches Potential und ein gewisses Maß an Ressourcenkontrolle verfügen, sowie über Prozesspromotoren, die Informations- und Kommunikationsmacht besitzen (vgl. Hauschildt/Schewe, 1997, S. 507ff. und Hauschildt, 1998, S. 181ff). Die Aussagekraft dieser Konzepte bzw. das Vorhandensein solcher F&E-Mittler ist bereits durch verschiedene Studien bestätigt worden (vgl. Allen, 1967, Domsch/Gerpott/Gerpott, 1989 oder Nikulainen, 2007 zum Gatekeeper-Modell sowie Chakrabarti, 1974, Howell/Higgins, 1990, Witte, 1999 oder Folkerts, 2001 zum Promotoren- bzw. Champion-Modell).

Für die vorliegende Untersuchungsstichprobe kann offensichtlich nicht spezifiziert werden, inwieweit Akteure Informationen aus internen oder externen Quellen aufnehmen oder die Rolle eines Fach-, Macht- oder Prozesspromotors innehaben, in dieser Hinsicht stellt sich der gewählte Untersuchungsansatz als zu limitiert dar. Entscheidend ist jedoch, dass im F&E-Bereich Mittler existieren, die durch verschiedene Aktivitäten Innovationen zum Erfolg führen. Geht man weiterhin davon aus, dass Patentbeziehungen zwar einen engen Ausschnitt

der Beziehungslandschaft in Forschung und Entwicklung abbilden, dieser jedoch repräsentativ für zahlreiche andere, „darunter liegende“ Beziehungen ist, die letztlich in Patenten bzw. im Erreichen des Leistungsträgerstatus münden, so wären Leistungsträger möglicherweise durchaus als Gatekeeper oder Hybridform eines Promotors zu interpretieren. Dass diese Annahme berechtigt erscheint, belegt eine Studie von Müller-Prothmann. Seine Interviews kommen zu dem Ergebnis, dass innerhalb eines Unternehmensnetzwerkes die prominentesten Akteure nicht nur bezüglich einer, sondern mehrerer möglicher Arten von Beziehungen zentral waren, d.h. das Netzwerk war in mehrerlei Hinsicht fokussiert auf einzelne Personen. Konkret wurde herausgefunden, dass diejenigen Akteure, die sich z.B. im Hinblick auf den Austausch spezifischen Wissens oder Expertenwissens als besonders wichtig für andere darstellten, gleichzeitig auch mit Bezug auf den Austausch generellen Wissens oder den Austausch von weiteren Informationen über beispielsweise Projekt- oder Kooperationsaktivitäten als zentrale Ansprechpartner galten (vgl. Müller-Prothmann, 2005, S. 200f.). Dies ließe sich möglicherweise auch auf Erfindernetzwerke übertragen. Neben dem realisierten Austausch von Expertenwissen, der sich in gemeinschaftlichen Patenten widerspiegelt und dessen potentielle Mittler sich durch eine Netzwerkanalyse ermitteln lassen, existieren eventuell weitere Arten von Beziehungen parallel dazu und fokussieren sich auf die gleichen Akteure als Mittler.

Weiterhin könnte vermutet werden, dass Leistungsträger kraft ihrer fachlichen Kompetenz und der möglicherweise daraus resultierenden hohen hierarchischen Position ohnehin über ein extensives Informations- und Kommunikationsnetz verfügen, das weit über die hier erfassten Patentbeziehungen hinausgeht und noch zahlreiche weitere Arten von Austauschbeziehungen umfasst. In jeder Hinsicht besteht also Grund zu der Annahme, dass Leistungsträger Mittlerpositionen im Netzwerk einnehmen.

Eine geeignete Kennzahl, die Aussagen darüber treffen kann, inwieweit ein Akteur Bindeglied in der Kommunikation des Netzwerks ist bzw. die Kontrolle über Aktivitäten im Netzwerk innehat, ist die *Betweenness* (bzw. *Betweenness centrality*).¹³ Sie wird, neben dem bereits erwähnten Degree, als weiteres Maß der Zentralität eines Akteurs verstanden. Der Unterschied besteht jedoch darin, dass nun vor allem indirekte Beziehungen betrachtet werden und im Gegensatz zur vorher untersuchten Abhängigkeit eines Akteurs von anderen hier in umgekehrter Richtung die Abhängigkeit anderer Akteure von einer einzelnen Person reflektiert wird (vgl. Freeman, 1979, S. 221, Wasserman/Faust, 1994, S. 172ff. und Jansen, 2006, S. 131 und 135).

Die Betweenness fragt danach, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass zwei Akteure einen betrachteten Erfinder als Vermittler nutzen, um zu kommunizieren (vgl. Wasserman/Faust, 1994, S. 169ff. und Jansen, 2006, S. 147f. und 163f. auch zu den folgenden Ausführungen zur Berechnung). Von Interesse sind hierbei weniger die direkten Verbindungen zwischen Akteuren, die ohnehin vorhanden sind (und keines Mittlers bedürfen), sondern die Verbindungen die bisher nur indirekt bestehen und über mindestens eine Mittlerperson verlaufen. Konkret wird hier untersucht, wie groß die Chance eines einzelnen Akteurs ist, diese Mittlerrolle für möglichst viele andere einzunehmen. Ermittelt wird dafür für jedes beliebige Akteurspaar der kürzeste Weg, der sie verbindet. Dabei ist es möglich, dass es für eine Verbindung zwischen zwei Akteuren mehrere gleich kurze Wege gibt. Setzt man nachfolgend die Anzahl der kürzesten Verbindungen zwischen zwei Erfindern, die über einen bestimmten Akteur i verlaufen in Beziehung zur Anzahl der kürzesten Verbindungen insgesamt, erhält man die Wahrscheinlichkeit, dass der betreffende Akteur i hier eine potentielle Mittlerrolle einnimmt. Aufsummiert über alle nur möglichen Akteurspaare im Netzwerk ergibt sich daraus die Betweenness des Akteurs i . Mathematisch definiert wird die Betweenness (Betweenness centrality) $C_B(i)$ für einen Akteur i und jedes beliebige Akteurspaar j und k als:

$$(6) C_B(i) = \sum_{j < k} \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}}; \text{ wobei}$$

g_{jk} die Anzahl der kürzesten Verbindungen darstellt, die Akteure j und k verbinden und $g_{jk}(i)$ die Anzahl der kürzesten Verbindungen umfasst, die Akteure j und k verbinden und über Akteur i verlaufen.

Gibt es zwischen beliebigen zwei Akteuren j und k nun eine direkte Verbindung, dann erhöht diese nicht die Betweenness irgendeines anderen Akteurs, da für diese $g_{jk}(i) = 0$ und $g_{jk} = 1$ gelten. Erreicht ein einzelner Akteur insgesamt einen Betweenness-Wert von 0, so ist dies dahingehend zu interpretieren, dass er kein Zwischenglied irgendeiner Verbindung ist. Man könnte auch sagen, dass kein kürzester Weg einer Kommunikation über ihn als Mittler verläuft. Die maximal mögliche Zentralität hingegen entspräche exakt der Gesamtzahl der Akteurspaare, die man bilden könnte, ohne i als Partner zu involvieren (vgl. Wasserman/Faust, 1994, S. 190).¹⁴

Auf Basis der bisher ausgeführten Argumentation lässt sich mithin folgende Arbeitshypothese formulieren:

H2: *Leistungsträger nehmen eher Mittlerpositionen im Netzwerk ein als Nicht-Leistungsträger, d.h. ihre mittlere Betweeness ist signifikant höher.*

3. Kontaktstärke

Ein weiteres Kontaktmerkmal, das über die Betrachtung von direkten und indirekten Kontakten hinaus von Interesse sein muss, ist die Stärke der Verbindungen zwischen Akteuren. Zur Messung dieser Stärke gibt es in der Literatur verschiedene Vorschläge, die sich unter anderem auf die zeitliche oder emotionale Intensität einer Verbindung beziehen (vgl. Granovetter, 1973, S. 1361). Eine Klassifizierung nach Jansen umschließt beispielsweise die Häufigkeit einer Aktivität, ihre Wichtigkeit für den Akteur und/oder das Ausmaß des Ressourcentransfers (vgl. Jansen, 2006, S. 59). Für das vorliegende Untersuchungsbeispiel soll die Häufigkeit des Kontaktes von Interesse sein.

Eine bekannte Studie, die Aussagen über die Stärke von Netzwerkbeziehungen und ihre Wirkung auf den Erfolg von Aktivitäten trifft, ist eine Arbeit Granovetters aus dem Bereich der Soziologie (vgl. Granovetter, 1973). Er kommt zu dem Ergebnis, dass die sog. *weak ties*, also die Kontakte mit geringer Intensität mitunter entscheidender sind zur Erreichung eines Vorhabens als die *strong ties*, d.h. die engeren Kontakte eines Akteurs. Die Begründung liegt darin, dass enge Freunde/Kollegen, mit denen ein Akteur in intensivem Austausch steht, oftmals weniger in der Lage sind, neue Informations- oder Wissensimpulse zu geben, als lose, entfernte Ansprechpartner, mit denen ein Akteur wenig Kontakt pflegt (vgl. Granovetter, 1973, S. 1371 und Jansen, 2006, S. 106f.).

Intuitiv liegt nahe, dass neue (fremde) Wissensimpulse auch für das Generieren von Höchstleistungen in F&E nur förderlich sein können und somit *weak ties* auch für Leistungsträger von großer Bedeutung sein müssten. Zudem würde die Pflege von *strong ties* (hier also die häufige Zusammenarbeit mit denselben Akteuren) mit einem hohen zeitlichen Aufwand einhergehen, der im Fall von sehr umfangreichen Ego-Netzwerken möglicherweise nicht zu realisieren wäre (vgl. Granovetter, 1973, S. 1362). Leistungsträger würden demnach also durchschnittlich eine geringe Kontaktintensität aufweisen.

Gleichzeitig sind jedoch die Besonderheiten des hier modellierten Forschungsproblems zu beachten. So wäre durchaus denkbar, dass gerade bei der Zusammenarbeit mit Leistungsträgern technische Ideen entstehen, die sich in mehr als einer Patentschrift niederschlagen (unterstellt man höhere fachliche Kompetenz bzw. höhere Kreativität im Vergleich zu Nicht-Leistungsträgern). Da es laut Patentgesetz lediglich möglich ist, jeweils

eine Erfindung bzw. eine technische Idee mittels einer einzelnen Patentschrift schützen zu lassen (vgl. §34 PatG), würden so verschiedene Patente generiert, die gleiche Erfindernamen verzeichnen. Die Verbindungslinie zwischen zwei Akteuren würde also stärker. Die Abgrenzung von Leistungsträgern mittels jährlicher Patentaktivität (vgl. RPAD, Abschnitt III) begünstigt die Erfassung eben solcher Erfinderbeziehungen.

Des Weiteren ließe sich mit Hilfe des Transaktionskostenansatzes begründen, dass Leistungsträger möglicherweise häufiger mit den gleichen Personen zusammenarbeiten als Nicht-Leistungsträger.¹⁵ So könnte argumentiert werden, dass bei wiederholter Zusammenarbeit die Kosten für die Anbahnung eines produktiven Umfeldes innerhalb einer festen Gruppe von Akteuren nur einmalig anfallen und Leistungsträger unter anderem daraus ihre gesteigerte Effizienz beziehen. Aufgrund dieser beiden, sich modellendogen herauskristallisierenden Argumente wird in der nächsten Arbeitshypothese vermutet, dass gerade Leistungsträger sich durch eine im Mittel häufigere Zusammenarbeit mit anderen Akteuren auszeichnen dürften als Nicht-Leistungsträger.

Messbar gemacht werden kann dies auf Basis der bereits angesprochenen Maßzahl Degree $d(i)$, die bei dichotomisierten Beziehungsdaten der Ego net size entspricht. Die Beziehungen erhalten im Folgenden jedoch einen Wert (in Form der Häufigkeit der Zusammenarbeit), der über 0 bzw. 1 hinausgehen kann. Dieser wird dann auf das dichotomisierte Degree bezogen. Ein solches Vorgehen wird auch von Wasserman/Faust vorgeschlagen und resultiert in der Berechnung der durchschnittlichen Tie- bzw. Kontaktstärke, bzw. im vorliegenden Fall der mittleren Häufigkeit der Zusammenarbeit eines Akteurs mit den Alteri in seinem Ego-Netzwerk (vgl. Wasserman/Faust, 1994, S. 140). Das *Average valued degree* $Avd(i)$ ergibt sich mithin aus:

$$(7) \quad Avd(i) = \frac{d(i)^{valued}}{d(i)^{dichotomised}}; \text{ wobei } (8) \quad d(i) = \sum_j x_{ij} = \sum_j x_{ji} \quad (\text{siehe auch (5) und zugehörige}$$

Ausführungen). Hypothese 3 lautet auf Basis dessen:

H3: *Leistungsträger arbeiten häufiger mit denselben Akteuren zusammen als Nicht-Leistungsträger, d.h. ihr Average valued degree ist im Mittel signifikant höher.*

4. Zusammenhänge zwischen ausgewählten Netzwerkkennzahlen

Um noch einmal Zusammenhänge bzw. Unterschiede zwischen den hier untersuchten Netzwerkkennzahlen zu verdeutlichen, soll ein ausgewähltes Beispielnetzwerk ihren Inhalt näher illustrieren. Gegeben seien im Folgenden sieben Erfinderakteure A, B, C, D, E, F und

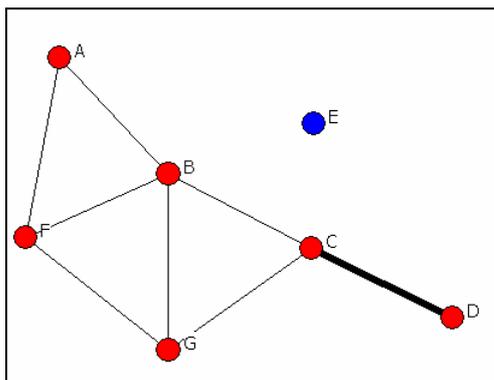
G. Sie stellen die Knoten im Netzwerk dar. Es sei weiterhin angenommen, dass für diese Akteure insgesamt sechs Patente existieren. Die Erfinder verteilen sich wie folgt auf die Patente:

Patent 1: A-B-F; Patent 2: B-C-G; Patent 3: C-D; Patent 4: C-D; Patent 5: E; Patent 6: F-G.

Das zugehörige Erfindernetzwerk ist in Abbildung 1 dargestellt. Akteure A, B, C, D, F und G sind hier verbunden, während E außerhalb des Netzwerks agiert. Des Weiteren findet sich zwischen C und D eine stärkere Linie, da sie im Gegensatz zu den anderen Interaktionspartnern nicht nur eines, sondern zwei gemeinsame Patente vorweisen.

Stellt man nun beispielhaft den Patentoutput, sowie die Kennzahlen *Ego net size*, *Betweenness* und *Average valued degree* der Erfinder gegenüber, ergibt sich Tabelle 1. Es wird deutlich, dass die „Spitzenreiter“ in den jeweiligen Kategorien sich durchaus als unterschiedliche Akteure präsentieren können, die zudem aus der Grafik nicht intuitiv ersichtlich sind.

Abb. 1: Beispielnetzwerk



Tab. 1: Kennzahlen des Beispielnetzwerks

	Patent-output	Ego net size	Betweenness	Average valued degree
A	1	2	0	1
B	2	4	3,5	1
C	3	3	4	$1, \bar{3}$
D	2	1	0	2
E	1	0	0	0
F	2	3	0,5	1
G	2	3	1	1

So sind per definitionem Akteure, die allein erfinden (hier: Extremfall E), durch niedrige Ausprägungen der Netzwerkkennzahlen gekennzeichnet. Dies könnte auch dahingehend interpretiert werden, dass Patente, die ein Akteur ohne Unterstützung anderer generiert, die Ausprägungen der Netzwerkkennzahlen nicht erhöhen. Die Größe des Ego-Netzwerks (Ego net size) wächst wiederum entweder durch besonders große Teams, die auf einer Patentschrift verzeichnet sind, und/oder aber auch durch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren bei unterschiedlichen Patenten. Die Gefahr jedoch, dass beispielsweise große Teams die Betweenness eines teilnehmenden Akteurs durch ihren schieren Umfang künstlich erhöhen, ist nicht gegeben (vgl. Abschnitt 2). Die Eingebundenheit eines Akteurs in das Netzwerk und der Grad der Verbundenheit der Akteure untereinander sind hierfür entscheidender. Zudem lässt sich festhalten, dass je häufiger ein Akteur mit denselben Erfindern zusammenarbeitet und je weniger „fremde“, einmalige Kontakte er hat, seine durchschnittliche Kontaktstärke (Average valued degree) umso stärker wächst (vgl. Akteure C und D).

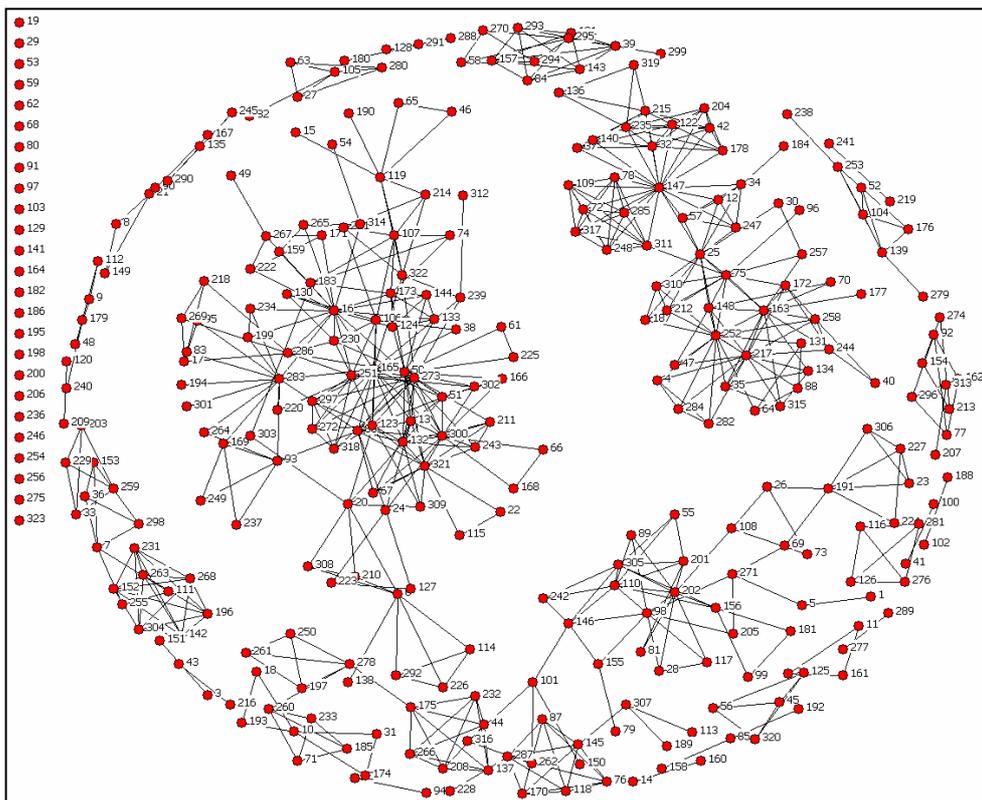
C. Empirische Untersuchung

I. Vorstellen des Beispielnetzwerks

Die vorliegende empirische Untersuchung, die die entwickelten Hypothesen prüfen soll, bezieht sich auf eine Patentstichprobe aus der Herzschrittmacherindustrie. Da sich, wie durch Experten bestätigt, mittels des Suchstrings „pacemak?“ alle relevanten Patente des Lebenszyklus der Herzschrittmachertechnologie aus Patentdatenbanken abrufen lassen, handelt es sich hier um ein patentstatistisch vorteilhaft abgrenzbares Technologiegebiet (vgl. Haupt/Kloyer/Lange, 2007, S. 390). Die Patentstichprobe wurde mittels der Patentdatenbank USPATFULL erhoben (Stand 09.10.2003).¹⁶ Sie erfasst die beginnende industrielle Produktion von Herzschrittmachern in den siebziger Jahren und damit weitgehend den Anfang ihres Lebenszyklus (vgl. Böttcher et al, 2003, S. 31 und Haupt/Kloyer/Lange, 2007, S. 391). Auswertungen und grafische Darstellungen wurden mit Hilfe der Softwarepakete Ucinet 6.0 und SPSS 14.0 realisiert.

Die betrachtete Stichprobe umfasst nun im Einzelnen 387 zwischen 1977 und 2003 erteilte US-Patente der drei stärksten Anmelder im Bereich der Herzschrittmacherindustrie: Medtronic, Pacesetter und Siemens. Auf diesen 387 Patentschriften finden sich insgesamt 323 Erfindernamen. Das zugehörige Netzwerk (Namen anonymisiert) wird in Abbildung 2 dargestellt.

Abb. 2: Erfindernetzwerk I (Verbindungen basieren auf dichotomisierten Daten)



Es wird auf den ersten Blick deutlich, dass einige Akteure ausschließlich als Einzelerfinder tätig waren. Sie bilden die sog. Isolates, die mit dem Netzwerk unverbunden sind (siehe Knoten am linken Rand der Graphik). Alle anderen sind Teil einer der 61 Komponenten, in die sich das Netzwerk gliedert. Komponenten sind dabei als *Subsets* von Erfindern zu verstehen, die zwar untereinander, aber nicht mit anderen Erfindern verbunden sind (vgl. Wasserman/Faust, 1994, S. 109).

II. Untersuchung der Leistungsverteilung

Wie viele Erfinder innerhalb des Untersuchungszeitraums jeweils auf welcher Anzahl von Patentschriften eingetragen waren, wird in Abbildung 3 dargestellt. Jedem Erfinder wird dabei stets ein ganzes Patent zugerechnet, auch wenn mehrere Akteure auf einer Patentschrift verzeichnet waren.¹⁷ Die graphische Darstellung gibt Hinweise darauf, dass es sich hier um eine schiefe Verteilung handelt. Insgesamt 168 Erfinder sind auf lediglich einer Patentschrift verzeichnet, während sich der Name des ‚besten‘ Erfinders auf 34 Patentschriften findet. Der Mittelwert liegt bei 2,6136 Patenten, der Median bei einem Patent.

Die Lotka-Kurve in Abbildung 4, die idealtypischerweise eine Steigung von -2 aufweist, stellt den Zusammenhang zwischen den logarithmierten Häufigkeiten von Erfindern und Patenten dar. Mittels einfacher linearer Regression ergibt sich für den absoluten Patentoutput ein Regressionskoeffizient von -1,636 ($p < 0,001$), sowie nach Bildung von jeweils 11 Klassen für RPAD und RPQD¹⁸ Regressionskoeffizienten von -3,461 ($p = 0,003$) und -1,278 ($p < 0,001$).¹⁹ Sie sind durchaus als lotkaesk einzustufen (vgl. Narin/Breitzman, 1995, S. 511 und Vitt, 1998, S. 117) und unterstreichen die zwar unterschiedlich hohe, jedoch deutlich vorhandene Konzentration des Outputs, der durchschnittlichen relativen Patentaktivität und auch –qualität.

Abb. 3: Erfinder und Patentbeteiligung

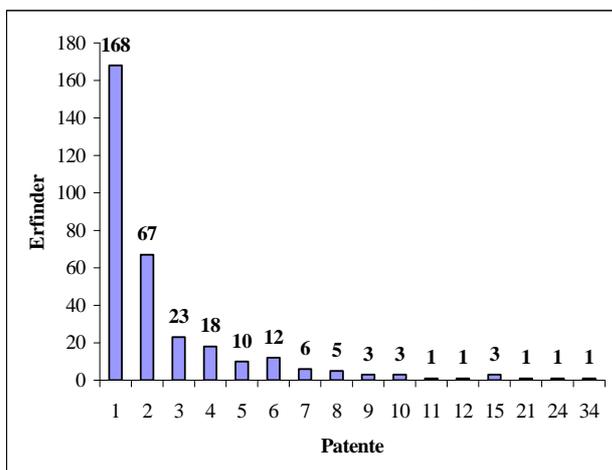
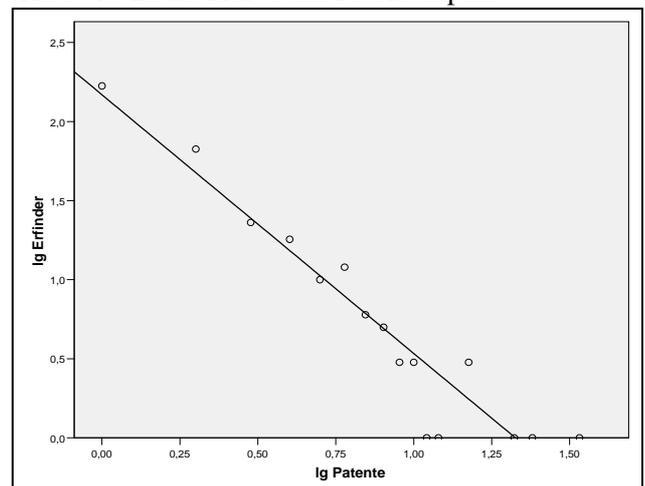


Abb. 4.: Lotka-Kurve des Patentoutputs

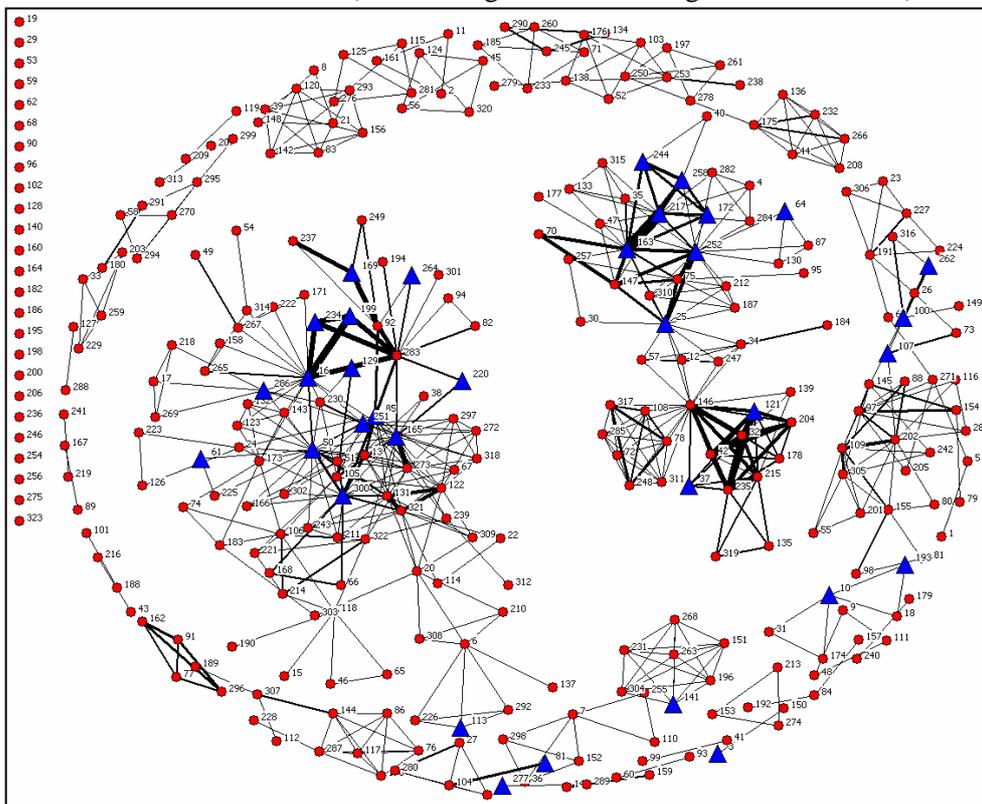


III. Identifikation der Leistungsträger

Leistungsträger sollen nun, wie bereits im Vorhinein postuliert, als die Erfinder definiert werden, die sich sowohl in Aktivitäts- als auch Qualitätsdimension am oberen Ende der Verteilung befinden. In der vorliegenden Untersuchung sollten diejenigen als Leistungsträger definiert werden, die in beiden Dimensionen die Mittelwerte überschreiten. Mit diesem Vorgehen lassen sich 34 Erfinder als Leistungsträger identifizieren. Ihr Anteil an der Grundgesamtheit ($n = 323$) entspricht 10,5% und liegt somit in einem wertmäßigen Bereich, den bspw. auch Vitt in seiner Studie zur Identifikation von Schlüsselerfindern erzielt hat. Hier schwankte der Anteil von Schlüsselerfindern in Unternehmen insgesamt zwischen 0% und 23%. In Großunternehmen (zu denen auch die Unternehmen der vorliegenden Stichprobe gehören), betrug der Anteil der Schlüsselerfinder bei Vitt 6,4 % (vgl. Vitt, 1998, S. 124).

Abbildung 5 zeigt nun das aktualisierte Erfindernetzwerk. Leistungsträger sind durch Dreiecke, Nicht-Leistungsträger durch Kreise symbolisiert. Die Stärke der Linien zeigt die Häufigkeit der Zusammenarbeit zwischen zwei Akteuren, d.h. wie viele Patente sie gemeinsam generiert haben. Ein Blick auf die Grafik macht deutlich, dass einige der Leistungsträger direkt miteinander verbunden sind bzw. sich in unmittelbarer Umgebung zueinander befinden. Dies ist jedoch nicht überall der Fall.

Abb. 5: Erfindernetzwerk II (Verbindungen basieren auf gewichteten Daten)



IV. Leistungsträger vs. Nichtleistungsträger: Interpretation ausgewählter Netzwerkkennzahlen

1. Vorbetrachtung: Korrelationsanalysen

Um zu prüfen, inwieweit möglicherweise lineare Zusammenhänge zwischen den betrachteten Variablen bestehen, werden zunächst Korrelationsanalysen durchgeführt. In Tabelle 2 ist zu sehen, dass in allen Fällen positive, jedoch insbesondere im Hinblick auf die untersuchten Größen Ego net size, Betweenness, Average valued degree vs. RPAD und RPQD nur geringe oder bestenfalls mittlere Korrelationen erreicht werden.²⁰ Es ergeben sich also keine eindeutigen Anhaltspunkte dafür, dass Leistungsträger die in H1, H2 und H3 postulierten Charakteristika aufweisen werden.

Im Anschluss werden deswegen Mittelwertvergleiche der Gruppen Leistungsträger vs. Nicht-Leistungsträger durchgeführt. Zu vermuten wäre, dass sich eventuell ergebende Unterschiede zugunsten der Leistungsträger möglicherweise stärker auf den Einfluss der durchschnittlichen relativen Patentaktivität RPAD als auf die qualitative Maßzahl RPQD zurückzuführen sind (vgl. Tabelle 2). Die Ergebnisse werden jeweils mittels U-Test nach Mann/Whitney auf ihre Signifikanz geprüft (vgl. Bühl, 2006, S. 114).²¹

Tab. 2: Korrelationen (Spearman-Rho)

	RPAD	RPQD	Ego net size	Betweenness	Average valued degree
RPAD					
RPQD	,129(*)				
Ego net size	,366(***)	,149(**)			
Betweenness	,474(***)	,149(**)	,571(***)		
Average valued degree	,537(***)	,156(**)	,469(***)	,431(***)	

*** Die Korrelation ist auf dem 0,001 Niveau signifikant (zweiseitig).

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

2. Direkte Kontakte – „Ego net size“

Hypothese 1 bezieht sich auf die Größe der Ego-Netzwerke der Akteure, also auf ihre Ego net size bzw. den Umfang ihrer direkten Kontakte. Es wurde davon ausgegangen, dass hier der Mittelwert für die Leistungsträger höher sein sollte, als für die Nicht-Leistungsträger. Abbildung 6 zeigt, dass H1 zu bestätigen ist. Die Gruppe der Leistungsträger verzeichnet durchschnittlich mehr als doppelt so viele direkte Kontakte im Netzwerk als die Nicht-Leistungsträger. Der gefundene Mittelwertunterschied ist signifikant auf dem 0,001-Niveau (sehr signifikant).

Abb. 6: Statistische Auswertung zur *Ego net size*

Mittelwerte Ego net size

Gruppenzugehörigkeit	Mittelwert	N	Standardabweichung
1 Leistungsträger	7,1471	34	6,12067
2 Nicht-Leistungsträger	3,4360	289	2,78579
Insgesamt	3,8266	323	3,47587

**Mann-Whitney-Test
Ränge**

	Gruppenzugehörigkeit	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Ego net size	1 Leistungsträger	34	214,15	7281,00
	2 Nicht-Leistungsträger	289	155,87	45045,00
	Gesamt	323		

Statistik für Test(a)

	Ego net size
Mann-Whitney-U	3140,000
Wilcoxon-W	45045,000
Z	-3,476
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,001

3. Mittlerposition – „Betweeness“

Des Weiteren sollte im Hinblick auf Hypothese 2 untersucht werden, inwiefern Leistungsträger durch eine höhere Betweeness als Nicht-Leistungsträger im Netzwerk charakterisiert sind. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 7. Man sieht, dass Leistungsträger im Mittel eine deutlich höhere Betweeness zu verzeichnen haben (ihr Wert entspricht etwa dem sechsfachen der Nicht-Leistungsträger). Das Ergebnis ist signifikant zum 0,001-Niveau (höchst signifikant). H2 ist demnach zu bestätigen. Leistungsträger sind im Netzwerk so positioniert, dass sie deutlich eher als Nicht-Leistungsträger Mittlerrollen einnehmen können.

Abb. 7: Statistische Auswertung zur *Betweeness*

Mittelwerte Betweeness

Gruppenzugehörigkeit	Mittelwert	N	Standardabweichung
1 Leistungsträger	328,97871	34	555,425786
2 Nicht-Leistungsträger	54,92636	289	186,861661
Insgesamt	83,77398	323	264,465757

**Mann-Whitney-Test
Ränge**

	Gruppenzugehörigkeit	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Betweeness	1 Leistungsträger	34	221,81	7541,50
	2 Nicht-Leistungsträger	28	154,96	44784,50
	Gesamt	32		

Statistik für Test(a)

	Betweeness
Mann-Whitney-U	2879,500
Wilcoxon-W	44784,500
Z	-4,976
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

4. Kontaktstärke – „Average valued degree“

Hypothese 3 befasst sich mit der durchschnittlichen Häufigkeit der Kontakte von Akteuren im Netzwerk, dem hier so bezeichneten Average valued degree. Dabei wurde die Annahme getroffen, dass diese bei Leistungsträgern signifikant höher ausgeprägt sein sollte, als bei Nicht-Leistungsträgern. Abbildung 8 bestätigt dies. Die Ergebnisse sind signifikant auf dem 0,001-Niveau (höchst signifikant). H3 ist also anzunehmen.

Abb. 8: Statistische Auswertung zur *Average valued degree*

Mittelwerte Average valued Degree

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung
1 Leistungsträger	2,0483	34	1,30524
2 Nicht-Leistungsträger	1,1367	289	,61792
Insgesamt	1,2326	323	,77112

Mann-Whitney-Test Ränge

	Gruppenzugehörigkeit	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Average valued degree	1 Leistungsträger	34	240,63	8181,50
	2 Nicht-Leistungsträger	28	152,75	44144,50
	Gesamt	32		

Statistik für Test(a)

	Average valued degree
Mann-Whitney-U	2239,500
Wilcoxon-W	44144,500
Z	-5,868
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

D. Fazit

In der vorliegenden Untersuchung konnte gezeigt werden, dass sich innerhalb eines gegebenen Technologiefeldes sowohl quantitative als auch qualitative Patentleistung auf kleine Leistungseliten von Erfindern konzentriert. Die wenigen Köpfe, auf die sich Spitzenleistungen verteilen, unterscheiden sich dabei deutlich von ihren Mitakteuren. Sie kennzeichnen sich im Einzelnen dadurch, dass sie über mehr direkte Kontakte im Netzwerk verfügen, Mittlerpositionen zwischen Akteuren einnehmen, also Bindeglieder zwischen vielen verschiedenen Akteuren sind und häufiger mit denselben Akteuren zusammenarbeiten als andere Netzwerkakteure. Diese Ergebnisse erlauben es der Praxis, Überlegungen anzustellen, welche Möglichkeiten bestehen, diese Charakteristika aus personalwirtschaftlicher Perspektive mittels geeigneter Maßnahmen ideal zu unterstützen.

Des Weiteren wird deutlich, dass sich mit der Kombination aus Patent- und Netzwerkanalyse ein vielversprechendes Forschungsfeld eröffnet. Während auf Akteursebene weitere Faktoren

wie die technologische Breite eines Erfinders (operationalisiert durch die IPC-Klassifikation) oder der patentstatistische Karriereverlauf von Leistungsträgern von Interesse sein könnten, wären auf Teamebene beispielsweise Einflussgrößen erfolgreicher Teamzusammensetzung von Bedeutung. Auf Unternehmensebene bieten sich die Auswirkung von Arbeitgeberwechseln einzelner Erfinder oder die Auswirkungen von M&A-Aktivitäten auf patentstatistische und Netzwerkvariablen als untersuchungswürdig an. Darüber hinaus zu empfehlen wäre, dass weitere Möglichkeiten der Identifikation von Leistungsträgern getestet bzw. die Untersuchungen großzählig für verschiedene Branchen und Unternehmensgrößen durchgeführt werden.

Anmerkungen:

¹ Teamstudien bieten z.B. Allen, 1967; Högl/Gemünden, 1999; Gemünden/Högl, 2005 und Armbruster, 2005. Einzelakteure (es finden sich u.a. die Begriffe Champions, Promotoren, Gatekeeper, Schlüsselerfinder) werden u.a. betrachtet bei Chakrabarti, 1974; Hauschildt/Schwewe, 1997; Ernst et al, 1999; Folkerts, 2001 oder Müller-Prothmann, 2005.

² Eine Ausnahme bildet Nikulainen, 2007. Hier werden bereits Erfindernetzwerke anhand von Patenten abgebildet, jedoch mit einem anderen thematischen Schwerpunkt. Nikulainen untersucht Gatekeeper, die Wissenstransfers zwischen akademischen Institutionen und Unternehmen realisieren. Weitere Arbeiten zu Patentnetzwerken sind volkswirtschaftlich orientiert (vgl. bspw. Graf, 2005 oder Heinze, 2006).

³ Diese Aussage findet sich bereits bei Allen, 1967, S. 31.

⁴ Zu faktischen Schutzstrategien (im Gegensatz zum Patent als juristische Schutzstrategie) vgl. Gassmann/Bader, 2006, S. 5.

⁵ Zu Motiven und Gefahren der Geheimhaltung von Erfindungen vgl. auch Gassmann/Bader, 2006, S. 48f.

⁶ Im Rahmen der Personalbeurteilung auch eigenschaftsorientierter Ansatz (Input~), tätigkeitsorientierter Ansatz (Transformation~ bzw. Throughput~) und ergebnisorientierter Ansatz (Output~) genannt. Vgl. u.a. Steinmann/Schreyögg, 2005, S. 796 ff. Weitere Konzepte zur Messung von Innovationsleistung im F&E-Bereich finden sich auch bei Werner, 2002, S. 58 ff. Hier wird Leistung jedoch auf organisationaler Ebene gemessen.

⁷ Es könnte sicherlich vermutet werden, dass der Anteil von patentierten vs. nicht-patentierten Erfindungen von Branche zu Branche, oder z.B. abhängig von der Unternehmensgröße schwankt. In der empirischen Untersuchung wird darauf insofern Bezug genommen, als dass alle Patente aus einem Technologiegebiet und nur von Unternehmen vergleichbarer Größe stammen. Vgl. Abschnitt C.

⁸ Gassmann/Bader, 2006 sprechen hier von Kosten in Höhe von etwa 25.000 € für ein Patent, dass auch im Ausland angemeldet und beispielsweise 10 Jahre gehalten werden soll. Vgl. Gassmann/Bader, 2006, S. 44.

⁹ Eine Übersicht über empirische Untersuchungen zur Verteilung von Leistung findet sich in Vitt, 1998, S. 68ff.

¹⁰ Auch in den Studien von Vitt, 1998 und Ernst et al, 1999 werden Quantität und Qualität der Patente eines Erfinders zur Beurteilung seiner Leistung herangezogen. Zudem findet sich in der personalwirtschaftlichen Literatur die Empfehlung, dass im Rahmen von Leistungsbeurteilungen sowohl quantitative als auch qualitative Aspekte berücksichtigt werden müssen. Vgl. Zander/Knebel, 1993, S. 23.

¹¹ Hier werden Erteilungsjahre zugrunde gelegt. In der Regel dürfte eine etwa proportionale Beziehung zu den jeweiligen Anmeldejahren bestehen. Darüber hinaus ist erst ab Erteilung einer Erfindung gesichert, dass sich ein Unternehmen die jeweilige Monopolrente aus dem Patent sichern kann. Zu einem ähnlichen Vorgehen vgl. auch Vitt, 1998, S. 45f.

¹² Ungerichtet sind die Beziehungen deshalb, weil keine Unterscheidung in eingehende und ausgehende Verbindungen erfolgt. Dichotomisiert sind sie insofern, als das eine Beziehung entweder vorhanden ist oder nicht (Wert 1 oder 0). Multiplex wären die Verbindungen, wenn verschiedene Arten von Beziehungen erfasst würden (z.B. neben gemeinsamen Patenten spielen zwei Erfinder zusammen Golf).

¹³ Müller-Prothmann setzt die hohe Betweeness eines Akteurs in Wissensnetzwerken bereits mit dem Innehaben einer Gatekeeper-Funktion gleich. Vgl. Müller-Prothmann, 2005, S. 231.

¹⁴ Für die vorliegende Stichprobe ergibt sich damit eine maximale Betweeness von 51 681 aus der Formel $c_{B_{\max}} = \frac{(n-1)(n-2)}{2}$.

¹⁵ Unter Transaktionskosten werden die Kosten des Austauschs von Leistungen verstanden; hier der Ressource Wissen. Kosten können dabei nicht in Form monetärer Größen entstehen, sondern auch in Form jedweden Aufwandes oder Nachteilen, die den Beteiligten zu Lasten fallen. Beispiele wären Kommunikationskosten im Rahmen der Anbahnung oder Abstimmungskosten im Rahmen der Vereinbarung der Zusammenarbeit von Erfindern. Vgl. Picot, 1982, S. 270.

¹⁶ Die Patentstichprobe kam im Rahmen von Patentforschungsarbeiten der FSU bereits vor Beginn dieser Arbeit zustande (vgl. Haupt/Kloyer/Lange, 2007), wurde jedoch bisher nicht im Hinblick auf Erfinderbeziehungen untersucht.

¹⁷ Auch bekannt als whole count- vs. fractional count-Problem. Nach Narin/Breitzman führen verschiedene Arten der Zählung jedoch nicht zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der Untersuchung der Verteilung von Leistung. Vgl. Narin/Breitzman, 1995, S. 510ff.

¹⁸ RPAD nimmt im vorliegenden Beispiel Werte zwischen 0,8 und 3 an. Die Intervalllänge beträgt hier für das erste Intervall 0,2 sowie 0,15 für alle folgenden. Eine Ausnahme bildet das letzte Intervall mit einer Länge von 0,55. In Bezug auf RPQD schwanken die Werte hingegen zwischen 0 und 8,3. Die Intervalllänge für RPQD beträgt hier 0,5 für die ersten 8 Klassen, 1,5 für die neunte, 2 für die zehnte und 0,8 für die letzte Klasse. Die Bildung unterschiedlich großer Intervalle zeigte sich aufgrund der jeweiligen Werteverteilung als unabdingbar. Ein Trimming der Stichproben, um die Intervalllängen gleich groß zu halten, wäre sicherlich als weitere Lösungsmöglichkeit in Betracht zu ziehen gewesen. Die Erfassung aller möglichen Merkmalsausprägungen wurde jedoch als bedeutsamer eingeschätzt.

¹⁹ Im Rahmen der vorliegenden Studie sollen Ergebnisse bis zu einem p-Wert von 5% akzeptiert werden. Dabei steht $p > 0,05$ für ein nicht signifikantes, $0,01 < p \leq 0,05$ für ein signifikantes, $0,001 < p \leq 0,01$ für ein sehr signifikantes und $p \leq 0,001$ für ein höchst signifikantes Ergebnis. Vgl. Bühl, 2006, S. 115.

²⁰ Ein Korrelationskoeffizient r wird dabei wie folgt interpretiert: $0 < r \leq 0,2$ sehr geringe Korrelation, $0,2 < r \leq 0,5$ geringe Korrelation, $0,5 < r \leq 0,7$ mittlere Korrelation, $0,7 < r \leq 0,9$ hohe Korrelation, $0,9 < r \leq 1$ sehr hohe Korrelation. Vgl. Bühl, 2006, S. 263.

²¹ Dieser Test eignet sich für nichtnormalverteilte, intervallskalierte Variablen und darüber hinaus unabhängige Stichproben (vgl. Bühl (2006), S. 114).

Literatur

- Allen, T. J. (1967):* Communications in the Research and Development Laboratory, in: *Technology Review*, Bd. 70, Nr. 1, S. 31-37.
- Argyris, C. (1971):* *Organization and Innovation*, 5. Aufl., Irwin/Dorsey Press, Homewood/Illinois.
- Armbruster, H. (2005):* *Sozialstrukturen in Innovationsteams. Analyse sozialer Netzwerke*, Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden.
- Becker, F. G. (2003):* *Grundlagen betrieblicher Leistungsbeurteilungen. Leistungsverständnis und –prinzip, Beurteilungsproblematik und Verfahrensprobleme*, 4., aktualisierte Auflage, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- BMBF (2002):* *Zur Einführung der Neuheitsschonfrist im Patentrecht – ein USA-Deutschland-Vergleich bezogen auf dem Hochschulbereich*, BMBF-Studie, Bonn.
- Borgatti, S. P./Everett, M. G./Freeman, L. C. (2002):* *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*, Analytic Technologies, Harvard/MA.
- Böttcher, W./Merkle, F./Weitkemper, H.-H. (2003):* Historische Entwicklung der künstlichen Stimulation des Herzens, in: *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie*, Bd. 17, Heft 1, S. 24-34.
- Breitzman, A./Thomas, P. (2002):* Using patent citation analysis to target/value M&A candidates, in: *Research Technology Management*, Bd. 45, S. 28-36.
- Bühl, A. (2006):* *SPSS 14. Einführung in die moderne Datenanalyse*, 10., überarb. u. erw. Aufl., Pearson Studium, München.
- Carpenter, M. P./Narin, F./Wolf, P. (1981):* Citation rates to technologically important patents, in: *World Patent Information*, Bd. 3, Nr. 4, S. 160-163.
- Chakrabarti, A. K. (1974):* The role of champion in product innovation, in: *California Management Review*, Bd. 17, Nr. 2, S. 58-62.
- Domsch, M. E./Gerpott, H./Gerpott, T. J. (1989):* *Technologische Gatekeeper in der industriellen F&E. Merkmale und Leistungswirkungen*, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- DPMA (2005) (Hrsg.):* *Jahresbericht*, Deutsches Patent- und Markenamt, München.
- Ernst, H./Leptien, C./Vitt, J. (1999):* Schlüsselerfinder in F&E. Implikationen für das Personalmanagement, in: *ZfB-Ergänzungsheft 1/1999*, S. 91-118.
- Fiedler-Winter, R. (2007):* Schadet Teamarbeit der Karriere? Meinungen und Erfahrungen zu einem unterschätzten Problem, in: *CM Controller Magazin*, 32. Jg., Nr. 2, S. 188-189.
- Folkerts, L. (2001):* *Promotoren in Innovationsprozessen. Empirische Untersuchung zur personellen Dynamik*, Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden.
- Freeman, L. C. (1979):* Centrality in social networks. Conceptual clarification, in: *Social Networks*, Bd. 1, Nr. 3, S. 215-239.
- Galton, Francis (1910):* *Genie und Vererbung*, Philosophisch-soziologische Bücherei, Bd. 19, Klinkhardt, Leipzig.
- Gassmann, O./Bader, M. A. (2006):* *Patentmanagement. Innovationen erfolgreich nutzen und schützen*, Springer, Berlin.
- Gemünden, H. G./Högl, M. (2005):* Teamarbeit in innovativen Projekten: Eine kritische Bestandsaufnahme der empirischen Forschung, in: *Gemünden, H. G./Högl, M.: Management von Teams*, Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden, S. 1-31.
- Graf, H. (2006):* *Networks in the innovation process: Local and regional interactions*, Edward Elgar, Cheltenham et al.
- Granovetter, M. (2005):* The impact of social structure on economic outcomes, in: *Journal of Economic Perspectives*, Bd. 19, Nr. 1, S. 33-50.
- Granovetter, M. (1973):* The strength of weak ties, in: *American Journal of Sociology*, Bd. 78, Nr. 6, S. 1360-1380.

-
- Harhoff, D./Narin, F./Scherer, F. M./Vopel, K. (1999):* Citation frequency and the value of patented inventions, in: *The Review of Economics and Statistics*, Bd. 81, Nr. 3, S. 511-515.
- Haupt, R. (2007):* Technologiemonitoring auf der Basis von Patentzitate, in: Hausladen, I. (Hrsg.): *Management am Puls der Zeit: Strategien, Konzepte und Methoden*. Festschrift für Horst Wildemann zum 65. Geburtstag, Bd. 2, Produktion und Logistik, München, S. 1415-1427.
- Haupt, R. (2005):* Patent analysis of a company's technology strength, in: Weissenberger-Eibl, M. A. (Hrsg.): *Gestaltung von Innovationssystemen: Konzepte, Instrumente, Erfolgsmuster*, Cactus Group Verlag, Kassel, S. 229-249.
- Haupt, R./Kloyer, M./Lange, M. (2007):* Patent indicators for the technology life cycle development, in: *Research Policy*, Bd. 36, S. 387-398.
- Hauschildt, J. (1998):* Promotoren – Projektmanager der Innovation?, in: Franke, N./Braun, C. F. von (Hrsg.): *Innovationsforschung und Technologiemanagement*, Springer, Berlin et al.
- Hauschildt, J./Schewe, G. (1997):* Gatekeeper und Promotoren: Schlüsselpersonen in Innovationsprozessen in statischer und dynamischer Perspektive, in: *Die Betriebswirtschaft*, 57. Jg., Nr. 4, S. 506-516.
- Heinze, T. (2006):* Emergence of Nano S&T in Germany. Network formation and company performance, *Fraunhofer ISI Discussion papers*, No. 7/2006.
- Högl, M./Gemünden, H. G. (1999):* Determinanten und Wirkungen der Teamarbeit in innovativen Projekten: Eine theoretische und empirische Analyse, in: *ZfB-Ergänzungsheft*, 2/99, S. 35-61.
- Howell, J. M./Higgins, C. A. (1990):* Champions of Technological Innovation, in: *Administrative Science Quarterly*, Bd. 35, Nr. 2, S. 317-341.
- Hughes, E. C. (1968):* Preserving individualism on the R&D team, in: *Harvard Business Review*, Bd. 46, Nr. 1, S. 72-82.
- Jansen, D. (2006):* Einführung in die Netzwerkanalyse. Grundlagen, Methoden, Forschungsbeispiele, 3., überarb. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Lotka, Alfred J. (1926):* The frequency distribution of scientific productivity, in: *Journal of the Washington Academy of Sciences*, Bd. 16, Nr. 12, S. 317-323.
- Müller-Prothmann, T. (2005):* Leveraging knowledge communication for innovation. Framework, methods and applications of social network analysis in research and development, Lang, Frankfurt/Main.
- Narin, F./Breitzman, A. (1995):* Inventive Productivity, in: *Research Policy*, Bd. 24, S. 507-519.
- Nikulainen, T. (2007):* What makes a gatekeeper? Insights from the Finnish nano-community, *DRUID Working paper*, No. 3, Danish Research Unit for Industrial Dynamics, Aalborg.
- Picot, A. (1982):* Transaktionskostenansatz in der Organisationstheorie: Stand der Diskussion und Aussagewert, in: *DBW*, 42. Jg., Nr. 2, S. 267-284.
- Steinmann, H./Schreyögg, G. (2005):* Management. Grundlagen der Unternehmensführung. Konzepte – Funktionen – Fallstudien, 6., überarb. Auflage, Gabler, Wiesbaden.
- Trajtenberg, M. (1990):* A penny for your quotes: Patent citations and the value of innovations, in: *RAND Journal of Economics*, Bd. 21, Nr. 1, S. 172-187.
- Vitt (1998):* Schlüsselerfinder in der industriellen Forschung und Entwicklung. Strategien für das Akquisitionsmanagement in Unternehmen, Schriftenreihe Betriebswirtschaftslehre für Technologie und Innovation, Bd. 27, Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden.
- Wasserman, S./Faust, K. (1994):* Social Network Analysis. Methods and Applications, Cambridge University Press, Cambridge/USA et al.

-
- Werner, B. M. (2002):* Messung und Bewertung der Leistung von Forschung und Entwicklung im Innovationsprozess. Methodenüberblick, Entwicklung und Anwendung eines neuen Konzepts, Diss., TU Darmstadt.
- Witte, E. (1999):* Das Promotoren-Modell, in: Hauschildt, J./Gemünden, H. G. (Hrsg.): Promotoren. Champions der Innovation, 2., erw. Aufl., Gabler, Wiesbaden, S. 9-41.
- Wirtschaftswoche (2006):* Angst vor Spionen, in: Wirtschaftswoche, Nr. 17, 24.04.2006, S. 121.
- Zander, E./Knebel, H. (1993):* Praxis der Leistungsbeurteilung. Leistung – wieder gefragt, 3., neubearb. und erw. Auflage, Sauer, Heidelberg.