



kompetenzzentrum bibliometrie

Erwartete Zitratraten und Klassifikationen

Teilprojektbeschreibung

1. Problemstellung und Ziel

Zitratraten werden bei bibliometrischen Analysen benutzt, um den Impact (Einfluss) von Publikationen zu bestimmen. Annahme ist dabei, dass sehr häufig zitierte Publikationen einen höheren Impact als weniger häufig zitierte haben. In der Regel geht es dabei nicht um den Impact einer einzelnen Publikation, sondern den durchschnittlichen Impact einer Teilmenge von Publikationen. Faktisch wird Impact vielfach mit Qualität gleichgesetzt.

Ein grundsätzliches Problem besteht darin, dass die Zitratraten sehr unterschiedlich sein können. Wichtigste Einflussfaktoren sind dabei:

- **Fachgebiet:** Je nach Zitatergewohnheiten können die Zitratraten in unterschiedlichen Fachgebieten voneinander abweichen, so dass ein direkter Vergleich nicht sinnvoll ist und keine Rückschlüsse bezüglich des Impacts erlaubt.
- **Zeitschrift:** Jede Zeitschrift hat einen unterschiedlichen Leserkreis, so dass die Zahl der Zitate auch von der Größe des Leserkreises abhängt. In diesem Kontext ist es üblich, den Impact-Faktor einer Zeitschrift zu ermitteln, für den die durchschnittliche Zitaterate von Artikeln in der jeweiligen Zeitschrift ermittelt wird.
- **Nationale Herkunft der Autoren:** Bei Ländern mit großem eigenen Sprachraum publizieren Autoren in erheblichem Maße in ihrer Landessprache und nur zum Teil auf Englisch. In bibliometrischen Datenbanken sind oftmals Zeitschriften enthalten, bei denen die Artikel grundsätzlich in der Landessprache verfasst sind, die aber einen englischen Abstract haben. Es gibt auch Zeitschriften, die von deutschen Herausgebern publiziert werden, in denen aber die Beiträge in Englisch verfasst sind. In all diesen Fällen ist der Leserkreis begrenzter als dies beispielsweise bei US-amerikanischen Zeitschriften der Fall ist. Dort ist bereits der Leserkreis im Inland sehr groß, dazu kommen viele Leser aus dem Ausland. Bei Ländern mit großem eigenen Sprachraum führt dies zu einer Benachteiligung bei den Zitateraten. Wichtige Beispiele sind Deutschland, Frankreich, Italien, Spanien, Japan, China oder auch die südamerikanischen Länder.

- Zeitliche Veränderungen: Grundsätzlich ist es möglich, dass sich Zitatgewohnheiten in einem Fachgebiet im Verlauf der Zeit ändern. Wichtiger ist aber, dass sich die beiden großen bibliometrischen Datenbanken WoS und SCOPUS durch die Einbeziehung neuer Zeitschriften ständig vergrößern und damit auch die Zahl der Publikationen, die frühere zitieren können. Damit steigen die Zitatraten allmählich an.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich der Bedarf für eine Standardisierung der Zitatraten.

2. Stand der Forschung

Ein erster wichtiger Schritt zur Standardisierung ist die Einführung von festen Zeitfenstern zur Ermittlung der Zitate. Üblich sind hier 3-Jahres- und 5-Jahres-Fenster. Gezählt werden dabei alle Zitate von Publikationen aus dem Publikationsjahr der untersuchten Veröffentlichungen sowie den 2 bzw. 4 Folgejahren. Durch die Zeitfenster wird verhindert, dass ältere Publikationen gegenüber jüngeren zu hoch bewertet werden, weil ein längerer Zeitraum mit zitierenden Publikationen zu Grunde liegt.¹

Als zweiter Schritt zur Standardisierung der ermittelten Zitatraten, der sogenannten beobachteten Zitatraten, hat sich in der bibliometrischen Forschung die Bestimmung der sogenannten erwarteten Zitatraten eingebürgert. Bei den erwarteten Zitatraten wird in gleicher Weise alternativ mit 3- und 5-Jahres-Fenstern gearbeitet. Es wird für jede Zeitschrift, die in den jeweiligen Datenbanken abgedeckt ist, geprüft, wie häufig die Artikel eines Publikationsjahrgangs in Bezug auf die beiden Zeitfenster zitiert werden. Daraus wird eine durchschnittliche Zitatrate pro Artikel berechnet, die der erwarteten Zitatrate für diese Zeitschrift entspricht. Diese wird häufig auch als Impact-Faktor der Zeitschrift bezeichnet.

Grundsätzlich muss für jede Zeitschrift, die in den Datenbanken enthalten ist, diese durchschnittliche Zitatrate für alle Publikationsjahrgänge mit den entsprechenden Zitatfenstern ermittelt werden. Im Ergebnis kann dann die Zitatrate einer spezifischen Publikation mit ihrer erwarteten Zitatrate verknüpft werden, also mit der durchschnittlichen Zitatrate der Zeitschrift, in der die Publikation erschienen ist. Auf diese Weise lässt sich feststellen, ob die jeweilige Zitatrate ober- oder unterhalb der erwarteten Zitatrate liegt. Diese Ergebnisse für einzelne Publikationen werden für definierte Sets von Publikationen zusammengeführt.

Im Einzelnen sind folgende Indikatoren üblich, die im Kontext mit erwarteten Zitatraten stehen:²

CPP = Durchschnittliche Zahl von (beobachteten) Zitaten pro Publikation in Bezug auf einen vordefinierten Datensatz an Publikationen

% Pnc = Prozentanteil der nicht-zitierten Publikationen

JCS = Durchschnittliche Zitatrate einer Zeitschrift (Journal Citation Score)

¹ Die methodischen Fragen zu der Ermittlung von Zitatraten werden vor allem in der Zeitschrift *Scientometrics* diskutiert. Eine zusammenfassende Darstellung ist bei Moed (2005) zu finden.

² Die folgenden Ausführungen lehnen sich an Van Raan (2004) an.

JCS_m = Durchschnittliche (gewichtete) Zitatrate der Zeitschriften, in denen die Artikel des vordefinierten Datensatzes an Publikationen veröffentlicht wurden (Mean Journal Citation Score)

CPP/JCS_m = Index zur Messung der beobachteten Zitatraten in Relation zu den erwarteten

Daraus abgeleitet ergibt sich für die Publikationen der Indikator „Zeitschriftenspezifische Wissenschaftliche Beachtung (Scientific Regard)“, abgekürzt ZB oder engl. SR,³ definiert als

$$ZB_k = 100 \tanh \ln (OBS_k/EXP_k)$$

In dieser Formel bedeutet OBS_k (=CPP) die tatsächlich beobachtete Zitatrate von allen Publikationen eines vordefinierten Datensatzes, z.B. des Landes k. EXP_k (=JCS_m) ist die erwartete Zitatrate, die sich aus den durchschnittlichen Zitierungshäufigkeiten der Zeitschriften in Relation zur Zahl der Publikationen ergibt, in denen die Autoren dieses Landes ihre Artikel publiziert haben. Durch den Logarithmus wird der Wertebereich von OBS_k/EXP_k (entsprechend der obigen Relation CPP/JCS_m) mit dem Neutralwert 1 und einem unsymmetrischen Wertebereich von 0 bis +∞ auf einen symmetrisierten Bereich mit dem Neutralwert 0 transformiert, der um den Neutralwert herum linearisiert ist; durch den Tangens hyperbolicus wird eine Ober- und Untergrenze des Wertebereichs eingeführt. Bei diesen Transformationen geht es letztlich um eine bessere grafische Darstellbarkeit.

Bei dem ZB-Index werden durch den Bezug auf die jeweilige Zeitschrift alle Unterschiede zwischen Zeitschriften herausgenommen, was einer zu starken Gerwichtung US-amerikanischer Zeitschriften entgegenwirkt. Allerdings gibt es auch Diskussionen, wie dennoch Qualitätsunterscheide zwischen Zeitschriften erhalten werden können. Ma und Ma (2008). Die Berücksichtigung dieser Fragen ist möglich, jedoch aufwändig.

Weitere häufig benutzte Indikatoren sind

FCS (Field Citation Score) = die durchschnittliche Zitatrate für alle Zeitschriften eines Feldes

FCS_m (Mean Field Citation Score) = die durchschnittliche (gewichtete) Zitatrate für alle Felder zu denen die Artikel des vordefinierten Datensatzes an Publikationen gehören

Dieser Indikator kann als Referenz für die durchschnittlichen Zitatraten einer Zeitschrift in Relation zu dem Feld dienen, zu dem diese Zeitschrift gehört. Voraussetzung für die Verwendung von FCS und FCS_m ist, dass zunächst einmal über Zeitschriften disziplinäre oder thematische Felder definiert werden.

Die feldspezifische Zitatrate ist auch geeignet, die Relation CPP/ FCS_m zu errechnen, die die Leidener Gruppe als „Crown Indicator“ bezeichnet. Hier werden die Publikationen jeweils mit den Erwartungswerten für das Feld standardisiert, so dass Zeitschriften mit hohen und niedrigen Impact-Faktoren zusammengefasst als Referenz

³ Die genaue Herleitung findet sich in Grupp u.a. (2001).

dienen. Bei dem oben definierten ZB-Index ist nur der Referenzwert der jeweiligen Zeitschrift maßgeblich.

Abgeleitet aus den Erwartungswerten kann bezogen auf ein Land auch ein Indikator der Internationalen Ausrichtung (International Alignment)⁴

$$IA_k = 100 \tanh \ln (EXP_k/OBS_w)$$

errechnet werden, für den dieselben Vereinbarungen wie für den ZB-Index gelten. Hier werden die erwarteten Zitatraten der Publikationen eines Landes in Relation zu den beobachteten Zitatraten weltweit (= erwartete Zitatraten weltweit) gesetzt. Hieran zeigt sich, ob die Autoren eines Landes eher in Zeitschriften mit hohem Impact (hoher internationaler Beachtung) publizieren oder eher in weniger Sichtbaren.

Diese kurze Übersicht zeigt, dass erwartete Zitatraten ein zentrales Element avancierter bibliometrischer Analysen sind, die viele Probleme von einfachen Untersuchungen lösen können. Allerdings lassen sich erwartete Zitatraten mit Online-Datenbanken oder CD-basierten Datenbankversionen nicht systematisch ermitteln. Gerade an diesem Punkt liegt ein zentraler Vorteil von Inhouse-Datenbanken, und die Implementation von erwarteten Zitatraten ist für ihre sinnvolle Nutzung zentral. Im vorliegenden Fall ist es von besonderem Interesse, die unterschiedlichen Ergebnisse für die Datenbanken WoS und SCOPUS zu vergleichen, um Schlussfolgerungen für die Belastbarkeit der daraus abgeleiteten Indizes ziehen zu können.

3. Projektbeschreibung

In der praktischen Umsetzung der Ermittlung erwarteter Zitatraten muss zunächst der Gesamtbestand an Zeitschriften für jedes Publikationsjahr geklärt werden, wobei auch eventuell eine Zusammenführung unterschiedlicher Bezeichnungen für eine Zeitschrift geleistet werden muss (Unifizierung). Zu diesem Zwecke werden jahrgangswise alle Zeitschriften aus den Datenbanken separat für WoS und SCOPUS herausgezogen. Auch wenn die Schnittmenge gleicher Zeitschriften in WoS und SCOPUS in einzelnen Fachgebieten erheblich ist, müssen die Recherchen für die durchschnittlichen Zitatraten in beiden Datenbanken auch getrennt durchgeführt werden können, da die Zahl der zitierenden Publikationen voneinander abweicht. Denn die Zeitschriftenabdeckung in SCOPUS ist erheblich breiter als die des WoS. Aktuell umfasst WoS rund 8.800 Zeitschriften, in SCOPUS werden rund 13.700 Zeitschriften abgedeckt.

In den jährlichen Listen der Zeitschriften wird zunächst über automatische Verfahren mit einer geeigneten Software wie Vantage Point die Ähnlichkeit von Zeitschriftentiteln geprüft, um so mögliche unterschiedliche Schreibweisen zu identifizieren; manchmal werden Bestandteile des Titels abgekürzt, manchmal nicht. Darüber hinaus wird eine intellektuelle Prüfung erfolgen. Weiterhin muss eine Tabelle generiert werden, in welchem Maße Zeitschriften im WoS denen in SCOPUS entsprechen und welche Zeitschriften nur in jeweils einer der Datenbank vorkommen. Auch hier ist davon auszugehen, dass die Zeitschriftentitel in den beiden Datenbanken unterschiedlich codiert werden. Darüber hinaus müssen Publikationen außerhalb von Zeitschriften wie z.B. Konferenzbeiträge aus der Analyse ausgeschlossen werden.

⁴ Ebenda

Aus dieser Definition von Zeitschriften können in einem ersten Überblick erste Tests zu erwarteten Zitatraten in beiden Datenbanken realisiert werden.

Im nächsten Schritt wird es notwendig sein, erste Felder zu definieren, für die erwartete Zitatraten ermittelt werden können. Dabei sollen die von WoS verwendeten Felder zugrunde gelegt werden, da diese breit eingeführt sind. Diese Felder sind durch Sätze von Zeitschriften definiert, wobei einige Zeitschriften auch mehrfach klassifiziert sind. Es geht dabei um rund 180 Felder. SCOPUS führt zwar rund doppelt so viele Felder. Eine Prüfung in einzelnen Bereichen hat jedoch gezeigt, dass die Klassifikation der Zeitschriften weniger sorgfältig ist. Von daher ist eine einfache Überführung von SCOPUS- in WoS-Klassen nicht möglich.

Zunächst werden die Zeitschriften in SCOPUS, die auch in WoS enthalten sind, den dortigen Klassen zugeordnet. Weitere Zeitschriften in SCOPUS werden durch Fachleute des Fraunhofer ISI intellektuell WoS-Klassen zugeordnet. Schließlich werden durch Ko-Zitationsanalysen inhaltliche Ähnlichkeiten zwischen klassifizierten und nicht-klassifizierten Zeitschriften ermittelt und auf dieser Basis Entscheidungen für die Klassifikation einzelner Zeitschriften getroffen.

Wie schon bei disziplinären bzw. thematischen Feldern ist es möglich und sinnvoll, auch erwartete Zitatraten für Zeitschriften aus bestimmten Region zu definieren, etwa für alle Zeitschriften mit südamerikanischen Herausgebern, um damit die Publikationen aus dieser Region zu standardisieren. Dieses Vorgehen dürfte insbesondere für SCOPUS sinnvoll sein, da dort nicht-amerikanische Zeitschriften breiter als in WoS erfasst sind. Auch das erfordert jedoch im Vorfeld eine Definition des Sets südamerikanischer, chinesischer etc. Zeitschriften. Diese Klassifikation erfordert eine Zuordnung nach der Nationalität des Herausgebers der Zeitschrift. Sinnvoll ist es dann auch, regionale Zeitschriftensätze weiter nach thematischen Feldern zu differenzieren.

Aus der Kombination von thematischen und regionalen Klassifikationen ergibt sich ein Ansatz, das oben angesprochene Problem einer zu starken Vereinheitlichung der Normierung durch erwartete Zitatraten auf der Basis von Zeitschriften zu lösen. Statt einer zu starken Betonung von US-Zeitschriften, wenn nicht standardisiert wird, und einer allgemeinen Gleichsetzung, wenn zeitschriftenspezifisch normiert wird, kann jetzt auf regionaler Ebene zwischen bedeutsamen und weniger bedeutsamen Zeitschriften differenziert und so die Entwicklung adäquater Indizes erreicht werden.

Auf der Basis dieser thematischen und regionalen Felder werden dann weitere Tests durchgeführt. Diese sollen zum Einen die Unterschiede zwischen WoS und SCOPUS genauer aufzeigen, zum Anderen müssen die zeitlichen Verläufe in den einzelnen Feldern genauer untersucht werden. Bei den feldspezifischen Indizes wird es auch einen systematischen Vergleich mit Ergebnissen früherer Analysen für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit und für die Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) geben, bei denen Daten der Universität Leiden, Institut CWTS, zugrunde lagen.

Weiterhin soll in diesem Teilprojekt eine Übersicht erstellt werden, welche disziplinären und thematischen Klassifikationen für die Wissenschaft national und international verwendet werden. Es werden Vor- und Nachteile der einzelnen Klassifikationen herausgearbeitet wie beispielsweise Grad der Differenzierung, Verbreitung,

Anschlussfähigkeit an andere Untersuchungen oder Schlüssigkeit der hierarchischen Struktur. Außerdem wird geprüft, inwieweit eine Zuordnung der Zeitschriften in WoS und SCOPUS realisiert werden kann. Abschließend wird ein Vorschlag für eine geeignete Klassifikation unterbreitet.

Dieser letzte Schritt ist Vorbereitung für ein weiteres großes Arbeitspaket, bei dem alle Zeitschriften von WoS und SCOPUS nach diesem neuen Schema im Sinne einer Grobklassifikation zugeordnet werden. Die ausgewählte Klassifikation sollte zwar grundsätzlich eine feinere Klassifikation ermöglichen. Auf der Ebene der Zeitschriften kann es jedoch nur eine Grobklassifikation geben, da eine große Zahl von Zeitschriften sehr viele Teilgebiete abdeckt. Beispielsweise ist es in der Elektrotechnik üblich, dass Beiträge von der Mikroelektronik bis hin zur Energietechnik in einer Zeitschrift abgedeckt werden.

Daran anschließend soll jeder einzelne Artikel klassifiziert werden, wobei dann eine deutlich feinere Klassifikation eingesetzt werden soll. Für die Zuordnung der Artikel zu dieser Klassifikation bedarf es automatischer Text-erschließender Verfahren wie etwa semantischer Verfahren. Auch die Erprobung von Verfahren des Maschinellen Lernens zur Textkategorisierung (Dumais 1998, Leopold 2004), wie etwa Support-Vektor-Maschinen (SVM), erscheint lohnenswert. Weiterhin können bibliometrische Verfahren wie Co-word-Analysen, bibliometrische Kopplung oder Ko-Zitationen eingesetzt werden. Hier ist zu erwarten, dass eine Kombination verschiedener Ansätze erforderlich sein wird. Bei diesem Arbeitspaket wird der Einsatz avancierter Softwaretools erforderlich sein, und es ist die Kooperation mit externen Partnern geplant, die auf diesem Gebiet über einschlägige Erfahrungen verfügen. So arbeitet das französische Institut INIST, Nancy, an einer automatischen Klassifikation der Artikel in der Datenbank PASCAL und das Fraunhofer SCAI an neuen Textmining-Verfahren. Es muss jedoch genauer sondiert werden, welche Einrichtung zum Zeitpunkt der Realisierung dieses Schritts den besten Beitrag leisten kann. Es ist somit in dieser Phase an die Vergabe eines Unterauftrags gedacht. In jedem Fall ist das Ziel, eine Klassifikation der Artikel auf niedrigem Aggregationsniveau zu erreichen.

Insgesamt wird es somit die folgenden Arbeitsschritte geben:

- Ermittlung und Unifizierung von jährlichen Zeitschriftensätzen für WoS und SCOPUS, Ermittlung der Überschneidung beider Datenbanken
- Tests mit erwarteten Zitaten auf der Basis aller Zeitschriften
- Zuordnung der Zeitschriften in SCOPUS zu den WoS-Klassifikationen von disziplinären und thematischen Feldern
- Definition von regionalen Klassifikationen von Zeitschriften in WoS und SCOPUS
- Tests mit erwarteten Zitaten auf der Basis von disziplinären und regionalen Klassifikationen
- Übersicht über disziplinäre/thematische Klassifikationen der Wissenschaft, Erarbeitung eines Vorschlags für eine sinnvolle Klassifikation

- Zuordnung der Zeitschriften von WoS und SCOPUS zu der neuen Klassifikation der Wissenschaft auf einem hohen Aggregationsniveau
- Zuordnung der einzelnen Artikel von WoS und SCOPUS zu der neuen Klassifikation der Wissenschaft auf einem tiefen Aggregationsniveau
- Berichtserstellung

4. Erwartete Ergebnisse

Die Ermittlung der jährlichen Zeitschriftenbestände in beiden Datenbanken und ihr Vergleich sowie der anschließende Tests werden einen ersten Eindruck geben, auf welcher Datengrundlage systematisch gearbeitet werden kann, wo es Codierungsfehler gibt und in welchem Ausmaß sich die erwarteten Zitatraten in beiden Datenbanken unterscheiden. Interessant wird insbesondere der Vergleich der Länder-Rankings auf der Basis der Indikatoren IA und ZB, der Internationalen Ausrichtung und der Wissenschaftlichen Beachtung. Hier werden vor allem erhebliche Unterschiede bei dem IA-Index erwartet, da in SCOPUS in größerem Maße nicht-US-amerikanische Zeitschriften abgedeckt sind, was den Weltdurchschnitt des IA-Index vermindert und damit die Spreizung zwischen den Ländern erhöht.

Genauere Analysen werden auf der Basis der Klassifikation von Feldern möglich sein. Auch hier werden wieder die feldspezifischen Unterschiede von WoS und SCOPUS geprüft, wobei vor allem die Ergebnisse von SCOPUS in solchen Feldern relevant sein werden, da diese in WoS weniger breit abgedeckt sind. Es werden auch bedeutsame Unterschiede bei den regionalspezifischen Indizes erwartet.

Durch den systematischen Vergleich mit Ergebnissen früherer Analysen für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit und für die Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) wird schließlich eine genauere Prüfung der Zuverlässigkeit des Datenbestandes möglich sein, der vom Kompetenzzentrum Bibliometrie aufgebaut wurde.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Frage, welche Spezialisierungsprofile sich aus den unterschiedlichen Datenbankabdeckungen ergeben. Denn in WoS werden für die deutschen Ingenieurwissenschaften unterdurchschnittliche Spezialisierungen ermittelt, zum Beispiel ausgeprägt negative Indizes für den Relativen Fach-Literatur-Anteil (RLA)⁵, da bei den ingenieurwissenschaftlichen Zeitschriften im WoS US-amerikanische Zeitschriften dominieren und europäische und deutsche nur marginal abgedeckt sind. An diesem Punkt werden bei Analysen mit SCOPUS adäquatere Ergebnisse erwartet.

Eine weitere wichtige Frage wird sein, zu welchem Zeitpunkt in den einzelnen Feldern genügend Zeitschriften für zuverlässige Analysen abgedeckt sind und ab wann sich stabile erwartete Zitatraten einstellen. Diese Klärung ist insbesondere für Analysen mit SCOPUS von großem Interesse, da in dieser Datenbank der Zeitschriftenbestand seit Mitte der 1990er Jahre massiv ausgebaut wurde. Allerdings ist auch im WoS mit Inkonsistenzen zu rechnen, etwa in den Ingenieurwissenschaften Mitte der

⁵ Hinze et al. (2008), Schmoch und Qu (2009).

1990er Jahre, wo auf Druck wissenschaftlicher Interessengruppen der Bestand an diesbezüglichen US-amerikanischen Zeitschriften schlagartig aufgestockt wurde.

Schließlich werden wichtige Ergebnisse zu der Frage erwartet, ob regionale Disparitäten bei den Zitatraten durch regional differenzierte Erwartungswerte kompensierbar sind, sowohl in Bezug auf Schwellenländer als auch insbesondere auf den deutschen Sprachraum.

Bei der Übersicht über verschiedene Klassifikationen der Wissenschaft wird ein verbindlicher Vorschlag erarbeitet, wobei die abschließende Version hierarchisch aufgebaut ist und Klassifikation auf verschiedenen Aggregationsniveaus ermöglicht. Auf dieser Basis werden dann zunächst alle Zeitschriften auf einem hohen Niveau und dann alle Artikel auf einem niedrigen Niveau klassifiziert.

5. Literatur

Dumais, S., Platt, J., Heckerman, D., Sahami, M. (1998) Inductive learning algorithms and representations for text categorization, *Proceedings of the 7th International Conference on Information and Knowledge Management*.

Grupp, Hariolf; Schmoch, Ulrich; Hinze, Sibylle (2001): International alignment and scientific regard as macro-indicators for international comparisons of publications, in: *Scientometrics*. Vol. 51, No. 2, S. 359-380.

Hinze, Sibylle; Tang, Li; Gauch, Stephan (2008): Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich 2007. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.

Leopold, E., May, M., Paass, G. (2004) Data mining and text-mining for science & technology research, in *Handbook of Quantitative Science and Technology Transfer. The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*, S. 187-213.

Ma, G. Ma, Z (2008): Bringing PageRank to the citation analysis. *Information Processing and Management*, 44 (2), S. 800-810.

Moed, Henk F. (2005): *Citation Analysis in Research Evaluation*. Berlin u.a.: Springer.

Schmoch, Ulrich; Qu, Wan (2009): Performance and Structures of the German Science System in an International Comparison 2008. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.

Van Raan, Anthony J.F. (2004): *Measuring Science. Capita Selecta of Current Main Issues*. In: in: Glänzel, Wolfgang; Moed, Henk F.; Schmoch, Ulrich (Hrsg.) (2004): *Handbook of Quantitative Science and Technology Research. The Use of Publication and Patent Statistics in Studies on R&D Systems*. Dordrecht / Norwell / New York / London: Kluwer Academic Publishers, S. 19-50.