

# Die Stärkung des Bildungswesens\*\*

K. C. Nicolaou\*

Akademie · Chemische Bildung · Globale Herausforderungen · Kreativität

## Einleitung

„Die offensichtliche Sache, die jedem intelligenten Amerikaner, der von Platon nur hörte und nun mithilfe von Jowetts prächtiger Übersetzung mit ihm Bekanntschaft schließen will, sofort auffallen wird, ist das Ausmaß an Zeit, das diese Dialoge verschwenden, um zu einem Schluss zu gelangen. Mehr noch stellen sie oft eine sehr lange Unterhaltung dar, die zu überhaupt keinem Schluss führt. Und dennoch ist dies ein Merkmal, das jeder höheren Bildung des menschlichen Geistes innewohnt. Den einfachen Gemütern mag es wie Zeitverschwendung erscheinen, doch ist es das nicht; vielmehr ist es das Höchste, das man einer Sache angedeihen lassen kann. Die Erde auf ihrer Umlaufbahn muss in ihrer regelmäßigen Bahn nicht innehalten, denn sie dreht sich um die eigene Achse, sodass sich ihre ganze Oberfläche am segensreichen Licht der Sonne erfreuen kann. Und die nächste Sache, die wir in Platons Dialogen finden (dem im Übrigen besten Exponenten höherer Bildung, der mir bekannt ist), ist, dass die betrachteten Dinge nicht jene des Verstandes sind oder der materiellen Bedürfnisse oder des Erfolges im Leben. Sie alle haben, so wie das Raisonement des heiligen Paulus mit Felix, zu tun mit Rechtschaffenheit und Mäßigung und dem bevorstehenden Gericht. Aber selbst dieses Feld, das der ethischen Befragung, ist nicht das höchste, nach dem die griechische Bildung strebte. Denn ihre frühen Lehrer lehrten sie, über das Universum und seine Beschaffenheit nachzudenken, über die

*Natur des menschlichen Geistes, über die Natur der Materie und über andere erhabene Fragen der abstrakten Metaphysik.*“

J. P. Mahaffy, 1910<sup>[1]</sup>

Das obige Zitat, ausgesprochen und niedergeschrieben vor einem Jahrhundert, hat an Bedeutung nichts verloren. Das Wesen der Bildung soll nicht nur bloßer Erwerb von



**Abbildung 1.** John Pentland Mahaffy (1839–1919), anglo-irischer Gelehrter des klassischen Altertums, Philosoph und Pädagoge.



**Abbildung 2.** Platon (ca. 429–347 v. Chr.), griechischer Philosoph. Schüler des Sokrates und Lehrer des Aristoteles, Gründer der Akademie von Athen, 5. Jh. v. Chr.

[\*] Prof. Dr. K. C. Nicolaou  
Department of Chemistry and The Skaggs Institute for Chemical Biology, The Scripps Research Institute  
10550 North Torrey Pines Road, La Jolla, CA 92037 (USA)  
und  
Department of Chemistry and Biochemistry  
University of California, San Diego  
9500 Gilman Drive, La Jolla, CA 92093 (USA)  
Fax: (+1) 858-784-2469  
E-Mail: kcn@scripps.edu

[\*\*] Dieser Essay beruht auf einem Vortrag, den ich auf dem 239th American Chemical Society Meeting in San Francisco (21.–24. März 2010) im Rahmen des Presidential Symposium „Educating Chemists with the Skills Needed to Compete in the New Global Economy“ gehalten habe. Auf diesem von Ronald Breslow und Pat N. Confalone organisierten Symposium sprachen neben den Organisatoren die folgenden Vortragenden: L. Echegoyen, H. Gray, K. Hunt, G. Calabrese, U. Chowdhry, R. Zare und J. La Mattina. Ich bin den Organisatoren zu tiefem Dank verpflichtet, dass ich an diesem stimulierenden Symposium teilnehmen konnte. Ich danke dem Skaggs Institute for Research für die langjährige finanzielle Unterstützung.

Wissen sein, sondern, viel entscheidender, die Erlangung der Macht des Denkens beinhalten. So sollten wir bei jeder Diskussion über Bildung, ob nun chemischer Art oder nicht, stets im Sinn haben, dass kreatives Denken und das Studium der Grundlagen der Natur die zwei wichtigsten Voraussetzungen für den Erfolg von Wissenschaft und Technologie sind.

In einem entwickelten Land zu leben, ist ein gewaltiges Privileg: Wir besitzen Nahrung und Energie im Überfluss, wundersame Heilmittel zur Behandlung von Krankheiten, Luxusgüter und Unterhaltung, wir können weltweit reisen und kommunizieren. Heute, am Beginn des zweiten Jahrzehnts des 21. Jahrhunderts, schauen wir mit Ehrfurcht auf die Errungenschaften von Wissenschaft und Technik, die uns diese Güter gebracht haben und die auch in Zukunft lebensverändernde Entdeckungen und Erfindungen in einem atemberaubenden Tempo zu liefern versprechen. Der Grundpfeiler dieser weltverändernden Fortschritte in Wissenschaft und Technologie ist Bildung. Dieser Essay gibt die Gedanken des Autors – und sicher auch anderer – zum momentanen Stand und den Zukunftsperspektiven der Chemieausbildung wieder und spricht Empfehlungen aus, wie die wissenschaftliche Lehre neu belebt werden kann, vor allem in Anbetracht der Globalisierung und der Herausforderungen, denen Gesellschaft und Wissenschaft heute begegnen.

Trotz aller Fortschritte wird unsere Welt zunehmend materialistisch, und Privilegien und Bildung werden immer mehr ungleich verteilt. Viele werden zustimmen, dass in vielen Teilen der Welt, einschließlich den USA und Teilen Europas, eine Erosion von Werten und Bildung stattgefunden hat. Zur gleichen Zeit stehen wir heute bedrohlichen Problemen gegenüber, zu deren Lösung nur die Wissenschaft im Stande ist.

Im Folgenden werde ich auf den Zustand der schulischen und universitären Ausbildung in den USA eingehen.<sup>[2]</sup> Zuvor jedoch wird es aufschlussreich sein, meine eigene Reise durch das Bildungssystem zu skizzieren, die mich von Europa nach Amerika brachte und die es mir erlaubt, einen Rückblick aus dem Blickwinkel eines Pädagogen und Wissenschaftlers zu treffen.



K. C. Nicolaou, geboren auf Zypern und ausgebildet in Großbritannien und den USA, ist Leiter des Department of Chemistry am Scripps Research Institute, Darlene Shiley-Professor für Chemie, Aline W. & L. S. Skaggs-Professor für chemische Biologie und Professor für Chemie an der University of California, San Diego. Mit seinen Beiträgen auf dem Gebiet der chemischen Synthese (mit über 700 Publikationen) hat er einen nachhaltigen Einfluss auf die Chemie, Biologie und Medizin ausgeübt. Sein Einsatz für die chemische Bildung spiegelt

sich in seinen Büchern *Classics in Total Synthesis* und *Molecules That Changed the World* sowie der Unterweisung von hunderten von Doktoranden und Postdoktoranden wider. Er ist Mitglied der National Academy of Sciences der USA und der Deutschen Akademie der Wissenschaften, Leopoldina, sowie korrespondierendes Mitglied der Akademie von Athen.

## Persönliche Erfahrungen

Grund- und weiterführende Schulen haben eine wichtige Rolle in meinem Leben und meinem Werdegang gespielt. Ich habe meine drei Kinder bei ihrem Weg durch die Grund- und Oberschule in Amerika begleitet, und ich hatte die besondere Ehre, Vorträge an Highschools sowohl in den USA als auch in Singapur zu halten. Aus diesen Erfahrungen, aus Gesprächen mit Menschen aus verschiedenen Teilen der Erde und aus dem Studium verschiedenster Artikel zum Thema Bildung weiß ich, wie andere auch, von den dramatischen Unterschieden in den Zukunftsperspektiven von Schülern weltweit, aber auch innerhalb eines Landes wie den USA.

Tatsächlich war auch ich in meinem eigenen Land von der ungleichen Ausbildungssituation betroffen – obwohl mir das zu dieser Zeit nicht voll bewusst war. Nachdem ich als Dreizehnjähriger vom Gymnasium meiner Heimatstadt auf Zypern an das damals beste Gymnasium der Insel gewechselt war, schloss ich das erste Schulhalbjahr in Mathematik und Literatur als Schlusslicht der Klasse ab. Unnötig zu erwähnen, dass ich niedergeschmettert war. Die vorhergehenden Jahre war ich stets ein guter Schüler gewesen, und diese missliche Lage war ungewohnt. Glücklicherweise gelang es mir dann, mich auf die höheren Anforderungen und den besseren Lehrplan der neuen Schule einzustellen, sodass ich am Ende des Schuljahres genügend bessere Noten gesammelt hatte, um die „Schande“ zu tilgen. Ich bekam Lob von meinen Lehrern und gewann mein Selbstvertrauen zurück. Meine neuen Lehrer am Panzyprischen Gymnasium in Nikosia (1959–64) waren außerordentlich gut ausgebildet, mit mindestens einem Bachelorgrad einer guten europäischen oder amerikanischen Universität. Einige hatten auch höhere Abschlüsse, so mein Chemielehrer, Dr. Telemachos Charalambous (Abbildung 3), dessen berufliche Qualifikation den Erwerb eines Dokortitels in Frankreich einschloss. Er war mein Vorbild, und er



**Abbildung 3.** Dr. Telemachos Charalambous, mein Chemielehrer am Panzyprischen Gymnasium in Nikosia, Zypern. Foto: Mereoep Tsimilli-Michael.

inspirierte mich im jungen Alter von 16 Jahren dazu, Chemie zu studieren. Ich bin zutiefst dankbar dafür, dass ich, wie viele andere Schüler der Insel, unabhängig vom finanziellen Status der Eltern (die Schulgebühren waren nur nominell und damit bezahlbar) eine ausgezeichnete Schule besuchen konnte. Das Panzyprische Gymnasium profitierte vom hochgradig positiven Einfluss Großbritanniens auf das Bildungssystem während der Zeit der britischen Herrschaft über die Insel (1878–1960). Neben dem Vorhandensein gut ausgebildeter Lehrer offerierte die Schule den oberen drei Jahrgängen drei Hauptfachrichtungen mit maßgeschneiderten Lehrplänen in Naturwissenschaften und Mathematik, in klassischen Studien (Literatur, Kunst, Geisteswissenschaften) sowie in Wirtschaft und Finanzen. Neben den – thematisch verwobenen – Hauptfächern fand indes auch ein allgemeiner Lehrplan Anwendung, sodass ein breites Bildungsangebot gewährleistet war, das den Schülern alle Optionen für ihren späteren Karriereweg offenließ.

Zum Ende der Schulzeit bemühte ich mich um ein Studium an einer Universität in Großbritannien für das Hauptfach Chemie, und desgleichen tat jeder in meiner Klasse. Als zukünftiger Student bereitete man sich am Gymnasium auf die Fächer vor, die man auf der Universität zu belegen plante, und diese Praxis ist auch heute noch in Großbritannien und einer Reihe anderer entwickelter Länder weit verbreitet. Demgegenüber erlaubt das amerikanische System den Studienbeginn ohne festgelegte Fachrichtung und lässt den Studenten genügend Freiheit, um sich erst später (gewöhnlich in den ersten zwei Jahren eines normalen vierjährigen Studiums zur Erlangung eines B.S. oder B.A.) für ein Hauptfach zu entscheiden. So gut sich dies anhören mag, kann das amerikanische System doch zu einer gewissen Unentschlossenheit führen, was das Erkennen der eigenen Stärken und die Fokussierung auf ein Fach betrifft. Die Vorteile des amerikanischen Systems – unspezifische Einschreibung, Wahlfächer – liegen indes auf der Hand: Dem Studenten wird ein vielfältigeres Wissen vermittelt, und dies ist in Anbetracht der zunehmend geforderten Interdisziplinarität ausgesprochen nützlich. Speziell in meinem Fall war es ein Segen, dass ich mich schon in jungen Jahren einer Karriere in der Chemie verschrieben hatte. Die einzige Entscheidung, die ich am College zu treffen hatte, betraf das Fachgebiet, in dem ich mich spezialisieren würde. Der Entschluss kam mit der Zeit wie von selbst auf meinem Weg durch Studium, Promotion und Postdoktorat. Mein erstes Jahr am Bedford College der University of London (1966–69) beinhaltete Vorlesungen in Chemie, Physik und Mathematik. Das zweite Jahr war überwiegend von Chemiekursen bestimmten (organische, physikalische und anorganische Chemie), während das dritte und letzte Jahr fokussiertere Vorlesungen und Laborpraktika in dem Gebiet meiner Wahl – der organischen Chemie –, einschließlich eines Forschungsprojekts unter der Aufsicht eines Fakultätsmitglieds umfasste. Dieses intensive und zunehmend fokussierte System erlaubte mir, mich mit derjenigen Disziplin der Chemie zu identifizieren, die mich am allermeisten reizte, und bereitete mich darauf vor, die nächste Entscheidung über meinen Werdegang zu treffen, nämlich die Auswahl des Colleges und des Mentors für meine Promotion.

Während meines dreijährigen Gradualstudiums am University College der University of London (1969–72) konzentrierte ich mich gänzlich auf die Synthese und das Studium theoretisch interessanter Moleküle, mit dem Ziel, ihre Aromatizität zu untersuchen und zu vermessen. Vertiefende Vorlesungen wurden weder vorausgesetzt noch angeboten, was aus heutiger Sicht ein Defizit des Systems war, denn es ließ die Studenten auf sich allein gestellt, was ihre weitere Vertiefung in die Chemie und angrenzende Bereiche betraf. Mit meiner dreijährigen Promotionszeit, so kurz sie auch war, war ich zur Genüge auf den nächsten Schritt vorbereitet, der mich als Postdoktorand nach New York City und an die Columbia University führte. Die amerikanische Art des Studierens, wie ich sie erstmals 1972 an der Columbia erlebte, war viel dynamischer und fordernder als die britische, aber ich passte mich schnell an und profitierte vor allem sehr vom besonderen Ambiente der herausragenden chemischen Fakultät der Columbia. Mit großem Glück – und dank der Unterstützung und der Ratschläge meines Mentors – ergatterte ich ein Jahr später eine Stelle an der Harvard University für ein weiteres Postdoktorat. In Harvard bot sich mir die Gelegenheit, Vorlesungen über die Logik der chemischen Synthese zu besuchen, womit ich meine wahre und endgültige Leidenschaft entdecken sollte: die Totalsynthese von komplexen, biologisch aktiven Molekülen.

Zu dieser Zeit (1973–76) waren die Vereinigten Staaten auf dem Weg an die Weltspitze, und zwar nicht nur bei der Vermittlung chemischen Wissens und chemischer Arbeitstechniken, sondern allgemein in Naturwissenschaften und Technik – eine Entwicklung, die der Nation ihre Vormachtstellung als das Land der unbegrenzten Möglichkeiten, des Wirtschaftswachstums und des Wohlstands auf Jahrzehnte sicherte. Viele Studenten aus aller Welt zog es in die USA, um es jenen inspirierenden und motivierten Amerikanern gleichzutun, und natürlich auch der Berufsaussichten wegen, die so verlockend und vielseitig waren. Beide meine Postdoktorate in Amerika waren überaus bereichernd und lohnend, konnte ich doch meine Kenntnisse und mein Fachwissen für die weitere Gestaltung meines Berufsweges in der organischen Chemie enorm erweitern. Hinzu kam die unschätzbare Erfahrung, die Atmosphäre der Columbia und der Harvard University spüren zu dürfen und einigen der bedeutendsten Persönlichkeiten in der Chemie zu begegnen. Tatsächlich waren diese Erfahrungen so maßgeblich und einflussreich, dass ich mit Überzeugung sagen kann, dass ich ohne sie nie das Niveau hätte erreichen können, das ich heute als Professor und Wissenschaftler habe. Wie viele andere auch, war ich Nutznießer eines hervorragenden Systems der Postdoc-Ausbildung, und mir bot sich darüber hinaus die Möglichkeit, in den Vereinigten Staaten zu bleiben und – meinem eigenen amerikanischen Traum folgend – eine eigenständige Karriere aufbauen zu können. Diese begann an der University of Pennsylvania, wo ich 1976 hinwechselte.

Neben meinen Aufgaben als Professor am Scripps Research Institute und der University of California in San Diego habe ich als Berater mehrerer pharmazeutischer und biotechnologischer Unternehmen und des A\*STAR-Forschungszentrums in Singapur fungiert. Gerade letztere Erfahrung schenkte mir die Möglichkeit, ein ganz anderes Bil-



dungssystem kennenzulernen und von ihm zu lernen. Es sind diese unterschiedlichen Blickwinkel, die ich in diesen verschiedenen Institutionen erlangt habe, aus denen heraus dieser Essay entstanden ist.

## Globale Herausforderungen

Bei allem Fortschritt und Wohlstand sieht sich die Welt einer Vielzahl ernst zu nehmender Herausforderungen gegenüber. Dies betrifft unter anderem Nahrung (Qualität und Produktivität), Energie (sauber, alternativ, erneuerbar), Rohstoffe (vielseitig, erneuerbar, Hightech), Gesundheitswesen (Effektivität, Kosten, Zugänglichkeit), Umwelt (Klimawandel, Verantwortung), Informationstechnologie (Zugang, Sicherheit, Kontrolle), Nachhaltigkeit (Bevölkerung, Ressourcen, Verantwortung), Globalisierung (Wohlstand, Immigration, Arbeitsplätze) und Krieg und Terrorismus (chemisch, biologisch, nuklear, virtuell). Wissenschaft und Technik befinden sich am Kern dieser Bemühungen, aber letztlich sind auch sie auf den Willen der Menschen und ihrer Regierungen angewiesen. Und dies alles beginnt mit Bildung. Im selben Maß, in dem Wissenschaftler als Zivilbürger auf den Gebieten der freien Künste und der Geisteswissenschaften bewandert sein sollten, darf auch von allen anderen Menschen verlangt werden, über die Bedeutung und den Wert von Wissenschaft und Technologie für die Gesellschaft informiert zu sein. Es ist unabdingbar, dass die Öffentlichkeit Verständnis für die Bereitstellung von Mitteln für Forschung und Innovation entwickelt. Die Stärkung und Förderung von Bildung und Wissenschaft sind die wichtigsten Maßnahmen, die die Menschheit ergreifen kann, um einen nachhaltigen, weltweiten Wohlstand für zukünftige Generationen zu sichern. Unser Ziel sollte es sein, Wissenschaftsunterricht schon vor der Oberstufe anzubieten, um einerseits Schüler von der Bedeutung der Naturwissenschaften für die Gesellschaft zu überzeugen und andererseits einen ersten Reiz für eine wissenschaftliche Laufbahn zu setzen. So wird eine wissenschaftsbewusste und wissenschaftlich gebildete Öffentlichkeit geschaffen, die der Finanzierung von Forschung wohlwollend gegenübersteht und einen Fundus an talentierten Studenten naturwissenschaftlicher und technischer Disziplinen bereitstellt. Letzteres gewährleistet einen kontinuierlichen Zufluss von hochgebildeten Wissenschaftlern und Ingenieuren der nächsten Generation.

Die Chemie ist gut aufgestellt, um sich nahezu all diesen Problemen zu stellen – aber zuerst bedarf es eines Umlenkens einiger ihrer Bemühungen hin zu neuen Zielen, wie sie durch die aktuellen und künftigen Herausforderungen vorgegeben werden. Ich beeile mich aber hinzuzufügen, dass wir dabei keinesfalls die Grundlagen unserer Disziplin als den Kern unseres Bildungssystems vernachlässigen dürfen. Das Definieren neuer Forschungsrichtungen in der Chemie wird eine Stärkung der chemischen Ausbildung erfordern, angefangen beim Erkennen der Herausforderungen und der Ausbildung unserer Lehrer von morgen; es muss uns gelingen, talentierte Studenten für die molekularen Wissenschaften zu begeistern, und nicht zuletzt müssen wir genügend Geldmittel sichern, um diese Pläne in die Tat umzusetzen. Um die Anpassungen

vornehmen zu können, müssen wir die gegenwärtigen globalen Realitäten und die Anforderungen der Industrie mit einbeziehen.

## Anforderungen und globale Realitäten der chemischen und pharmazeutischen Industrie

Der Anbruch der organischen Synthese, zusammen mit dem Aufkommen des Molekülkonzepts im 19. Jahrhundert,<sup>[3,4]</sup> war eine der einflussreichsten Entwicklungen aller Zeiten. Sie führte zu einer Revolution der Wissenschaften und zu einem gewaltigen industriellen Aufschwung, der, zuerst in Europa und dann in den USA, mit der Entstehung der chemischen und pharmazeutischen Industrie einherging. Diese Industriezweige haben die Welt, wie wir sie heute kennen, geprägt – durch die Entdeckung und Entwicklung unzähliger neuer Produkte wie Farbstoffe, Treibstoffe, Kunststoffe und Polymere, Agrochemikalien, Vitamine, Kosmetika, Arzneimittel, Diagnostika und Hightech-Materialien, die auf den Markt schwimmen und immer mehr die Gesellschaften aller Kontinente durchdringen. So umfasst etwa das Repertoire der pharmazeutischen Industrie neben den niedermolekularen Wirkstoffen nun auch proteinogene Wirkstoffe. Diese „Biologika“ (einschließlich Arzneimitteln, Impfstoffen und Diagnostika) traten mit dem Aufkommen der Biotechnologie hervor. Wie viele andere auch, war dieser Industriezweig in jüngster Zeit massiven Wandlungen und Trends unterlegen, etwa durch die Konkurrenz von Generika, durch Akquisitionen und Firmenfusionen oder durch das Ausgliedern von Forschung. Die großen Pharmafirmen („Big Pharma“) betreiben immer weniger eigene Forschung und wandeln sich zunehmend zu reinen Projektierungs- und Marketingunternehmen. Es ist auch interessant festzustellen, dass diese Veränderungen zeitgleich mit dem Austausch von Wissenschaftlern im Management pharmazeutischer Unternehmen durch Wirtschaftler stattfand.

Die globalen Veränderungen während des letzten Jahrhunderts haben zu internationalen Verlagerungen innerhalb der chemisch-pharmazeutischen Industrie geführt, einschließlich dem Abzug von Arbeitsplätzen aus den entwickelten Ländern in die Entwicklungsländer – und zwar in dem Maße, wie letztere beim Bildungswesen, bei der Ausbildung und bei der Produktionskapazität zulegen konnten. In jüngerer Zeit erlebt die Welt beispiellose industrielle und ökonomische Veränderungen, die nicht nur diese Hauptindustriezweige treffen, sondern etwa auch bio- und informationstechnologische Start-Ups (als die Brücke zwischen akademischer und industrieller Forschung), ebenso wie die universitäre Forschung und deren Mittelgeber. Das Risikokapital, der traditionelle „Treibstoff“ für Unternehmertum und Existenzgründungen, ist in den Vereinigten Staaten und Teilen Europas konservativer und knapper geworden. (Bemerkenswert ist das Aufkommen und der Erfolg dieses Sektors in Israel, Dänemark und Singapur, drei relativ kleinen Ländern mit beeindruckendem Bildungssystem, großer Disziplin und visionärer Führung.) Akademische Institutionen bewegen sich von der Grundlagenforschung weg hin zu mehr anwendungsbezogener oder „missionsorientierter“

Forschung, mit einem Schwerpunkt auf der Umsetzung von Grundlagenkenntnissen und angewandtem Wissen in innovative Produkte. Eine Folge der Mittelkürzungen in manchen Ländern wie den USA oder Großbritannien ist ein verstärkter Trend zu akademisch-industriellen Zusammenarbeiten. Dieses Phänomen könnte – unbeschadet der Finanzierung durch Regierungsbehörden oder Stiftungen – zum Standardmodell für das Erzielen von Innovationsleistungen durch Umsetzen von Entdeckungen in hochwertige Produkte und Erfindungen werden.

Wohl oder übel hängt das Schicksal von Gesellschaften größtenteils von Finanz-, Unternehmens- und Regierungsinstitutionen ab. Sie sind es, die Trends in Gang bringen und die Regelungen festsetzen, die einige der wichtigsten Aspekte unseres Lebens beeinflussen. Das augenscheinliche Versagen mancher dieser Institutionen, wie wir es in jüngster Zeit erlebt haben, schlägt sich in Arbeitslosigkeit und finanziellen Schiefagen von Familien und Unternehmen gleichermaßen nieder, ganz zu schweigen von den Bildungs- und Forschungseinrichtungen, die von diesen Entwicklungen ebenfalls betroffen waren. Zeitgleich mit dem Aufkommen der aktuellen Finanzkrise kam es zu einer zunehmenden Auslagerung von Arbeitsplätzen aus den entwickelten Ländern in Entwicklungs- und Schwellenländer, in erster Linie China und Indien (sowie die übrigen BRIC-Staaten; Brasilien, Russland, Indien, China), den erwachenden Riesen, die über die Manpower und Kapazitäten zur Eingliederung dieser Arbeitsplätze, hauptsächlich in der Fertigung und Wartung, verfügen. Am signifikantesten war jedoch, dass die Ausgliederung auch anspruchsvolle Berufe in der chemisch-pharmazeutischen Industrie und der Informationstechnologie betroffen hat. Dies, in Verbindung mit dem Trend zu Firmenfusionen und Übernahmen, erschuf eine ganz eigene Krise für Chemiker und andere Wissenschaftler und Ingenieure. Die Gründe für diese massiven Ausgliederungen sind hauptsächlich ökonomischer Natur. Einen zweifellos großen Anteil an der Entwicklung haben schnellere Transportwege, die Entwicklung des Internets sowie die Revolution in der Kommunikationstechnologie. Ein Ergebnis der jüngsten Entwicklungen war, dass sich die akademische Fachwelt vor die Herausforderung gestellt sah, Studenten in den entwickelten Ländern unter den gegebenen ökonomischen Randbedingungen – sprich niedrigerer Löhne sowie steigender Produktivitäten und Fähigkeiten in den Entwicklungsländern – konkurrenzfähiger zu machen. So ungerecht dies scheinen mag, so diktieren doch die Realitäten des freien Marktes den Hochschulen ein Handeln, das, wenn es richtig geplant und umgesetzt wird, sich auf lange Sicht als einträglich für die gesamte Welt erweisen sollte. Dieses Handeln sollte nicht nur Verbesserungen in der Ausbildung einschließen, die den heutigen Anforderungen der Industrie gerecht werden, sondern, weit wichtiger noch, mit Weitblick eine Modernisierung des Bildungssystems im Allgemeinen und eine erhöhte Wertschätzung der Wissenschaften durch die Öffentlichkeit anstreben.

Dies führt zu der Frage, worin die Anforderungen und Erwartungen der Industrie in einem wettbewerbsbeherrschten globalen Umfeld bestehen. Der hauptsächlich genannte Grund für die Auslagerung von hochqualifizierten Arbeitsplätzen (etwa in der medizinischen Chemie und der Pro-

zesschemie) ist das Verhältnis von Kosten zu Produktivität. Obgleich sich die Wirksamkeit dieser Maßnahme in Zukunft ändern könnte – sobald erst einmal der Kostenaufwand von Auslagerungsmaßnahmen steigt und das Ergebnis sichtbar wird –, so sollten wir an der Hochschule diese Herausforderung zu unserem Vorteil nutzen und unsere Studenten so erziehen und ausbilden, dass sie wettbewerbsfähiger werden und imstande sind, Probleme ökonomischer und schneller zu erkennen und zu lösen als je zuvor. Vor allem den pharmazeutischen und biotechnologischen Bereichen stehen große Aufgaben bevor, da das Gesundheitswesen zunehmend komplexer und teurer wird. In beiden Branchen gibt es eine andauernde Suche nach Wegen, um konkurrenzfähig zu bleiben und mittels der Entdeckung, Akquise und Entwicklung neuer Wirkstoffe immer wieder neu zu erstarren. Um dies zu erreichen, werden sich Unternehmen stark auf Innovationen stützen müssen – und auf Wissenschaftler, die diese Innovationen schaffen. Die Industrie verlangt und erwartet von promovierten Berufsanfängern Kreativität, Einfallsreichtum, Teamfähigkeit, ein gutes Beurteilungsvermögen und – über allem – die Fähigkeit zur Problemlösung. Und obwohl die chemische und pharmazeutische Industrie Wissenschaftler mit interdisziplinärem Fachwissen begrüßt – ihr Wert ist nicht zu verleugnen –, wird doch durchweg auf die Bedeutung von Spezialisten verwiesen, weil nur diese in der Lage sein werden, spezifische Probleme mit hoher Wahrscheinlichkeit zu lösen. Die Situation, in der sich Chemiker vor allem in den entwickelten Ländern heute wiederfinden, sollte als ein Ansporn für Anpassungen und Verbesserungen des Chemiestudiums genommen werden, mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit unserer Studenten in der globalen Wirtschaft zu verbessern. Wichtiger noch ist, dass sich uns hier die Gelegenheit bietet, die Ausbildung speziell in der Chemie und allgemein die wissenschaftliche Bildung aufzuwerten, mit dem Ziel, erlangtes Wissen in Innovationen umzusetzen, die Wohlstand und Nachhaltigkeit befördern. Die folgende Diskussion schließt diesbezügliche Ideen ein, die weder exklusiv die meinigen sind, noch unbedingt die einzigen, die es wert sind, ausgeführt zu werden. Zusätzlich zu einer Stärkung der Bildung müssen wir aber den Mut haben, klar und deutlich auszusprechen, dass das plötzliche massive Auslagern von Arbeitsplätzen aus traditionell industrialisierten Volkswirtschaften in aufstrebende Märkte schädlich ist und eingeschränkt werden muss, wenn unser Streben nach Eintracht erfolgreich sein soll.

### Stärkung des Bildungswesens

Über die letzten zwei Jahrhunderte erwiesen Wissenschaft und Technik der Gesellschaft großzügige Dienste. Bei der Erforschung der Natur und ihrer Gesetze durch Beobachtung, Experiment und Theorie haben Wissenschaftler erstaunliche Entdeckungen gemacht. Die angesammelten Erkenntnisse ebneten den Weg für Erfindungen, die zu längeren Lebenserwartungen führten, Transport und Kommunikation verbesserten und Millionen von Menschen Komfort und Unterhaltung verschafften.

Je weiter wir voranschreiten, umso durchdringender wird unser Vertrauen in Wissenschaft und Technik. Wissenschaftliche Bildung steht vielleicht an erster Stelle, wenn es um die Erhaltung unseres Planeten und all seiner Bewohner geht. Folglich sollten Schüler schon mit Beginn der Schulzeit an die Wissenschaft herangeführt werden. Von früh an sollte ihnen der Reiz und die Freude vermittelt werden, den eine wissenschaftliche Karriere mit sich bringen kann. Bedauerlicherweise geschieht das heutzutage an vielen Schulen gar nicht oder in nicht zufriedenstellender Weise.

Es überrascht, dass manche dieser weniger erfolgreichen Schulen an unwahrscheinlichen Orten zu finden sind. Eine kürzliche OECD-Studie<sup>[5]</sup> mit 400 000 Schülern aus 57 Ländern im Rahmen des Program for International Assessment (PISA) evaluierte und verglich den Wissensstand und das kritische Denkvermögen von 15-jährigen Schülern und offenbarte interessante Ergebnisse (Tabelle 1). Für die USA war die ohnehin schon bekannte Schwäche seiner Schüler in diesen Bereichen mehr als beunruhigend. Mit Rang 29 erzielten die US-amerikanischen Schüler 489 von möglichen 1000 Punkten und lagen damit unter dem Durchschnitt von 500 Punkten und deutlich unter dem Erstplatzierten Finnland (563 Punkte). Obwohl die Vereinigten Staaten nicht als einzige in dieser Erhebung hinter den Erwartungen zurückblieben, so scheint das Resultat doch gerade für eine Weltmacht

paradox, die zudem noch eine Vorbildfunktion für Entwicklungsländer in Anspruch nimmt. Noch widersprüchlicher wird das Ergebnis, wenn man feststellt, dass im internationalen Vergleich von Forschungsuniversitäten die Vereinigten Staaten mit Abstand die Spitzenposition einnehmen (siehe unten). Was lässt sich tun gegen diese Diskrepanz zwischen Schul- und akademischer Ausbildung? Zum Glück einiges – in Anbetracht der potenziellen Ressourcen des Landes und des offenkundigen Ideenreichtums seiner Bürger. Es mag einfacher gesagt sein denn getan, aber die Stärkung des Bildungssystems in den USA – und auch in anderen Ländern, wo dies dringend nötig ist – wird veränderte Standpunkte und veränderte Prioritäten bezüglich der Ressourcen mit sich bringen. Eine genaue Analyse der PISA-Daten, die auch sozioökonomische Faktoren, schulische Merkmale, elterliche und staatliche Unterstützung usw. berücksichtigt, sollte ein nützliches Fundament liefern, um Bildungsstandards national und international anzugleichen und zu verbessern. Die folgende Diskussion betrifft vor allem die Chemieausbildung, streift aber auch Aspekte der naturwissenschaftlichen Bildung als Ganzes, angefangen von der Schule bis hin zum Postdoktorat.

### Schulbildung (Secondary Education)

Wenn wir erfolgreich höhere Standards in der chemischen und der Allgemeinbildung etablieren wollen, müssen wir das gesamte Spektrum der schulischen, universitären und post-universitären Ausbildung verbessern und modernisieren. Dieses Ziel lässt sich nur erreichen durch angemessene Finanzierung und kontinuierliche Selbstevaluierung des Wissenschaftsbetriebs. Die Verbesserungen müssen auf eine Rationalisierung des Systems abzielen, das Schülern die Flexibilität bieten muss, in jeder Phase ihres Bildungsweges mit hervorragender Qualifikation in ein spezialisiertes oder fächerübergreifendes Programm einzutreten. Highschool-Schüler sollten einen mindestens dreijährigen naturwissenschaftlichen Unterricht auf höchstem Niveau einschließlich Chemie und Mathematik durchlaufen.

Speziell die frühe schulische Phase sollte genutzt werden, um Schülern Enthusiasmus und die Anziehungskraft zu vermitteln, die von den Naturwissenschaften ausgeht, und sie sollten erkennen, wie die Naturwissenschaften in die Entwicklung neuer Technologien einfließen können. Schülern soll die Möglichkeit gegeben sein, ihre eigenen Interessen zu erkunden und ihre Talente zu entdecken, um sich für ein mögliches Studium einer naturwissenschaftlichen oder technischen Disziplin entscheiden zu können. Ein besonders wirkungsvoller Weg, um eine frühe Fokussierung auf ein Studienggebiet zu erreichen, wäre die Einführung spezieller Unterrichtszweige in den letzten drei Schuljahren. Schüler könnten dann entsprechend ihren Stärken und Interessen einen Zweig wählen und sich etwa entscheiden zwischen 1) Naturwissenschaften und Mathematik, 2) Kunst und Geisteswissenschaften, 3) Wirtschaft und Handel oder 4) technischen Berufen. Eine andere Option wäre, Schüler in den letzten Schuljahren zwischen angebotenen Kursen beliebig wählen zu lassen. Ein solches weniger strukturiertes

**Tabelle 1:** Rangliste von Staaten/Volkswirtschaften (Top 30) im naturwissenschaftlichen Vergleich unter 15-jährigen Schülern (OECD PISA 2006).<sup>[5]</sup>

	Land	Punktzahl Naturwissenschaften
1.	Finnland	563
2.	Hongkong	542
3.	Kanada	534
4.	Taiwan	532
5.	Estland	531
6.	Japan	531
7.	Neuseeland	530
8.	Australien	527
9.	Niederlande	525
10.	Liechtenstein	522
11.	Korea	522
12.	Slowenien	519
13.	Deutschland	516
14.	Großbritannien	515
15.	Tschechische Republik	513
16.	Schweiz	512
17.	Makao	511
18.	Österreich	511
19.	Belgien	510
20.	Irland	508
21.	Ungarn	504
22.	Schweden	503
23.	Polen	498
24.	Dänemark	496
25.	Frankreich	495
26.	Kroatien	493
27.	Island	491
28.	Lettland	490
29.	USA	489
30.	Slowakei	488

System scheint für exzellente Schüler perfekt, weniger privilegierten könnte aber die nötige Führung fehlen.

Das Ziel eines Bildungssystems sollte eine gleichmäßig unterrichtete und gebildete Gesellschaft mit festgelegten Mindeststandards sein, denn nur so lassen sich Zivilisiertheit und Kultiviertheit sicherstellen und große Ungleichheiten im sozioökonomischen Status vermeiden, die zu breiten Gräben in der Gesellschaft und verschiedenen Formen von Chaos führen können. Natürlich kann nicht ein jeder Wissenschaftler werden – und muss es auch nicht, um seinen Beitrag für die Gesellschaft zu leisten und ein guter und zufriedener Bürger zu sein. Ein ansehnlicher Teil der Schulabgänger würde einen praktischen Lehrberuf ergreifen und beispielsweise Mechaniker, Elektriker, Koch, Landwirt oder Gärtner werden. Diese Tätigkeiten sollten Ansehen und Respekt genießen und wären, hoch professionell ausgeübt, persönlich befriedigend und einträglich. Es gibt für jeden einen Platz auf dieser Welt, und die Welt braucht jeden, der seine Rolle möglichst gut erfüllt. Eine solche Ausgewogenheit in der Erziehung und Ausbildung sollte zu einer harmonischeren Gesellschaft führen und manche der Probleme beseitigen, die durch Arbeitslosigkeit, Immigration und mangelnde Arbeitsqualität in bestimmten unterentwickelten Bereichen verursacht werden. Ernsthafte Anstrengungen sollten daher unternommen werden, um talentierten Schülern die Möglichkeit zu bieten, sich in ihren Wunschberufen zu entwickeln. Berufsschulen sollten gestärkt und neue geschaffen werden, um diese Schüler aufzunehmen. Unter keinen Umständen jedoch sollte jemandem die Freiheit, selbst zu entscheiden, genommen werden.

Für alle Arten von Schulen lassen sich herausragende Beispiele in den Vereinigten Staaten und auf der ganzen Welt finden, und diese könnten als Modell für andere dienen, die diese Strukturen nicht besitzen. Ein ganz zentraler Punkt ist die Ausbildung der Lehrer, die die Qualifikation erhalten müssen, Disziplin, Werte und ihr Lehrfach mit Autorität und Begeisterung zu vermitteln. Dies setzt wiederum eine bessere Bezahlung voraus sowie neue Konzepte zur Finanzierung der Lehrerausbildung, einschließlich verbesserter Labore und Gerätschaften. Einhergehend mit diesen Veränderungen sollten auch kreatives Denken, Problemlösungskompetenz und Schreibkompetenz in der Ausbildung stärker gefördert werden, die ganz entscheidende Voraussetzungen für nachfolgende Bildungswege und berufliche Werdegänge sind.

### Studium (Undergraduate Education)

Gut vorbereitet durch ihre schulische Ausbildung, sollten Studenten mit genauen Vorstellungen von ihren Fähigkeiten und ihrer zukünftigen Laufbahn in die Universität eintreten. Im ersten Studienjahr sollten sie natürlich mit einer breiten Fächerauswahl beginnen, um so eine gute Grundlage zu erwerben, von der ausgehend dann eine Spezialisierung oder eine Verzweigung in interdisziplinäre Studien erfolgen kann. Mit weiterem Fortgang des Studiums sollten sich Studenten im zweiten und dritten Jahr dann entsprechend ihrer Interessen und Begabungen – und auch des Ratschlags ihres Mentors – auf ein oder zwei Fächer konzentrieren. Manche könnten in der Lage sein, auch zwei Hauptfächer zu bewälti-

gen, was mit Blick auf eine spätere interdisziplinäre Forschung von Vorteil sein kann. So früh als möglich sollten Studenten eigenständige Forschungsarbeiten zusätzlich zu den Pflichtpraktika anstreben und sich mit einem oder mehreren Forschungsgebieten vertraut machen, um so einen Eindruck vom Graduiertenstudium zu gewinnen. Erfahrungen solcher Art sind für junge Studenten von unschätzbarem Wert; sie liefern enorme Motivation und bereiten auf das Graduiertenstudium vor. Idealerweise sollten Studenten am Ende des zweiten Jahres eine realistische Vorstellung für die Zeit nach dem Grundstudium haben. Je nach Qualifikation und persönlichem Ehrgeiz kann direkt nach dem Bachelor eine Anstellung in der Chemieindustrie oder verwandten Branchen angestrebt oder das Studium in einem spezialisierteren Zweig der Chemie fortgesetzt werden. Eine weitere Gruppe von Studenten könnte eine stärker interdisziplinäre Richtung einschlagen oder gar eine völlig neue naturwissenschaftliche oder Ingenieursdisziplin erlernen, wobei dann die chemische Vorbildung einen speziellen Vorteil mit sich brächte. Einige Mutige mit dem Hauptfach Chemie könnten sogar gänzlich neue Gebiete betreten, wie Medizin, Finanzwesen, Jura oder Management. Es ist zu vermerken, dass, zumindest in den USA, die Vorlesungen in organischer Chemie von einer Vielzahl künftiger Medizinstudenten besucht werden.

Zusätzlich zur Stärkung und Umgestaltung der Lehrpläne müssen Universitäten ihr Kursangebot erweitern und neue Programme für disziplinäre und interdisziplinäre Studien auflegen. Was oben bereits für die Schulausbildung gefordert wurde, nämlich eine gute Balance zwischen Allgemeinbildung und Spezialisierung sowie ein verstärktes Augenmerk auf Kreativität und Vorstellungsvermögen, gilt natürlich auch für das Studium. In der Tat sollten diese Gesichtspunkte intensiviert und ausgedehnt werden, weil sie in Zukunft immer wichtiger oder sogar entscheidend werden. Ausgezeichnete Institutionen und Studienprogramme aus der ganzen Welt können neuen Universitäten und Colleges, und auch solchen, die der Verbesserung bedürfen, als Vorbild dienen. Das Tutorialsystem von Oxford und Cambridge in Großbritannien und das Program of General Education Policies in Harvard sind diesbezüglich beispielgebend.<sup>[6]</sup>

### Hauptstudium und Promotion (Graduate Education)

Mit ihrem Eintritt in das Promotionsstudium sollten sich Studenten im Klaren über ihre Vertiefungsrichtung sein – ob chemische Synthese, chemische Biologie, physikalische Chemie, anorganische oder metallorganische Chemie, Polymerwissenschaften, theoretische Chemie usw. Die Fakultäten sollten für die Schaffung neuer Kurse offen sein und stets auf neue Entwicklungen in der Wissenschaft und Technologie, auf veränderte Anforderungen der Industrie und auf globale Herausforderungen reagieren können. Die heutigen Realitäten verlangen nicht nur hochspezialisierte Chemiker (etwa solche, die Moleküle schnell und effizient synthetisieren oder vielleicht präzise Analysen durchführen können), sondern auch Fachleute mit interdisziplinären Fertigkeiten, die ver-



schiedenartige Aufgabenstellungen lösen können. Hierzu böten sich z. B. auch Synthesechemiker an, die in einer oder mehreren Unterdisziplinen erfahren sind, etwa Strukturbio-logie, Biotechnologie, Mikrobiologie und Gentechnik, Mo-lekular- und Zellbiologie, Neurobiologie, Physik, Material-wissenschaften, Chemieinformatik usw. Am wichtigsten indes bleibt, dass wir neben den speziellen und modernen Subdis-ziplinen nicht die Grundlagen vernachlässigen, auf denen jene aufbauen. So muss etwa die Ausbildung von Studenten für einen späteren Einsatz in der Wirkstoffforschung, die auch Aspekte der medizinischen und Prozesschemie umfasst, nicht nur die chemische Synthese beinhalten, sondern auch die Biochemie, Heterocyclenchemie und physikalische organi-sche Chemie. Diese Fächer haben eine Schlüsselfunktion, um Studenten zum rationalen Entwurf von Strategien und Lö-sungsansätzen innerhalb der Wirkstoffforschung zu befähigen.

Neben einer Verbreiterung des Fächerangebots im Haupt- und Promotionsstudium sollten wir auch die vorhan-denen Kurse umstrukturieren und modernisieren und um Inhalte wie kritisches Denken, Kreativität und Vorstellungs-vermögen, Weitblick und Urteilsvermögen, Teamfähigkeit und Führungskompetenz, Problembewältigungskompetenz und Unabhängigkeit erweitern (Tabelle 2). Je nach persönli-

**Tabelle 2:** Wesentliche Elemente einer guten Ausbildung.

Kreativität und Vorstellungsvermögen
Kritisches Denken
Weitblick und Urteilsvermögen
Teamfähigkeit und Führungskompetenz
Problembewältigungsstrategien
Unabhängigkeit
Kommunikation
Systematisches Herangehen
Scharfsinn und Bewusstsein
Kontinuierliches Lernen
Motivation
Disziplin und starke Arbeitsethik
Integrität
Moral und Ethos

cher Neigung sollten Studenten auch ermutigt werden, aus-gewählte Kurse anderer Disziplinen zu besuchen, um so ihren Horizont zu erweitern und Kenntnisse und Fertigkeiten für die interdisziplinäre Forschung zu erwerben. Es soll hierbei abermals betont werden, dass für manche Studenten Spezia-lisierung ebenso sinnvoll und wünschenswert ist wie für an-dere Interdisziplinarität. Beide Typen von Wissenschaftlern haben ihre Nische und werden immer nachgefragt sein. Es ist so, dass wir zusätzlich zu den Spezialstudiengängen neue, in-terdisziplinäre Fächer anstreben sollten – und nicht etwa das eine oder das andere abschaffen wollen. Zum Beispiel sollte ein Synthesechemiker, der zusätzlich in Röntgenkristallo-graphie, Molekular- und Zellbiologie versiert ist, besser für die Wirkstoffforschung gerüstet sein, während ein Chemiker mit unternehmerischem und wirtschaftlichem Hintergrund bessere Chancen bei der Gründung seiner eigenen Biotech-

Firma haben sollte. Ein promovierter Chemiker mit Kennt-nissen in der Gentechnik könnte durch seine Befähigungen im Bereich der Biotransformationen, die alle innerhalb der aufkommenden Disziplin der synthetischen Biologie firmie-ren, besonders gut für das wichtige Gebiet der nachhaltigen Energiequellen geeignet sein. Solche zusätzlichen Erfahrun-gen und Fähigkeiten können entweder in der Promotion oder später in einem Postdoktorat erworben werden.

Eines der schwierigsten und deshalb auch oft vernach-lässigten Themen im akademischen Bereich ist das Vermit-teln von Kreativität und Problemlösungskompetenz. Ent-sprechende Kurse sind in der Tat rar und sollten häufiger angeboten werden. Kreatives Denken und andere Merkmale guter Bildung sollten ein integraler Bestandteil der gesamten Ausbildung sein, vom Kindergarten bis hin zum Postdoktorat. Wir dürfen auch nicht vergessen, dass bloße Fertigkeiten in einer zivilisierten Gesellschaft nicht genügen. Als Eltern und Lehrer sind wir gefordert, der nachwachsenden Generation von früh an die Bedeutung von Werten wie Motivation, Disziplin, Arbeitsethik, Integrität und Ethos zu vermitteln (Tabelle 2). So schwierig das Unterrichten in kreativem Denken auch sein mag, so ist es doch der wichtigste Be-standteil von Bildung – und ist vielleicht gerade heutzutage mit Blick auf Automatisierung, Informationstechnologie und Internet wichtiger als je zuvor. Auf Graduiertenniveau wird kreatives Denken am besten durch Fallstudien und, wichtiger noch, in der Forschungsphase der Graduiertenausbildung vermittelt. Mentoren müssen von ihren Studenten eigen-ständige Ideen verlangen, um ihnen Kreativität und Pro-blemlösungskompetenz nahezubringen. Pädagogen sollten an originelle und fantasievolle Unterrichtsmittel denken, etwa neue Lehrbücher und Online-Programme. Als Professoren sollten wir uns stärker in Öffentlichkeitsprogrammen enga-gieren, etwa Schulen besuchen, um mit Schülern zu sprechen, Lehrer und Schüler an Universitäten einladen – und dies alles auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene. Nicht zu-letzt sollten sich Wissenschaftler auch in den Medien prä-sentieren – etwas, was heutzutage nicht einmal annähernd geschieht, schon gar nicht durch Chemiker.

## Postdoktorat

Ein traditioneller und wirkungsvoller Weg zur Vertiefung des Fachwissens nach der Promotion ist das Postdoktorat. Ziel einer solchen Phase kann es sein, die Kenntnisse in be-nachbarten oder komplementären Fachgebieten zu vertiefen und zu erweitern, auch in solchen, die vormals als irrelevant für die Chemie erachtet wurden. Dies können z. B. bestimmte Zweige innerhalb der Biologie, Medizin, Physik, des Ma-schinenbaus, der Informatik, der Kommunikationswissen-schaften und der Wirtschaftswissenschaften sein. Die globa-len Probleme, vor denen Wissenschaft und Gesellschaft heute stehen, sollten Fakultäten gleichsam als Vorgabe für das Etablieren neuer Forschungsbereiche dienen. Studenten sollten für Postdoktorate in solchen nicht-traditionellen, aber entscheidend wichtigen Disziplinen ermutigt werden.

Ergänzend zu den nationalen Forschungseinrichtungen sollte Postdoktoranden auch der Besuch internationaler In-



stitute empfohlen werden, um neben der wissenschaftlichen Fortbildung auch eine kulturelle Bereicherung zu erleben. Dies ist von besonderem Interesse in einem zunehmend globalisierten Umfeld, wo fremdsprachliche Fähigkeiten und Verständnis anderer Kulturen oft entscheidende Vorteile bringen, wenn nicht gar Voraussetzungen sind. Während ein Postdoktorat in den USA und Teilen Europas für ausländische Studenten oft gängige Praxis war und noch immer ist, ist der umgekehrte Fall eher selten. Dieser Trend dürfte sich aller Wahrscheinlichkeit nach fortsetzen (sind doch Postdoktorate für beide Seiten, Gastgeber und Besucher, sehr erwünscht), obwohl finanzielle Einschränkungen und die zunehmend prekäre Arbeitsmarktsituation in den USA und den betroffenen europäischen Ländern zu einer Verschlechterung der Lage führen könnten, was zum beiderseitigen Nachteil wäre. Deswegen, und um die Postdoc-Ausbildung zu fördern und auszuweiten, sollten zusätzliche Postdoc-Stipendien durch Sondermittel der Regierungen und Stiftungen sowohl in den Gastgeber- als auch den Heimatländern eingerichtet werden.

Zur weiteren Diversifizierung ihrer Kenntnisse könnte eine Gruppe von Studenten auch doppelte Abschlüsse anstreben (entsprechend dem M.D. und Ph.D.), wie es in den USA in den letzten Jahrzehnten für hochqualifizierte Medizin-/Biologiestudenten sehr erfolgreich praktiziert wurde. Selbiges kann auch für Medizin-/Chemiestudenten empfohlen werden, und in der Tat hat sich hier die Kombination M.D./Ph.D., wenngleich in seltenen Fällen, bereits in der Praxis bewährt. Chemiestudenten könnten auch andere Kombinationen in Betracht ziehen, etwa Chemie/Biologie oder Chemie/Physik, oder aber auch Jura und MBA-Abschlüsse einbinden, was eine ganz besondere Qualifikation bedeuten würde.

### Schaffung und Verbreitung von Wissen

Das 20. Jahrhundert hat dramatische Veränderungen und Umbrüche gesehen, nicht nur was Krieg und Frieden angeht, sondern auch im Hinblick auf wissenschaftliches, technologisches und wirtschaftliches Wachstum sowie auf die Verteilung des Wohlstands. Die meisten dieser Entwicklungen lassen sich auf akademische Einrichtungen zurückverfolgen, die Entdeckungen und Erfindungen vorangetrieben haben, die zu Reichtum und Wohlstand führten, manchmal aber auch zu Zerstörung. Ein kürzlich veröffentlichtes Ranking von Forschungsuniversitäten der Shanghai Jiao Tong University<sup>[7,8]</sup> platzierte gleich acht US-amerikanische Universitäten in den Top 10 (die beiden übrigen sind aus Großbritannien) (Tabelle 3). Dies ist kein Zufall, sondern eine Konsequenz der Kräftebündelungen, die zum Entstehen der großen US-amerikanischen Universitäten in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts geführt haben.<sup>[9]</sup> Das Aufkommen der amerikanischen Forschungsuniversitäten hatte seine Wurzeln in europäischen Vorbildern, insbesondere dem deutschen, britischen und französischen Universitätssystem, und gewann vor allem in den 30er und 40er Jahren an Dynamik, als außergewöhnlich begabte Wissenschaftler in Wellen aus Europa, insbesondere aus Deutschland, in die USA flüchteten.

**Tabelle 3:** Top 10 im akademischen Ranking der Shanghai Jiao Tong University, 2009.<sup>[7]</sup>

1.	Harvard University (USA)
2.	Stanford University (USA)
3.	University of California, Berkeley (USA)
4.	University of Cambridge (Großbritannien)
5.	Massachusetts Institute of Technology (USA)
6.	California Institute of Technology (USA)
7.	Columbia University (USA)
8.	Princeton University (USA)
9.	University of Chicago (USA)
10.	University of Oxford (Großbritannien)

Der durchschlagende Erfolg von Kriegsgroßprojekten (etwa dem Manhattan- und Penicillin-Projekt) und deren Einfluss auf den Kriegsverlauf gaben dem Aufbau von Forschungsuniversitäten in den USA den maßgeblichen Impuls. Damit, und auch dank der Bemühungen starker Visionäre wie des Präsidentenberaters Vannevar Bush, des Architekten von *Science The Endless Frontier*,<sup>[10]</sup> begann eine neue Ära der US-amerikanischen Akademien. Mit der Einrichtung der National Science Foundation (NSF), der National Institutes of Health (NIH) und der Fördermaßnahmen des Verteidigungsministeriums anerkannte die Regierung die Bedeutung akademischer Forschung für das Wohlergehen der Nation und befeuerte ihr Wachstum. Als das direkte Resultat dieser Anstrengungen waren wir in den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts Zeuge einer goldenen Ära der US-amerikanischen Akademien – mit einem Braindrain, der hauptsächlich in eine Richtung ging, nämlich aus dem Rest der Welt in die USA. Dieser erstaunliche Erfolg des Investierens in Forschungsuniversitäten brachte große Macht und beispiellosen Wohlstand für das Land mit sich, sowohl was die Wirtschaft, aber auch was das Ansehen im Ausland betrifft. Um das Wachstum der Forschungsuniversitäten weiter zu sichern und zu fördern und außerdem den Aufbau neuer Einrichtungen weltweit zu katalysieren, müssen wir die Mechanismen hinter diesem Erfolg kennen und anerkennen: Schaffung und Weiterverbreitung von Wissen, Eigenständigkeit und das Recht auf freie Meinung, Leistungsprinzip und Tenure-System, Peer-Review-System und angemessene Förderung (Stiftungen, Philanthropie, föderale und bundesstaatliche Förderung) (Tabelle 4). Nicht zuletzt profitierten US-amerikanische Universitäten davon, dass sich talentierten jungen Menschen so vielzählige Chancen für eine wissenschaftliche Karriere in den USA bieten, führte dies doch zum Zuzug der brilliantesten Studenten, Wissenschaftler und Ingenieure der Welt.

**Tabelle 4:** Pfeiler des akademischen Erfolgs US-amerikanischer Universitäten.<sup>[9]</sup>

Einheit von Lehre und Forschung
Eigenständigkeit und Recht auf freie Meinung
Leistungsprinzip und Tenure-System
Peer-Review-System
Wettstreit
Zuzug von Talenten aus der ganzen Welt
Philanthropie
Föderale und bundesstaatliche Förderung

Es gibt Anzeichen dafür, dass sich diese günstigen Rahmenbedingungen ändern. Damit die USA ihre Führungsrolle in der Welt behalten kann, muss sie diesen Negativtrend jetzt anhalten und umkehren. Das kann nur durch das Investieren neuer Fördergelder in Bildung und Forschung und durch das Schaffen neuer Möglichkeiten für Wissenschaftler und Ingenieure gelingen. In Anbetracht der begrenzten Menge an Fördergeldern werden die USA ihren Haushalt überdenken und Gelder aus Ressorts abziehen müssen, die momentan höhere Priorität genießen als Wissenschaft und Bildung.<sup>[9]</sup> Andere Nationen werden ähnlich handeln müssen, denn akademische Exzellenz wird immer mehr zu einer Notwendigkeit für wirtschaftliche Nachhaltigkeit – nicht nur für diese Staaten, sondern auch für die akademischen Institutionen selbst.<sup>[11,12]</sup>

Ausländische Studenten haben immer eine wichtige Rolle innerhalb der Studentenschaft in den Universitäten entwickelter Länder gespielt. In den letzten Jahrzehnten hat dieser Faktor noch einmal an Bedeutung gewonnen, und zwar in dem Maße, wie der Markt für höhere Bildung immer mehr expandierte und nun auch einige noch sehr junge entwickelte Volkswirtschaften einbezieht. Die Zahl an Studenten, die eine höhere Ausbildung außerhalb ihrer Heimatländer verfolgt haben, hat sich seit 1980 auf über drei Millionen verdreifacht. Die bevorzugten Zielländer sind: USA (20 % Anteil), Großbritannien (12 %), Deutschland, Frankreich, Australien und Kanada (OECD-Erhebung von 2007).<sup>[11,12]</sup> Die Staatseinnahmen, die aus diesen Studenten generiert wurden, beliefen sich z.B. 2007 für Großbritannien auf beeindruckende 39.4 Milliarden US\$. Sie kommen von überall aus der ganzen Welt, und in steigender Zahl aus China und Indien. Dort sind es vor allem die Reichen, die ihre Söhne und Töchter für die bestmögliche Ausbildung ins Ausland, vor allem in englischsprachige Länder entsenden. Und weil ausländische Studenten sehr viel Geld für Studiengebühren zahlen (anders als die einheimischen Studierenden, die beträchtlich weniger entrichten und oft staatliche Unterstützung erhalten), tragen sie einen großen Anteil zum finanziellen Status ihrer Gastinstitute bei, die sie außerdem noch kulturell bereichern. Manche dieser talentierten Studenten werden in ihren Gastländern bleiben und so zum intellektuellen, technologischen und ökonomischen Wachstum dieser Nationen beitragen. Viele derjenigen, die wieder in ihre Heimatländer zurückkehren, werden als Botschafter des guten Willens für ihr Gastland fungieren oder vielleicht ihrer Alma Mater als Gönner erhalten bleiben. All das sind gute Gründe, weshalb sich akademische Institutionen und Staaten um Exzellenz in der Bildung und Forschung bemühen sollten, vor allem vor dem Hintergrund der Globalisierung und eines internationalen Wettstreits um die besten und begabtesten Studenten. Bisherige „Nachfrager“ wie Singapur, Malaysia und China entwickeln sich immer mehr zu Anbietern, was zur Verschärfung des Wettkampfs um die Besten und Begabtesten beiträgt. Die USA haben bereits einen bedeutenden Marktanteil im Fünfjahreszeitraum bis 2007 verloren;<sup>[11]</sup> dies ist ein beunruhigendes Signal für die US-amerikanischen Institute.

Als Antwort auf die gestiegene Nachfrage nach höherer Bildung hat eine Reihe von Top-Universitäten aus entwickelten Ländern Außenstellen oder Partnerschaften mit In-

stituten in Entwicklungsländern gegründet. Auch im Mittleren Osten, in Singapur und in China öffnen viele neue Universitäten ihre Pforten. Dort sind Fördergelder zum Bau, zur Ausstattung und für Personal in großen Mengen vorhanden, und diese Länder setzen nun verstärkt darauf, sich zu künftigen Bildungsstandorten zu entwickeln und ihre Volkswirtschaften in wissensbasierte Gesellschaften zu transformieren.

### **Synergie und Zwiespalt von Bildung und Forschung**

Bei allen Erfolgen der Forschungsuniversitäten ist auch diese Institutionsform nicht frei von Makel. Savkar und Lokere deuteten kürzlich die zwiespältige Einstellung der Fachwelt gegenüber dem Sektor Bildung heraus<sup>[13]</sup> und riefen dazu auf, ein größeres Gewicht auf die Lehre zu legen. Denn obwohl Akademiker gerne proklamieren, dass die Lehre genauso wichtig sei wie die Forschung, widmen sie letzterer oft den deutlich größeren Teil ihrer Zeit. Dies gilt insbesondere für die Eliteuniversitäten und die dortigen Top-Professoren. Diese Situation muss abgestellt werden, denn sie dient nicht der eigentlichen Mission einer Universität, nämlich Wissen zu generieren und weiterzugeben. Wir haben die Verantwortung, einen gesunden Nachschub von Wissenschaftlern zu gewährleisten und die nächste Generation mit einer exzellenten Bildung in die Eigenständigkeit zu entlassen.

Es steht außer Frage, dass das Zusammenbringen von Forschung und Lehre unter einem Dach ein entscheidender Faktor für das Entstehen der großen Forschungsuniversitäten war. Der Brückenschlag zwischen Forschung und Lehre in diesen Institutionen kann zusätzliche Fortschritte für die Ausbildung bewirken und sich für Wissenschaft und Gesellschaft deutlich auszahlen. Etliche Vorschläge sind hierzu gemacht worden.<sup>[13]</sup> Ich teile die Einschätzung, dass konzertierte Anstrengungen aus allen Richtungen nötig sind, einschließlich Fakultäten, Universitätsverwaltung, Fördergesellschaften und Stiftungen. Die Professoren sollten ihr Gewissen befragen und sich bemühen, die bestmögliche Lehre anzubieten. Die Universitätsverwaltungen sollten Taten folgen lassen und Rahmenbedingungen schaffen, um herausragende Lehre honorieren zu können, auch finanziell. Die Leistungen in der Lehre sollten einen größeren Anteil an den Entscheidungskriterien für Festanstellung und Beförderung von Professoren haben. Es sollten mehr Auszeichnungen für herausragende Lehre eingerichtet werden, und sie sollten auf ein Prestigeniveau entsprechend von Forschungspreisen angehoben werden. Innovationen im Bereich der Ausbildung sollten durch Vergabe von Fördermitteln ermutigt und erleichtert werden. Eine Möglichkeit für Fakultäten, herausragende Lehrende, die als Forscher nicht notwendigerweise sehr produktiv sein müssen, zu belohnen und anzuerkennen, wäre die Schaffung von Stellen für reine Lehrkräfte. Durch die Vergabe von Auszeichnungen würden solche Maßnahmen mehr bedeuten als bloße Gesten: Sie würden die Botschaft verbreiten, dass Ausbildung doch zählt – und langfristig gesehen genauso viel zählt wie die Forschung, wenn nicht sogar mehr.

Wir sollten auch anerkennen, dass die Betreuung von Studenten durch die Fakultät eine ebenso wichtige Rolle spielt wie Elternerziehung. Mentoren sollten darum Studen-

ten mehr ihrer Zeit zugestehen, ihnen Führung, Unterstützung und Inspiration geben. So könnten etwa Emeriti ideale Mentoren für jüngere Fakultätsmitglieder und Studenten abgeben, und tatsächlich gibt es schon jetzt einige darunter, die als Vorbilder und Inspiration für die jüngeren Generationen dienen und dafür bewundert werden.

Nicht zuletzt sollten Regierungsinstitutionen, private Stiftungen und die Medien mehr Zeit aufbringen, um die Öffentlichkeit über die Bedeutung der Wissenschaft für die Gesellschaft zu informieren und junge Studenten dafür zu begeistern. Wir müssen Anreize und Motivation schaffen, um die Begabtesten für die Welt der Wissenschaft zu gewinnen. Das Rekrutieren von Wissenschaftlern sollte noch systematischer als gegenwärtig erfolgen, indem wir die begabtesten Studenten so früh als möglich identifizieren, am besten schon in der Highschool, und sie auf ihrem Karriereweg mit der gleichen Hingabe betreuen, mit der wir auch unsere eigenen Karrieren in Lehre und Forschung verfolgen. Durch das Nutzen der Medien können wir die Horizonte der Studenten erweitern und ihnen Wege eröffnen, die sie andernfalls vielleicht nie wahrgenommen hätten.

## Schlussfolgerungen

So verheerend sie auch sein mögen, haben Krisen doch immer wieder dazu gedient, dass unsere Instinkte aufgerüttelt werden und wir entschlossen darangehen, uns unter den veränderten Bedingungen neu zu positionieren. Die Welt durchlebt gegenwärtig große Veränderungen: Manche Ländern verlieren ökonomisch und technologisch an Bedeutung, andere holen gewaltig auf. Veränderungen zum Wohle der gesamten Menschheit sind willkommen, solange sie auf gerechtem Wettkampf und Verantwortung beruhen. In der Tat ist es jetzt für alle Nationen an der Zeit, gemeinsam Lösungen für die großen Probleme von Gesellschaft und Wissenschaft zu erarbeiten. Das Verständnis der Natur mithilfe der Wissenschaft wird für das Lösen dieser Probleme ganz entscheidend sein. Bildung ist der Schlüssel zu unserem Schicksal und dem unseres Planeten, denn sie ist die Mutter von all dem, was wir erschaffen haben und von Generation zu Generation weitergeben. Das Zusammenlegen von Ausbildung und Forschung unter einem Dach, zusammen mit dem Vermögen, die talentiertesten Studenten und Wissenschaftler der ganzen Welt anzuziehen, haben die USA in die Lage versetzt, die besten Forschungsuniversitäten der Welt einzurichten. Zusätzlich profitierte man von einer Reihe weiterer Umstände, die besondere und fast einzigartige Wesenszüge der USA sind, z. B. Eigenständigkeit, Leistungsdenken, Philanthropie und föderale sowie bundesstaatliche Förderung.

Der Aufstieg zur Vormachtstellung ist indes nicht nur den US-amerikanischen Universitäten vorbehalten, die sehr von speziellen Umständen profitiert haben. Die gleichen Bedingungen könnten zu ähnlichen Erfolgen in anderen Teilen der Welt führen, insbesondere da die Globalisierung den Informationsfluss schneller und für jeden verfügbar macht. Und auch den USA bieten sich neue Gelegenheiten, vom Ausland zu profitieren – wie dies auch schon in der Vergangenheit der Fall war –, indem sie von anderen Kulturen lernen und deren

Bedürfnisse und Erwartungen verstehen. Mit Sicherheit könnten die USA von Schulsystemen anderer Länder lernen, die sich als deutlich erfolgreicher erwiesen haben. Es ist nur eine Frage des Willens, eine Frage aber, die von allergrößter Wichtigkeit für die Nation ist. Entwicklungen der letzten Jahre haben zur Kürzung von Stiftungsgeldern und auch der föderalen und bundesstaatlichen Förderung sowie, damit einhergehend, einer Einschränkung der Mobilität von Studierenden und Wissenschaftlern geführt. Dies alles geht an die Grundsubstanz von Bildungs- und Forschungsinstituten sowohl in den USA wie auch in vielen anderen Ländern. Soll unsere Gesellschaft auch zukünftig von diesem Wachstumsmotor profitieren, dürfen wir mit der Förderung akademischer Institutionen nicht aufhören. Höhere Bildung wird globaler und damit wettbewerbsbetonter. Die Länder mit den besten Institutionen werden die besten und klügsten Studenten anziehen. Das ist der edelste Wettkampf, den wir bestreiten können.

Die akademischen Institutionen allein können die Probleme der Welt nicht lösen. Wir brauchen die Zusammenarbeit mit der Politik, der Finanz- und Geschäftswelt und der Öffentlichkeit. Weise und mutige Männer und Frauen aus diesen Institutionen sind der Schlüssel, um diese Veränderungen, wie sie für den Start einer neuen Ära benötigt werden, in die Tat umzusetzen. Einer von ihnen ist Peter G. Peterson, ein amerikanischer Geschäftsmann, Politiker und Philanthrop, der in einer kürzlich gehaltenen Rede vor der American Academy of Arts and Sciences die folgenden Bemerkungen zur Lage der USA gemacht hat:

*„Dies ist das erste Mal in der Geschichte, dass die Mehrzahl der Amerikaner nicht glaubt, dass es ihren Kindern einmal besser gehen wird als ihnen selbst. Wenn sie damit recht behalten, wird das dieses Land in seinem Kern und in allem, was es ausmacht, verändern. Ich stehe für die Idee, dass eine informierte Demokratie die beste Demokratie ist. Aber Amerikaner sind falsch unterrichtet worden von Politikern, die glauben, dass das amerikanische Volk die schlichte, harte Wahrheit nicht ertragen könne.“<sup>[14]</sup>*

Als die zentrale Wissenschaft hat die Chemie eine besondere Rolle innerhalb dieser Institutionen zu spielen, denn sie ist allgegenwärtig innerhalb der Wissenschaften, der Medizin und der Ingenieurwissenschaften. Akademische Institutionen sollten daher die chemische Ausbildung, wie auch die Ausbildung im Allgemeinen, schützen und stärken, nicht nur um die Wissenschaft der Chemie voranzubringen und Chemiker auf die Probleme von heute vorzubereiten, sondern auch um ihren Bestand und Fortschritt zu sichern.

Basierend auf den hier geschilderten Grundpfeilern haben die Vereinigten Staaten im letzten Jahrhundert einige der besten Forschungsuniversitäten der Welt etabliert und von dem gigantischen Vorrat an Wissen, das sie erzeugten, weitergaben und anwendeten, profitiert. Die Stärkung und Erhaltung dieser Grundpfeiler ist lebenswichtig – für die USA, um ihre Führungsrolle zu behalten, und für andere Nationen, um als starke Kontrahenten um akademische Exzellenz auf den Plan zu treten. Sie ist auch lebenswichtig für Akademiker, um ihre Gedankenfreiheit und ihr Verantwortungsbewusstsein beizubehalten, während sie versuchen, durch Bildung

und Forschung ihren Beitrag zu unserer Welt zu leisten. Vielleicht drückte es Louis Menand am besten aus:

„Doch am Ende dieses Weges lauert eine Gefahr, nämlich die, dass die universitäre Kultur nur noch ein Widerhall der öffentlichen Kultur ist. Das wäre eine Katastrophe. Es ist die Aufgabe eines Akademikers in einer freien Gesellschaft, der öffentlichen Kultur zu dienen, indem er Fragen stellt, die die Gesellschaft nicht stellen will, Gegenstände untersucht, die sie nicht untersuchen kann oder will, und Meinungen ein Zuhause gibt, denen sie kein Zuhause geben kann oder will. Akademiker müssen auf die Welt blicken, um zu sehen, welche Art von Ausbildung und Forschung gebraucht wird und wie sie sich selbst dafür ausbilden und organisieren müssen. Aber sie müssen des Verlangens der Welt außer Acht lassen, sich nach deren Ebenbild zu konstituieren.“<sup>[15]</sup>

Und sollten die Akademiker ihre Aufgabe schließlich richtig getan haben, können sie sich mit dem kostbaren Geschenk der Zufriedenheit zur Ruhe setzen, wie es auch John Pentland Mahaffy in seiner Zeit vergönnt war:

„Nun also, wo ich fast am Ende angekommen bin, bleibt mir keine höhere irdische Befriedigung als die, dass ich die Fackel des Griechischen durch ein langes Leben getragen habe – keine irdischere Hoffnung als diese, dass ich jene Fackel an andere weitergebe, die sie, vielleicht mit größerer Strahlkraft, aber gewiss nicht mit innigerer Hingabe, am Lodern halten mögen im ‘Parlament der Menschheit, der Föderation der Welt’.“<sup>[1]</sup>

Eingegangen am 13. August 2010

Online veröffentlicht am 5. Dezember 2010

Übersetzt von Dr. Philipp M. Heretsch und Anna Rudo.

- [1] J. P. Mahaffy, *What Have the Greeks Done for Modern Civilisation*, Putnam, New York, **1910**, S. 214–215, 246–247. Dieser Band enthält die Lowell-Vorlesungen, die Mahaffy in Boston auf Einladung des Kurators des Lowell-Instituts im Dezember und Januar der Jahre 1908 und 1909 „auf vielfachen Wunsch derer, die sie gehört hatten, und derer, die sie nicht gehört hatten“ hielt. Es handelt sich um die lebhafteste und brillianteste Auseinandersetzung mit diesem Thema, die der Autor dieses Essays je las. Mahaffy (1830–1919) war ein anglo-irischer Gelehrter des klassischen Altertums, Philosoph und Professor für antike Geschichte am Trinity College in Dublin, wo er schließlich Kanzler wurde. Außer Hellenologe war er noch Ägyptologe und hielt einen Doktorgrad in Musik. Einige seiner meistbeachteten Werke sind *History of Classical Greek Literature* (1903), *Social Life in Greece from Homer to Menander* (1903) und *The Silver Age of the Greek World* (1906). Mahaffy war für seinen scharf-

züngigen Witz bekannt. So wird berichtet, dass er, als er von der Erkrankung seines Amtsvorgängers als Kanzler am Trinity College erfuhr, die Bemerkung machte: „Hoffentlich nichts Banales?“.

- [2] Anmerkung des Übersetzers: Das US-amerikanische Studien- und Promotionssystem unterscheidet sich vom deutschen System in der Weise, dass zunächst sechs Semester „undergraduate studies“ (vergleichbar mit dem deutschen Bachelorstudium) absolviert werden, an die sich fünfjährige „graduate studies“ (entsprechend dem deutschen Masterstudium plus Promotion) anschließen.
- [3] J. Buckingham, *Chasing the Molecule*, Sutton, Phoenix Mill, **2004**.
- [4] A. J. Locke, *Image & Reality*, University of Chicago Press, Chicago, **2010**.
- [5] Organization of Economic Co-operation and Development (OECD) Program for International Student Assessment (PISA) **2006**; <http://dx.doi.org/10.1787/141844475532>.
- [6] Harvard University, „Program in General Education Policies“; zu finden unter [http://webdocs.registrar.fas.harvard.edu/ugrad\\_handbook/current/chapter2/gened.html](http://webdocs.registrar.fas.harvard.edu/ugrad_handbook/current/chapter2/gened.html).
- [7] „Academic Rankings of World Universities – 2009“; zu finden unter <http://www.arwu.org/ARWU2009.jsp>.
- [8] Nature Special Report, *Nature* **2010**, 464, 16–17.
- [9] J. R. Cole, *The Great American University*, PublicAffairs, New York, **2009**.
- [10] V. Bush, „Science the Endless Frontier“, United States Government Printing Office, Washington, **1945**; zu finden unter <http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>.
- [11] „Foreign University Students, Will They Still Come?“ *The Economist* **2010**, 396 (No. 8694), 55–57.
- [12] „Britain’s Universities and Foreign Students, Hustling Spires“ *The Economist* **2010**, 396 (No. 8694), 13.
- [13] V. Savkar, J. Lokere: „Time to Decide“; zu finden unter <http://www.nature.com/scitable/forums/timetodecide>, *Scitable by Nature Education* **2010**, Cambridge, Massachusetts.
- [14] P. G. Peterson, „The Education of an American Dreamer“, *The Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, Summer 2010, Vol. LXIII, No. 4, S. 23–28. Siehe auch: <http://www.amacad.org/publications/bulletin/summer2010/dreamer.pdf>. (*The Education of an American Dreamer*, Twelve, Hachette, New York, **2009**). P. G. Peterson ist Sohn griechischer Einwanderer, Mitgründer der Blackstone Group und ehemaliger Wirtschaftsminister der USA. Mit einer Schenkung von 1 Milliarde US\$ gründete er kürzlich die Peter G. Peterson Foundation, eine philanthropische Organisation, deren Ziel es ist, Lösungen zu drängenden Problemen, unter anderem auch im Bereich der Bildung zu finden.
- [15] L. Menand, *The Marketplace of Ideas*, Norton, New York, **2010**, S. 174. Louis Menand ist Anne T. and Robert M. Bass Professor für Englisch an der Harvard University und Autor des Buchs *The Metaphysical Club*, für das er 2002 den Pulitzer-Preis in Geschichte gewann. Er schreibt seit 2001 für den *New Yorker*.