

# Bibliometrie in der Forschungsevaluierung

Zentrale Informationsvermittlungsstellen  
der Max-Planck-Gesellschaft

Benjamin F. Bowman

[bowman@biochem.mpg.de](mailto:bowman@biochem.mpg.de)

089 – 8578 3832

Werner Marx

[w.marx@fkf.mpg.de](mailto:w.marx@fkf.mpg.de)

0711 - 689 1285



# Die Themen

- Was ist Bibliometrie?
- Warum Forschungsevaluierung?
- Was heißt Evaluierung in der MPG?
- Was sind die Bewertungsmaßstäbe?
- Wie steht es mit Zitierungen?
- Wie funktioniert die Methode?
- Was sind die Probleme?
- Schlussfolgerungen



# Bibliometrie - Scientometrie ...

**Bibliometrie:** Quantitative Untersuchung von wissenschaftlichen Publikationen mittels statistischer Verfahren (z.B. Wachstum der Fachliteratur) - gegenwärtig insbesondere die Aussagekraft der Zitierungen für die Forschungsbewertung. Die Bibliometrie ist ein Teilgebiet der

**Szientometrie:** Quantitative Untersuchung des Wissenschaftsprozesses, insbesondere die Dynamik und Struktur von Forschungsbereichen und die Mechanismen der Forschung als sozialer Aktivität. Bibliometrie und Szientometrie sind wiederum Teilgebiete der

**Informetrie** (Infometrie): Quantitative Untersuchung von Information im Rahmen der Informationswissenschaft. Bibliometrie und Szientometrie werden häufig als synonyme Begriffe benutzt, während Informetrie als allgemeiner, übergreifender Begriff verwendet wird.

**Webometrie:** Untersucht die Anzahl und Verlinkung von Webseiten und die daraus resultierenden Internet-Strukturen sowie das Verhalten der Internet-Nutzer.



# Eigene Forschungsdisziplin

Dementsprechend eigene

- Fachzeitschriften
- Fachtagungen
- Lehrstühle
- Dispute

=> „*Work in progress*“

Mit bereits sehr konkreten Anwendungen,  
z.B. für die Evaluierung von Forschungsqualität!



# Quantifizierung von Qualität - Technik

Beispiel Technik:

Wie kann man die Qualität einer **Digitalkamera** quantifizieren?

- **Bildschärfe** als Auflösungsvermögen LP/mm
- **Bildrauschen** als Signal/Rauschverhältnis
- **Farbtreue** gemessen an Farbstandard
- **Schnelligkeit** nach Fotos pro Sekunde



# Quantifizierung von Qualität - Kunst

In der **Kunst** ist eine Antwort schwieriger:

Was ist ein Gemälde von **Monet** ... wert?

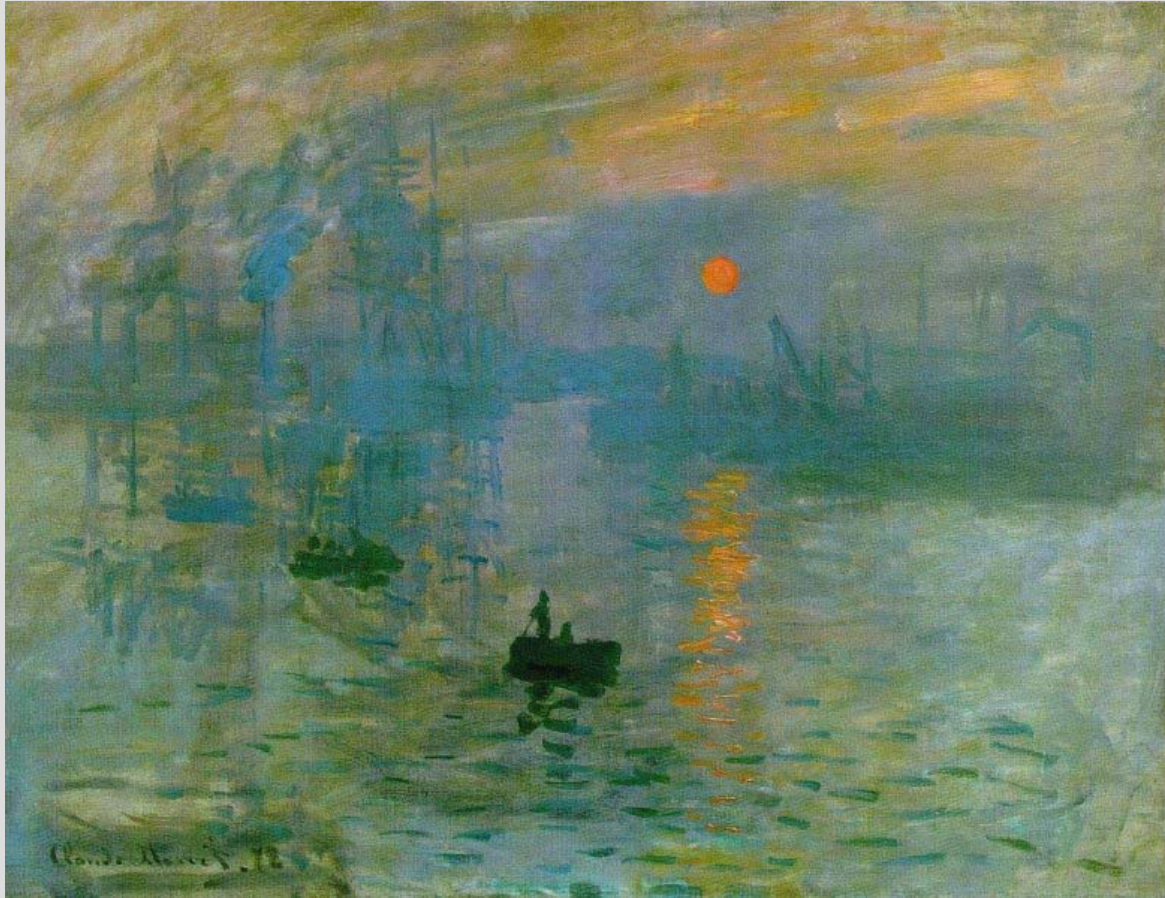
Was sind die Bewertungs-Indikatoren?

- **Größe** (Kaufhaus)
- **Gewicht** (Kaufhaus)
- **Nachfrage** (Markt)
- **Experten** (Galerie)

**Kunst** und **Wissenschaft** sind vergleichbar!



# Auch Experten können irren!



# Meilensteine

Wissenschaftstheoretiker Thomas KUHN:

- **Normale** Wissenschaft

Aufräumarbeiten, Routineforschung,  
orientiert an anerkannten Erklärungsmodellen  
**Paradigmen**

- Wissenschaftliche **Revolutionen**

Abweichungen, Anomalien erzeugen Krisen,  
erfordern neue Erklärungsmodelle  
**Paradigmenwechsel**





# Ist Evaluierung sinnvoll?

Die Wissenschaftsgeschichte lehrt uns:

**Keine einzige** wiss. Revolution verlief auf der Grundlage eines **Planes** oder begutachteten Forschungsprojektes! (Außenseiter, Querdenker)

- Je **fundamentaler** eine Entdeckung, desto weniger planbar und vorhersehbar bzw.
- Je **routinemäßiger** die Forschung, desto besser planbar und steuerbar

=> Ist Evaluierung von Grundlagenforschung überhaupt sinnvoll?



# Warum doch Forschungsevaluierung?

- Forschungsauftrag: **Spitzenforschung** => Instrumente zur Qualitätssicherung
- Nationaler **Wettbewerb** um Ansehen und Geldmittel
- Internationale **Konkurrenz** um Ansehen und die besten Köpfe
- Rechtfertigung der öffentl. **Finanzierung**
- Zum **Wohle** der Wissenschaft



# Forschungsevaluierung in der MPG

- Kernbestandteil: **Peer-Review**-Verfahren

Prämisse: Nur Fachkollegen (Peers) sind in der Lage, Forschung inhaltlich zu bewerten

=> **Expertengremien:**

- Berufungskommissionen, Fachbeiräte ...

mehr als **300 internationale Experten**

einschl. **10 Nobelpreisträgern**

- hohe Fachkompetenz

- unabhängig von der MPG



# Nachteile von Peer-Review

Nachteile von Peer-Review:

- nur wenige Gutachter beteiligt
- nicht immer neutral – Interessenskonflikte
- manchmal überfordert

Forderung nach **zusätzliche Indikatoren**

- quantitativ
- nachvollziehbar
- unabhängig



# Bewertungsindikatoren - Unis

- **Betreuungsrelation**  
Studenten pro hauptberufl. Wissenschaftler
- **Promotionsquote**  
Promotionen pro Professor und Jahr
- **Drittmittelquote**  
Eingeworbene Drittmittel pro Lehrstuhl und Jahr
- **Reputation**  
Meinung von Top-Wissenschaftlern – Befragung
- **Zitationsindex**  
Zitationen pro Publikation in 3-5 Jahren



# Forschungsindikatoren für die MPG

Für die **MPG** verbleiben

vor allem zwei quantitative Indikatoren:

1. **Output:** Anzahl Arbeiten in Top-Journalen
2. **Impact:** Anzahl Zitierungen = Wirkung

Das geeignete Werkzeug:

**Bibliometrie** - Scientometrie



# Publikationen

- Anzahl **Publikationen insgesamt**
  - Aber: Einheit nicht definiert
  - unterschiedlicher Umfang
  - unterschiedliche Wirkung
- Anzahl **Publikationen in Top-Journalen**
  - Positiv-Auswahl infolge strenger Begutachtung
  - Aber: Wirkung kann sehr unterschiedlich sein
- **Wichtung der Publikationen**
  - Aber: Ansehen der Zeitschriften korreliert nur schlecht mit der Wirkung der Publikationen



# Zitierungen (Zitationen)

Die Zitierungen sind - bildlich gesprochen - die unsichtbaren **Fäden** oder der **Leim**, der inhaltlich verwandte Arbeiten verbindet

Man geht davon aus, dass eine Arbeit umso **wichtiger** für die Weiterentwicklung einer Fachdisziplin ist, je **häufiger** sie zitiert wird

Absicht: Auf diese Weise will man die besonders **innovativen** Forscher finden und gezielt einstellen und fördern





# Grundsätzliches

Zitierungen sind zunächst nur ein Maß für die (dokumentierte) **Resonanz** bzw. die **Wirkung** unter den Fachkollegen - **Impact**

Zitierungen liefern keine abschließenden Werturteile, sie sind kein direktes Maß für

- **Bedeutung**
- **Qualität**
- **Eleganz**

Zitierungsdaten liefern allerdings Hinweise auf **Stärken** und **Schwächen** von Forschungsaktivität



# Die rosagefärbte Sicht

- Alle wichtigen Arbeiten erscheinen in den vom SCI abgedeckten Zeitschriften
- Zitierungen messen die Qualität der zitierten Arbeiten
- Bibliometrische Analysen sind objektiv
- Die Bibliometrie ersetzt die Fachgutachter



# Die rote Sicht

- Die Abdeckung der Zeitschriften im SCI ist vollkommen unzureichend
- Die Zitierungszahlen sind prinzipiell verzerrt und deshalb unbrauchbar
- Insbesondere Selbstzitate, Kollegenzitate und Negativzitate verzerren
- Der SCI ist US-lastig und deshalb unbrauchbar



# Die angemessene Sicht

- Zitierungsdaten geben Hinweise auf **Stärken und Schwächen**
- Nur **mehrere Indikatoren** sind zusammen genommen aussagekräftig
- Die Interpretation von Zitierungsdaten bedarf einiger **Hintergrundinformation**
- Zitierungsdaten gehören **in die Hand der Fachgutachter** und ersetzen sie nicht
- Zitierungsdaten gehören **nicht in die Hand von Journalisten und Politikern**



# 100 Zitierungen – Was bedeutet das?

- Erst-author oder Co-author?
- Anteil Selbstzitate?
- Publikationsjahr?
- Fachdisziplin?
- Artikel oder Review?
- Methodische Arbeit?
- Modethema?



# Konfliktpotential

- Es geht um **Ansehen, Ehre, Geld ...**  
=> starkes Konfliktpotential
- Weitreichende **Folgen für Betroffene**  
=> moralische Verantwortung beim Ersteller
- Bedarf an **fundierte Untersuchungen**  
=> eigene Erkundungen
- **Informationsmangel** bei Entscheidungsträgern  
=> Interpretationshilfe



# Quellen für Zitierungsanalysen

- **Web of Science (WoS)**  
Thomson/ISI Zitierindexe (1900-2007)
- **Spezielle ISI-Produkte**  
JCR (1998-2006) und ESI (1997-2007)
- **Scopus - Elsevier**  
Literaturdatenbank (1995-2007)
- **Chemical Abstracts**  
CAS Literaturdatenbank (1995-2007)



# Thomson/ISI Zitierindexe

- **Web of Knowledge** (Suchoberfläche)
- **Web of Science** (Zitierindexe)
  - Science Citation Index
  - Social Sciences Citation Index
  - Arts & Humanities Citation Index

Zusammen **9000 Kernzeitschriften** - nur  
rund 10 % der wissenschaftl. Literatur

**Literatur- UND Zitierungsdatenbanken**





# Die speziellen ISI-Produkte

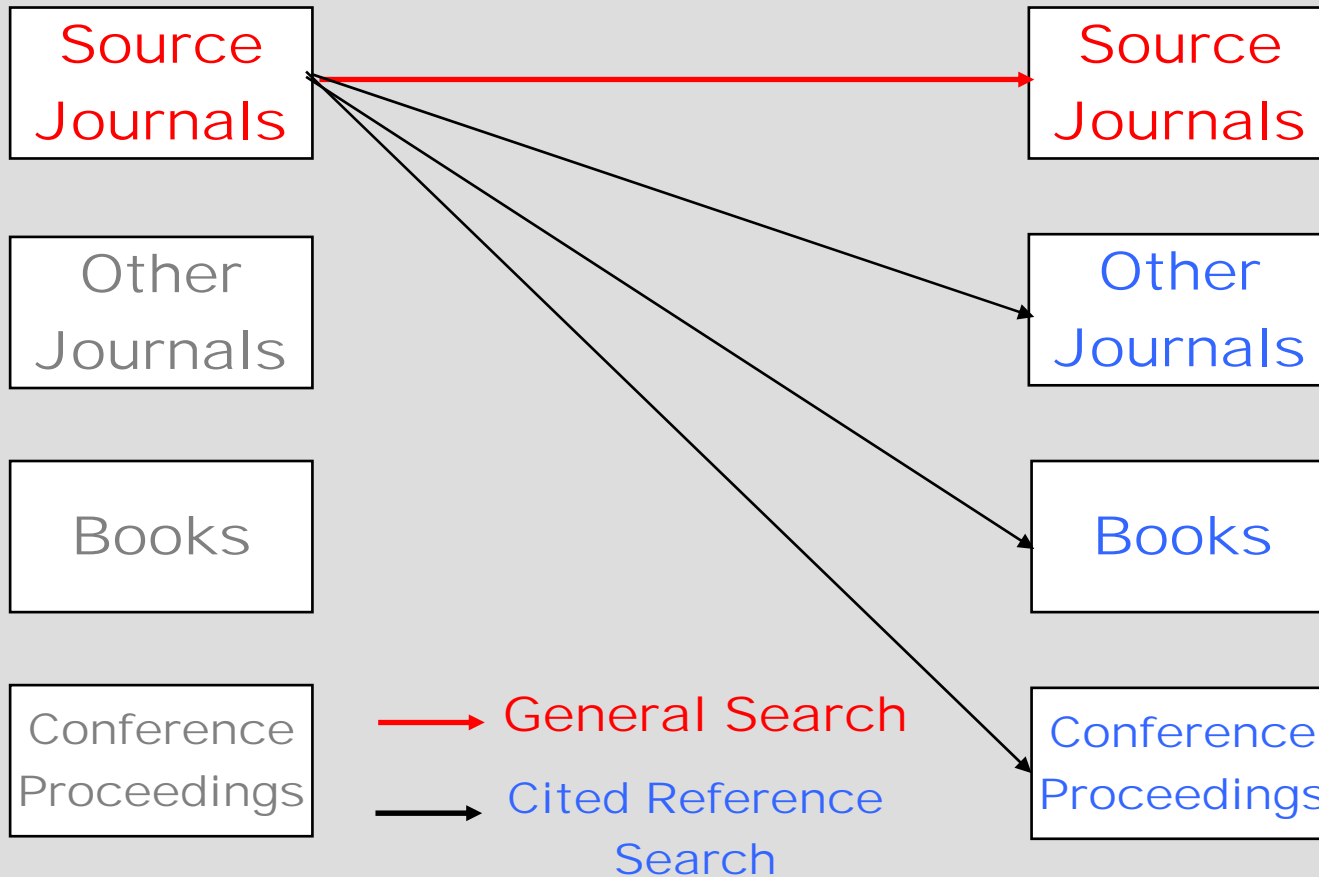
- **Journal Citation Report (JCR)**  
Optimiert für die Evaluierung von Zeitschriften, NICHT von Forschern usw.
- **Essential Science Indicators (ESI)**  
Optimiert für die Evaluierung von Forschungseinrichtungen und Ländern
- **ISI HighlyCited.com**  
Liste der Spitzenforscher (nach Zitierungen)



# ISI Citation Coverage

Publications

Citations



# Grundregel der Bibliometrie

Ein Indikator ist selten  
ausreichend!

Bewertungsgrundlage  
bibliometrischer Analysen ist  
deshalb nicht ein einziger  
Indikator, sondern die  
Kombination mehrerer  
Indikatoren!



# Bewertungs-Indikatoren

- P - Anzahl Publikationen
- W - Anzahl Wissenschaftler
- P/W - Anzahl Publikationen pro Kopf
- Z - Summe der Zitierungen
- Z max - Zit. der höchstzitierte Publ.
- % nzP - Anteil der nichtzitierten Publ.
- Z/P - unnormierte Zitierungsrate
- Hirsch-Index (h-index)



# Zitierungen - Forscher

Author: K. KERN

Number of publications in ISI source journals: 300

Number of citations: 8290 (self-citations incl.)

Hirsch number: 50

Date of search: 2007-06-29

1	276	Nilsson L	2000	V76	P2071	APPLIED PHYSICS LET
2	269	RODER H	1993	V366	P141	NATURE
3	234	Brune H	1998	V394	P451	NATURE
4	211	KERN K	1991	V67	P855	PHYSICAL REVIEW LET
5	209	Gambardella P	2002	V416	P301	NATURE
6	149	Bromann K	1996	V274	P956	SCIENCE
7	149	RODER H	1993	V71	P2086	PHYSICAL REVIEW LET
8	143	BRUNE H	1994	V73	P1955	PHYSICAL REVIEW LET
9	137	Gambardella P	2003	V300	P1130	SCIENCE
10	132	BRUNE H	1994	V369	P469	NATURE
11	120	Barth JV	2000	V39	P1230	ANGEWANDTE CHEMIE-I
12	116	Kind H	1999	V11	P1285	ADVANCED MATERIALS
		...				

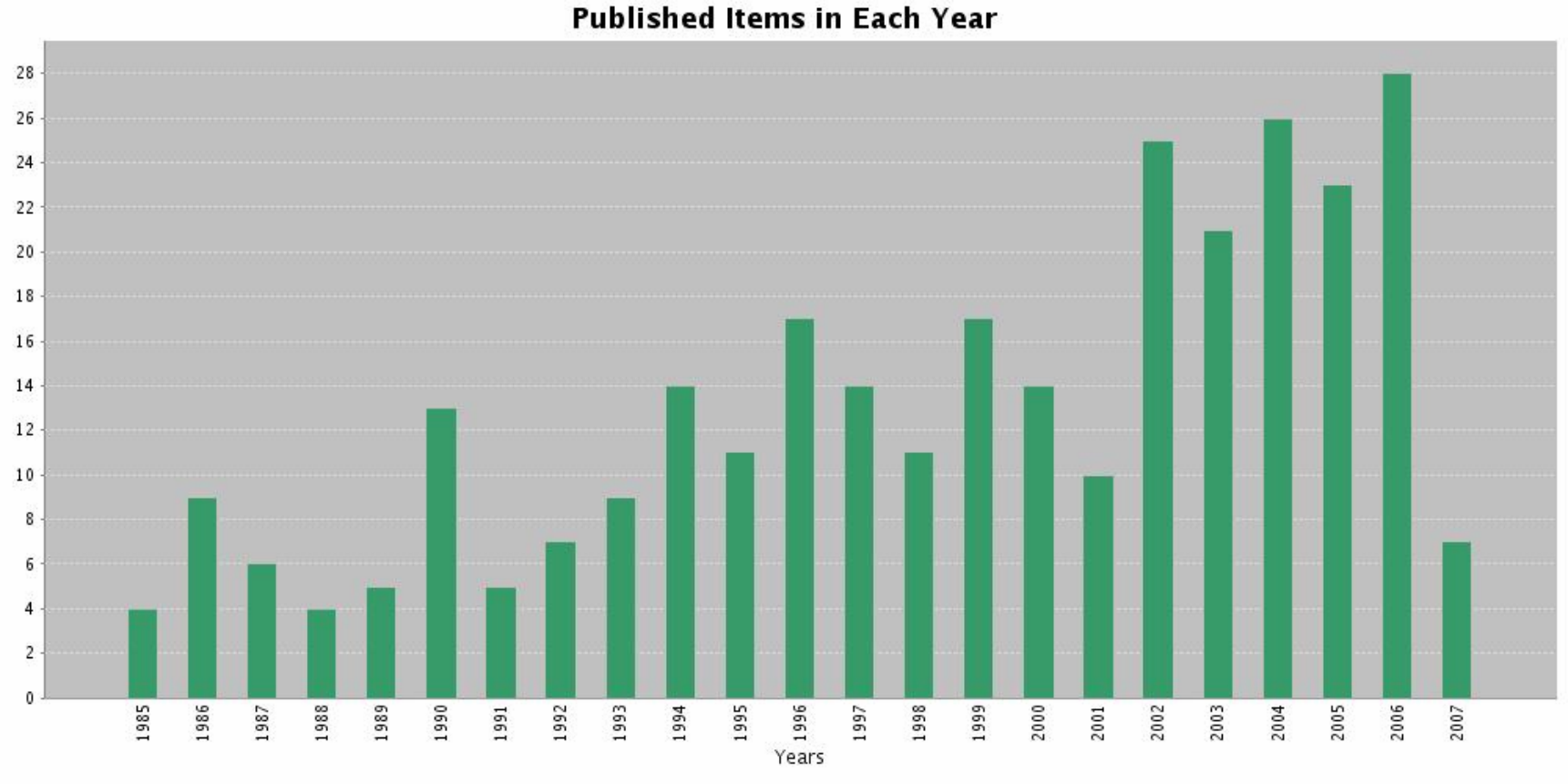


# WoS Analyze-Funktion

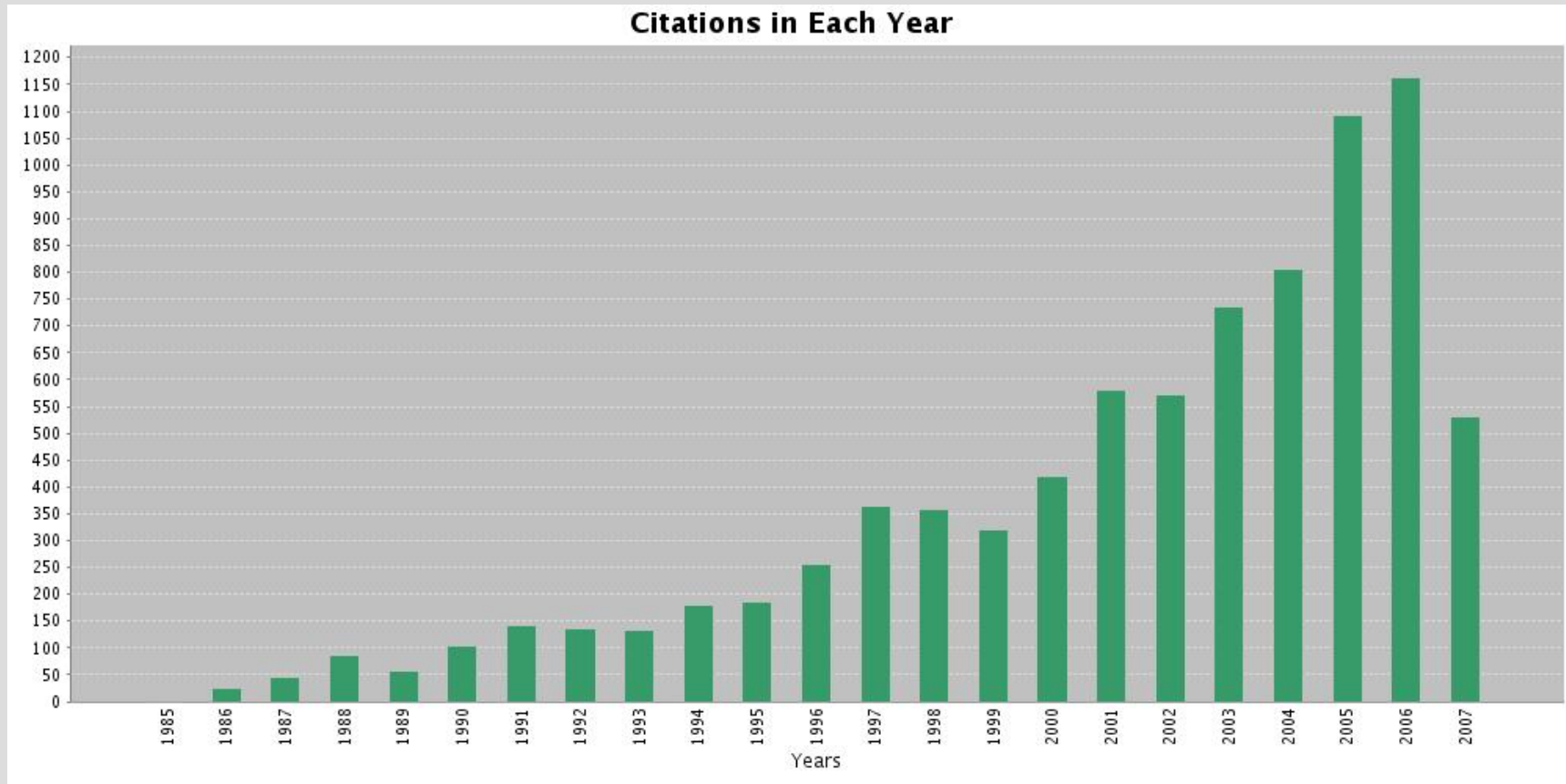
	<i>Journal</i>	<i># Articles</i>
1	SURFACE SCIENCE	47
2	PHYSICAL REVIEW LETTERS	46
3	PHYSICAL REVIEW B	43
4	APPLIED PHYSICS LETTERS	17
5	REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS	13
6	APPLIED PHYSICS A-MATERIALS SCIENCE & PROCESSING	10
7	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B	10
8	ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION	8
9	JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS	8
10	LANGMUIR	8
11	NANO LETTERS	7
12	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	6
13	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	6
14	ADVANCED MATERIALS	5
15	NATURE	5
16	THIN SOLID FILMS	4
17	CHEMICAL COMMUNICATIONS	3



# WoS Citation Report - Productivity

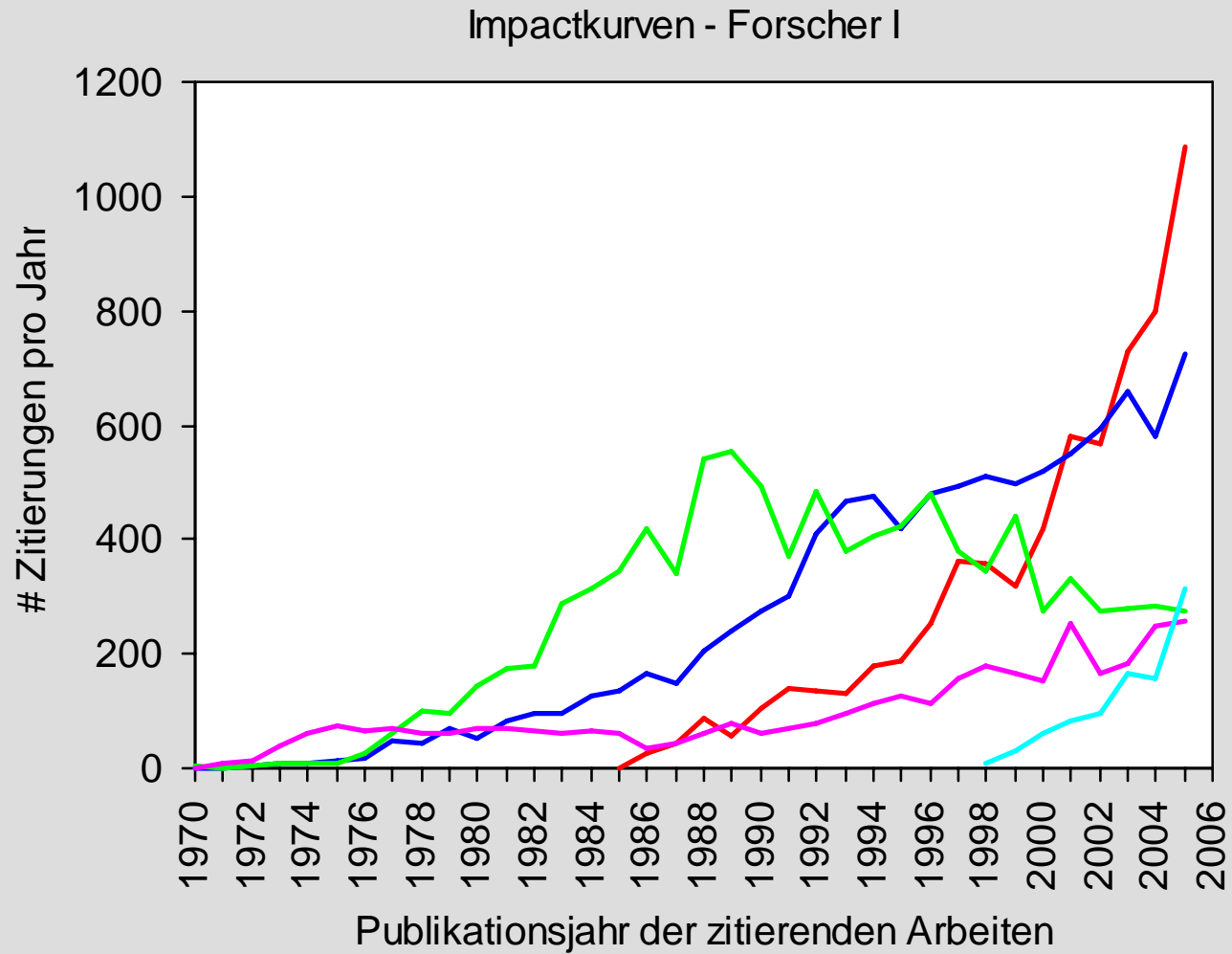


# WoS Citation Report - Impact

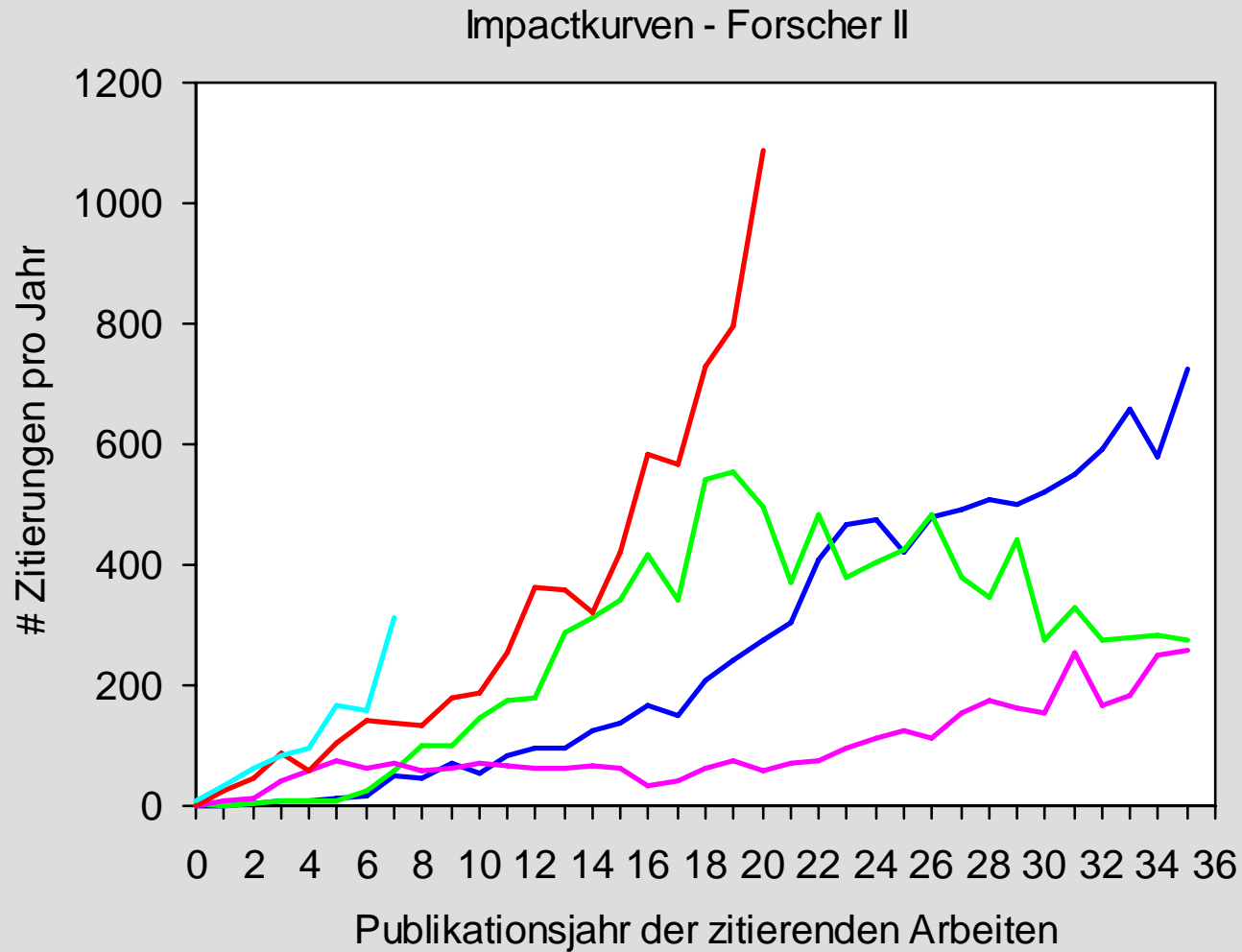




# Impact-Zeitkurven - Personen



# Impact-Zeitkurven - Personen



# Maßzahl Hirsch-Index

- Definition

$h$  Arbeiten mit je mindestens  $h$  Zitierungen  
=>  $h$ -index schneidet oben und unten ab!

- Vorteile

- Einfacher Indikator
- Leicht ermittelbar

- Nachteile

- Grobe Maßzahl
- Alters- UND fachabhängig

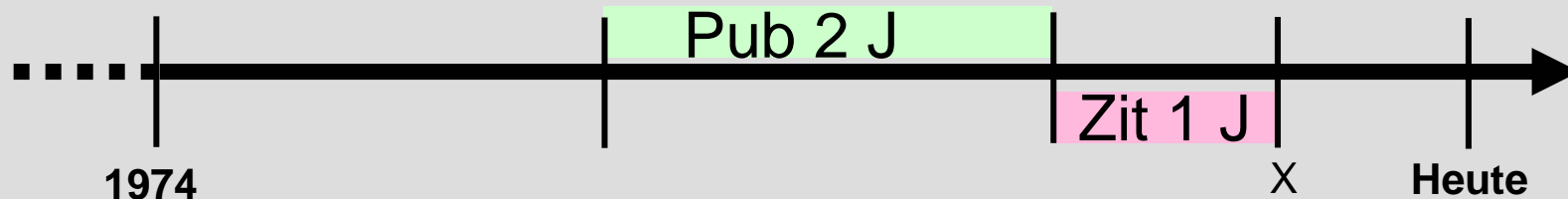


# Journal Impact Factor (JIF)

- Entscheidungshilfe für Bibliothekare
- Selektion der WoS Kernzeitschriften

Kalkulation vom JIF-2006 einer Zeitschrift:

Zitierungen aller Publikationen der Zeitschrift aus 2004 und 2005 im Jahre 2006 dividiert durch die Anzahl der zitierbaren Publikationen.



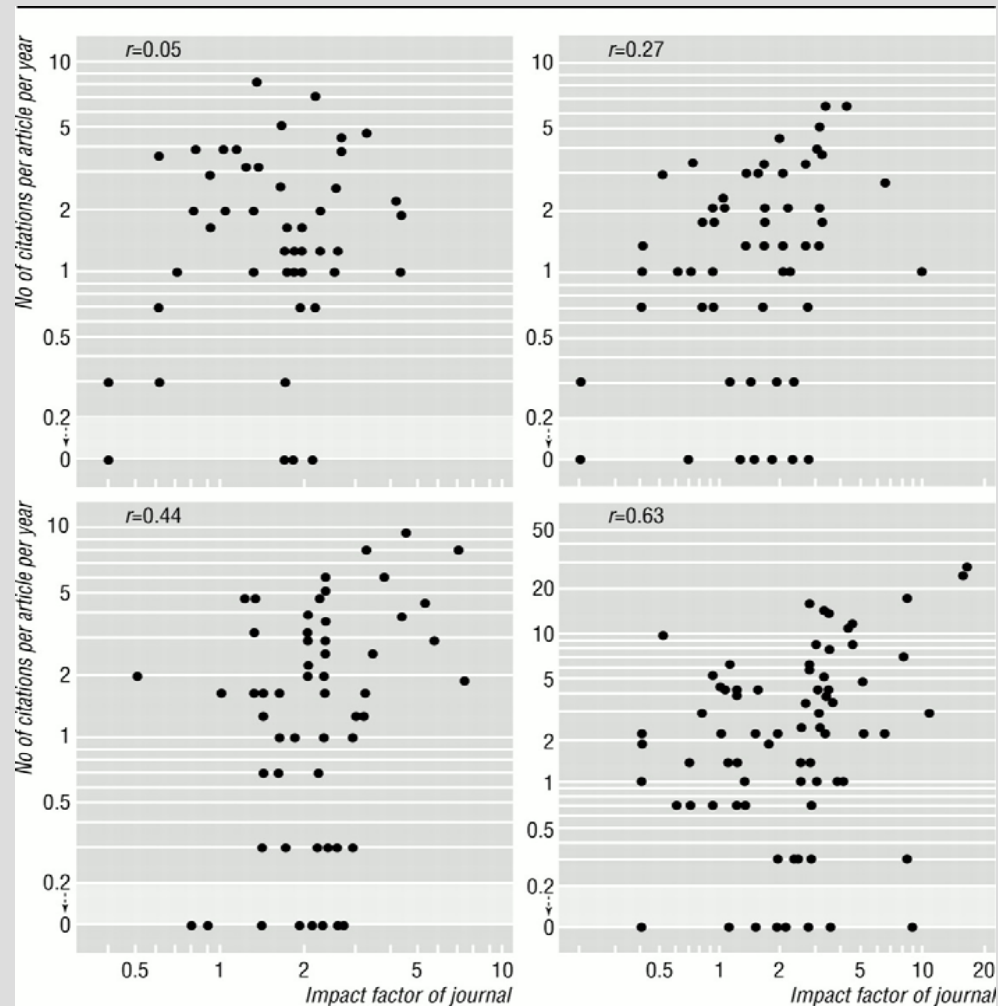
# JIF Probleme

- Abhängig von Dokumenttyp, Fachgebiet, Umfang der Zeitschriften usw.
- Anzahl zitierbarer Publikationen nicht immer genau definiert (Zähler/Nenner Problem)
- Kleines Zitierungs-Zeitfenster (nur 1 Jahr)  
Alter: 1-2 Jahre, Spätwirkung wird ignoriert!
- JIF und tatsächlicher Impact einer Arbeit korrelieren schwach (Ein-Weg-Korrelation)

=> Journal Impact Factors sind für die  
Forschungsevaluierung ungeeignet!



# Zitierungen versus JIFs

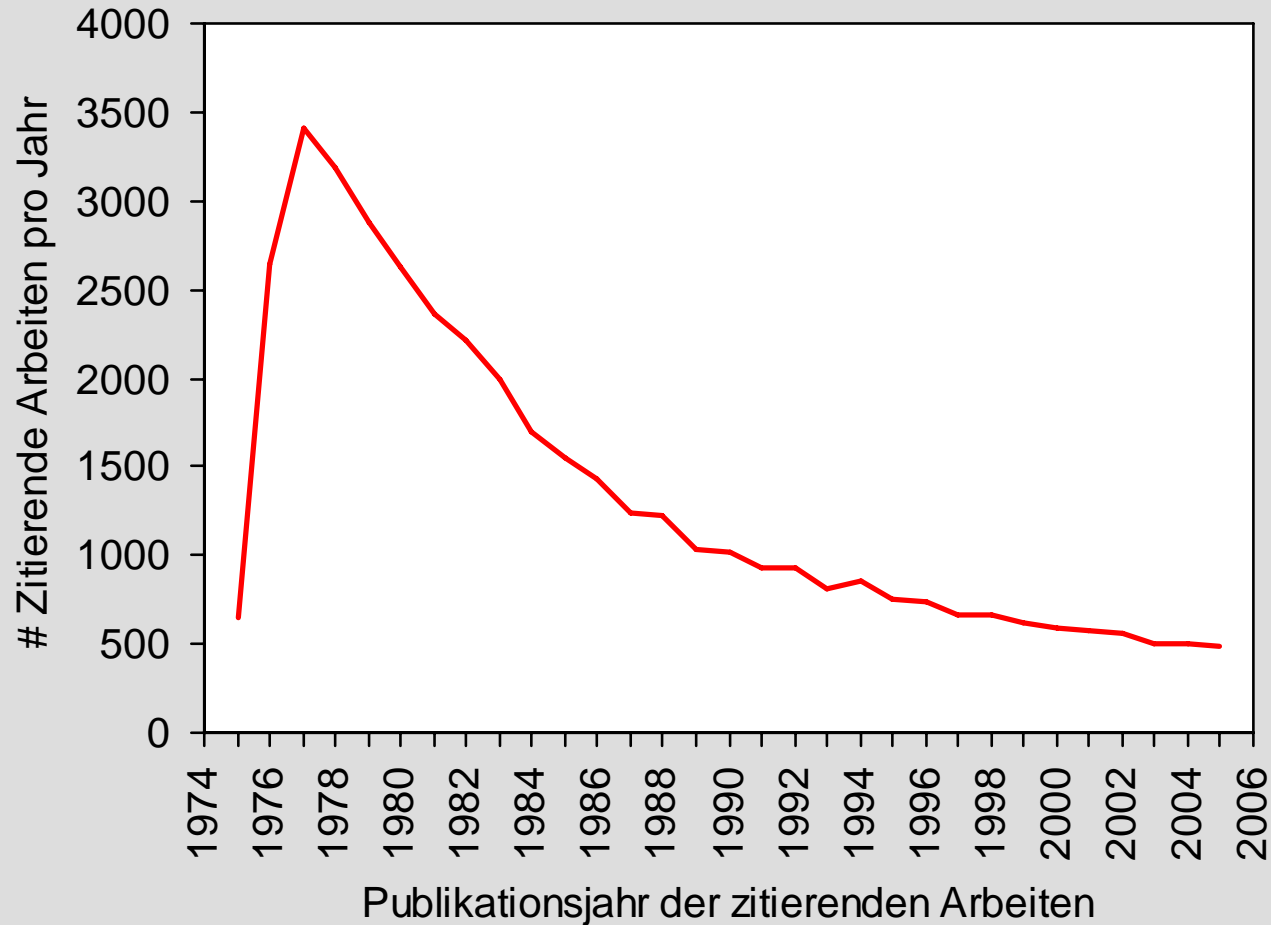


Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research  
P.O. Seglen: BMJ 314, 498-502 (1997)



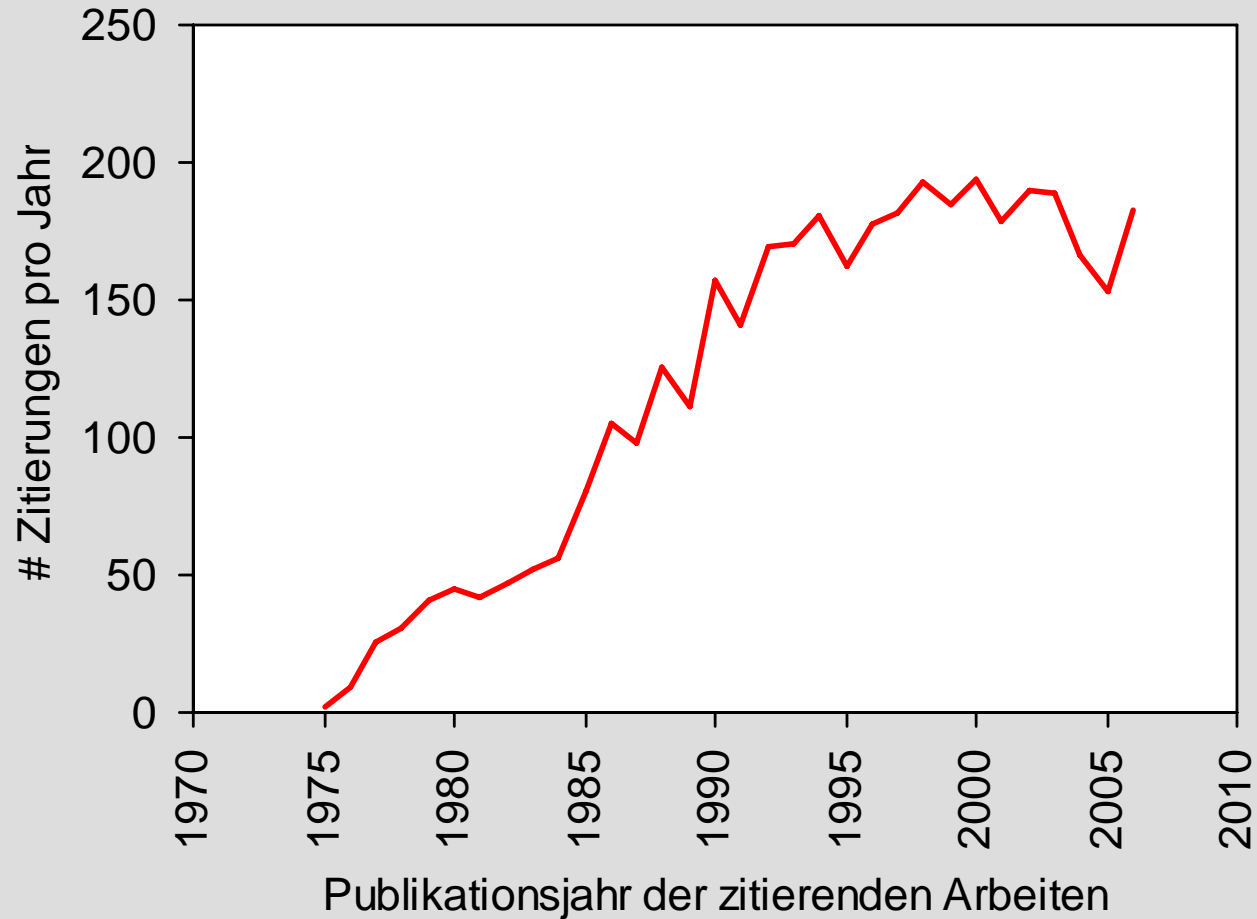
# Zitierungen: MPG-Arbeiten (1975)

Impactkurve - 2000 MPG-Arbeiten von 1975  
40.000 zitierende Arbeiten (1975-2005)



# Verzögerte Wirkung

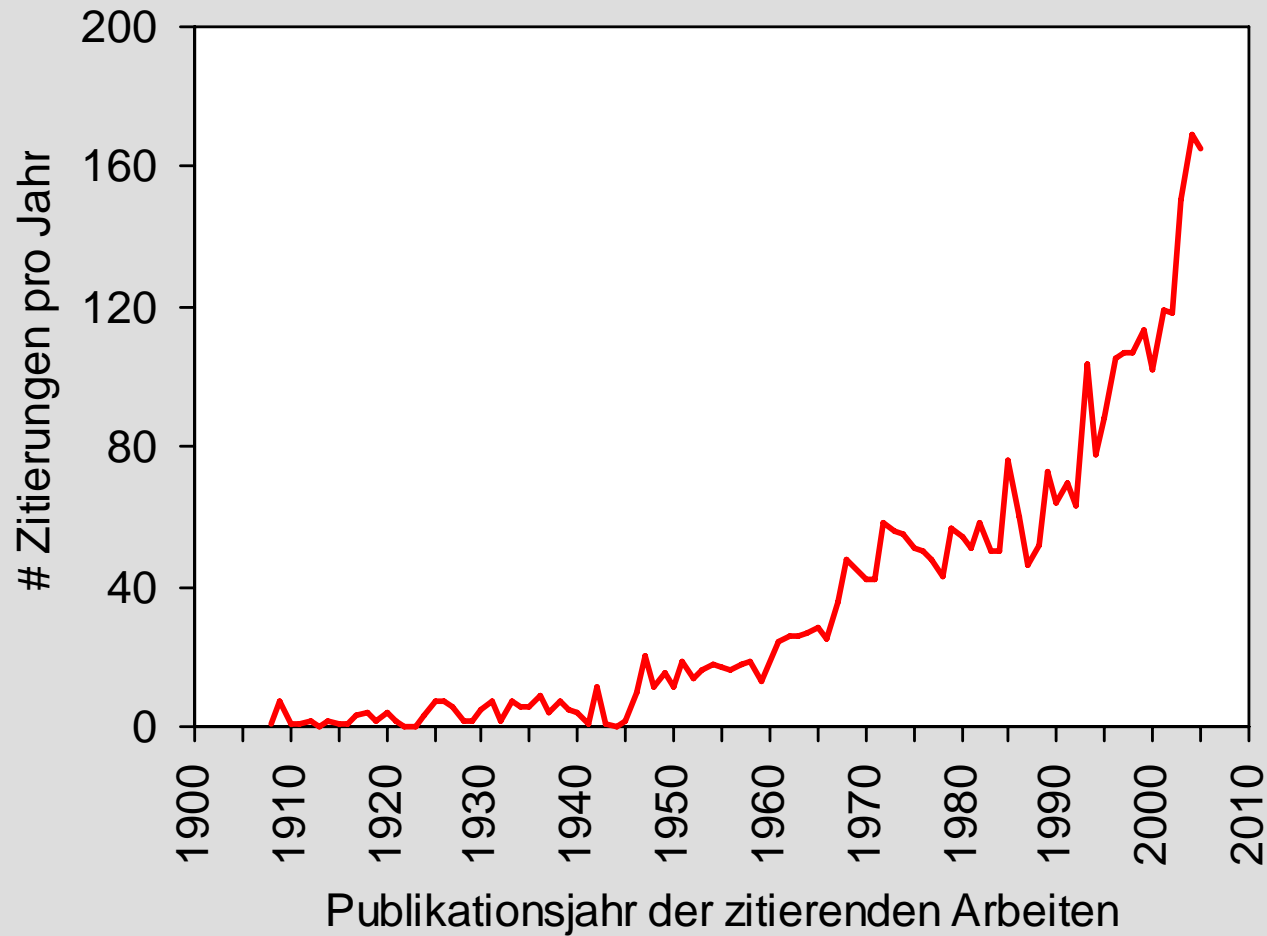
O.K. Andersen, Phys Rev B V12 P3060 (1975)





# Dornröschen

G. MIE, ANN PHYS V25 P377 (1908)



# Verspätete Anerkennung

- Zum Zeitpunkt der Publikation kann man damit **nichts anfangen**
- Fortschritt in der Wissenschaft basiert **nicht** immer auf **logischer Überzeugung**
- Interessenskonflikte, Weltanschauung bedingen **Fehlurteile, Vorurteile**
- Forschung basiert auf eindeutigen, reproduzierbaren Ergebnissen und muss deshalb **konservativ** sein



# Erkenntnis - Einzelne Arbeiten

- **Regel:** Eine Arbeit wird entweder bereits in den ersten Jahren nach ihrer Publikation merklich zitiert, oder selten bzw. nie
- **Ausnahmen:** Manche später hochzitierten Arbeiten werden erst nach vielen Jahren oder Jahrzehnten aufgenommen
- **Die Chance** einer zunächst wenig zitierten Arbeit, später hoch zitiert zu werden, ist jedoch statistisch gesehen sehr gering!



# Probleme mit Impact-Indikator

Zitieren unterliegt Verzerrungen

- Eigenzitate
- Negativzitate
- Unvollständigkeit
- usw.

Große Ensembles: Fehler mitteln sich heraus

Aber: wenige Arbeiten bestimmen Wirkung

Folge: einzelne Arbeiten können verzerren!



# Zusätzliche Probleme

## 1. Technische Probleme

- Datenbank-Fehler
- Erfassung der Publikationen

## 2. Probleme der Interpretation

- Altersabhängigkeit
- Fachabhängigkeit
- Vorteil Modeforschung



# Fachabhängigkeit

ISI National Science Indicators 1997-2007

Fachgebiete	Zit. / Pub.
Mathematik	2,6
Ingenieurwissenschaften	3,3
Materialwissenschaften	4,6
Chemie	8,3
Physik	7,2
Klinische Medizin	10,6
Biologie & Biochemie	15,0
Molekularbiol. & Genetik	23,6
Alle Fachgebiete	8,7



# Erweiterte Bewertungs-Indikatoren

- JCSm - Journal Citation Score mean  
durchschnittl. Zitierungsrate der genutzten Zeitschriften
- FCSm - Field Citation Score mean  
durchschnittl. Zitierungsrate der belegten Disziplinen
- ZP/JCSm - relative Zitierungsrate, journalbezogen
- ZP/FCSm - relative Zitierungsrate, fachbezogen



# Problem Ranglisten

1. Hypnotische **Faszination von Ranglisten**
2. Politiker und Verwaltungsbeamte brauchen **nachvollziehbare Zahlen** statt Meinungen, aber
  - Randbedingungen werden übersehen
  - ebenso Einfluss einzelner Größen auf Ergebnis
  - oft fehlen Bezugsgrößen, Vergleichszahlen
  - Problem der Abstufung





# Grenzen der Methode

- **Mathematik, Informatik ...**
  - viele Publikationen nicht in Zeitschriften
  - fehlende Abdeckung durch SCI
- **Sozialwissenschaften**
  - die meisten Publikationen nicht in Zeitschriften
- **Geisteswissenschaften**
  - die meisten Publikationen nicht in Zeitschriften



# Zusammenfassung

- Zitierungen sind das **Votum vieler Fachkollegen** statt weniger Gutachter
- Zitierungen ersetzen die Peers nicht, sondern sind **zusätzlicher Indikator**
- Zitierungen sind ein **Maß für die Wirkung** unter den Fachkollegen - Impact
- Zitierungen liefern **keine abschließenden Werturteile** - Bedeutung, Qualität oder gar Eleganz sind nicht quantifizierbar



# Abschließende Bemerkungen

Eine präzise Messlatte gibt es nicht!

Zitierungsdaten liefern Gutachtern eine gewisse Orientierung, müssen jedoch sorgfältig erstellt und interpretiert werden!

Selbst wenn man die Daten noch so sorgfältig erstellt, so sagen sie nicht alles!

