

---

# Prometheus 4.0

Hannes Androsch

Bettina Ruttensteiner-Poller

---

*Als Ergebnis der kognitiven, der landwirtschaftlichen und der wissenschaftlichen Revolution steht die Menschheit nun an der Schwelle zu einem neuen Zeitalter, dem Anthropozän. Welche Rolle werden Bildung, Forschung und Innovation künftig einnehmen? Und können unsere Universitäten angesichts der damit verbundenen Herausforderungen bestehen?*

Die Geschichte der Menschheit begann mit einer Entdeckung: der Beherrschung des Feuers. Laut griechischer Mythologie wurde den Menschen das Feuer von Prometheus (griech. Προμηθεύς) gebracht. Sein Name – übersetzt »der Vorausdenkende« – ist Programm, denn mit der Kontrolle über das Feuer und dessen potenziell grenzenloser Kraft tat sich erstmals ein »Graben zwischen den Menschen und dem Rest der Tierwelt auf« (Harari 2013, 23), und Innovation wurde von nun an zu einem treibenden Motor der Geschichte.

---

## Der Homo Sapiens als Gestalter seines Schicksals

---

Als vor ca. 2,5 Mio. Jahren die ersten menschenähnlichen Tiere die Erde bevölkerten, unterschieden sie sich durch nichts von anderen Lebewesen. Sie suchten nach Nahrung, trotzten so gut wie möglich den Wettereinflüssen, gebaren Nachkommen und versuchten, ihr Überleben zu sichern, hatten darüber hinaus aber »genauso viel oder so wenig Einfluss auf ihre Umwelt wie Gorillas, Libellen oder Quallen.« (Harari 2013, 12).

Vor rund 70 000 Jahren begann jedoch eine Entwicklung, die zuerst den *Homo sapiens* selbst und schließlich auch den Planeten Erde veränderte: Im Zuge der sog. kognitiven Revolution, deren Ursache bzw. Auslöser bis heute nicht eindeutig geklärt ist, entwickelte der Mensch neue Denk- und Kommunikationsformen, allen voran eine Sprache, die durch ihre extreme Flexibilität ungeheure Möglichkeiten der Informa-

tionsweitergabe bot. Der Mensch bildete zunehmend nicht nur die Fähigkeit aus, auch größere und komplexere Mengen an Information über die Umwelt mit anderen zu teilen, sowie Informationen über soziale Beziehungen zu kommunizieren und so den Zusammenhalt der Gruppe zu stärken, sondern auch und vor allem die Möglichkeit, sich mit anderen über Dinge auszutauschen, die es gar nicht gibt. Und indem »nur der Mensch über etwas sprechen kann, das gar nicht existiert« (Harari 2013, 37), kann auch nur er sich Gedanken darüber machen, wie etwas sein könnte oder sollte.

Die Geschichte der Menschheit wurde in der Folge auch eine Geschichte von Entdeckungen, Erfindungen und Innovationen, vorangetrieben von hauptsächlich fünf Faktoren:

1. dem schlichten Zufall, der durch die gesamte Menschheitsgeschichte hindurch immer wieder Regie geführt hat und immer noch führt,
2. der Not, die bekanntlich erfinderisch macht,
3. der im Menschen angelegten Neugierde bzw. seinem Bedürfnis, die ihn umgebende Welt und das Universum zu verstehen,
4. seinem Wunsch nach Sicherheit und oft auch Macht, welcher wiederum oftmals zu kriegerischen Auseinandersetzungen führte, und schließlich
5. dem menschlichen Drang, sich das Leben leichter und bequemer zu machen.

Erfindungen bzw. die Entwicklung technischer Hilfsmittel zur Lösung bestehender Probleme sind ein Wesensmerkmal lebendiger Organismen, bei Tieren ebenso wie bei Menschen (Popper 1991). Allerdings hat der Mensch es hierbei zu einer gewissen Perfektion gebracht, wenngleich die längste Zeit hindurch menschliche Erfindungen in erster Linie dem Zufall geschuldet waren, direkten Bedürfnissen und Notwendigkeiten entsprangen, oder mittels Versuch und Irrtum entwickelt wurden, nicht aber auf Theorien basierten oder Ergebnisse einer systematischen Herangehensweise waren. Innovationen waren gleichsam Nebenprodukte menschlicher Handlungen und resultierten zum Beispiel in der Entdeckung des Hebels, der Entwicklung des Rads, der Erfindung von Bronze und Eisen sowie des Schwerts, u.v.a.

Selbst die zweite einschneidende Markierung der Menschheitsgeschichte, die landwirtschaftliche Revolution, die – ausgehend vom sog. »Fruchtbaren Halbmond« – vor rund 10 000 Jahren zur Domestizierung von Tieren und Pflanzen führte und den Menschen sesshaft werden ließ, scheint eher das Ergebnis einer zufälligen Entwicklung bzw. eines konkreten Anpassungsdrucks zu sein als das eines bewussten Plans. Ergebnis jedoch war, dass die nun auf Ackerbau und Viehzucht basierenden Gesellschaften mehr Menschen ernähren konnten, daher auch neue Formen gesellschaftlicher Strukturen, z.B. erste Städte herausbildeten, und neue Formen der Informationsweitergabe benötigten, um beispielsweise Ernteerträge dokumentieren zu können, weshalb sie erste Schriftformen entwickelten (Androsch/Gadner 2015b, 12ff; Harari 2013, 101ff).

---

### **Die wissenschaftliche Revolution am Beginn der Neuzeit**

---

Über die Jahrtausende hinweg gab es eine Vielzahl von Innovationen, die das Leben der Menschen zumeist erleichterten, immer aber veränderten – von der Erfindung des Pflugs und der Einführung der Dreifelderwirtschaft über den Einsatz des Wasserrads und der Windmühle bis hin zur Entwicklung von Feuerwaffen, dem Schiffsbau, der Herstellung von Papier, der Erfindung des Steigbügels und der Ent-

wicklung des Kompasses; die Liste ließe sich beliebig fortsetzen. Viele dieser Innovationen waren keine genuin europäischen Erfindungen, sondern kamen über Handelswege aus China oder dem islamisch-arabischen Raum (Braun 2010, 47ff; Landes 1999, 41ff; Al-Khalili 2011), und damit von Zivilisationen, die seit Jahrhunderten jener Europas weit überlegen waren (dazu Morris 2011, 325ff; Landes 1999/2009, 70ff; Cohen 2011, 55ff; Fara 2010, 62ff).

Doch mit Beginn der Renaissance und dem Wiederentdecken der kulturellen Leistungen der griechischen und römischen Antike und damit auch des bereits existierenden Wissensbestandes, sowie der Übernahme der zivilisatorischen Errungenschaften aus dem arabisch-islamischen Raum, etwa in den Bereichen Astronomie, Medizin und Mathematik, beginnt sich in Europa eine zunehmend systematischere Herangehensweise bei der Entwicklung neuen Wissens herauszubilden; es kam zur »Erfindung des Erfindens« (Landes 1999/2009, 61) und damit zur Entwicklung einer genuin europäischen Denkweise, die unterstützt und verstärkt wurde durch die immer größere Verbreitung des Mitte des 15. Jahrhunderts von Johannes Gutenberg entwickelten Buchdrucks<sup>1</sup>, der die Möglichkeit, Wissen zu dokumentieren und zu vervielfältigen, revolutioniert hatte.

Diese »wissenschaftliche Revolution«, ausgelöst durch die Präsentation einer heliozentrischen Sicht des Universum durch Kopernikus, war zwar weniger ein plötzlicher, radikaler und vollständiger Umbruch (Watson 2006, 754), als vielmehr eine langsame, jedoch beständige Veränderung der Denkweise, glich aber dennoch einer »Entfesselung des Prometheus« (Landes 1986), hatte sich doch das Naturverständnis zwischen der Veröffentlichung von Kopernikus' Werk *De revolutionibus orbium coelestium* über das Sonnensystem im Jahr 1543 und Sir Isaac Newtons *Principia Mathematica* hundertvierundvierzig Jahre später (1687) grundlegend verändert. Diese neue Denkweise zeichnete sich durch die Kombination dreier Merkmale aus:

1. dem Eingeständnis der Unwissenheit bzw. der Erkenntnis, dass alles, was wir zu wissen glauben, durch neuere Erkenntnisse widerlegt werden kann<sup>2</sup>,
2. der zunehmenden Bedeutung von Beobachtungen, die mit Hilfe mathematischer Modelle zu allgemeingültigen Theorien verknüpft werden, und schließlich
3. der auf diesen Theorien aufbauenden Fähigkeit, neue Technologien zu entwickeln (Harari 2013, 306).

»Wissen ist Macht« schrieb Francis Bacon im Jahr 1620 und brachte damit die veränderte Bedeutung von Wissen und Wissenschaft auf den Punkt. Für ihn galt als wahrer Prüfstein für die Bedeutung von Wissen nicht mehr dessen Übereinstimmung mit den »Erkenntnissen« der Offenbarungen, wie sie in den religiösen Schriften niedergelegt waren, sondern einzig seine Nützlichkeit bzw. die Macht, die das Wissen uns verleiht (Watson 2006, 778). Damit verbunden hielt erstmals auch der Fortschrittsgedanke Einzug in das westliche Denken: Geschichte, bisher zyklisch verstanden, wurde nun als progressiv fortschreitend wahrgenommen. Und auch unser Wissen sollte, aufbauend auf den Erkenntnissen früherer Zeiten, diese aber immer kritisch hinterfragend, in einem linearen Prozess allein durch Vernunft und systematische Versuche errungen und vermehrt werden.

Obwohl die Universitäten, die seit dem Hochmittelalter aus den Kloster- und Domschulen entstanden waren, im Gegensatz zu diesen aber ein *studium generale* dar-

stellten, d.h. einen eigenen, zumeist von Kaiser oder Papst begründeten Rechtsstatus besaßen (dazu Rüegg 1993, 49; vgl. auch Watson 2006, 583ff), bei der Entstehung dieser wissenschaftlichen Revolution keine bedeutende Rolle spielten, so trugen sie doch anschließend entscheidend dazu bei, dass sich das neue Weltbild letztendlich durchsetzen konnte (Rüegg 1996, 439). In der Folge wurde – so Walter Rüegg – die Universität »eine, ja die europäische Institution *par excellence*: Als Gemeinschaft von Lehrenden und Lernenden, ausgestattet mit besonderen Rechten der Selbstverwaltung, der Festlegung und Ausführung von Studienplänen und Forschungszielen sowie der Verleihung öffentlich anerkannter akademischer Grade, ist sie eine Schöpfung des europäischen Mittelalters. (...) Keine andere europäische Institution hat wie die europäische Universität mit ihren überlieferten Strukturen und ihren wissenschaftlichen Leistungen in der ganzen Welt universale Geltung erlangt.« (Rüegg 1993, 13). Damit zählt die Universität unbestreitbar »zu den wichtigsten soziokulturellen Kräften, welche die Formierung, den Aufstieg und die hochrangige Positionierung Europas in der Welt ermöglichten« (Weber 2002, 9).

Die ersten Universitäten dieser Art entstanden nahezu zeitgleich an der Wende vom 12. zum 13. Jahrhundert in Bologna (durch das Zusammenwachsen kleinerer Rechtsschulen) und Paris (als Zentrum der europäischen Theologie) (Weber 2002, 16 ff; Fisch 2015, 9ff). Es folgten die Gründungen von Oxford und Cambridge in England, Arezzo, Padua, Neapel, Rom und Siena in Italien, Salamanca und Sevilla in Spanien, sowie Montpellier, Toulouse und Orléans in Frankreich. Die ersten Universitäten auf deutschsprachigem Boden waren Prag (1347), Wien (1365) und Erfurt (1379) (Weber 2002, 22f), und bis zum Ende des 15. Jahrhunderts hatte sich die Universität als Institution in ganz Europa verbreitet.

Im Zuge der wissenschaftlichen Revolution des 16. und 17. Jahrhunderts wurde die an den Universitäten zu dieser Zeit übliche Methode der Beweisführung, die *Scholastik*, immer stärker kritisiert (Rüegg 1996, 425ff) und schließlich durch die neue Methode des wiederholbaren *Experiments* und empirische Beobachtungen ersetzt. Zudem wurde das Wissen auf neue Weise organisiert: Universitäten und Bibliotheken begannen, ihre Bestände nach säkularen Themen neu zu ordnen, Gebiete wie Mathematik und Geographie rückten in den Vordergrund, während die Theologie immer mehr verdrängt wurde. Der amerikanische Wissenschaftshistoriker Richard Westfall schrieb: »Einst war die Theologie die Königin aller Wissenschaften, nun wurde sie nicht einmal mehr im Haus geduldet« (zit. nach Watson 2006, 784f), die einstmals christliche Kultur wurde zunehmend zu einer wissenschaftlichen.

Vollends durchsetzen konnte sich diese Säkularisierung jedoch erst im Zuge bzw. als Ergebnis der *Aufklärung* im 18. Jahrhundert und dem seit dieser Zeit propagierten Ideal der Vernunft. In seiner berühmten *Beantwortung der Frage: Was ist Aufklärung?* (1784) erklärte Immanuel Kant: »Aufklärung ist der Ausgang des Menschen aus seiner selbst verschuldeten Unmündigkeit. Unmündigkeit ist das Unvermögen, sich seines Verstandes ohne Anleitung eines anderen zu bedienen.« Die Menschheit schien fähig, mittels Vernunft und unter Betonung des Nützlichen und Praktischen die Welt zu verbessern. Damit setzte eine Entwicklung ein, die nicht nur die Auffassung von den Wissenschaften und den Umgang mit ihnen veränderte, sondern auch die Aufgaben der Universitäten neu definierte: es entstand die *moderne* Universität – gedacht als Ausbildungsstätte, die Wissen ordnet, bewahrt und weitergibt, und gleichzeitig als Ort der Generierung bzw. *Produktion* von neuem Wissen

(Osterhammel 2010, 1133). Der Gelehrte wiederum begann sich endgültig zum Forscher zu wandeln (Rüegg 1996, 501).

In der Folge wurden die Beziehungen zwischen Wissenschaft und ihrer Anwendung in Technik und Medizin immer enger; es kam zu neuen institutionellen Formen der Gewinnung und Verbreitung von Wissen, allen voran der Forschungsuniversität und dem Labor. Der Anspruch der Wissenschaft auf die »absolute Wahrheit« war aufgegeben worden, betont wurde hingegen der »Reflexionscharakter von Erkenntnis, ihre konditionale Gültigkeit, Intersubjektivität und ihre Autonomie im besonderen Sozialsystem der Wissenschaft« (Osterhammel 2010, 1106).

Im Zuge der Industrialisierung, die selbst das Kind der wissenschaftlichen Revolution bzw. einer Vielzahl von Innovationen, allen voran der Erfindung der Dampfmaschine, war, begannen sich nicht nur die entstandenen Großunternehmen, sondern zunehmend auch die Politik immer stärker für Wissenschaft und die aus ihr erwachsenden Möglichkeiten technischer Umsetzung zu interessieren – nicht zuletzt, um militärische Vorteile im Wettstreit der Nationen zu erlangen. Und schließlich wurde die Wissenschaft in den vergangenen zwei Jahrhunderten zum Beruf: »Hatten im 17. und 18. Jahrhundert – bis hin zu Alexander von Humboldt (...) – noch manche Heroen der ›wissenschaftlichen Revolution‹ auf der materiellen Grundlage anderer Einkünfte *für* die Wissenschaft gelebt, so lebte man um 1910 (bereits) *von* ihr« (Osterhammel 2010, 1107).

In Vereinigung mit den ebenfalls in der Zeit der Aufklärung entstandenen Kräften des Kapitalismus und des Imperialismus wurde die Universität in ihren unterschiedlichen Ausprägungen – dem französischen, dem preußischen und dem britischen Modell (vgl. dazu Rüegg 2004, 52 ff) – zu einem bedeutenden europäischen Kulturexport. Und es war genau diese Kombination – moderne Wissenschaft, Kapitalismus und Imperialismus –, die den Grundstein für den Aufstieg des zuerst europäisch und seit Mitte des 20. Jahrhunderts amerikanisch geprägten Westens legte (dazu Harari 2013, 340ff; Morris 2011; Ferguson 2011).

---

### Die Welt im Krisendauermodus

---

Blickt man nochmals zurück auf den Beginn der Menschheit, so ist der zurückgelegte Weg mehr als erstaunlich: anfangs nur eine kleine, über die Jahrtausende hinweg mehrmals vom Aussterben bedrohte Spezies, leben heute rund 7,5 Milliarden Menschen auf dem Planeten Erde – mit allen damit verbundenen Bedürfnissen der Nahrungs-, Trinkwasser- und Energieversorgung, und bei gleichzeitig kontinuierlich steigender Lebenserwartung und einer vor allem mit der Industriellen Revolution einsetzenden, zuvor kaum für möglich gehaltenen Zunahme des Wohlstands und der Wohlfahrt. Für Europa bedeutete diese Entwicklung, dass es mittlerweile bei einem Anteil von nur noch 7% an der Weltbevölkerung eine Wirtschaftsleistung von fast 25% des Weltsozialprodukts generiert, und gleichzeitig rund 50% des globalen Sozialbudgets in Anspruch nimmt, wobei Österreich mit einer Umverteilung von 30% im Spitzenfeld liegt (Androsch/Gadner 2013, 262).

Dieser Erfolg unserer Spezies hat aber auch eine Kehrseite: Der Mensch hat sich – gemäß der Forderung in der Genesis im Alten Testament – die Erde untertan gemacht, allerdings nicht nur zur Nutzung, sondern in vielfacher Hinsicht gefährlich ausbeutend und – weil oftmals ohne Rücksicht auf das sensible ökologische Gleichgewicht

unseres Planeten – auch vernichtend. Seit Beginn der Industrialisierung haben wir auf unserem Planeten unwiderrufliche bzw. untilgbare Spuren hinterlassen – vom Klimawandel und der Ressourcenausbeutung bis zur Verschmutzung der Meere, des Bodens und der Luft. Unser Zeitalter wird daher immer häufiger als *Anthropozän* (griech. ἄνθρωπος; »das menschlich [gemachte] Neue«) bezeichnet, worunter jener geochronologische Zeitabschnitt verstanden wird, in dem der Mensch zu einem der wichtigsten Einflussfaktoren auf die biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse auf der Erde geworden ist (Crutzen/Stroemer 2000).

Dies hat gefährliche Auswirkungen, die nicht mehr zu leugnen sind, nicht zuletzt, weil die Welt – so scheint es – unregierbar geworden ist (Menzel 2016, 35). Dieser spätestens seit Ausbruch der Finanz- und Wirtschaftskrise 2007/08 wahrnehmbare Trend ist im Verlauf des Jahres 2015 deutlicher geworden als je zuvor und manifestierte sich in der nach wie vor ungelösten Banken- und Staatsfinanzkrise in einer Vielzahl von Ländern, der Eurokrise, der Griechenlandkrise und dem drohenden EU-Austrittsszenario nicht nur dieses Landes (»Grexit«), sondern auch Großbritanniens (»Brexit«), dem Krieg in der Ukraine zur Restauration des russischen Einflussbereichs, dem Staatszerfall in Libyen, dem Jemen, dem Irak und in Syrien, bis hin zu den Flüchtlingsströmen aus Nordafrika sowie dem Nahen und Mittleren Osten und zu den lähmenden Attacken eines mittlerweile global agierenden Terrorismus.

Verantwortlich für dieses düstere Szenario sind keine kurzfristigen – und damit schnell korrigierbaren – Ereignisse, sondern langfristige Trends, die weit in die Vergangenheit zurückreichen und zudem meist keinen linearen, sondern exponentiellen Verlauf nehmen, bis sie einen Kipppunkt erreichen, ab dem die Folgen nicht mehr oder nur mehr sehr schwer und unter hohem (Kosten-)Aufwand zu bewältigen sind (Menzel 2016, 35f). Als Beispiel möge man an den Klimawandel denken, dessen Folgen ab Erreichen eines bestimmten Temperaturanstiegs unkontrollierbar werden, aber auch an die Konfliktregionen Ukraine einerseits sowie den Nahen und Mittleren Osten andererseits, wo nach Zusammenbrechen ehemaliger Großreiche – des russisch-sowjetischen Imperiums und des Osmanischen Reiches (und der daran anschließenden Machtübernahme durch Briten, Franzosen und schließlich Amerikaner) – die Hinterlassenschaften bis heute umkämpft sind (Stürmer 2016b). Ähnliches gilt auch für das nördliche Afrika – alles Gebiete in unmittelbarer Nachbarschaft zu Europa –, weshalb zu Recht von einem »Ring of Fire« gesprochen werden kann, wie dies Lee Kuan Yew, der erste Premierminister des Stadtstaates Singapur, bereits vor rund zwanzig Jahren getan hat. Vielleicht war es gerade die »exponierte Lage seines kleinen Staates am Schnittpunkt globaler Handels- und Machtinteressen« (Stürmer 2016a), welche Lee Kuan Yews geopolitischen Verstand besonders schärfte. Jedenfalls aber führte er mit seinem Realismus nicht nur Singapur aus der Gruppe der Dritte-Welt-Länder in den Kreis der Industrienationen, sondern erkannte auch sehr früh die Bedrohungen, denen Europa mittlerweile gegenübersteht.

Eine weitere wesentliche Ursache liegt – so Menzel (2016, 36) – in der Tatsache, dass in großen Teilen der Welt eine »nachholende Entwicklung« stattfindet und in den alten Industrieländern die »vorausseilende Entwicklung« unvermindert fortschreitet. Das bedeutet zwar Wirtschaftswachstum, höheres Pro-Kopf-Einkommen sowie bessere Ernährung und medizinische Versorgung für immer mehr Menschen, gleichzeitig aber auch exponentiellen Verbrauch von Energie und Rohstoffen sowie eine problematische Belastung von Böden, Wasser und Luft. Die daraus resultierenden Ver-

teilungskonflikte um knapper werdende Ressourcen sowie neue Formen des Kolonialismus (Stichwort »Landgrabbing«) sind wesentliche Ursachen für den fortschreitenden Staatszerfall in vielen Regionen der Welt und die großen Wanderungsbewegungen.

Keine dieser Krisen bzw. keiner der Konflikte konnte bisher auch nur annähernd gelöst werden, weshalb wir uns seit nun fast zehn Jahren in einer Art »Krisendauermodus« befinden. Gleichzeitig aber werden alle anderen Politikfelder und vor allem alle Möglichkeiten einer perspektivischen Zukunftsorientierung zugedeckt und die so dringend notwendige Orientierung verhindert. Veränderungen – zumal derart massive – erzeugen immer auch Verunsicherung, oftmals sogar Ängste, und so ist es nicht verwunderlich, dass die Menschen von Sorgen erfasst werden, sei es um ihren Job, die Zukunftschancen ihrer Kinder, ihre soziale Absicherung oder ihren Wohlstand. Die bisher ignorierten Konsequenzen des demografischen Wandels – Stichwort: alternde Gesellschaft – sowie die oftmals durch Uninformiertheit geförderten Ängste vor der digitalen Gesellschaft mit ihren Auswirkungen auf nahezu alle Lebensbereiche, v.a. die Arbeitswelt, oder der unter dem Schlagwort »Industrie 4.0« diskutierten Veränderung der industriellen Produktion tragen das Ihre bei zur Unsicherheit in dieser von politischen und wirtschaftlichen Verwerfungen gekennzeichneten Zeit mit einer Neigung zu *Neo-Luddismus* bzw. Maschinenstürmerei.

Doch Angst lähmt, und so hat US-Präsident Franklin D. Roosevelt in seiner Antrittsrede am 4. März 1933 angesichts der – aufgrund des aufsteigenden Faschismus und Nazismus – ähnlich turbulenten Zeiten darauf hingewiesen, dass »the only thing we have to fear is fear itself«.

---

### **Bildung, Forschung, Innovation als Antwort auf die Herausforderungen des Anthropozäns**

---

Als im Jahr 1807 im britischen Parlament der sog. »Parochial Schools Bill« – ein Gesetzesentwurf, der eine zweijährige kostenlose Schulbildung für Kinder im Alter zwischen sieben und vierzehn Jahren vorsah –, diskutiert wurde, führte der britische Parlamentarier und langjährige Präsident der Royal Society, Davies Gilbert-Giddy, eine energische Kampagne dagegen. Er begründete seine Ablehnung mit dem Argument, dass Schulbildung der Moral und dem Glück der Armen abträglich sei und sie nur lernen würden, ihr Los im Leben zu verachten, anstatt gute Arbeitskräfte für die Landwirtschaft oder andere anstrengende Beschäftigungen zu sein, für die sie ihr Rang in der Gesellschaft vorherbestimmt habe.<sup>3</sup>

Der Gesetzesentwurf wurde in der Folge tatsächlich abgelehnt, dennoch währte Gilbert-Giddys Triumph nicht lange. Was Gilbert-Giddy – wenngleich als Gefahr – erkannt hatte, war der emanzipatorische Aspekt von Bildung. »Bildung macht frei« erklärte Carl Joseph Meyer (1796–1856), der Begründer des Bibliographischen Instituts und Herausgeber von »Meyer's Großem Conversations-Lexicon«, der zu einem der bedeutendsten Vorkämpfer dafür wurde, jedem Menschen eine universelle Bildung zu ermöglichen – nicht zuletzt, um den feudalstaatlichen Hemmnissen zu begegnen und so zur Entfaltung der kapitalistischen Produktionsweise beizutragen. Doch auch der sog. »vierte Stand« selbst, also das Proletariat, erkannte sehr schnell den Wert von Bildung. Bereits in den 30er Jahren des 19. Jahrhunderts waren die ersten Arbeiterbildungsvereine entstanden, um ab den 60er Jahren – zuvor nur unterbrochen

durch die Niederschlagung der Revolution von 1848/49 – immer mehr an Bedeutung zu gewinnen. Die Bedeutung, ja Notwendigkeit von Bildung nicht nur einzelner Weniger, sondern der breiten Masse wurde erkannt, manifestierte sich schließlich vor rund 90 Jahren auch in der Anerkennung des »Rechts auf Bildung« als Menschenrecht<sup>4</sup> und wurde in den folgenden Jahrzehnten in weiten Teilen der Welt auch umgesetzt.

Es gilt heute als unumstritten, dass das größte Vermögen eines Landes die Kenntnisse und Fähigkeiten seiner Menschen sind. Bildung und Ausbildung gelten als wichtigster Rohstoff, weshalb in den meisten Ländern der OECD Kinder und Jugendliche bis zum Alter von 18 Jahren mittlerweile eine kostenlose Schulbildung erhalten. Und wenn wir an die Herausforderungen unserer Zeit denken – vom Klimawandel über Ressourcenknappheit und Energieversorgung bis hin zum demografischen Wandel und zur Terrorbekämpfung – so sehen wir zumeist in Bildung, Wissenschaft und Forschung die entscheidenden Beiträge zur Lösung. Gut ausgebildete, selbständig denkende, kritische und kreative Köpfe sind die Grundvoraussetzung für die Bewältigung der *Grand Challenges* und der dafür erforderlichen technologischen und sozialen Innovationen. Zudem werden auch die aktuellen Prozesse, allen voran die digitale Revolution und die von ihr vorangetriebene Durchsetzung des Internets der Dinge, der Roboterisierung und der produktionstechnischen Neuausrichtung durch Industrie 4.0 eine neue Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine bewirken. Routinearbeiten werden ebenso wegfallen wie die bisher dafür zuständigen, zumeist nur geringe Qualifizierung erfordernden Arbeitsplätze. Im Gegenzug werden neue Anforderungsprofile entstehen, die nur über höhere und interdisziplinäre (Aus-)Bildung gedeckt werden können. Ähnlich wie bei früheren Technologieschüben wird es letztlich wohl nicht weniger, sondern andere Jobs geben – mit neuen Qualifikations- und Kompetenzerfordernissen.

Es bedarf daher allem voran eines modernen Bildungssystems, das die Menschen bestmöglich auf die neuen Herausforderungen vorbereitet und ihnen das notwendige Rüstzeug zur Bewältigung derselben zur Verfügung stellt. Ein solches Bildungssystem muss jeden Einzelnen zu Kommunikation und Dialog befähigen, seine individuellen Begabungen fördern und damit zu jener Selbständigkeit und Freiheit verhelfen, die sowohl reflexive Distanz als auch selbstbewusste Teilhabe am Gemeinwesen ermöglichen (Androsch/Gadner 2015a). Eine Bildungsoffensive, mit der die in Österreich bestehende engstirnige Reformblockade überwunden wird, ist daher längst überfällig.

---

### **Zur Situation der österreichischen Universitäten**

---

Der Umstand, dass mittlerweile in weiten Teilen der Welt Bildung nicht mehr nur einer kleinen Elite, sondern (nahezu) allen Mitgliedern der Gesellschaft zur Verfügung steht, bedeutet unter anderem, dass nicht mehr nur allein die Quantität, sondern vor allem auch die Qualität der Bildung in den Vordergrund rückt. Damit geraten einerseits die frühkindliche Bildung, in der der Grundstein für die spätere Bildungskarriere gelegt wird, als auch die Universitäten als höchste Stufe des Bildungssystems verstärkt in den Blick.

Als europäisches Kulturgut entstanden, findet sich die Mehrzahl der besten Universitäten mittlerweile nicht mehr in Europa, sondern in den USA – mit dem Silicon Valley als sichtbarstem Ergebnis dieser neuen Dominanz. Abhängig vom betrachteten Ranking<sup>5</sup> entfallen auf die vordersten zwanzig Plätze zwischen zehn und neunzehn (!)



US-amerikanische Universitäten, allen voran Harvard, Stanford und das Massachusetts Institute of Technology (MIT). Österreich, obwohl gerade mit der Universität Wien einst eine der bedeutendsten Institutionen dieser Art besitzend, ist hingegen weit abgeschlagen (Platz 153 im QS Ranking<sup>6</sup>, Platz 142 im THE Ranking<sup>7</sup>), und dies nicht nur im globalen, sondern auch regionalen Vergleich, etwa mit der Schweiz (jeweils Platz 9 für die ETH Zürich im QS- und THE-Ranking) oder Bayern (mit Platz 29 für die Ludwig-Maximilians-Universität München im THE-Ranking). Selbst Singapur hat bereits zwei Universitäten unter den Top-20 des QS-Rankings.

**Tabelle: die Top-20 des QS World University Ranking 2015/16**

Platzierung	Universität	Land
1	Massachusetts Institute of Technology MIT	USA
2	Harvard University	USA
3	University of Cambridge	GB
3 ex aequo	Stanford University	USA
5	California Institute of Technology (Caltech)	USA
6	University of Oxford	GB
7	University College of London	GB
8	Imperial College of London	GB
9	ETH Zürich	Schweiz
10	University of Chicago	USA
11	Princeton University	USA
12	National University of Singapur	Singapur
13	Nanyang Technological University NTU	Singapur
14	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne	Schweiz
15	Yale University	USA
16	John Hopkins University	USA
17	Cornell University	USA
18	University of Pennsylvania	USA
19	Kings College London	GB
19 ex aequo	Australian National University	AUS

Die Gründe für das unbefriedigende Abschneiden Österreichs sind hinreichend bekannt: Sie liegen vor allem in der seit Jahren chronischen Unterfinanzierung der Universitäten und den daraus resultierenden schlechten Studienbedingungen in einer Vielzahl von Studienfächern sowie infrastrukturellen Mängeln. In Österreich standen im Studienjahr 2014/15 den 22 öffentlichen Universitäten mit rund 305.000 Studierenden<sup>8</sup> etwa 3,8 Milliarden Euro zur Verfügung, in der Schweiz waren es bei 12 Hochschulen und nur 145.000 Studenten dagegen 7,2 Milliarden Euro, und in Bayern bei 240.000 Studenten rund 6,3 Milliarden. Somit stehen in der Schweiz jährlich rund

50.000 Euro pro Student zur Verfügung, in Bayern 26.000 Euro und in Österreich nur 12.500 Euro. Drastisch auch das Bild, das sich bei der Gegenüberstellung einzelner Universitäten ergibt: So stehen der Universität Wien rund 5.800 Euro pro Studierenden zur Verfügung, während es an der LMU München 11.500 Euro und an der Uni Zürich 49.700 Euro sind. Bei den Technischen Universitäten ergibt der Vergleich 11.100 Euro pro Studierenden an der TU Wien, 33.500 Euro an der TU München und 79.000 Euro an der ETH Zürich.

**Tabelle: Vergleich Österreich-Schweiz-Deutschland**

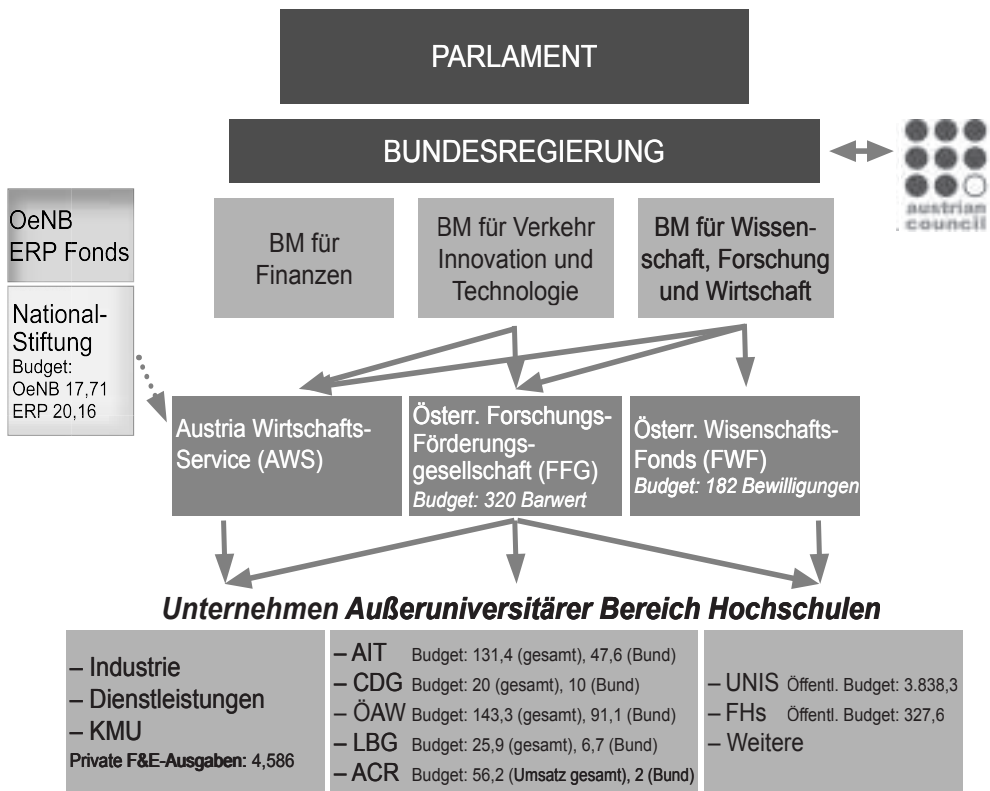
	Studierende an Universi- täten 14/15	Ausgaben in Mrd.	Mittel/ AbsolventIn	Mittel/ Studierenden
Österreich	304 160	3,838	102 869	12 619
Schweiz	143 961	7,220	216 284	50 152
Bayern	242 160	6,308	142 415	26 051
	Studierende an Universitäten	Ausgaben in Mrd.	Mittel/ AbsolventIn	Mittel/ Studierenden
TUWien	29 002	0,322	134 167	11 103
ETH Zürich	18 616	1,469	334 472	78 911
TUMünchen	35 979	1,203	169 127	33 436
	Studierende an Universitäten	Ausgaben in Mrd.	Mittel/ AbsolventIn	Mittel/ Studierenden
Uni Wien	92 011	0,537	42 343	5 836
Uni Zürich	25 634	1,274	214 767	49 700
LMU München	50 327	0,579	62 151	11 505

Nun ist das Wünschbare – mehr Geld – nicht immer auch schon das Machbare, und gerade angesichts der Beengtheit der Staatsfinanzen muss die Forderung nach mehr Finanzmitteln nicht nur gut begründet, sondern vor allem absolut gerechtfertigt sein. Dies trifft in der aktuellen Situation jedoch vollends zu, nicht zuletzt, weil die Bundesregierung selbst sich in ihrer 2011 präsentierten »Strategie für Forschung, Technologie und Innovation« zum Ziel gesetzt hat, bis zum Jahr 2020 eine Forschungsquote von 3,76% des BIP (Österreichische Bundesregierung 2011, 7) sowie – laut aktuellem Regierungsprogramm – eine Quote von 2% des BIP für den tertiären Bildungssektor erreichen zu wollen und auf diesem Weg in die Gruppe der besten Forschungsnationen, der *Innovation Leader*, vorzustoßen.

Doch dieser Zielsetzung folgten nicht die notwendigen Taten, und so hat Österreich, welches in den Jahren 1995 bis 2007 im Forschungsbereich international stark aufholen konnte (Rat für Forschung und Technologieentwicklung 2015, 72ff), gerade

in dem Moment seine Dynamik verloren, als es eine Strategie beschlossen hatte. Umso dringlicher wäre es daher, dass im Bundesfinanzrahmen 2017-2020 die für Wissenschaft und Forschung vorgesehenen Mittel den Zielen der Forschungsstrategie entsprechen.

**Abb. : Das österreichische FTI-System**



2014, in Mio Euro

Quelle: Rat für Forschung und Technologieentwicklung

Betroffen von diesem Verlust an Dynamik ist im Übrigen nicht nur der Hochschulbereich, sondern der Forschungsbereich insgesamt. Wenige Beispiele mögen dies illustrieren:

- Der Schweizer Nationalfonds hat seine Ausgaben für die Universitäten in den Jahren 2005 bis 2014 von 297,3 auf 480,8 Mio., jene für den ETH-Bereich von 113,3 auf 237,0 Mio. Schweizer Franken gesteigert.<sup>9</sup>
- Das Paul Scherrer- Institut, die größte Forschungsinstitut für Natur- und Ingenieurwissenschaften in der Schweiz, hatte 2014 ein Gesamtbudget von 378,2 Mio. Euro, wovon fast 280 Mio. oder 74% vom Bund finanziert wurden.<sup>10</sup>

- Die deutsche Helmholtz- Gemeinschaft besaß im Jahr 2015 ein Gesamtbudget von 4,24 Mrd. Euro, wobei mehr als zwei Drittel – d.h. 2,9 Mrd. Euro – von der öffentlichen Hand finanziert wurden<sup>11</sup>, die Max-Planck-Gesellschaft erhielt im selben Jahr bei einem Gesamtbudget von 2,1 Mrd. Euro rund 1,7 Mrd. Euro von Bund und Ländern<sup>12</sup>, und die Fraunhofer-Gesellschaft bei einem Gesamtbudget von fast 2 Mrd. Euro rund 724 Mio Euro aus öffentlichen Geldern<sup>13</sup>.
- Die TNO als größte Einrichtung für angewandte Forschung in den Niederlanden hatte im Jahr 2013 ein Budget von rund 526 Mio. Euro, davon 171 Mio., also mehr als 32%, vom Staat finanziert.<sup>14</sup>

Diese wenigen Beispiele belegen die Anstrengungen, die in anderen Ländern trotz angespannter Budgetsituationen in den Bereichen Forschung und Entwicklung unternommen werden, ganz zu schweigen von Ländern wie den USA oder zunehmend auch der VR China. Im Gegensatz dazu verfügte das AIT Austrian Institute of Technology, Österreichs größtes außeruniversitäres Forschungsinstitut, über ein Gesamtbudget von nur 131,4 Mio. Euro, wobei rund 40% bzw. 47,6 Mio. Euro vom Bund kamen. In Österreich muss daher jene Dynamik, die die zweite Hälfte der 90er und die frühen 2000er Jahre gekennzeichnet hat, rasch wiedergewonnen werden. Angesichts dieser Situation hat der Rat für Forschung und Technologieentwicklung im Februar 2016 eine Empfehlung an die Bundesregierung abgegeben (Rat für Forschung und Technologieentwicklung 2016), welche u.a. für die Leistungsperiode 2019–2021 rund 1,4 Milliarden Euro mehr für die Universitäten, für die Jahre 2017–2020 800 Millionen Euro mehr für die kompetitive Forschungsförderung und jährlich 100 Millionen mehr zur Stärkung der Exzellenz vorsieht. Zudem wird ein kapazitäts- und leistungsorientiertes Studienplatzmanagement, die Weiterentwicklung der Studienbeihilfe, vor allem aber die Erarbeitung eines Forschungsfinanzierungsgesetzes eingemahnt, um die Universitäts- und Forschungslandschaft in Österreich zu stärken.

Woher die hierfür notwendigen Mittel angesichts der prekären Staatsfinanzen kommen könnten, wurde sowohl vom Rechnungshof als auch vom Wirtschaftsforschungsinstitut WIFO mittels zahlreicher Vorschläge für Einsparungen und Umschichtungen mehrmals dargelegt. Es stellt sich zudem die grundsätzliche Frage, wie die Schweiz und Deutschland oder auch die Niederlande und Schweden bei geringerer Steuerbelastung, deutlich kleineren Schuldenbergen und niedrigerer Arbeitslosigkeit dennoch mehr Geld für Investitionen in Zukunftsbereiche bereitstellen können. In Österreich muss eines endlich klar werden: Wer nicht sät, wird nicht ernten!

Die chronische Unterdotierung der österreichischen Universitäten, verbunden mit dem Fehlen eines sinnvollen Zugangsmanagements, daraus resultierenden schlechten Betreuungsrelationen und unzulänglichen Studienbedingungen bei gleichzeitig überbordender Bürokratie und fehlender Steuerung und Profilbildung in Richtung Exzellenz bedeutet eine schwere Beeinträchtigung der Zukunftssicherung unseres Landes. Die aktuelle Situation ist nicht einfach nur unbefriedigend, sondern tatsächlich entwicklungshemmend und damit gefährlich. Unser Land, das vor allem am Beginn des 20. Jahrhunderts mehrere Nobelpreisträger hervorbrachte, u.a. Julius Wagner-Jauregg (Medizin 1927), Hans Fischer (Chemie 1930), Karl Landsteiner (Medizin 1930) und Erwin Schrödinger (Physik 1933), und darüber hinaus eine Vielzahl an bedeutenden Wissenschaftlern wie z.B. Ludwig Boltzmann, Rudolf Carnap, Viktor Frankl, Sigmund Freud, Kurt Gödl, Olga Hahn-Neurath, Marie Jahoda, Hans Kelsen, Lise Meitner, Otto

Neurath, Elise Richter oder Moritz Schlick, um nur einige zu nennen, kann es sich nicht länger leisten, seine wichtigsten Bildungsinstitutionen zu vernachlässigen, ohne dafür in der Zukunft einen hohen Preis zu bezahlen.

Die Stärkung der Universitäten durch entsprechende Finanzierung, Sicherstellung ihrer Autonomie, Zugangsmanagement und Entbürokratisierung muss oberstes Gebot einer verantwortungsvollen Wissenschaftspolitik zum Wohle unseres Landes und seiner Menschen sein, das Aufrücken unserer Universitäten und unserer Forschungslandschaft insgesamt ins internationale Spitzenfeld ein nationales Kernanliegen werden. Dazu müssen insgesamt mehr Mittel für Forschung und Entwicklung bereitgestellt werden. Nur auf Basis von Bildung, Wissenschaft, Forschung und Innovation und der Stärkung der dazu notwendigen Institutionen, allen voran der Universitäten, kann die Zukunft gestaltet werden. Wir brauchen eine neue »Entfesselung des Prometheus«, einen »Prometheus 4.0«. Dies liegt im elementaren Interesse von uns allen.

## Literatur

- Al-Khalili, Jim (2011): *Im Haus der Weisheit. Die arabischen Wissenschaften als Fundament unserer Kultur*. Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn
- Androsch, Hannes (2016): *Ein nationales Kernanliegen*. In: Vorarlberger Nachrichten, Ausgabe vom 6. Februar 2016.
- Androsch, Hannes / Gadner, Johannes (2013): *Die Zukunft Österreichs in der Welt von Morgen*. In: Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2013): Österreich 2050. FIT für die Zukunft. Holzhausen Verlag, Wien (S. 254-272).
- Androsch, Hannes / Gadner, Johannes (2015a): *Die Entfesselung des Prometheus und ihre Folgen*. Wien. Online unter: [https://science.apa.at/rubrik/kultur\\_und\\_gesellschaft/Die\\_Entfesselung\\_des\\_Prometheus\\_und\\_ihre\\_Folgen/SCI\\_20150723\\_SCI39911359224449702](https://science.apa.at/rubrik/kultur_und_gesellschaft/Die_Entfesselung_des_Prometheus_und_ihre_Folgen/SCI_20150723_SCI39911359224449702).
- Androsch, Hannes / Gadner, Johannes (2015b): *Einleitung: Die Gestaltung der Zukunft*. In: Rat für Forschung und Technologieentwicklung (Hrsg.) (2015): *Die Gestaltung der Zukunft*. Wirtschaftliche, gesellschaftliche und politische Dimensionen von Innovation. Echomedia Verlag, Wien (S. 8–41).
- Cohen, Floris (2011): *Die zweite Erschaffung der Welt. Wie die moderne Naturwissenschaft entstand*. Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn.
- Crutzen, Paul J. / Stoermer, Eugene F. (2000): The »Anthropocene«. In: Global Change Newsletter 41 (S. 17–18).
- Fara, Patricia (2010): *4000 Jahre Wissenschaft*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg
- Ferguson, Niall (2011): *Civilization. The West and the Rest*. Allen Lane, London.
- Fisch, Stefan (2015): *Geschichte der europäischen Universität. Von Bologna nach Bologna*. Verlag C.H. Beck, München.
- Harari, Yuval Noah (2013): *Eine kurze Geschichte der Menschheit*. Deutsche Verlags-Anstalt, München (2. Auflage).
- Landes, David (1986): *Der entfesselte Prometheus. Technologischer Wandel und industrielle Entwicklung in Westeuropa*. Verlag Kiepenheuer & Witsch, Köln.
- Landes, David (1999/2009): *Wohlstand und Armut der Nationen. Warum die einen reich und die anderen arm sind*. Ausgabe von 2009, Pantheon Verlag, München.
- Menzel, Ulrich (2015): *Die Ordnung der Welt. Imperium oder Hegemonie in der Hierarchie der Staatenwelt*. Suhrkamp Verlag, Berlin.
- Menzel, Ulrich (2016): *Welt am Kippunkt. Die neue Unregierbarkeit und der Vormarsch der Anarchie*. In: Blätter für deutsche und internationale Politik, 1/2016 (S. 35–45).
- Morris, Ian (2011): *Wer regiert die Welt? Warum Zivilisationen herrschen oder beherrscht werden*. Campus Verlag, Frankfurt.
- Österreichische Bundesregierung (2011): *Der Weg zum Innovation Leader. Potenziale ausschöpfen, Dynamik steigern, Zukunft schaffen. Strategie der Bundesregierung für Forschung, Technologie und Innovation*. Wien.

- Osterhammel, Jürgen (2010): *Die Verwandlung der Welt. Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts*. Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn.
- Popper, Karl R. (1991): *Alles Leben ist Problemlösen*. In: Popper, Karl R. (1997): *Alles Leben ist Problemlösen. Über Erkenntnis, Geschichte und Politik*. Piper Verlag, München (S. 255–263).
- Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2015): *Bericht zur wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit Österreichs 2015*. Wien.
- Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2016): *Empfehlung zur Finanzierung von Universitäten und öffentlicher Forschung und Entwicklung in Österreich im Bundesfinanzrahmen 2017 bis 2020, Kapitel Wissenschaft und Forschung*. Wien. Online unter: [http://www.rat-fte.at/tl\\_files/uploads/Empfehlungen/160205\\_Empfehlung\\_Universitaeten%20und%20Forschung\\_NP.pdf](http://www.rat-fte.at/tl_files/uploads/Empfehlungen/160205_Empfehlung_Universitaeten%20und%20Forschung_NP.pdf)
- Rossi, Paolo (1997): *Die Geburt der modernen Wissenschaft in Europa*. Verlag C.H. Beck, München.
- Rüegg, Walter (Hrsg.) (1993): *Geschichte der Universität in Europa*. Band I: Mittelalter. Verlag C.H. Beck, München.
- Rüegg, Walter (Hrsg.) (1996): *Geschichte der Universität in Europa*. Band II: Von der Reformation bis zur Französischen Revolution 1500–800. Verlag C.H. Beck, München.
- Rüegg, Walter (Hrsg.) (2004): *Geschichte der Universität in Europa*. Band III: Vom 19. Jahrhundert zum Zweiten Weltkrieg 1800–1945. Verlag C.H. Beck, München.
- Stürmer, Michael (2016a): *Das Erbe der Imperien*. In: *Welt am Sonntag*, Ausgabe vom 24. Jänner 2016.
- Stürmer, Michael (2016b): *Das sind die Wurzeln unserer aktuellen Krisen*. In: *Die Welt*, Ausgabe vom 30. Jänner 2016.
- Watson, Peter (2006): *Ideen. Eine Kulturgeschichte von der Entdeckung des Feuers bis zur Moderne*. C. Bertelsmann Verlag, München.
- Weber, Wolfgang E.J. (2002): *Geschichte der europäischen Universität*. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart.

## Autoren

- Hannes Androsch, ehem. Vizekanzler und Finanzminister der Republik Österreich, Industrieller, Vorsitzender des Rates für Forschung und Technologieentwicklung, Vorsitzender des Aufsichtsrates der AIT Austrian Institute of Technology GmbH.
- Bettina Ruttensteiner-Poller, wissenschaftliche Referentin beim Rat für Forschung und Technologieentwicklung.

## Anmerkungen

- <sup>1</sup> Der Buchdruck war ursprünglich eine chinesische Erfindung und dort auch seit dem zehnten Jahrhundert überall in Gebrauch, dennoch konnte er in China nicht in der Weise zu einer Explosion des Wissens beitragen wie später in Europa (Landes 1999/2009, 67 f).
- <sup>2</sup> Beigetragen hatte hierzu nicht zuletzt die Entdeckung Amerikas (1492), durch welche die Europäer erkennen mussten, neuen Beobachtungen größeres Gewicht beimessen zu müssen als alten Überlieferungen (Harari 2013, 353).
- <sup>3</sup> Davies Gilbert-Giddy: „However specious in theory the project might be of giving education to the labouring classes of the poor, it would, in effect, be found to be prejudicial to their morals and happiness; it would teach them to despise their lot in life, instead of making them good servants in agriculture and other laborious employments to which their rank in society had destined them.“ Zit. nach: <http://www.educationengland.org.uk/history/chapter02.html>
- <sup>4</sup> Gemäß Art. 26 der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte der Vereinten Nationen vom 10. Dezember 1948.
- <sup>5</sup> Die bedeutendsten Universitäts-Rankings sind das Times Higher Education Supplement World University Ranking, das Shanghai-ARWU-Ranking, das QS-World University Ranking und das CWTS Leiden Ranking.
- <sup>6</sup> QS World University Ranking 2015/16.
- <sup>7</sup> Times Higher Education World University Ranking 2015/16.

<sup>8</sup> Im WS 2015 waren es bereits mehr als 309.000 Studierende; gemeinsam mit den rund 46.000 Studierenden an den Fachhochschulen sind damit in Österreich bereits 355.000 Personen an den Hochschulen inskribiert.

<sup>9</sup> [http://www.snf.ch/SiteCollectionDocuments/por\\_fac\\_sta\\_jb14\\_d.pdf](http://www.snf.ch/SiteCollectionDocuments/por_fac_sta_jb14_d.pdf) (S. 6).

<sup>10</sup> <https://www.psi.ch/about/zahlen-und-fakten>

<sup>11</sup> [http://www.helmholtz.de/ueber\\_uns/die\\_gemeinschaft/zahlen\\_und\\_fakten/](http://www.helmholtz.de/ueber_uns/die_gemeinschaft/zahlen_und_fakten/); sowie: <http://www.research-in-germany.org/en/research-landscape/research-organisations/helmholtz-association.html>

<sup>12</sup> [http://www.mpg.de/zahlen\\_fakten](http://www.mpg.de/zahlen_fakten); sowie: <http://www.research-in-germany.org/en/research-landscape/research-organisations/max-planck-society.html>

<sup>13</sup> <http://www.research-in-germany.org/en/research-landscape/research-organisations/fraunhofer-gesellschaft.html>

<sup>14</sup> <http://digitalpages.tno.nl/tno-annual-report-2014/page/14>