



Der Wissenschaftsfonds.

## Der Wettbewerb der Nationen – oder wie weit die österreichische Forschung von der Weltspitze entfernt ist

Eine Analyse der internationalen Wettbewerbsfähigkeit wissenschaftlicher Forschung  
Österreichs in den Natur- und Sozialwissenschaften

Eine Förderorganisation wie der FWF ist nicht nur daran interessiert, die Mittel für Projektanträge (*input*) nach hohen Qualitätskriterien zu vergeben, sondern auch daran, dass die Ergebnisse der geförderten Projekte hohen Qualitätskriterien entsprechen. In der Grundlagenforschung sind Publikationen in hochrangigen internationalen wissenschaftlichen Organen und wie diese Publikationen von der Scientific Community weltweit wahrgenommen (d.h. zitiert) werden mit Abstand das wichtigste Output-Kriterium.

In den Natur- und Sozialwissenschaften lassen sich Publikationen und Zitierungen aus über 8000 wissenschaftlichen Fachzeitschriften mit den Daten von ISI „Web of Knowledge“ quantitativ analysieren.

Bibliometrische Verfahren sind nicht unumstritten. Problematisch sind u.a. die Vergleiche zwischen Personen, Institutionen und Fachdisziplinen, da bereits innerhalb einer Disziplin die Publikations- und Zitationskulturen stark variieren können (hierzu auch May 1997: 796). Auf hohen Aggregationsniveaus und über längere Zeiträume hinweg lassen sich sehr wohl interessante Trends ablesen, zumal sich hier Verzerrungen in der Regel nivellieren oder ausgleichen.

Diese Überlegungen hat der FWF zum Ausgangspunkt genommen, um zu analysieren, wie es im internationalen Vergleich um die Position Österreichs im Bereich der Grundlagenforschung bestellt ist; betrachtet wurden die letzten 10 Jahren. Konkret geht es darum, wie die Ergebnisse der österreichischen Forschung (= Publikationen) international aufgenommen (= Zitationen) werden. Wie schneiden dabei die Forschungsleistung ab, die durch eine Förderung ermöglicht wurde? Da sich die österreichische Forschungspolitik das ambitionierte Ziel der „Weltklasse“ gesetzt hat, ist es interessant, der Frage nachzugehen, wie groß der Abstand zu den führenden Nationen tatsächlich ist.

Ländervergleiche sind nichts Neues, zwei sehr prominente Beispiele sind die Studien von Robert M. May (1997): „Scientific Wealth of Nations“, SCIENCE, Vol. 275, 793 ff. und David A. King (2004): „The Scientific Impact of Nations“, NATURE, Vol. 430. Weder bei May (ISI-Daten 1981-1994), noch bei King (ISI-Daten 1993-2002) erreichte Österreich einen Spitzenplatz. Es wird vielmehr deutlich, dass Österreich im Verhältnis zu seinem Wohlstandsniveau bei den wissenschaftlichen Zitationen mittelmäßig abschneidet.

**Abb. 1: Zusammenhang von Zitations- und Wohlstandsintensität (King 2004)**

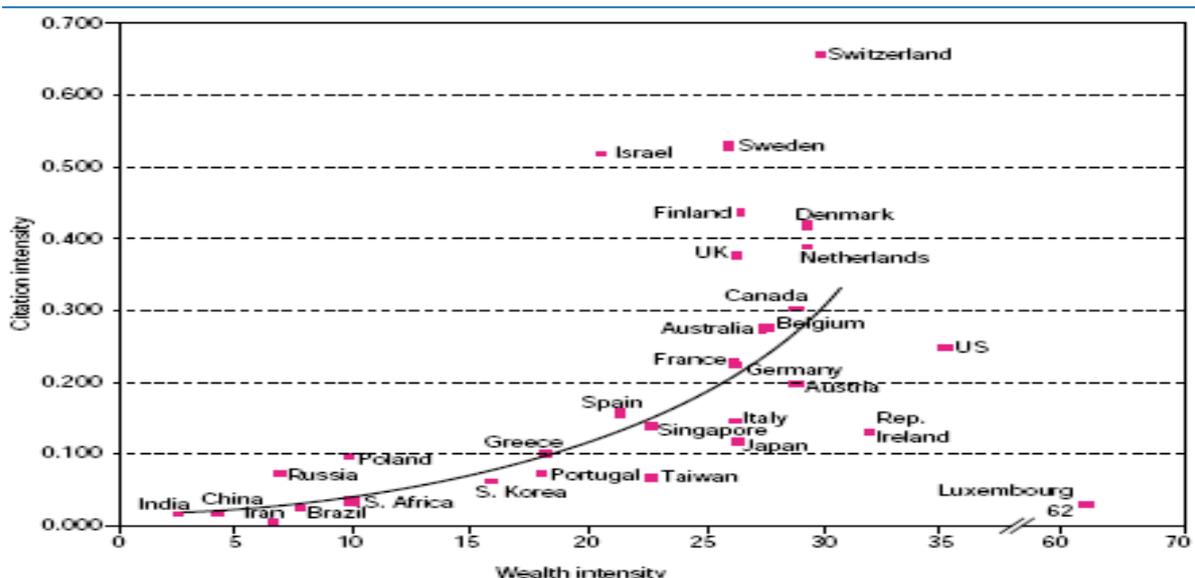


Figure 2 Comparing economic and scientific wealth. National science citation intensity, measured as the ratio of the citations to all papers to the national GDP, shown as a function of the national wealth intensity, or GDP per person, for the 31 nations in the comparator group. GDP and wealth intensity are given in thousands of US dollars at 1995 purchasing-power parity. Sources: Thomson ISI, OECD and the World Bank.

## Wer sind die Top Nationen?

Der FWF erhebt mit diesem Beitrag nicht den Anspruch, das methodische Niveau dieser elaborierten Studien zu erreichen. Im Zentrum des Interesses stand vielmehr die Frage, wie sich bei aktualisierter Datenlage (ISI-Daten 1997-2006) die Position Österreichs im Vergleich zu den Top-Nationen darstellt, welche relativen Gewichtungen angemessen sind und welche Ergebnisse die einzelnen Disziplinen aufweisen.

Wenig überraschend liegen die großen Nationen wie die USA, Großbritannien, Deutschland, Japan oder Frankreich bei der absoluten Anzahl der Publikationen und Zitationen weit voran (Österreich Platz 22). Ein Ranking nach absoluten Zahlen berücksichtigt jedoch nicht die Charakteristika der verschiedenen Nationen.

Für ein relativ kleines und wohlhabendes Land wie Österreich bietet sich bspw. ein Vergleich mit Nationen an, die ähnliche Strukturmerkmale aufweisen. Dies sind vor allem Nationen mit vergleichbarer Einwohnerzahl und vergleichbarer wirtschaftlicher Leistungskraft. Während Einwohnerzahlen problemlos zur Verfügung stehen, können die wirtschaftliche und wissenschaftliche Leistungskraft nur indirekt in Beziehung gesetzt werden. Einschränkend kommt hinzu, dass Daten wie „Ausgaben für Grundlagenforschung“ und „R&D-Ausgaben“ für längere Zeiträume gar nicht oder nur lückenhaft zur Verfügung stehen:

- In einer ersten Annäherung an die Problematik wurden deshalb die Zitationen eines Landes in Relation zu seiner Bevölkerungszahl und dem erwirtschafteten GDP gesetzt (Quelle: OECD-Daten). Zudem ermöglicht der Vergleich der beiden Gewichtungsfaktoren eine wechselseitige Überprüfung.
- In einem weiteren Schritt wurde „Weltklasse“ als Durchschnitt der Zitationen per Einwohner und per GDP der Top-5-Nationen in den einzelnen Wissenschaftsgebieten definiert.
- Schließlich wurde ein Abstandsfaktor zum Zielwert „Weltklasse“ ermittelt, um zu sehen, wie weit Österreich hinter dem Durchschnitt der Top-5-Nationen zurückliegt. Anders gesagt: Es wurde jener Faktor errechnet, um den österreichische Publikationen in ISI – *ceteris paribus* – mehr zitiert werden müssten, um den Durchschnitt der Top-5-Nationen zu erreichen.

**Abb. 2: Zitationen der Top-5-Nationen und Österreichs nach Einwohnern und GDP; Abstandsfaktor Österreichs zum Durchschnitt der Top-5-Nationen (1997-2006)**  
> [Referenzdaten der Analyse](#)

Disziplinen	Zitationen nach Einwohnern		Zitationen nach GDP	
	Top 5	Abstand	Top 5	Abstand
All Disciplines	CH-SWE-DEN-FIN-NL	2,1	CH-SWE-DEN-FIN-ISR	2,2
Agriculture	NZL-DEN-IRL-ICE-FIN	5,7	NZL-DEN-IRL-FIN-ICE	6,3
Biology & Biochemistry	CH-SWE-DEN-ISR-UK	2,6	CH-SWE-DEN-ISR-UK	2,7
Chemistry	CH-SWE-DEN-ISR-NL	2,1	CH-SWE-ISR-DEN-NL	2,2
Clinical Medicine	CH-SWE-FIN-DEN-ICE	2,1	SWE-FIN-CH-DEN-ICE	2,0
Computer Science	ISR-CH-SING-SWE-DEN	2,7	ISR-SING-CH-SWE-DEN	3,1
Economics & Business	UK-USA-ISR-NL-SWE	3,9	ISR-UK-SWE-NL-NZL	4,2
Engineering	SING-CH-SWE-ISR-FIN	3,3	SING-CH-ISR-SWE-SLO	2,8
Environment & Ecology	SWE-DEN-FIN-NZL-NOR	4,6	NZL-SWE-FIN-DEN-EST	5,2
Geosciences	ICE-CH-NOR-NZL-AUS	4,8	ICE-CH-NZL-NOR-AUS	4,9
Immunology	CH-SWE-NL-DEN-ICE	2,3	CH-SWE-NL-ISR-DEN	2,3
Material Science	SING-CH-SWE-ISR-FIN	1,9	SING-SWE-SLO-CH-ISR	2,3

Mathematics	ISR-CH-FRA-SLO-CAN	1,5	ISR-SLO-FRA-NZL-SING	1,8
Microbiology	CH-DEN-SWE-NL-BEL	2,4	CH-DEN-SWE-NL-UK	2,4
Molecular Biology & Genetics	CH-ICE-ISR-UK-SWE	2,1	CH-ICE-ISR-UK-SWE	2,7
Neuroscience & Behavior	CH-SWE-FIN-CAN-ISR	2,1	CH-SWE-ISR-FIN-UK	2,3
Pharmacology & Toxiology	CH-SWE-NZL-ICE-UK	2,6	NZL-CH-SWE-ICE-UK	2,8
Physics	CH-ISR-DEN-SWE-FIN	1,7	CH-ISR-DEN-SWE-SLO	1,5
Plant & Animal Science	NZL-DEN-ICE-NOR-CH	3,0	NZL-DEN-ICE-SWE-AUS	3,3
Psychiatry & Psychology	NL-CAN-NZL-UK-ISR	4,2	NZL-ISR-UK-CAN-NL	5,0
Social Sciences	UK-USA-AUS-ICE-SWE	7,4	UK-NZL-AUS-SWE-ICE	7,9
Space Science	NL-CH-UK-DEN-AUS	3,8	NL-UK-ISR-DEN-SWE	4,1

Der Vergleich zwischen der Gewichtung nach Einwohnern und GDP zeigt keine erheblichen Unterschiede. Der Abstand Österreichs vergrößert sich geringfügig, vor allem weil Länder mit einem relativ geringen GDP aber mit hoher Zitationsleistung wie Israel und Neuseeland einen leichten Sprung nach vorn machen. Dagegen verlieren Ländern mit einem relativ hohen GDP wie die USA oder auch Österreich etwas an Boden.

Die Statistik kann in einigen Fällen durchaus Artefakte aufweisen. Auf einige sei hier hingewiesen:

- Island weist bspw. in den Geowissenschaften außergewöhnlich hohe Werte auf. Dies könnte aufgrund der geringen Einwohnerzahl bereits eine sehr gute Forschergruppe verursachen. Lässt man nun Island außer Acht, dann verringert sich der Abstand Österreichs in den Geowissenschaften trotzdem nur äußerst geringfügig.
- Ähnlich wie Island in den Geowissenschaften dominiert die Schweiz in der Physik, was mit großer Wahrscheinlichkeit durch das CERN bedingt ist. Mit anderen Worten: Hochrangige international oder privat finanzierte Forschungsinstitute können die Zitationswerte einer Nation maßgeblich steigern. Gleichwohl entstehen und wachsen derartige Institutionen in der Regel in Nationen, die auch ein entsprechendes Forschungsumfeld zur Verfügung stellen.
- In den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften wird manchmal das Argument der Bedeutung von Publikationen in der Landessprache oder der historisch bedingten Dominanz der englischsprachigen Länder vorgebracht. Berücksichtigt man auch dieses Argument und betrachtet ausschließlich nicht-englischsprachige Länder, dann verringert sich der Abstand in den Wirtschaftswissenschaften von 3,9 auf 3,5 bzw. von 4,2 auf 3,9 und in den Sozialwissenschaften von 7,4 auf 6,2 bzw. von 7,9 auf 6,9.

Auch unter Einbeziehung dieser Artefakte – die wenig an der allgemeinen Tendenz ändern – verbessert sich die Position Österreichs gegenüber den Ergebnissen von May und King nicht wesentlich. Die Grundlagenforschung in Österreich bewegt sich bei einer Durchschnittsbetrachtung nach wie vor im Mittelfeld. Nur die Mathematik und die Physik haben zur Weltspitze aufgeschlossen. Weit abgeschlagen sind dagegen die Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, die Agrar- und Umweltwissenschaften oder die Weltraumforschung.

Für die Geisteswissenschaften sind ähnlich fundierte Analysen gegenwärtig nur sehr eingeschränkt möglich. Kleinere Zitationsanalysen mit dem *Arts- and Humanities Citation Index (AHCI)* von ISI sowie mit SCOPUS lassen vermuten, dass auch hier die skandinavischen Ländern, die Niederlande und Israel zu den Top-Nationen gezählt werden können, und dass auch hier der Abstand Österreichs zu den Top-Nationen nicht unerheblich ist.

### **Wo platzieren sich die vom FWF geförderten Projekte?**

Seit geraumer Zeit können die Physik und die Mathematik (neben einigen geisteswissenschaftlichen Disziplinen) die mit Abstand höchsten Bewilligungsquoten beim FWF erzielen (in der Regel über 50%), während genau das Gegenteil für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften wie auch die Agrarwissenschaften und die Weltraumforschung zu verzeichnen ist (in der Regel unter 30%). Damit liegt ein erstes Indiz für die Zielgenauigkeit der FWF-Förderungen vor.

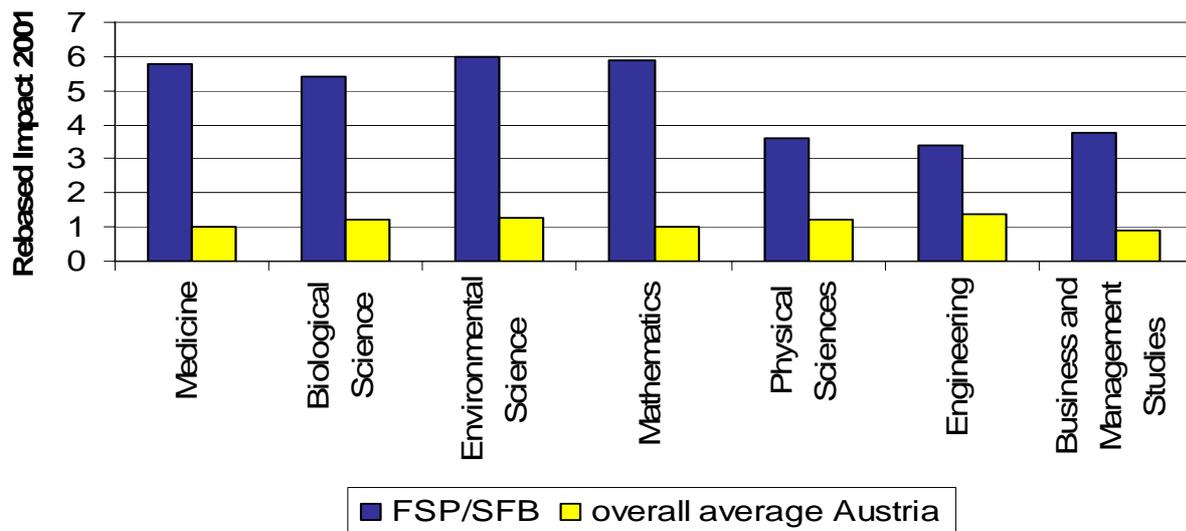
Systematischere Evidenzen liefern aber bibliometrische Untersuchungen, die im Zuge von Evaluationen von FWF-Programmen von externen ExpertInnen vorgenommen wurden.

Der FWF hat Anfang 2003 mit der Endevaluation seiner Einzelprojekte begonnen. Darin wurden unter anderem auch Daten zu den Publikationen, die aus FWF-Projekten resultieren abgefragt. Diese Daten wurden durch Evidence Ltd. 2006 einer ersten Zitationsanalyse auf Basis von ISI unterzogen. Aufgrund geringer Fallzahlen (N=4457) konnten für die einzelnen Fachdisziplinen keine Aussagen getroffen werden. Die Analyse aller Disziplinen zusammen ergab aber, dass Publikationen aus FWF-Projekten einen signifikant höheren Zitationswert aufwiesen als der österreichische Durchschnitt (ca. Faktor 1,5). Die Zitationswerte der FWF-Projekte lagen sogar etwas über dem Durchschnitt von Top-Nationen wie der Schweiz, den Niederlanden, Schweden oder Finnland.

Als noch aussagekräftiger erwiesen sich Zitationsanalysen der FWF-Schwerpunktprogramme (SFB, NFN), weil hier zum Teil auch ein Vergleich zwischen den Disziplinen möglich war. Die Schwerpunktprogramme sind *die* Exzellenzprogramme des FWF schlechthin, weshalb ein noch größerer Abstand zum „Durchschnitt Österreich“ zu erwarten war. Und in der Tat weisen die Publikationen von FWF-Schwerpunktprogrammen aus dem Jahr 2001 in allen geförderten Wissenschaftsgebieten weitaus höhere Zitationswerte auf als der österreichische Durchschnitt (Faktor 2,5-6). Zudem wurden die Zitationswerte der WissenschaftlerInnen innerhalb von FWF-Schwerpunktprojekten mit jenen verglichen, die sie außerhalb von FWF-Schwerpunkten erzielt haben. Auch hier zeigte sich, dass die FWF-Schwerpunktförderung von bereits zuvor exzellenten WissenschaftlerInnen eine nochmalige Steigerung der Zitationshäufigkeit bewirken konnte (zwischen Faktor 1,5-2,5). Und schließlich stellte sich heraus, dass die aus FWF-Schwerpunktprogrammen resultierenden Zitationen wesentlich besser abgeschnitten haben als der Durchschnitt der Top-Nationen wie der Schweiz, den Niederlande, Schweden oder Finnland.

Zusammenfassend sei festgehalten, dass die Fördertätigkeit des FWF – abgesichert durch ein rigoroses, internationales Peer-Review-Verfahren – den internationalen Impact der geförderten WissenschaftlerInnen maßgeblich erhöht, und dass sich diese WissenschaftlerInnen auf einem Niveau bewegen, das der Weltspitze zugerechnet werden kann.

**Abb. 3: Zitationsimpact aus FWF-Schwerpunktprojekten vs. „Durchschnitt Österreich“ 2001**



Quelle: [http://www.fwf.ac.at/de/downloads/pdf/networks\\_evaluation.pdf](http://www.fwf.ac.at/de/downloads/pdf/networks_evaluation.pdf)

### Was lässt sich lernen?

Alle führenden Wissenschaftsnationen – insbesondere auch die kleineren wie die Schweiz, Israel, Schweden, Dänemark, Finnland oder die Niederlande – sind mit einigen Abstrichen nicht nur insgesamt, sondern auch in fast allen Wissenschaftsdisziplinen weltweit führend. Dieses Faktum ist ein starkes Indiz für ein flächendeckendes Streben nach internationaler Qualität in allen Wissenschaftsdisziplinen und spricht (auch in kleineren Volkswirtschaften) gegen eine zu starke Konzentration auf bestimmte Wissenschaftsdisziplinen. Vielmehr scheint es so zu sein, dass ohne Exzellenz in den meisten Disziplinen kaum Exzellenz in einzelnen Disziplinen oder Forschungsfeldern möglich ist.

Der Sprung an die Weltspitze der Grundlagenforschung lässt sich nicht in einigen Jahren realisieren. Viele der heutigen Top-Nationen haben über Jahrzehnte in die dafür notwendigen Ressourcen, Strukturen und Anreizsysteme investiert. Und so unterschieden sich die meisten Top-Nationen in einem Aspekt von Österreich: Die Wissenschaft wird als ein leistungsorientiertes Wettbewerbssystem akzeptiert. Dies zeigt sich einerseits an der qualitätsorientierten Personalrekrutierung der Forschungsstätten. Und andererseits an der Bedeutung der Vergabe von kompetitiven Drittmitteln. Letzteres lässt sich sehr plastisch an den Budgets der maßgeblichen Drittmittelgeber in der Grundlagenforschung illustrieren:

**Abb. 4: Budgets von Förderorganisationen in den Top-Nationen und in Österreich 2006\***

Land	Förderorganisationen	Budget in Mio. €	Ausgaben pro Einwohner (in €)
Schweiz	SNF	296	39,5
Schweden	VR + FAS + FORMAS	387	49,0
Dänemark	DNRF + DCIR	215	38,9
Finnland	AKA	239	45,8
Niederlande	NWO	523	31,3
Österreich	FWF	151	18,5

\* Quelle: Angaben aus den Jahresberichten; für Dänemark Schätzung auf Basis von Ankündigung und Daten von 2005

Zwar setzen fast alle führenden Länder weitaus mehr Mittel für die kompetitive Förderung der Grundlagenforschung ein als Österreich, allerdings ist offenkundig der Abstand Österreichs bei den erzielten Zitationen weitaus größer als der bei den eingesetzten Mitteln. Zwei Beispiele sollen dies illustrieren:

- Im Jahr 2004 hat die Schweiz ca. 65% mehr in R&D investiert (die öffentlichen Ausgaben für R&D waren mit ca. 1,9 Mrd. Euro etwa gleich hoch wie in Österreich), dennoch hat die Schweiz von 1997-2006 fast dreimal soviel Zitationen erzielt wie Österreich.
- Israel hat von 1997-2006 ein um mehr als 30% geringes GDP erwirtschaftet, aber im gleichen Zeitraum fast 25% mehr Zitationen erzielt.

Offenbar sind neben den finanziellen Investments auch und gerade die Anreizstrukturen an den Forschungsstätten von enormer Bedeutung. Schon Robert May identifizierte dies als ein wesentliches Manko der kontinentaleuropäischen Forschung: „*The nonhierarchical nature of most North American and northern European universities, coupled with the pervasive presence of irreverent young undergraduate and postgraduate students, could be the best environment for productive research.*“ (1997: 798)

Kontakt:

Falk Reckling

Tel.: 01-5056740-8301

Email: [falk.reckling@wfu.ac.at](mailto:falk.reckling@wfu.ac.at)