

Über Autonomie und Freiheit der Wissenschaft: Mythen, Risiken und Chancen bei der Evaluation und Förderung der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung

Martin Quack
ETH Zürich
Laboratorium für Physikalische Chemie
CH-8093 Zürich, Schweiz

Tel. +41 44 632 44 21, Fax +41 44 632 10 21
E-Mail: Martin@Quack.CH , www.ir.ethz.CH

Schriftliche Fassung des Vortrages als Beitrag zur Debatte:
„Autonomie der Wissenschaft?“
Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften,
Berlin, 28. November 2014
Publiziert in **Debatte, Heft 14 (2015), S. 21 – 41**

Herausgeber der Reihe „Debatte“:
Der Präsident der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften
Redaktion: Renate Nickel unter Mitarbeit von Kathrin Künzel
Druck: Brandenburgische Universitätsdruckerei Potsdam
© Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin 2015
ISBN: 978-3-939818-62-5

Martin Quack

Über Autonomie und Freiheit der Wissenschaft: Mythen, Risiken und Chancen bei der Evaluation und Förderung der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung

Autonomie und Freiheit sind grundlegende Werte der Wissenschaft. Mit Bezug hierzu will ich in meinem Vortrag eine kritische Analyse einiger Aspekte der Evaluation und Förderung der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung besprechen und dabei einige Mythen, Risiken und Chancen identifizieren. Ich stütze mich dabei auch auf einen früheren Vortrag [1], von dem auch eine gekürzte [2] und eine englische Fassung im Druck erschienen sind [3]. Das Thema will ich einführen mit einigen allgemeinen Bemerkungen zu Autonomie und Freiheit der Wissenschaft im Rahmen ihrer Steuerung (oder auch englisch „Governance“) oder Selbststeuerung durch Demokratie, Sophokratie oder Axiokratie im Gegensatz zur Fremdsteuerung durch Bürokratie. Dann werde ich auf Forschungsförderung durch Berufungen, Finanzierung von Projekten, durch Preise usw. eingehen und dabei einige absurde „Mythen“ (auch verbreiteten Aberglauben) erwähnen, die im Wissenschaftsbetrieb und auch in der Presse und der Politik kursieren. Ich möchte etwas zur guten und schlechten Praxis bei Evaluationen und Berufungen sagen und ganz am Schluss kurz darauf eingehen, warum man überhaupt Grundlagenforschung fördern sollte. Trotz einiger Kritik werde ich versuchen, das in guter Laune zu tun getreu dem Sonnenuhr-Motto „Horas non numero nisi serenas“ [4].

Die Wissenschaftsfreiheit und die Autonomie in der Steuerung der Wissenschaften spielt in der Republik der Naturwissenschaften eine grundlegende Rolle. Sie kann als eine „Demokratie mit kompetenzbasiertem Stimmrecht“ bezeichnet werden. Im Idealfall beruht die Selbststeuerung der Wissenschaft auf einer fachlich begründeten Evaluation bei Berufungen an Universitäten, auch bei Zuwahlen bei Akademien, bei Förderentscheiden zu Forschungsprojekten oder bei der Verleihung von Forschungspreisen.

Die Demokratie mit kompetenzbasiertem Stimmrecht kann man auch als „Sophokratie“ oder „Axiokratie“ bezeichnen (mit etwas anderer, eher gemischter Bedeutung wird auch „Meritokratie“ verwendet). Es gibt jedenfalls

gute Gründe dafür, dass Personen, die etwas von einer Sache verstehen, darüber entscheiden.

Die größte Bedrohung dieser autonomen Selbststeuerung der Wissenschaft ist die verbreitete Alternative hierzu: Die Fremdsteuerung durch Bürokratie, Personen, die keinerlei Ahnung von der Wissenschaft haben, entscheiden auf der Grundlage von Sekundärinformationen, wie „Indices“, „Maßzahlen“, „Rankings“ oder einfach nach „Bauchgefühl“.

Es sei hier bemerkt, dass die Wichtung einer Stimme durch Kompetenz (die Abweichung vom einfachen Prinzip „one man, one vote“) auch eine direkte Beziehung zur Naturwissenschaft selbst hat: Die naturwissenschaftliche Wahrheitsfindung erfolgt prinzipiell undemokratisch, die Natur selbst (oder eben das naturwissenschaftliche Experiment) entscheidet über wahr oder unwahr, richtig oder falsch.

Die Bedeutung der Freiheit und Autonomie der Wissenschaft wird von vielen anerkannt, was ich mit einigen Zitaten belegen will. Am „ETH-Tag“ im November 2014 (unser „dies academicus“) sagte der ETH-Präsident Ralph Eichler „Ein wesentlicher Pfeiler des Erfolges der ETH ist ihre Autonomie“ und sein Kollege in der ETH-Leitung, der Rektor Lino Guzzella, sagte in seiner Rede unter anderem wörtlich „Die Freiheit der Forschung und Lehre ist nicht verhandelbar ...“ und ergänzte „Der Boulevardisierung des Hochschulbetriebes (durch „Rankings“ etc.) ist entgegen zu wirken“. Solche Überlegungen strahlen auch in die Politik und allgemeine Presse aus. Am 20.11.2014 konnte man in der Süddeutschen Zeitung einen Bericht lesen mit dem Titel „Die Grenzen der Freiheit“, der mit dem Satz begann: „Wie viel Autonomie brauchen die Hochschulen?“ (es ging um das „Hochschulzukunftsgesetz“ im Gegensatz zum „Hochschulfreiheitsgesetz“ in Nordrhein-Westfalen, worauf ich hier nicht näher eingehen will).

Es stellt sich nun freilich die Frage, wie die Autonomie der Wissenschaft im Detail verwendet wird, etwa bei ihrer Evaluation und Förderung. Das führt mich zum zweiten Punkt meines Beitrages, den ich auch mit zwei Zitaten einführen will. In einem Dokument des Rates der BBAW vom 24.02.2011 „Wissenschaftsreflexion“ kann man einen Satz unseres Mitgliedes Peter Weingart (Sozialwissenschaftliche Klasse) finden, den ich mit aller gebotenen Zurückhaltung betreffend gekürzten Zitaten hier nur auszugsweise wiedergeben will: „Die Evaluierung der Wissenschaft von außen mit Hilfe bibliometrischer und anderer quantitativer Verfahren hat mit den Pionier-Evaluationen von Chemie und Soziologie seitens des Wissenschaftsrates auch Deutsch-

land erreicht ... In der Forschung über die Rückwirkungen dieser Instrumente auf das Verhalten der Wissenschaftler ist es weitgehender Konsens, dass die gewählten Indikatoren zwar ein vertretbares Bild der Naturwissenschaften wiedergeben ..., das Forschungs- und Publikationsgeschehen der Naturwissenschaften abbilden ...“ Hierzu möchte ich mir den Kommentar erlauben, dass in den Naturwissenschaften ein solcher „weitgehender Konsens“ sicher nicht besteht; unter vielen herausragenden Naturwissenschaftlern besteht eher ein Konsens zum Gegenteil [5, 6, 12 usw.]. Allerdings gebe ich zu, dass sich die bibliometrischen Indikatoren in der Tat auch bei den Naturwissenschaftlern eingeschlichen haben. So konnte man in den Unterlagen eines hier anonymisierten Kandidaten wörtlich lesen „Bibliography of X. Youngman, Date xyz 2014: 90 References Web of Science, Average citations per item 49, h-index 35. Publications: 2 in Science, 1 in Nature, dann folgte die ausführliche Publikationsliste, geordnet in „Letters“, „Reviews“, usw. Einige Mitglieder des beurteilenden Gremiums empfanden diese Art von Angaben als eher lächerlich, es wurde aber am Ende trotzdem *nicht gegen* den Kandidaten verwendet. Für die Angabe von wenigen Indices und Ähnlichem als „Zusammenfassung des Leistungsausweises“ wird ihre Einfachheit ins Feld geführt. Hierzu bietet sich Albert Einsteins Zitat an: „Alles sollte so einfach wie möglich gemacht werden, aber nicht einfacher“, und zu diesem Punkt der Evaluation von wissenschaftlicher Leistung will ich noch etwas mehr ins Detail gehen, weil dies zu meinem Hauptthema der Risiken, Chancen und Mythen in der Forschungsförderung bei Berufungen, Forschungsanträgen und Forschungspreisen gehört. Man kann hier folgende Fragen aufzählen:

1. Wer entscheidet? (Institutionen, Gremien, Einzelpersonen, Mäzene, Bürokratien etc.)
2. Wie entscheidet man, was gefördert wird? (Verfahren, Kriterien, etc.)
3. Was ist das Ziel der Förderung? (Erkenntnis? Zukünftige Einnahmen?)
4. Was ist das Ziel der Forschung und der Wissenschaft?

Ich spreche über einige meiner Gedanken hierzu aus der Erfahrung nach fast zehn Jahren als Forschungsrat im Schweizerischen Nationalfonds, aus etwa 17 Jahren Tätigkeit als „DPW“ (Delegierter des Präsidenten für Professorenberufungen, als Vorsitzender von Berufungskommissionen) und vielen Jahren Tätigkeit in zahlreichen Forschungspreiskommissionen.

Zunächst einmal: Wer entscheidet? [1] Das sind oft Institutionen wie in Deutschland die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), in der Schweiz der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF, oder Fonds National Suisse, FNS, auch SNFNS als Logo), in Österreich der Fonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung (FWF), in den USA die National Science Foundation (NSF), in England das Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC), in Frankreich die Agence Nationale de Recherche (ANR) und mit etwas anderer Struktur das Centre National de Recherche Scientifique (CNRS) oder europaweit relativ neu das beachtenswerte European Research Council (ERC) neben vielen weiteren. Mir persönlich nahe liegend ist natürlich der Schweizerische Nationalfonds, wobei es besonders sympathisch ist, dass die Zielsetzung „zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung“ schon im Namen der Institution erscheint (allzu oft scheint die Zielsetzung in manchen Organisationen in Vergessenheit zu geraten). Diese Institutionen haben „Autonomie“ in unterschiedlichem Maße, mit unterschiedlichem Einfluss von Wissenschaftlern und Bürokraten.

Es wäre nun interessant, etwas über die Qualität dieser diversen Institutionen zu sagen, was ich hier aber nicht tun will, um unnötige Peinlichkeiten zu vermeiden. Vielmehr will ich hier ganz generell etwas zu den Verfahren bei der Bewilligung zur Finanzierung von Projekten in solchen Institutionen sagen, die übrigens ähnlich auch bei Berufungen oder der Vergabe von Preisen zur Anwendung kommen. Auch die Vergabe von Preisen an jüngere Wissenschaftler, etwa auch heute wieder durch unsere Akademie an die Preisträgerinnen und Preisträger, soll ja der Förderung ihrer Forschung dienen.

1. Die Entscheidungen werden in einem Gremium von kompetenten Fachpersonen getroffen (die selbst aktive Wissenschaftler sind mit unterschiedlicher Ausrichtung, fachlich breit abgestützt) nach einem Studium von Anträgen und antragstellenden Personen, oft unter Verwendung von zusätzlichen Detailgutachten.
2. Die Entscheidungen werden von einem Stab von Bürokraten gefällt, der diverse Kombinationen von Indizes und Maßzahlen verwendet, eventuell fachliche Gutachten einholt oder nach „Bauchgefühl“.
3. Purer Zufall („Lotterie“).

Natürlich gibt es hier diverse Mischformen bei unterschiedlichen Institutionen. Ich möchte hier zunächst auf den Punkt 3, den reinen Zufall, eingehen, weil

Ihnen das vielleicht als Scherz erscheint. Es gibt aber durchaus ernst gemeinte Vorschläge, Entscheide zur Forschungsförderung dem Zufall zu überlassen, was ich hier mit einem Zitat belegen möchte [7], wo man auch noch mehr zu diesem Thema finden kann: „I suggest that the Engineering and Physical Science Research Council throw out the panels, throw out the referees and have a lottery for all the available funds. Such a system would be fairer than the present one and would also be better at supporting truly original research. Pure chance must give more hope than the opinions of a subset of my peers.“ (Les Allen). Die Zufallsauswahl wird auch bei Entscheidungen über die Annahme von Publikationen in Zeitschriften diskutiert [8, 9].

Ein Argument, das zugunsten der Zufallsentscheidung gerne vorgebracht wird, ist ihre „Gerechtigkeit“ (bei ehrlicher Anwendung gibt es keine Bevorzugung). Es stimmt schon in gewisser Weise, dass der pure Zufall „gerecht“ ist, aber Gerechtigkeit durch Zufall ist nur gut, wenn uns etwas durch ihn „zufällt“, wenn der Zufall von uns abfällt, dann ist diese eben eher „Abfall“. Ich möchte nicht mehr Zeit auf diese Methode verschwenden, denn es ist offensichtlicher Blödsinn, dazu erscheint sie mir auch als unmoralisch.

Ein weiteres Argument, das gelegentlich zugunsten der Zufallsauswahl vorgebracht wird, ist das vermutete Vorurteil der Experten gegenüber wirklich neuen „revolutionären“ Ideen [10] und Projekten. Das ist aber nicht wirklich berechtigt, da „gute Experten“ ihre Vorurteile diesbezüglich in Rechnung stellen und auch ganz bewusst „Risikoprojekten“ Raum geben. Natürlich können Fehlentscheidungen auch bei den besten Experten nicht ausgeschlossen werden. Trotzdem ist eine sorgfältige Expertenentscheidung besser als der pure Zufall. Nehmen wir hier einen Vergleich aus dem täglichen Leben: Mit einer ernsthaften Erkrankung wenden wir uns nach sorgfältiger Suche an den bestmöglichen Arzt, mit den besten medizinischen Kenntnissen (dazu noch an einen zweiten solchen „Experten“ für eine zweite Meinung). Wir würden uns sicher nicht in einem solchen Fall der Behandlung durch eine zufällig „auf der Straße“ ausgewählte Person anvertrauen, nicht einmal irgendeinem zufällig ausgewählten Arzt.

Ein zweiter Vergleich: Was würden unsere Studierenden sagen, wenn wir die Notenvergabe in Prüfungen durch das Los ermitteln würden anstelle einer sorgfältigen Evaluation der Prüfungsleistung? Die Zufallsmethode wird auch selten bewusst eingesetzt. Sie spielt jedoch als Beitrag zu Mischformen mit anderen Verfahren unter gewissen Voraussetzungen eine große Rolle, meist ohne dass dies bewusst wird (siehe Mythos 1 unten). Bewusst eingesetzt

werden meist die Methoden 1 und 2, also Entscheidungsfindung durch Gremien und Personen diverser Provenienz.

Damit kommen wir zur zweiten Frage nach den „Kriterien“, die bei der Entscheidungsfindung bei der Bewilligung zur Finanzierung von Projekten eingesetzt werden (auch bei Berufungen, Preisen etc.). Hier kann man die folgenden Hauptkriterien unterscheiden:

1. Projektqualität, meistens ermittelt durch detaillierte Fachgutachten.
2. Forscherpersönlichkeit, erschlossen aus früheren Forschungsleistungen und weiteren Informationen wie persönliche Vorstellung, Gespräche, Vorträge etc. Der Präsident der Alexander von Humboldt-Stiftung, Helmut Schwarz, hat dies einmal prägnant als „Fund people, not projects“ formuliert [11]. Naturgemäß steht dieses Kriterium etwa bei Berufungen im Vordergrund.
3. Bürokratische Indices wie Zitatindices (Totalzahl von Zitaten, h-Index etc.), Drittmittelinwerbung (Geldsumme, Projektzahl), Zahl der beteiligten Forscherinnen und Forscher in Forschungsverbänden, Zahl der Publikationen (eventuell gewichtet mit Impact-Faktor der Zeitschrift, Zahl als „Erstautorin“ oder „Letztautor“ oder durch spezifischen Bezug zum Projektinhalt etc., oder etwa nur Zahl der Publikationen in „Science“ zählt usw.)

Nach meiner Erfahrung werden in unterschiedlichen Organisationen und Gremien die drei genannten Hauptkriterien mit sehr unterschiedlichen Gewichten verwendet, was man zunächst einmal als Tatsache ohne Wertung festhalten kann. In der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung des Schweizerischen Nationalfonds werden fast ausschließlich die Kriterien 1 und 2 eingesetzt (ich möchte wertend hinzufügen: glücklicherweise), wobei sich in neuerer Zeit manchmal Argumente aus dem Punkt 3 in die Diskussion einschleichen, aber kein großes Gewicht haben. Hierbei ist vielleicht zu bemerken, dass das genannte Gremium aus ausgewählten Wissenschaftlern besteht, die im Schweizerischen Sinne im „Milizsystem“ (jeder Bürger ist Teilzeitsoldat) einen begrenzten Teil ihrer Zeit (und während einer begrenzten Periode) für die Mitarbeit in dem Gremium zur Verfügung stellen, ohne aus der aktiven Wissenschaft auszuschneiden. Ein solches Gremium ist naturgemäß bestimmt von wissenschaftlicher Argumentation und weniger anfällig für bürokratische Maßzahlen. Es sind mir aber auch andere Institutionen und Gremien bekannt,

wo Punkt 3 eine dominierende Rolle spielt, und zwischen diesen beiden Grenzen gibt es viele Übergangsbeispiele.

Nachdem ich hier in meinem Vortrag schon zu Wertungen übergegangen bin, möchte ich das noch verstärken, indem ich auf einige schwerwiegende und zunehmende Missstände hinweise. Hierzu gehört, was ich als „Mythen“ bei der Evaluation wissenschaftlicher Projekte (und allgemeiner von wissenschaftlicher Forschung, Forscherinnen und Forscher) bezeichnen möchte. Dies sind:

Mythos 1: Hohe Ablehnungsquoten A (bei Förderungsverfahren, Zeitschriften etc.) zeugen für hohe Qualität des Verfahrens („Kompetitivität“). Der Unsinn dieser weitverbreiteten Ansicht ist leicht durch eine Grenzwertbetrachtung erkennbar: Beim Grenzwert $A \rightarrow 1$ wird nichts mehr bewilligt („ $B \rightarrow 0$ “), alles abgelehnt. Das wäre dann das besonders gute Verfahren, wo Gesuchsteller Anträge einreichen, Gremien Gutachten einholen und diskutieren, aber in den Entscheidungen nichts mehr bewilligen, der totale Leerlauf. Das ist offensichtlich Blödsinn. Aber auch bei hohen Ablehnungsquoten $A < 1$, z. B. 0.9, sind die Verfahren meist von schlechter Qualität. Hier spielt dann erfahrungsgemäß bei der Schlussauswahl der wenigen geförderten Projekte der oben erwähnte Zufall effektiv eine entscheidende Rolle, weil es eben keine verwertbaren anderen Kriterien mehr gibt, dann könnte man auch gleich das Los entscheiden lassen und sich viel Arbeit sparen. Natürlich führt auch der andere Grenzfall ($A = 0$, alles wird bewilligt) in der Regel nicht zu einem effizienten Einsatz von Forschungsmitteln.

Eine Zahl für eine „richtige“ Ablehnungsquote für gute Qualität kann man nicht angeben. Sachlich richtig wäre es eben, alle guten Projekte zu bewilligen und alle schlechten abzulehnen. Wie viele das jeweils sind, hängt vom Zusammenhang ab und auch vom Umfeld, dem Wissenschaftsbereich und der Wissenschaftstradition etwa in einem Land. Nach meiner Erfahrung sinkt aber generell bei weniger als 20 % Bewilligung die Verfahrensqualität und Effizienz sehr schnell und drastisch ab.

Mythos 2: Zitathäufigkeiten spiegeln die Bedeutung einer wissenschaftlichen Arbeit wieder. Kennern der Materie ist der Unsinn dieser Aussage wohlbekannt und mit vielen Beispielen belegt. Ich zitiere hier ein sehr prominentes Beispiel, das von R. N. Zare diskutiert wurde [12]. Die Arbeit von S. Weinberg „A Model of Leptons“ [13] hat maßgeblich das sogenannte „Standard Modell“

der Hochenergiephysik geprägt (und hat auch maßgeblich zur Verleihung des Nobelpreises an Weinberg beigetragen; sie hat übrigens auch Bedeutung bis in die aktuelle physikalische Chemie der molekularen Chiralität [14, 15] hinein). Nach Zare wurde die Arbeit von Weinberg 1967 und 1968 gar nicht zitiert, 1969 und 1970 jeweils einmal (1971 4 Zitate, davon 1 Selbstzitat). Das bedeutet, dass diese sehr bedeutende Publikation im genannten Zeitraum nichts zum „impact“ der betreffenden Zeitschrift (Phys. Rev. Letters) beigetragen hätte, ebenso auch nicht zur Berufung oder Beförderung von Weinberg oder zur Förderung seiner betreffenden Forschung, wenn man bei der Begutachtung auf diese Daten geschaut hätte (was glücklicherweise nicht geschah. Weinberg wurde von seinen Kollegen hoch geschätzt und gefördert). Analoge Beispiele gibt es viele (bei [16, 26, 27] findet man eine Graphik für einige klassische NMR-Arbeiten), wenn auch nicht alle Fälle dieser Art dann mit einem Nobel-Preis enden. Heute, *nach* dem Nobel-Preis, ist die Arbeit von Weinberg mit über 5.000 Zitaten viel zitiert, was aber irrelevant bezüglich der Verwendung solcher Daten im Zeitpunkt der Entscheide über (weitere) Forschungsförderung ist (der typische Zeitraum hierfür wäre ja ca. 1967–1970 gewesen, heute stellt sich diese Frage nicht mehr). Ein offensichtlicher Unsinn bei der Wertung von Publikationen nach der Zitatzahl ist die Vernachlässigung des „Vorzeichens“ des Zitats – ob die zitierte Arbeit positiv oder negativ bewertet wird. Petsko [17] hat das scherzhaft diskutiert, aber es ist in Wahrheit sehr ernst: Dubiose und kontroverse Arbeiten können sehr hohe Zitatzahlen erreichen, aber sind sie deshalb gut? Straumann [18] hat auch ein Beispiel gefunden, das mit unserer Akademie verbunden ist, wo aus den „Sitzungsberichten der Preussischen Akademie“ durch schrittweise Verstümmelung eines Zitats ein Zweitautor S. B. Preuss zu einer Arbeit von Einstein erzeugt wurde, wobei der Autor S. B. Preuss mit A. Einstein viele Zitate von Personen erhielt, die diese Arbeit offenbar nie gesehen hatten [19, 20]. Ich will das nicht weiter vertiefen, sondern gleich zum nächsten, nahe verwandten Mythos kommen.

Mythos 3: Der aus den Zitathäufigkeiten der ersten Jahre nach Publikation hergeleitete Impact-Faktor einer Zeitschrift spiegelt deren Qualität wieder (z. B. „Science“ mit ihrem riesigen Impact-Faktor ist eine „hervorragende Zeitschrift“). Das Beispiel aus dem Mythos 2 zeigt schon, dass die Grundlage im Einzelfall hierfür falsch ist. Gelegentlich wird aber behauptet, durch die kumulative Verwendung vieler solcher Einzelfälle werde der Impact-Faktor

doch ein sinnvolles Maß. Kenner wissen, dass das nicht der Fall ist. Es gibt gute Zeitschriften (in meinem engeren Gebiet etwa PCCP, J. Chem. Phys., J. Phys. Chem. oder Mol. Phys.) mit relativ tiefen Impact-Faktoren (im Vergleich zu Science, deren Qualität als eher zweifelhaft eingestuft werden muss). Selbst wenn man nicht auf das böse Zitat zurückgreifen will, dass die „Voraussetzung für die Publikation einer Arbeit in „Science“ sei, dass sie entweder falsch oder gestohlen ist“ (zu „falsch“ erinnere ich sehr markant die Diskussion durch Volkmar Trommsdorff in [21], oder [22], kommentiert in [23, 24], dazu auch die vielen falschen Arbeiten von H. Schön [sogar gefälscht], neben sehr vielen weiteren Beispielen), so werden jedenfalls viele Fachleute in unserem Gebiet der mildereren Aussage zustimmen, dass die Beziehung von „Science“ zu den anderen vier aus unserem Gebiet genannten Zeitschriften etwa so ähnlich ist, wie sich in der allgemeinen Presse der Schweizer „Blick“ oder die Bildzeitung zur Neuen Zürcher Zeitung oder Frankfurter Allgemeinen verhält. Natürlich gibt es auch wissenschaftliche Zeitschriften ungetrübter, hoher Qualität mit relativ hohen, wenn auch nicht den höchsten Impact-Faktoren (z. B. Angewandte Chemie). Es gibt eben keine einfache Beziehung zwischen Qualität und Impact-Faktor. Ein hoher Impact-Faktor spricht nicht notwendig gegen eine Zeitschrift als „Boulevard-Stil“-Journal. Es gibt gute und schlechte Zeitschriften mit tiefen und hohen Impact-Faktoren, gemischt verteilt, ohne wirklich zwingende Beziehung.

Mythos 4: Der sogenannte h-Index (Hirsch-Index) ist ein geeignetes Maß für die Bedeutung eines Wissenschaftlers oder einer Wissenschaftlerin. Hirsch, der dieses bibliometrische Maß eingeführt hat [25], hat das behauptet und tatsächlich vorgeschlagen, man solle es als Grundlage für die Entscheidungen zu Berufungen und Beförderungen junger Wissenschaftler verwenden („tenure“ Entscheid im amerikanischen System). Der gefährliche Unsinn eines solchen Vorschlags für Berufungsentscheidungen ist für Kenner der Materie auch durch viele Beispiele bekannt und z. B. in den Artikeln von Molinié und Bodenhausen [16, 26] und Ernst [5, 6] dargelegt (mit einer späteren Ergänzung versehen [27]). Ich verweise hier auf diese sehr guten Diskussionen und wende mich noch einer weiteren quantitativen Maßzahl zur Messung der Forschereffizienz zu.

Mythos 5: Die „Drittmittleinwerbung“ (D) wird von vielen Bürokraten oft und gerne eingesetzt und kann etwa definiert werden als

$$D = \frac{\text{Summe der eingeworbenen Drittmittel}}{\text{Zahl der beteiligten Forscher}} \quad (1)$$

Eine solche Zahl ist natürlich leicht für jeden Forscher oder jede Forschergruppe zu erfassen (daher die Beliebtheit). Bei einigem Nachdenken kommt man aber schnell zum Schluss, dass für den optimalen Einsatz von Forschungsmitteln eher eine Maßzahl verwendet werden sollte, wo die finanziellen Mittel im Nenner stehen (wenn überhaupt), etwa die Forschungseffizienz F_E :

$$F_E = \frac{\text{Wissenschaftliche Erkenntnis}}{\text{eingesetzte finanzielle Mittel}} \quad (2)$$

Ich kann hier Martin Suhm zitieren [28]: „Es wäre jedenfalls nicht verkehrt, wenn die ausgegebene (Dritt-)Mittelsumme ab und zu auch dort einmal auftauchte, wo sie im Sinne der Nachhaltigkeit und Effizienz zu suchen ist: Im Nenner statt im Zähler.“

Das Problem für den bürokratischen Einsatz dieser „Maßzahl“ F_E ist, dass die „wissenschaftliche Erkenntnis“ nicht durch eine Zahl erfasst werden kann, die Gleichung (2) ist also keine wirkliche Größengleichung, sondern nur symbolisch (es sei denn, man verwendet statt „wissenschaftliche Erkenntnis“ die Zahl der Publikationen oder Zahl der Zitate etc., was in der Tat gemacht wird, aber wie schon vermerkt, unsinnig ist).

Ich will das abschließen mit einem generellen Kommentar zur Gefahr des Unsinnns der Verwendung bibliometrischer Daten in der Forschungsförderung. In der Tat werden wir immer häufiger mit einer solchen Verwendung konfrontiert, sei es durch Bürokraten oder durch bibliometriegläubige Wissenschaftler. Ich kann hier als ein Beispiel von vielen aus einem Berufungsgutachten, der Vertraulichkeit halber nur anonym und etwas variiert zitieren: „... in our country bibliometric counts are most heavily weighted“. Der Gutachter stammte aus einem nordeuropäischen Land und hat seine Schlussfolgerungen im Gutachten dann auch maßgeblich auf dieser Grundlage gezogen. Allerdings hat die Kommission das Gutachten dann als nicht aussagekräftig eingestuft und unberücksichtigt gelassen (glücklicherweise!). Ich fürchte, es gibt einige schlechte Kommissionen, wo solche Daten und entsprechende Gutachter dann entscheidend sind.

In der BBAW wurde eine Arbeit von J. Gerhards „Der deutsche Sonderweg in der Messung von Forschungsleistungen“ publiziert (in der Reihe Wissenschaftspolitik im Dialog) [29], aus der ich wörtlich (etwas gekürzt) zitiere: „Will das deutsche Wissenschaftssystem im internationalen Vergleich besser abschneiden, müssen Publikationen und Zitationen zu den zentralen Indikatoren der Leistungsbemessung werden ... Eine bessere Institutionalisierung bibliometrischer Verfahren in Deutschland würde die Anreize so setzen, dass sie im Einklang mit internationalen Standards stehen.“ In der Tat gibt es ernsthafte Wissenschaftler, die dem Aberglauben der Bibliometrie erliegen. Von einem bibliometriegläubigen Kollegen habe ich den Satz gehört, „... es gibt keine objektive Alternative“ (zur Evaluation durch Bibliometrie). Richard Ernst hat in seinem hervorragenden, sehr deutlichen Essay hierzu die offensichtliche Alternative formuliert: „And there is indeed an alternative: Very simply start reading papers instead of merely rating them by counting citations.“ [5, 6]

Auf einer Tagung der Humboldt Stiftung „Beyond Bibliometrics“, die im November 2014 in Berlin stattfand, waren zahlreiche Vertreter aus den höheren Wissenschaftsbürokratien weltweit anwesend. In der Tat haben sich viele Teilnehmer (etwa nach meiner Erinnerung aus China, Indien, Afrika, Australien etc.) generell sehr positiv zur Verwendung der Bibliometrie in der Forschungsevaluation geäußert, aber es gab auch einige Gegenstimmen. Die dort anwesende Kollegin von der Harvard University äußerte sich sehr ablehnend zur Bibliometrie, etwa mit dem Satz „After all we are still obliged to actually *read* each others papers in an evaluation process“. Weitere sehr ablehnende Stimmen zur Bibliometrie kamen aus Stanford und Oxford (neben der meinen, von der ETH Zürich). Ich habe mich an dieser Tagung zwar mit meiner Meinung in der Minderheit gefühlt, aber innerhalb dieser Minderheit in bester Gesellschaft. Ich denke nicht, dass gute Hochschulen ihre Berufungen nach bibliometrischen Kriterien vornehmen, und ganz generell sollten Hochschulen das sicher nicht tun. Natürlich erfordern seriöse Berufungsverfahren wie auch die Entscheidung über Zusage von Fördermitteln Zeit und Sachverstand.

Eine Zusammenfassung „guter Praxis“ ist etwa in [3] zu finden, sie ist wohlbekannt und durchaus kein Geheimnis: Man beruft eine Gruppe kompetenter und vertrauenswürdiger Experten, die auf dem betreffenden Gebiet ein genügend breites Spektrum abdecken, um eine zu enge Sicht zu vermeiden und eventuelle Interessenkonflikte zu neutralisieren. Diese Gruppe muss jede Person, oder jeden Forschungsantrag im Detail anschauen und bei Bedarf

weitere Spezialgutachten von auswärtigen Gutachtern zu den Einzelfällen anfordern. Die Gruppe als Ganzes muss jeden Einzelfall diskutieren, bis es schließlich zu einer Entscheidung durch die gesamte Gruppe kommt, sei es im Konsens, sei es durch Abstimmung, falls nötig. Das Verfahren ist nicht neu und wird von guten Forschungsinstitutionen mit entsprechenden Kommissionen oder Universitäten mit ihren Berufungskommissionen, aber auch bei Akademien und Preiskomitees für Wissenschaftspreise praktiziert. Es hat viele Vorteile und minimiert die Wahrscheinlichkeit schwerer Fehlentscheidungen, wenn auch gelegentliche Fehler nie ganz ausgeschlossen werden können. Es hat einen Hauptnachteil: Es ist zeit- und kostenintensiv [30]. Es erfordert auch die Mitarbeit geeigneter Experten, die bisweilen schwer zu finden sind. Diese Nachteile haben manche Institutionen dazu geführt, vereinfachte „Abkürzungen“ wie unter den 5 Mythen erwähnt, zu verwenden. Solche „Abkürzungen“ sollten aber als töricht und sogar betrügerisch betrachtet werden, da sie das notwendige Expertenwissen durch bürokratischen Aberglauben verfälschen. Solche „Abkürzungen“ in Evaluationen sollten genauso als unmoralisch betrachtet werden wie in der Wissenschaft der Ersatz von seriösen Experimenten und Analyse der Daten durch die „Abkürzung“ der Datengewinnung durch Erfindung und Fälschung, wenn etwa eine Hypothese überprüft oder belegt werden soll.

Gelegentlich wird behauptet, dass die Verwendung von statistischen Indices wie bibliometrischen Daten durch eine vielleicht vorhandene Korrelation mit „realen“ Daten gerechtfertigt ist. So wird behauptet, dass wirklich „gute Wissenschaftler“ (wie durch seriöse fachliche Evaluation der Leistung ermittelt) statistisch einen höheren h-Index haben als „schlechtere“ Wissenschaftler. Selbst wenn diese Korrelation existiert, was man auch bezweifeln kann, so kann man aus vielen Beispielen nachweisen, dass es eine sehr grobe Korrelation ist mit großen Abweichungen in vielen Einzelfällen. Bei der Beurteilung in Berufungsverfahren oder Entscheidungen über Förderung von Forschungsprojekten ist aber eine sehr wichtige Einzelfallbeurteilung und Einzelfallentscheidung nötig. In einer solchen Situation ist eine ungefähre Korrelation nutzlos, da es zu viele große Abweichungen gibt, was zu einer sehr großen Zahl von Fehlentscheidungen in Einzelfällen führen würde.

Ich möchte hier auch einen Vergleich anstellen mit einer anderen Evaluation, die Hochschullehrerinnen und -lehrern bestens vertraut ist. Aus langer Erfahrung weiß man, dass es etwa bei Prüfungsdokumenten mit Lösungen zu naturwissenschaftlichen Aufgaben (aus meiner persönlichen Erfahrung nach

Jahrzehnten mit unzähligen schriftlichen Prüfungen in Physikalischer Chemie) eine sehr grobe Korrelation zwischen der Länge des Prüfungsdokumentes und der durch sorgfältige Evaluation ermittelten Prüfungsleistung gibt. Je länger die schriftliche dokumentierte Lösung, desto besser das Prüfungsergebnis, im statistischen Mittel wenigstens. Es gibt aber bekanntlich viele Ausnahmen in dieser Korrelation, manche sehr kurze und prägnante Lösungen sind ausgezeichnet, und zahlreiche, sehr lange Lösungspapiere sind schlecht, da sie viele falsche Ergebnisse und wenig Richtiges enthalten. Wenn man nun die tatsächlich bestehende statistische Korrelation zwischen Prüfungsleistungen und Lösungslängen als Rechtfertigung nähme, in einem abgekürzten und in der Tat stark vereinfachten und sehr zeitsparenden Verfahren die Prüfungsnote einfach anhand der Länge des Prüfungsdokumentes festzulegen, so wäre das ein törichtes, ja unmoralisches und wirklich betrügerisches Vorgehen der Examinatoren. Die Analogie zur Verwendung von bibliometrischen und anderen statistischen Indikatoren als „abgekürztes, vereinfachtes Verfahren“ bei der Evaluation von Wissenschaftlern und Forschungsprojekten ist offensichtlich. Eine weitere Analogie ist auch, dass in beiden abgekürzten Evaluationen die Experten gar nicht mehr benötigt werden, die Evaluation kann von Verwaltungsangestellten vorgenommen werden. Mehr muss man hierzu nicht sagen.

Natürlich stellt sich die Frage, welche *Kriterien* dann bei einer Evaluation durch die Experten verwendet werden. Das will ich mit einem Zitat über Berufungs- („tenure“) Verfahren am Chemedepartment der Stanford Universität beleuchten, wie es von Richard Zare zusammengefasst wurde [12] :

1. First of all they must be good departmental citizens.
2. Second they must become good teachers.
3. The Department wants them to become great researchers (This last criterion is the most difficult).

We ask experts, whether the research of the candidate has changed the view of the nature of chemistry in a positive way.

... it is **not** based on the number of papers, with an algorithm on impact factor, etc.

... do **not** discuss h-index metrics

... do **not** count publications or rank them as to who is first author

We just ask: has the candidate really changed significantly how we understand chemistry.

Ich würde aus meiner langjährigen Erfahrung im Vorsitz bei Berufungskommissionen an der ETH sagen, dass dies auch dort sehr vergleichbar gilt, wenn auch immer wieder einmal der Versuch gemacht wird, Bibliometrie in die Verfahren einzuschleusen. Besonders junge Leute sagen mir dann oft, dass sie sehr wohl Universitäten kennen, wo bibliometrische Daten bei Berufungen wesentlich oder sogar entscheidend mitberücksichtigt werden. Die Antwort darauf lautet: Ja, es gibt eben auch schlechte Universitäten, und wenn dann gefragt wird, wie man die schlechten Universitäten von den guten unterscheidet, ist meine Antwort: Jedenfalls nicht mit Bibliometrie oder ‚Rankings‘. Wohl aber kann zum Beispiel das Vorgehen einer Universität bei Berufungen Hinweise darauf geben, ob sie schlecht oder gut ist.

Dass die Kriterien 2 und 3 zu Lehre und Forschung in der Liste von Zare im Berufungsverfahren an Hochschulen wichtig sind, scheint selbstverständlich. Die Forderung 1. nach dem „good citizen“ mag vielleicht Manchen erstaunen und den Verdacht aufkommen lassen, man wolle vielleicht nur „angepasste Typen“ berufen. Dem ist nicht so, vielmehr kommt die Forderung nach dem „good citizen“ aus der leidvollen Erfahrung „because bad citizens can damage good science“. Diese Problematik wird in der Wissenschaft gerne verschwiegen oder kleingeredet, ist aber in Wahrheit sehr ernst, da die Schäden durch „bad citizens“ auch für die Forschung direkt und indirekt enorm sein können. Schlechtes Verhalten kann als blanke Fälschung in der Forschung auftreten (und die Schäden sind viel größer als irgendein potentiell vom Fälscher erhoffter Nutzen für ihn selbst [31]), oder es kann um Betrug an einem Kooperationspartner in der Forschung gehen, der hintergangen und ausgebootet wird. Ein solches Beispiel in der Auseinandersetzung zwischen O. Piccioni und E. Segré in der Entdeckung des Antiprotons ging bekanntlich bis vor die Gerichte mit riesigen indirekten Schäden für die Forschung und ihr Ansehen [32]. Dass Segré ein schweres Unrecht an seinem Kollegen begangen hat, kann kaum bezweifelt werden. Es wurde aber nicht geahndet, sogar vielleicht belohnt, was kein gutes Licht auf diesen Bereich der Physik in dieser Zeit wirft. Dass das Problem überhaupt an die Öffentlichkeit getragen wurde, ist die Ausnahme. Meist werden solche Vergehen mit einem Mantel des Schweigens überdeckt. Ich erwähne hier lieber nicht ein ähnliches Beispiel aus der physikalischen Chemie, das mir bekannt ist, da hier kein „dies irae“ gesungen werden soll. Unser Hinweis auf die Amoral der Verwendung von „abgekürzten“ Verfahren etwa mit Bibliometrie in der Forschungsevaluation

und bei Berufungen gibt ein weiteres Beispiel: Bibliometriker sind „bad citizens“ in diesem Sinne. Die systematische Korrumpierung der Wissenschaft durch Einsatz bekannt fehlerhafter Evaluationsmethoden und damit auch Setzung falscher Anreize ist ein Verbrechen an der Wissenschaft.

Grundsätzlich geht es bei der Frage nach einem moralisch guten Verhalten der „Bürger der Wissenschaftsrepublik“ nicht eigentlich um etwas Wissenschafts- oder Forschungsspezifisches, sondern um ein Prinzip allgemein menschlichen Verhaltens. Das Motto der ETH Zürich „Prima di essere ingegneri voi siete uomini“, formuliert von einem ihrer Gründerväter Francesco de Sanctis (1817–1883), hat hier Gültigkeit. Die Förderung der Forschung durch menschlich korrektes Verhalten beruht hier eben unter anderem in der Abwendung von Schaden. Der hiermit abgeschlossene Abschnitt unserer Diskussion der Forschungsförderung hat sich mit der Berufung von Professorinnen und Professoren an Hochschulen befasst. Tatsächlich sind gute Berufungen an Hochschulen die wichtigste, langfristig wirksame und sehr effiziente Form der Forschungsförderung. Großzügige, stabile Berufungszusagen, ihr Einhalten, Vertragstreue und Verlässlichkeit sind entscheidende Elemente, die leider auch an den besten Hochschulen in neuerer Zeit einer zunehmenden Korrosion ausgesetzt sind. Grundlagenforschung braucht aber hervorragende Wissenschaftler und die Freiräume [11], die ihnen durch angemessene Berufungszusagen geschaffen werden als wichtigste Säule der Forschungsförderung an Hochschulen.

Freiräume werden auch geschaffen durch Abbau der Bürokratie, was mich zu einem der größten Risiken der aktuellen Forschungsförderung führt: dem unaufhaltsamen Wachstum der Bürokratie. Das kann besonders in der Forschung großen Schaden anrichten [33]. Auch dies ist kein auf die Wissenschaft beschränktes Phänomen. Viel wurde hierüber geschrieben. „Parkinson’s Law“ [34] zum exponentiellen Wachstum der Verwaltungsbürokratie hat zu allerlei scherzhaften Kommentaren Anlass gegeben, es ist aber eine ernste Angelegenheit, auch die Krebszellen einer Krebsgeschwulst folgen diesem Wachstumsgesetz (bis es durch eine Katastrophe beendet wird). Eine Analyse des Personalbestandes in der Wissenschafts- und Hochschulbürokratie zeigt bedenkliche Analogien, die ich aber hier nicht vertiefen will. Ich möchte hier ausdrücklich festhalten, dass dies kein Rundumschlag gegen jede Hochschul- und Forschungsförderungsverwaltung ist. Es gibt sie, die „gute Verwaltung“, die der Wissenschaft eigentlich dient. Der Personalbestand wächst dort allerdings nicht, sein Anteil nimmt eher ab.

Abschließend möchte ich mich noch dem grundsätzlichen „Warum?“ der Forschungsförderung und Naturwissenschaft überhaupt zuwenden und mit einigen Zitaten belegen. Man darf ja fragen, warum will man Naturwissenschaft überhaupt betreiben und finanziell fördern? In einer Doktoratsfeierrede 2004, die inzwischen mehrfach abgedruckt wurde, habe ich wesentliche Gründe zusammengefasst [35]:

Grundlagenforschung warum?

1. Zum persönlichen Glück der Erkenntnis
2. Als Beitrag zum Wissensgebäude der Menschheit – zum Verständnis der Welt und des Menschen
3. Direkt und indirekt als Beitrag zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschheit – zum Überleben.

Der erste Grund ist ein starkes persönliches Motiv für die Forschenden selbst. Der zweite und besonders der dritte Grund gibt eine Begründung, warum die Gesellschaft dies finanziell fördern sollte.

Der erste erwähnte Grund wurde in unnachahmlicher Weise schon von Demokrit aus Abdera (ca. 470–380 vor Christi Geburt) formuliert:

βούλεσθαι μᾶλλον μίαν εὐρεῖν αἰτιολογίαν ἢ τὴν
Περσῶν οἱ βασιλείαν γενέσθαι

Über den Wissenschaftler sprechend lautet das frei übersetzt auf Deutsch: „Er will lieber eine einzige Grunderkenntnis finden als König der Perser werden.“

Von Albert Einstein ist der Satz überliefert: „Das Streben nach Wahrheit und Erkenntnis gehört zum Schönsten, dessen der Mensch fähig ist.“ Einstein hat das an anderer Stelle in geradezu religiöser Weise als „das Gefühl des Naturwissenschaftlers der Nähe zu Gott“ beschrieben [36] oder in den Worten eines Gedichtes von Rose Ausländer [37]

*Du bist
unwiderstehlich
Wahrheit
Ich erkenne dich
und nenne dich
Glück.*

Man kann auch den Demokritischen Text etwas verlängert und ergänzt frei übersetzen:

Lieber eine einzige Grunderkenntnis erhalten und vermitteln,

... als Präsident der USA zu werden.

... als Reichtum und Wirtschaftsmacht von Bill Gates zu erhalten.

... als eine große Bombe zu bauen.

... als 10 Publikationen in Science.

... als in die Weltspitze der Zitatensliste zu kommen.

... als 100 Fernsehauftritte zu haben.

... ..

Grundlagenforschung: Warum nicht?

1. Nicht, um anderen Menschen zu schaden.
2. Nicht, um jemanden im „Wettlauf“ zu übertreffen.
3. Nicht, um Macht auszuüben.
4. Nicht, um reich zu werden.

Es gibt aber auch noch den weiteren Aspekt des Dienstes an der Menschheit in einem weiteren Sinn. Bei der angewandten Forschung ist das in der einen oder anderen Weise meist offensichtlich. Bei der Förderung der Grundlagenforschung wird dieser Aspekt jedoch oft vergessen. Das will ich mit der Schrödinger-Gleichung, einer der grundlegenden Gleichungen für Physik und Chemie erläutern [38–42]. Diese Gleichung wurde von Erwin Schrödinger bekanntlich 1926 für eine weitergehende Formulierung der Quantentheorie eingeführt ([38–42], siehe auch [43]), zunächst einmal als reine Grundlagenforschung der theoretischen Physik, weitab von jeder praktischen oder technischen Anwendung. Heute gibt es Schätzungen, dass etwa 20 % des Brutto-sozialproduktes moderner Industriestaaten in einem allgemeinen Sinne auf Anwendungen der Quantenmechanik beruhen.

Eine hierzu verwandte Aussage zur Grundlagenforschung im Bereich von Elektrizität und Magnetismus Anfang des 19. Jahrhunderts, lange vor deren Anwendungen, wird als Vorhersage von Michael Faraday berichtet [11], der auf die Frage nach dem „Nutzen“ gesagt haben soll „Lord Gladstone, one day, you will tax it“, wie wahr! (allerdings für Regierungen lange nach Lord Gladstone). Ähnliche Beispiele gibt es viele, kleine und große [44]. *Die Förderung der naturwissenschaftlichen Forschung birgt wohl die größte Chance unter allen Investitionen der Menschheit in ihre Zukunft* [1].

Die Gewährung von Freiheit in der Forschung und Autonomie in ihrer Förderung sind wesentliche Elemente bei dieser Investition. Die intrinsische Motivation des Erkenntnistrebens in der Grundlagenforschung ist die beste Garantie für den Erfolg in dieser Investition. Die Fremdsteuerung der Wissenschaft durch Setzen falscher Anreize und gezielte Korruption mit Hilfe von bibliometrischen und ähnlichen Evaluationsmethoden ist eine große Gefährdung dieser Investition, dazu auch zutiefst unmoralisch: *Ceterum censeo: bibliometriam esse delendam.* Die Wissenschaftler dürfen sich nicht selbst entmündigen durch Übernahme bürokratischer Herrschaft mit „Indices“ und „Rankings“. Wir müssen den Mut haben, auf unser eigenes, durch Sachkenntnis und Erfahrung geschultes wissenschaftliches Urteil zu vertrauen, bei allen bestehenden Zweifeln. Wenn wir diese Freiheit und Autonomie der Selbststeuerung der Wissenschaft preisgeben, etwa aus Bequemlichkeit und für einen scheinbaren Zeitgewinn durch Anwendung abgekürzter bürokratischer Methoden, dann werden wir am Ende nicht nur unsere Freiheit verloren haben, sondern auch unsäglich viel Zeit durch die Herrschaft der Bürokratie. Der Wert der Freiheit gilt in der Wissenschaft wie auch sonst und in Berlin kann hierzu eine berühmte Rede aus dem Jahr 1963 zitiert werden: „Freedom is indivisible“ [45] *Autonomie der Wissenschaft? Autonomie der Wissenschaft!*

Literatur

- [1] Quack, M.: Bunsen-Magazin 14 (2012), S. 181–189.
- [2] Quack, M.: Deutsche Zahnärztliche Zeitung 67 (2012), S. 726–730.
- [3] Quack, M.: Myths, Challenges, Risks and Opportunities in Evaluating and Supporting Scientific Research. In: Welpe, I. M., Wollersheim, J., Ringelhan, S. & M. Osterloh (Eds.):

- Incentives and Performance: Governance of Research Organizations, Chap. 14., Springer International Publishing, Cham, Heidelberg, New York 2014, S. 223–239.
- [4] In freier Übersetzung: „Mach’ es wie die Sonnenuhr, zähl die heitren Stunden nur.“
- [5] Ernst, R. R.: *Chimia* 64 (2010), S. 90–90.
- [6] Ernst, R. R.: *Bunsen-Magazin* 5 (2010), S. 199–200.
- [7] Allen, L.: cited after Neil Duxbury, *Random Justice*, Oxford 1999, S. 89, wie zitiert von Hubertus Buchstein in *Forschung und Lehre* 8 (2011), S. 596–597.
- [8] Osterloh, M.: *Nova Acta Leopoldina NF* 117 (2013), S. 103–113.
- [9] Osterloh, M. & A. Kieser: Double-Blind Peer Review: How to Slaughter a Sacred Cow. In: Welpe, I. M., Wollersheim, J., Ringelhan, S. & M. Osterloh (Eds.): *Incentives and Performance*, Chap. 19., Springer International Publishing, 2014, S. 307–321, und dort zitierte Literatur.
- [10] Kuhn, T. S.: *The structure of scientific revolutions*, University of Chicago Press, Chicago 1962.
- [11] Kneißl, D. & H. Schwarz: *Angew. Chem.* 123 (2011), S. 12578–12579.
- [12] Zare, R. N.: *Curr. Sci.* 102 (2012), S. 9, siehe auch Zare, R. N.: Editorial: Assessing Academic Researchers, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 51 (2012), S. 7338–7339.
- [13] Weinberg, S.: *Phys. Rev. Lett.* 19 (1967), S. 1264–1266.
- [14] Quack, M.: Fundamental Symmetries and Symmetry Violations from High Resolution Spectroscopy. In: Quack, M. & F. Merkt (Eds.): *Handbook of High Resolution Spectroscopy*, Vol. 1, Chap. 18., Wiley, Chichester, New York, 2011, S. 659–722.
- [15] Quack, M.: *Adv. Chem. Phys.* 157 (2014), S. 249–290.
- [16] Molinié, A. & G. Bodenhausen: *Chimia* 64 (2010), S. 78–89.
- [17] Petsko, G. A.: *Genome Biol.* 9 (2008), Article Number: 107.
- [18] Straumann, N.: *Materie, Antimaterie, und Dunkle Energie*. In: Walde, P. & F. Kraus (Eds.): *An den Grenzen des Wissens*, Vdf Publishers, Zürich, 2008, S. 103–126, Hier wird gezeigt, dass das Zitat A. Einstein (1931) (siehe 19) durch schrittweise Verstümmelung transformiert wurde durch Zitate von Personen, die die Originalarbeit offenbar nie auch nur gesehen hatten, bis sie ihre „kanonische Form“ mit dem 2. Koautor S. B. Preuss erhielt, der so zu vielen Zitationen kam (siehe 20, A. Einstein und S. B. Preuss [1931]).
- [19] Einstein, A.: Zum kosmologischen Problem der allgemeinen Relativitätstheorie. *Sitzber. Preuss. Akad. Wiss. Phys.-Math. Kl.* 1931, S. 235–237.
- [20] Einstein, A. & S. B. Preuss: *Akad. Wiss.* 1931, S. 235, (Das ist eine gebräuchliche, falsche Form des Zitats [19]).
- [21] Trommsdorff, V.: *Abschiedsvorlesung ETH Zürich (2002, Bildarchiv der ETH, als Aufnahme abhörbar)*.
- [22] Tikhonov, V. I. & A. A. Volkov: *Science* 296 (2002), S. 2363–2363.

- [23] Albert, S., Meier, B. H., Quack, M., Seyfang, G. & A. Trabesinger: *Chimia* 60 (2006), S. 476.
- [24] Manca Tanner, C., Quack, M. & D. Schmidiger: *J. Phys. Chem. A* 117 (2013), S. 10105–10118.
- [25] Hirsch, J. E.: *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 102 (2005), S. 16569–16572.
- [26] Molinié, A. & G. Bodenhausen: *Bunsen-Magazin* 5 (2010), 188–198.
- [27] Molinié, A. & G. Bodenhausen: *Chimia* 65 (2011), S. 433–436.
- [28] Suhm, M. A.: *Bunsen-Magazin* 12 (2010), S. 200.
- [29] Gerhards, J.: *Der Deutsche Sonderweg in der Messung von Forschungsleistungen (Wissenschaftspolitik im Dialog, Schriftenreihe der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften)*, Berlin, 2013.
- [30] Diederich, F.: *Angew. Chem.* 125 (2013), S. 14072–14073.
- [31] Pfaltz, A., Van Gunsteren, W. F., Quack, M., Thiel, W. & D. A. Wiersma: An investigation with respect to the Possible Fabrication of Research Data reported in the Thesis ETH No 13629 and in the Papers *Journal of Chemical Physics* 112 (2000) 2575 and 113 (2000) 561, July 2009, ETH (verfügbar unter: http://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/120123_Expertenbericht_tl/120123_Expertenbericht).
- [32] Heilbron, J. L.: The detection of the antiproton in *Proceedings of the International Conference on the Restructuring of Physical Sciences in Europe and the United States 1945-1960* (Rome, 1988) (Eds.: M. De Maria, M. Grilli, F. Sebastiani), World Scientific, Singapore, 1989, S. 161-209.
- [33] Szilárd, L.: The Mark Gable Foundation. In: *The voice of the dolphins, and other stories*, Simon & Schuster, New York, 1961, dieser schöne Essay ist ein gutes Zitat zur Schädigung der Forschung durch bürokratische Förderung, selbst wenn großzügig viele Finanzmittel verteilt werden.
- [34] Parkinson, C. N.: *Parkinson's Law and other Studies in Administration*, The Riverside Press, Cambridge - Massachusetts 1957.
- [35] Quack, M.: Naturwissenschaften! Warum überhaupt? Warum nicht? In: *Gegenworte*, Heft 26, „Zweckfreie Forschung“, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, 2011, S. 28–35 und dort zitierte frühere Fassungen der Doktoratsfeierrede („commencement speech“).
- [36] Quack, M.: Time and Time Reversal Symmetry in Quantum Chemical Kinetics. In: Brändas, E. J. & E. S. Kryachko (Eds.): *Fundamental World of Quantum Chemistry. A Tribute to the Memory of Per-Olov Löwdin*, Vol. 3, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2004, S. 423–474.
- [37] Ausländer, R.: *Und nenne dich Glück. Gedichte*, 5. ed., Fischer Verlag, Frankfurt, 2002.
- [38] Schrödinger, E.: *Naturwissenschaften* 14 (1926), S. 664–666.
- [39] Schrödinger, E.: *Ann. d. Phys.* 81 (1926), S. 109–139.
- [40] Schrödinger, E.: *Ann. d. Phys.* 79 (1926), S. 361–376.
- [41] Schrödinger, E.: *Ann. d. Phys.* 79 (1926), S. 489–527.

- [42] Schrödinger, E.: Ann. d. Phys. 80 (1926), S. 437–490.
- [43] Merkt, F. & M. Quack: Molecular Quantum Mechanics and Molecular Spectra, Molecular Symmetry, and Interaction of Matter with Radiation. In: Quack, M. & F. Merkt (Eds.): Handbook of High-Resolution Spectroscopy, Vol. 1, Chap. 1., Wiley, Chichester, New York, 2011, S. 1–55 (siehe auch Vorwort zu diesem Handbuch).
- [44] Perutz, M. F.: Ging's ohne Forschung besser? – Der Einfluss der Naturwissenschaften auf die Gesellschaft, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 1982.
- [45] Kennedy, J. F.: The Berlin Speech, 28 June 1963 (Der von mir hieraus zitierte Satz wird meist durch einen anderen, noch berühmteren Satz übertönt, aber die ganze Rede ist sehr lesenswert und zur vielfachen Wiederlektüre empfohlen).