

Hegel und die Technik(Wissenschaften)

Michael F. Jischa

Die kürzeste Antwort auf die Frage was Ingenieure tun hat Carl Friedrich von Weizsäcker in „Die Einheit der Natur“ (1971) gegeben: „Sie beschäftigen sich mit *Materie, Energie und Information, und darauf wenden sie die Prozesse Wandlung, Transport und Speicherung an*“. In Bild 1 habe ich seine Antwort um eine dritte Dimension ergänzt: Welche Werkzeuge benutzen sie dafür?

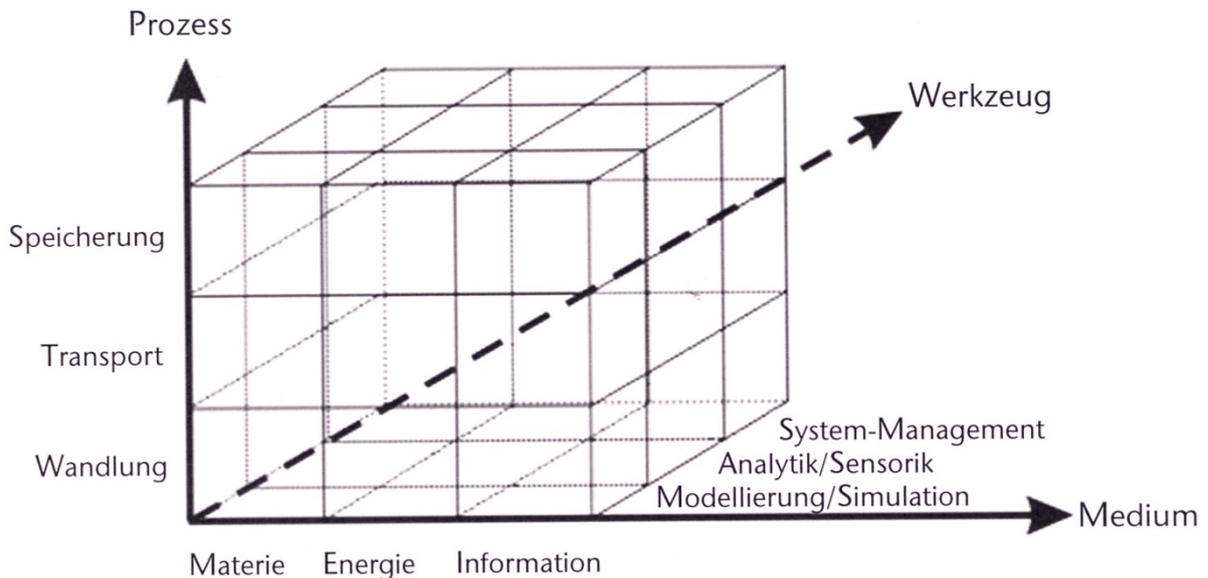


Bild 1: Was tun Ingenieure?

Die Beschleunigung aller technischen Prozesse in der heutigen Zeit ist atemberaubend. Die Digitalisierung der Informationstechnologien hat *Modellierung und Simulation* vorangetrieben. In Verbindung mit dem Werkzeug *Analytik und Sensorik* – physikalisch und chemisch – sind enorme Fortschritte erzielt worden. Das dritte Werkzeug nenne ich *System-Management*. Dabei geht es um das *Management von Stoff-, Energie- und Informationsströmen*.

Der Text besteht aus drei Teilen: **Technik in der Zeit vor Hegel**, **Technik in und um Hegels Lebensspanne** sowie **Technik nach Hegels Lebensspanne**.

Technik in der Zeit vor Hegel

In der Urzeit gab es zwei Energiequellen, das Feuer und die menschliche Arbeitsleistung. Nach der Neolithischen Revolution kam als dritte Energiequelle die Arbeitsleistung der Tiere hinzu. Dabei waren jene Regionen im Vorteil, in denen es geeignete Tiere gab. Das war im vorderen Orient der Fall, dem Gebiet zwischen Euphrat und Tigris. Im Mittelalter kamen als weitere Energiequellen die Laufwasserenergie und die Windenergie hinzu. Wasser- und Windräder lieferten mechanische Energie zum Antrieb von Pumpen zur Be- und Entwässerung und zum Mahlen von Korn durch Mühlensteine. Aus energetischer Sicht waren die Truppen Napoleons in der gleichen Situation wie die Truppen von Alexander dem Großen, von Hannibal und Caesar. Ihre Geschwindigkeit war die Geschwindigkeit von Mensch und Tier. Dass sie mit Vorderladern weiter schießen konnten als mit Pfeil und Bogen oder Armbrüsten war marginal.

Ab etwa 600 v. Chr. findet der Übergang von der magischen zur physikalischen Weltbetrachtung statt. Die Natur wird entzaubert, ihr wird das Geheimnisvolle genommen. Die Welt wird von Naturgesetzen beherrscht, welche den Ablauf der Erscheinungen beschreiben und die Vorhersage kommende Ereignisse gestatten. Die Griechen erkannten, dass die Nilfluten durch saisonale Regenfälle im Innersten Afrikas verursacht werden.

Eine zentrale Rolle bei der Erklärung von Naturvorgängen spielte die Mechanik. Das Wort bedeutet im griechischen Werkzeug oder Werkzeugkunde. Die Entwicklung der Mechanik wurde maßgeblich von der Einstellung des Altertums zur Technik geprägt. Die körperliche Arbeit galt als niedrig und unfein. Der freie Mann widmete sich den Staatsgeschäften, der Kunst und der Philosophie. So heißt es in den Dialogen Platons: „Aber Du verachtest ihn (den Techniker) und seine Kunst und würdest ihn fast zum Spott Maschinenbauer nennen.“ Bei Aristoteles lesen wir: „Ist nicht der Mechaniker ein Betrüger, der Wasser durch Pumpwerke zwingt, sich entgegen dem natürlichen Verhalten bergaufwärts zu bewegen?“ Die antike Technik beschränkte sich zumeist auf mechanische Spielereien. So gab es einen Automaten, der nach dem Einwurf eines Geldstücks Weihwasser spendete, oder eine Einrichtung zum automatischen Nachfüllen von Öl für Lampen. Ein Meister seines Faches war Heron von Alexandria, Bild 2.

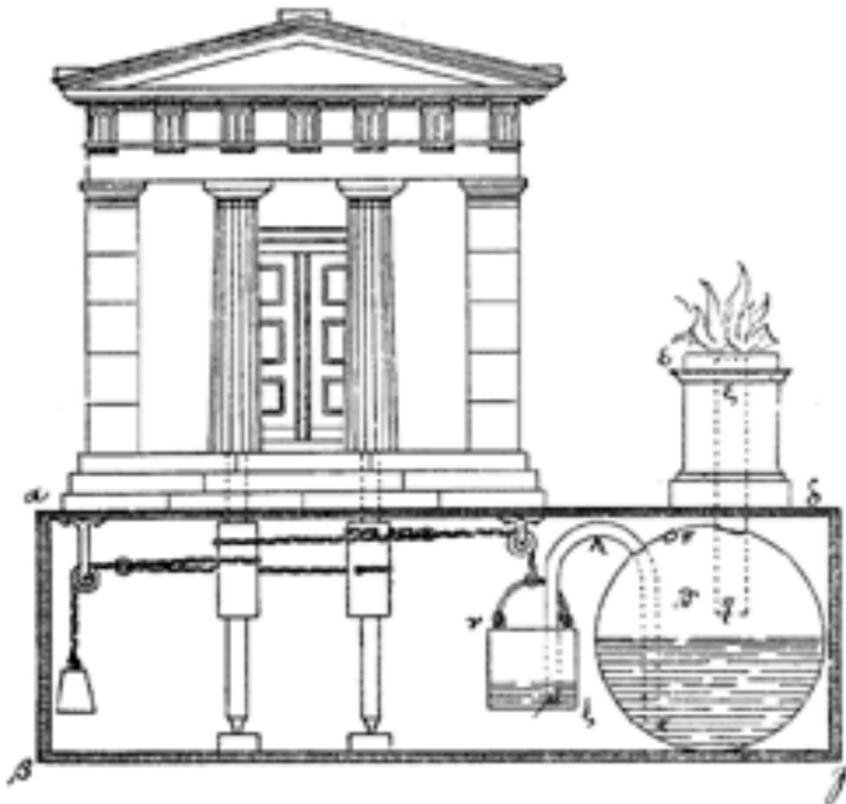


Bild 2: Pneumatischer Tempeltüröffner des Heron von Alexandria

Wird über einem unterirdisch angebrachten Wasserbehälter ein Opferfeuer entzündet, so nimmt der Druck der Luft wegen der Erwärmung und der damit verbundenen Ausdehnung über der Wasseroberfläche zu. Dadurch wird das Wasser über eine Rohrleitung in einen daneben liegenden beweglichen Behälter gedrückt, der schwerer wird als ein entsprechendes Gegengewicht. Wasserbehälter und Gegengewicht treiben über Seile oder

Ketten die Tempeltüren an. Die Türen werden so lange geöffnet halten, wie das Feuer für die Aufrechterhaltung des Druckes sorgt. Wird das Feuer gelöscht, so nimmt der Druck wegen der Abkühlung ab und der Wasserstand in dem festen Behälter steigt wieder an. Das wird auf die Gläubigen der damaligen Zeit einen nachhaltigen Eindruck gemacht haben. Hier wurde Technik ausgenutzt, um durch Herrschaftswissen Macht auszuüben.

Die Römer haben nicht an einer Weiterentwicklung des griechischen Weltbildes gearbeitet. Es entstanden jedoch grandiose Ingenieursleistungen auf dem Gebiet der Bautechnik. Es gab offene Wasserleitungen und unterirdische Druckleitungen, die um 100 n. Chr. in Rom eine Gesamtlänge von 400 km erreichten.

In dem 1000 Jahre währenden Mittelalter wurde kaum eigenständige Naturforschung betrieben. Römische Technik wie der Bau von Straßen, Brücken, Wasserleitungen und Wasserpumpen wurde kaum weiterentwickelt. Die kulturelle Prägung erfolgte durch die Kirche, das geistige Leben war auf Klöster beschränkt. Fragen nach der Struktur der sichtbaren Welt lagen einer auf das Jenseits gerichteten Metaphysik des Christentums fern.

Technik in und um Hegels Lebensspanne

Um etwa 1800 lebten unsere Vorfahren in einer solaren Zivilisation. Das war die Zeit von Hegel (1775 - 1831). Ohne den Buchdruck mit beweglichen Lettern hätten Hegel und seine Kollegen nicht die Wirkung entfalten können, die zur Wissenschaftlichen und zur Technischen Revolution geführt haben. Der Druck mit beweglichen Bleilettern im Setzkasten durch Gutenberg führte zur Mechanisierung des Buchdrucks. Damit war die Grundlage für die industrielle Massenfertigung von Druckerzeugnissen gelegt. Als ältester Druck von Gutenberg erschien 1445 das Gedicht vom jüngsten Gericht. 1452 folgte die Gutenberg-Bibel in lateinischer und 1466 in deutscher Sprache. 1474 gab es die erste Buchmesse in Leipzig. Luthers Flugschriften waren 1518 die ersten Massenmedien in der Geschichte. 1556 erschien das grandiose Buch „*De re metallica*“, wenig später auf Deutsch „*Über den Bergbau*“ von Georg Agricola mit 273 Holzschnitten. Bild 3 zeigt zwei Illustrationen.



Abb. 36: Illustration zur Grubenbewetterung aus Georgius Agricolas „De re metallica“, Basel 1556, S. 176



Abb. 37: Illustration zur Alaungewinnung aus Georgius Agricolas „De re metallica“, Basel 1556, S. 458

Bild 3: Aus „De re metallica“ (Georg Agricola 1556)

Der Buchdruck von Gutenberg führte im Mittelalter zu gesellschaftlichen Umwälzungen. „Die Verwandlung der Welt“ (Osterhammel 2009) war die Folge. In der Antike und im Mittelalter war Wissen exklusives Herrschaftswissen der Eliten, der Priester, Mönche und Schriftgelehrten. Schreiben war eine Kunst der Eliten. Zünfte und Gilden waren exklusive Zirkel zur Weitergabe des Wissens. Der Buchdruck führte zur Popularisierung des Wissens. Wissen in Religion, Naturwissenschaft und Technik wurde jedermann zugänglich. Ratgeber, Handbücher und Lexika erschienen. Das war die entscheidende Voraussetzung für die europäischen Prozesse *Aufklärung und Säkularisierung* sowie die *wissenschaftliche und die industrielle Revolution*.

Leonardo da Vinci (1452 – 1519) hat seinerzeit prophetisch formuliert: „*Wer sich ohne Wissenschaft in die Praxis verliebt gleicht einem Steuermann, der ein Schiff ohne Ruder oder Kompass steuert und der niemals weiß, wohin er getrieben wird Meine Absicht ist es, erst die Erfahrung anzuführen und sodann mit Vernunft zu beweisen, warum diese Erfahrung auf solche Weise wirken muss..... Die Weisheit ist eine Tochter der Erfahrung: Die Theorie ist der Hauptmann, die Praxis sind die Soldaten Die Mechanik ist das Paradies der mathematischen Wissenschaften, weil man mit ihr zur schönsten Frucht der mathematischen Erkenntnis gelangt.*“ Diese Erkenntnis hat später Leibniz (1646 – 1716) als „*Theoria cum praxi*“ formuliert.

Leibniz hat im Oberharz segensreich gewirkt. Seit mehr als 1000 Jahren sind im Rammelsberg bei Goslar Erze gefördert worden. Noch 1981 (mein Wechsel an die TU Clausthal) habe ich den Rammelsberg aktiv erlebt. Für Gäste war es stets ein Erlebnis, neben dem Rammelsberg historische Anlagen wie den Otilie Schacht, den Kaiser Wilhelm Schacht, die Schmalspurbahnen, die Oberharzer Wasserwirtschaft und Museen zu besuchen. Um 1200 gehörte die Stadt Goslar mit der Kaiserpfalz zu den zehn größten Städten in Deutschland. Der Rammelsberg und das Oberharzer Wasserregal sind Weltkulturerbe geworden.

Um 1500 war China Europa technologisch voraus. Buchdruck, Papier, metallurgische Prozesse, Schießpulver, Kompass und seegehende Schiffe waren entwickelt. Admiral Zheng He fuhr mit einer Flotte nach Westafrika, bevor Kolumbus Amerika entdeckte. China hätte die Verwandlung der Welt vorantreiben können. China war mit seiner alten Kultur sich selbst genug, Kontakte mit den Barbaren versprachen keinen Nutzen. Hauptanliegen war es, das riesige Reich stabil zu halten. Die geschulte Beamtenhierarchie sollte die Lehren der alten Meister Konfuzius und Lao Tse weitertragen. Kopieren galt als höchste Kunst, Veränderungen revolutionärer Art waren unerwünscht. Die Ming Dynastie herrschte in China von 1368 bis 1644, ein ungewöhnlich langer Zeitraum. In dem gleichen Zeitraum hat die Hanse im Ostseeraum gewirkt. Sie war eine weitverzweigte Wirtschaftsmacht ohne Staatsmacht mit etlichen Kontoren von Bergen bis Nowgorod. Ihr Zentrum war die Hansestadt Lübeck.

Um 1500 war die Situation in Europa fundamental anders als in China. Es gab kleinräumige staatliche Strukturen, Königreiche und Herzogtümer. Selbstbewusste Stadtstaaten in Italien und in der Hanse handelten und konkurrierten miteinander. Es gab einen regen Austausch von Künstlern, Baumeistern, Gelehrten und revolutionären Ideen. Eine Bürgergesellschaft entstand. Die europäischen Prozesse Humanismus, Renaissance und Reformation mündeten in Aufklärung und Säkularisierung. Sie führten zur Verwandlung und Beherrschung der Welt durch europäische Mächte. Die Frage „*Warum Europa?*“ (Mitterauer 2003) wird am Wandel der Vorstellungen zur Himmelsmechanik deutlich. Das *geozentrische Weltbild* des Ptolemäus dominierte bis ins Mittelalter. Es entsprach der kirchlichen Lehrmeinung, die Erde sei das Zentrum des Universums.

1510 begründete Kopernikus das *heliocentrische System*. Das war der Beginn der *wissenschaftlichen Revolution*, die von Europa ausgegangen ist. Kopernikus (1473 - 1543) war Pole, seine Aufzeichnungen sind postum veröffentlicht worden. Dem Dänen Tycho Brahe (1546 -1601) wurde von dem dänischen König auf der Insel Ven im Öresund ein Observatorium gebaut. Es wird in der Literatur als bestfinanziertes Observatorium der Geschichte und Lustschloss zugleich beschrieben, siehe „*Big Bang*“ (Singh 2004). Brahe hat seinerzeit die genauesten Messungen über die Bewegungen der Sterne vorgenommen. In dem gleichen Zeitraum hat sich Galilei (1564 - 1642) mit der Himmelsmechanik beschäftigt. Der Flame Lippershey (1570 - 1619) hat als Linsenschleifer Brillen und Ferngläser hergestellt. Letztere waren für die venezianischen Kaufleute von großem Interesse. Denn so konnten sie frühzeitig erkennen, wann eines ihrer Schiffe beladen mit Schätzen des Orients am Horizont auftauchte.

Dem nachfolgenden dänischen König wurde der aufwendige Lebensstil von Brahe zu teuer. Brahe erhielt ein Angebot nach Prag zu gehen, wo ihm ein Observatorium gebaut wurde. Dort stellte er Kepler (1571 - 1630) ein, der Brahe in mathematischen Belangen überlegen war. Brahe hat Kepler jedoch keinen Einblick in seine Aufzeichnungen gegeben. Als Folge

eines Trinkgelages ist Brahe verstorben und Kepler wurde sein Nachfolger. Nunmehr hatte Kepler Zugang zu den Aufzeichnungen von Brahe. Daraus erstellte er die drei *Keplerschen Gesetze* für die Bewegung der Planeten:

1. Die Planeten bewegen sich auf Ellipsenbahnen.
2. Die Planeten ändern ständig ihre Geschwindigkeit.
3. Die Sonne befindet sich nicht genau im Mittelpunkt der Umlaufbahnen.

Keplers Ellipsen gaben ein vollständiges und genaues Bild des Sonnensystems. Seine Schlussfolgerungen waren ein Triumph der wissenschaftlichen Methode, das Ergebnis einer Verknüpfung von Beobachtung, Theorie und Mathematik. Seine Abhandlung „*Astronomia Nova*“ erschien 1609. Eine mathematische Durchdringung begann mit Galileo Galilei (1564 - 1642). Galilei erfuhr 1609 von der Erfindung des Fernrohres durch den niederländischen Brillenmacher Lippershey. Er entwickelte es weiter und setzte es zur Erkundung des Himmels ein. Er schenkte dem Dogen von Venedig das damals stärkste Teleskop der Welt mit 60-facher Vergrößerung. Das Kongregat der Inquisition verkündete 1616, die Behauptung des heliozentrischen Weltbildes sei ketzerisch. Dennoch veröffentlichte Galilei 1632 seine „*Discorsi*“. Er wurde daraufhin als Ketzer verurteilt und zeitweise zu einem (komfortablen) Hausarrest verurteilt.

Newton (1643 - 1727) schuf mit der Formulierung einer einheitlichen Dynamik himmlischer und irdischer Körper den krönenden Abschluss. Seine große Leistung war zu erkennen, dass für die irdischen Körper und die Himmelskörper dasselbe allgemeine Gravitationsgesetz gilt. Mit seinem dynamischen Grundgesetz: „*Die zeitliche Änderung des Impulses ist gleich der Summe der aller von außen angreifenden Kräfte*“ schuf er die zentrale Beziehung der klassischen Mechanik. Zeitgleich mit Leibniz (1646 - 1716) hat Newton die Lehre von den stetigen Veränderungen mathematischer Größen, die Differenzial- und Integralrechnung entwickelt. Entscheidend für den Beweis der Keplerschen Gesetze war seine Formulierung des *Gravitationsgesetzes*:

Die Anziehungskraft F ($F = \text{Force}$) zwischen zwei Körpern der Massen M und m ist proportional dem Produkt ihrer Massen M und m , proportional der Gravitationskonstanten und umgekehrt proportional dem Quadrat ihres Abstandes R .

Damit und mit dem Impulssatz konnte Newton die drei Gesetze mathematisch beweisen. **Mit Newtons Werk begann 1687 die *Wissenschaftliche Revolution*.** Das mechanistische Weltbild der klassischen Physik ist von großer Überzeugungskraft und Einheitlichkeit. Es hat gewaltige Erfolge bewirkt. Die Planeten Neptun und Pluto wurden aufgrund von Voreberechnungen und nachfolgender Suche entdeckt. All das begann mit Newton, kurz darauf hat Leibniz (1646 – 1716) im Oberharz segensreich gewirkt.

Mathematiker, Physiker und Chemiker, teilweise auch Handwerker, haben bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts die klassische Physik und Chemie abgeschlossen. Exemplarisch beginne ich mit dem Schweizer Leonhard Euler (1707 – 1783). Friedrich der Große hatte von seinen Künsten erfahren und ihn beauftragt, einen Springbrunnen im Garten von Sanssouci zu bauen. Der Springbrunnen war recht weit von der Quelle entfernt. Das hat dazu geführt, dass der Brunnen keinen Tropfen Wasser gefördert hat. Friedrich der Große hat daraus den Schluss gezogen, dass die Technikwissenschaften noch unzureichend seien und hat weiter mit Voltaire auf Französisch parliert. Er hat Euler seine Gunst entzogen, der daraufhin von Katharina der Großen das Angebot erhielt, an den Hof nach St. Petersburg zu kommen. Das

war seinerzeit für Wissenschaftler die einzige Möglichkeit, ihren Unterhalt zu finanzieren, außer sie waren vermögend. Euler hatte den Spannungstensor noch nicht gekannt, er wurde einige Zeit später von Navier und Stokes formuliert. Das war in der Eulerschen Gleichung noch nicht berücksichtigt. Nach einem Austausch mit Studenten in Sankt Petersburg hat mir eine Studentin ein Foto von dem Grab Eulers mitgebracht.

Lavoisier (1743 – 1794) wird als der Newton der Chemie bezeichnet. Vor ihm gab es eine obskure Phlogiston-Theorie, um Feuer zu beschreiben. Lavoisier erkannte, dass der Sauerstoff der Luft die entscheidende Rolle bei Feuerrungen spielt. Er ist am Ende der französischen Revolution der Guillotine zum Opfer gefallen mit dem törichtem Spruch: „*Die Revolution braucht keine Chemiker*“. Das gleiche Schicksal erfuhr wenig später Robespierre, der zuvor mehrfach aktiv von der Guillotine Gebrauch gemacht hatte. Laplace (1749 – 1827) wurde seinerzeit von Napoleon gefragt, warum Gott in seinem Werk nicht vorkommen würde. Laplace antwortete stolz: „*Diese Hypothese habe ich nicht nötig gehabt*“. Das deutet darauf hin, dass Newton in seinen Werken mitunter den Schöpfer bemüht hat.

In der Liste die drei größten Mathematiker der Menschheitsgeschichte werden Archimedes (287 - 212 v. Chr.), Newton und Gauß (1777 - 1855) aufgeführt. Der Herzog von Braunschweig war ein Förderer von Gauß. Er legte Wert darauf, dass Gauß nicht an einer ausländischen Universität promovierte. Aus Dankbarkeit gegenüber seinem Gönner lehnte Gauß einen Ruf an die Petersburger Akademie der Wissenschaften ab. 1807 wurde Gauß Professor an der Universität Göttingen und Direktor der dortigen Sternwarte. Gauß hatte vielfältige Interessen, sie betrafen die Geodäsie, Magnetismus, Elektrizität und Telegrafie. Bild 4 zeigt den 10 DM Schein, der sich noch kopieren ließ. In dem Buch „*Die Vermessung der Welt*“ (Kehlmann 2005) ist die Geschichte von Gauß literarisch dargestellt.





Bild 4: Gauß-Verteilung und die Vermessung Norddeutschlands

In der folgenden Auflistung sind europäische Wissenschaftler genannt, die sich in den Natur- und Technikwissenschaften bleibende Verdienste erworben haben. Am Beginn steht Newton, mit dem die wissenschaftliche Revolution am Beispiel der Himmelsmechanik begonnen hat. Sie endet mit den Gleichungen der Elektrodynamik durch Maxwell. Diese verknüpfen die elektrischen und magnetischen Feldgrößen miteinander. Die Auflistung der Mathematiker, Physiker und Chemiker beginnt mit Newton und endet mit Maxwell. Beide sind englische Wissenschaftler, das war kein Zufall. Ein Fazit ist, dass die wissenschaftliche und die technische Revolution von Europa ausgegangen sind. Einige Wissenschaftler habe ich zuvor erwähnt, die Liste ließe sich mühelos erweitern. Hier nenne ich:

Newton 1643 – 1727, Leibniz 1646 – 1716, Euler 1707 – 1783, Watt 1736 – 1819, Coulomb 1736 – 1806, Galvani 1737 – 1798, **Lavoisier 1743 – 1794**, Volta 1745 – 1827, Laplace 1749 – 1827, Fourier 1768 – 1830, **Hegel (1775 - 1831)**, Ampere 1775 – 1836, Gauß 1777 – 1855, Fraunhofer 1787 – 1826, Faraday 1791 – 1867, Coriolis 1792 – 1843, Carnot 1796 – 1832, Poiseuille 1799 – 1869, Doppler 1803 – 1853, Bunsen 1811 – 1899, von Siemens 1816 – 1892, Joule 1818 – 1889, Stokes 1819 – 1903, von Helmholtz 1821 – 1894, Clausius 1822 – 1888, Lord Kelvin, 1824 – 1907, **Maxwell 1831 – 1879.**

Der Protagonist Hegel (1775 - 1831) befindet sich in der Mitte dieser Reihung. In den Büchern „Hegels Welt“ (Kaube 2020) und „Hegel – Der Weltphilosoph“ (Ostritsch 2020) ist für mich nicht erkennbar, ob und wie Hegel mit seinen Kollegen Hölderlin und Schelling an Diskussionen über Natur- und Technikwissenschaften teilgenommen hat. Ich habe den Eindruck, dass sie in einer anderen Welt gelebt haben.

Daneben erwähne ich das Buch „Caroline“ (Kleißmann 1975). Caroline ist 1763 als Göttinger Professorientochter Michaelis geboren. Sie war in erster Ehe in Clausthal (das seinerzeit noch nicht mit Zellerfeld vereint war) mit dem Arzt Dr. Böhmer verheiratet. In zweiter Ehe mit Wilhelm Schlegel, mit dem sie 1796 nach Jena gezogen ist, und in dritter Ehe mit Schelling. Sie ist früh verstorben. In dem Klappentext schreibt Kleißmann: „Keine Frau der deutschen Geistesgeschichte hat zwischen 1763 und 1809 - ihre Lebensdaten - aber auch noch weit darüber hinaus so sehr die Fantasie der Zeitgenossen wie der Nachlebenden beschäftigt wie

Caroline. Ihre Beurteilung schwankte zwischen Schmähungen wie Dame Luzifer und der Bewunderung: Etwas der Art kommt nicht wieder!“

Vor und nach der französischen Revolution 1789 wurden unter dem Ancien Regime in Frankreich aus militärischen Gründen Bildungseinrichtungen für angehende Offiziere geschaffen. Die *Ecole National des Ponts et Chaussees* (1747), damit Infanteristen rasch behelfsmäßige Brücken bauen können. Die *Ecole des Mines* (1783), denn Bergbau gehörte zu den damaligen Hochtechnologien. Die *Ecole Polytechnique* (1794), die zu den angesehensten und für Frankreich typischen Elitehochschulen zählt, den *Grandes Ecoles*.

Technik nach Hegels Lebensspanne

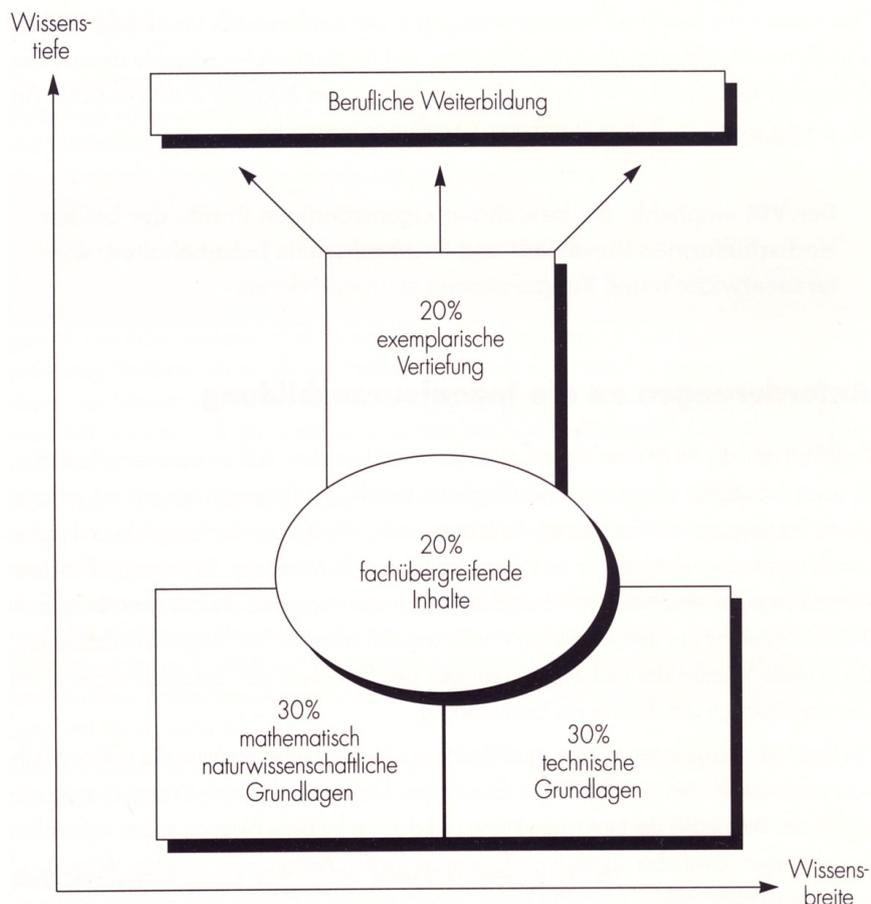


Bild 5: Struktur des Studiums der *Technikwissenschaften*, aus „*Ingenieurqualifikation im Umbruch*“ (VDI 1995)

Der Begriff *Technikwissenschaften* ist jung. Bis vor kurzem wurde der Begriff *Ingenieurwissenschaften* verwendet. Das wäre etwa so, als würde man anstatt von Medizin von *Arztwissenschaften* sprechen. Im englischen wird die Bezeichnung *Engineering* verwendet, ergänzt mit anschaulichen Begriffen wie *Mechanical*, *Chemical* oder *Civil* (womit Bauingenieurwesen gemeint ist). Bild 5 beschreibt die Struktur des Studiums der *Technikwissenschaften*, die der „*Verein Deutscher Ingenieure*“ (VDI) empfiehlt. In Ausschüssen des VDI habe ich in der Zusammenarbeit mit den Philosophen Christoph Hubig, Aloys Huning, Klaus Kornwachs, Friedrich Rapp und Günter Ropohl viel gelernt. In

anderen Gremien habe ich von den Philosophen Klaus M. Meyer-Abich, Carl F. Gethmann und Armin Grunwald gleichfalls profitiert.

Bild 5 zeige ich häufig in Vorträgen, da ich die Ausuferung von Studiengängen kritisiere. Hierzu eine Anekdote. Der österreichische Satiriker Karl Kraus (1874 – 1936) hat auf die Frage eines jungen Mannes, wo man Wirtschaftspsychologie studieren könne geantwortet: Ich empfehle Ihnen, studieren Sie entweder das eine oder das andere. Ich habe den Eindruck, dass fast nur noch Bindestrich-Studiengänge eingerichtet werden. Universitäten preschen mit neomodischen Bezeichnungen vor, um Aktualität zu suggerieren in der durchsichtigen Annahme, damit Studienanfänger einfangen zu können. Praxisnähe und direkte Verwendbarkeit werden angepriesen, als wäre das Abrichten auf einen Arbeitsplatz das zentrale Ziel des Studiums. Kürzlich habe ich die Zahl von 20.000 Studiengängen gelesen. Das ist absurd, es führt zur Orientierungslosigkeit der Studienanfänger. Der Prozess, immer mehr Studiengänge zu konzipieren, wird sich aus meiner Sicht selbst ad absurdum führen.

Ich halte eine radikale Umkehr hin zu einer Reduzierung auf wenige Studiengänge für dringend geboten. Dazu beginne ich mit zwei griffigen Aussagen aus philosophischer Sicht. Wir leben in einer Zeit der *Gegenwartsschrumpfung*, siehe „*Der Lebenssinn der Industriegesellschaft*“ (Lübbe 1990). Wenn wir die Gegenwart als die Zeitdauer konstanter Lebens- und Arbeitsverhältnisse definieren, dann nimmt der Aufenthalt in der Gegenwart ständig ab. Die unbekannte Zukunft rückt immer näher an die Gegenwart heran. Gleichzeitig gilt eine für Entscheidungsträger ernüchternde Erkenntnis, die ich das „*Popper-Theorem*“ nenne, siehe „*Das Elend des Historizismus*“ (Popper 1987). Wir können immer mehr wissen und wir wissen auch immer mehr. Aber eines werden wir niemals wissen können, nämlich was wir morgen wissen werden, denn sonst wüssten wir es bereits heute. Mit fortschreitender Entwicklung der modernen Gesellschaft nimmt die Prognostizierbarkeit ihrer Entwicklung ständig ab. Niemals zuvor in der Geschichte gab es eine Zeit, die über ihre nahe Zukunft so wenig gewusst hat wie wir heute. Gleichzeitig wächst die Zahl der Innovationen ständig, die unsere Arbeitswelt und Lebenssituation strukturell und irreversibel verändern.

Daraus ergeben sich neue Anforderungen an die Ausbildung der Ingenieure. Das Abrichten auf ein heute ausgemachtes Berufsfeld wird sinnlos wenn niemand wissen kann, ob dieses nach Beendigung des Studiums noch eine Bedeutung hat. Der strapazierte Begriff Praxisbezug ist häufig ein Synonym für Theoriedefizit. Ich kenne keine Studienordnung in technischen Disziplinen, die 20 % fachübergreifende Inhalte empfiehlt. Von zentraler Bedeutung sind 30 % mathematische und naturwissenschaftliche Grundlagen sowie 30 % technische Grundlagen. Denn diese sind „*trendinvariant*“. Daneben sind 20 % exemplarische Vertiefung vorzusehen, siehe Bild 5.

Ab der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, in die Hegel (1770 – 1831) hineingewachsen ist, setzte die industrielle Revolution ein. In Europa wurden technische Fachschulen gegründet. 1775 wurden in der Clausthaler Lateinschule Aufbaukurse für Bergleute eingerichtet. Daraus ist 1811 eine Bergschule und 1864 eine Bergakademie entstanden. Ähnliche Einrichtungen wurden in Freiberg und Leoben gegründet. An den Bergschulen gab es drei Arten von Experten. Man brauchte Geologen und Mineralogen, um Lagerstätten von Mineralien aufzuspüren. Die zweite Gruppe waren Bergleute die wussten, wie Mineralien gefördert werden können. Das war der klassische Bergbau. Die dritte Gruppe waren Hüttenleute, die

aus den Mineralien die Metalle geschmolzen haben. Das waren die drei Kernbereiche. Diese wurden durch Experten für technische Anlagen wie Ketten und Seile für Förderkörbe und Schienen für Loren ergänzt. Generatoren und Elektromotoren wurden früh eingesetzt. Wenig später sind die Fachschulen in Technische Hochschulen und Technische Universitäten überführt worden. Eine ähnliche Entwicklung haben die Fachschulen für Landwirtschaft und Forstwirtschaft genommen, die später in Universitäten eingegliedert wurden.

Vor und nach der französischen Revolution 1789 wurden unter dem Ancien Regime in Frankreich aus militärischen Gründen Bildungseinrichtungen für angehende Offiziere geschaffen. Die *Ecole National des Ponts et Chaussees* (1747), damit Infanteristen rasch behelfsmäßige Brücken bauen können. Die *Ecole des Mines* (1783), denn Bergbau gehörte zu den damaligen Hochtechnologien. Die *Ecole Polytechnique* (1794), die zu den angesehensten und für Frankreich typischen Elitehochschulen zählt, den *Grandes Ecoles*.

Im 19. Jahrhundert war Europa durch einen grenzenlosen Optimismus gekennzeichnet. Wissenschaft und Wirtschaft hatten in Europa eindeutig die Vorherrschaft übernommen. Es gab erste Weltausstellungen in London und in Paris, alles schien so weiter zu gehen.

Wirtschaftsmächte – die Top Drei

prozentualer Anteil an der weltweiten Wirtschaftskraft

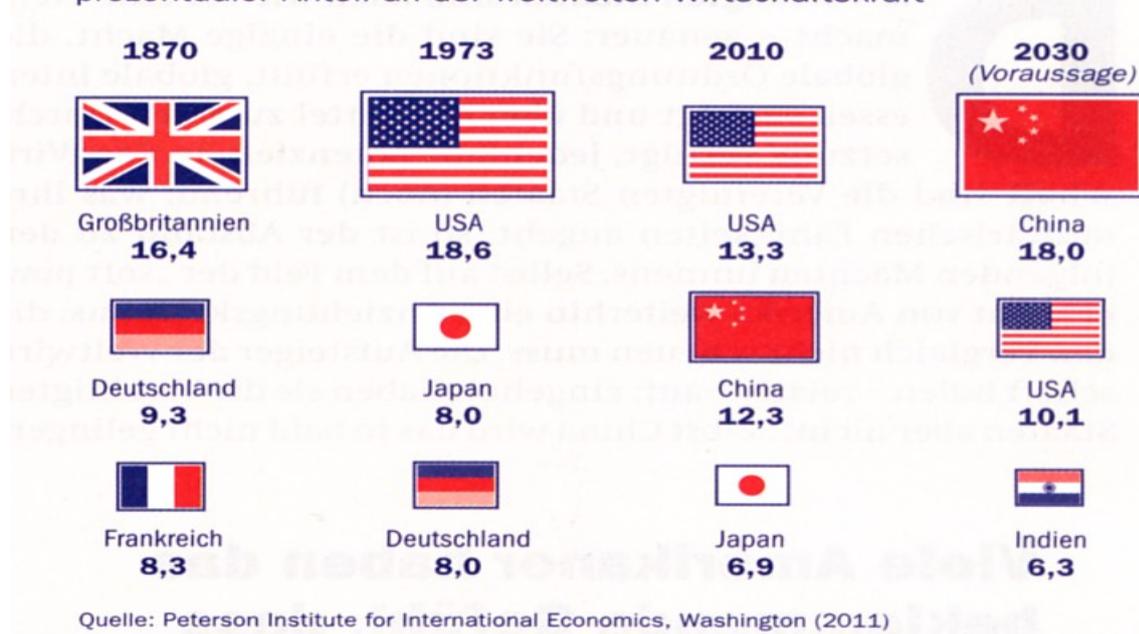


Bild 6: Verschiebungen in der Weltwirtschaft (loyal 11/2012)

Bild 6 stammt aus einer Zeitschrift für Reserveoffiziere, mit der ein Ehemaliger mich versorgt. Die Veränderungen sind aufschlussreich. Im 19. Jahrhundert lagen drei europäische Länder gemessen an der Weltwirtschaft an der Spitze. Dabei war Großbritannien mit deutlichem Abstand die führende Nation, gefolgt von Deutschland und Frankreich. In Großbritannien gab es die erste Eisenbahn und die erste stählerne Brücke.

Vor und nach der Französischen Revolution 1789 wurden in Frankreich aus militärischen Gründen Bildungseinrichtungen für angehende Offiziere geschaffen. Die *Ecole National des Ponts et Chaussees* (1747), damit Infanteristen rasch behelfsmäßige Brücken bauen

können. Die *Ecole des Mines* (1783), denn Bergbau gehörte zu den damaligen Hochtechnologien. Die *Ecole Polytechnique* (1794), die zu den angesehensten und für Frankreich typischen Elitehochschulen zählt, den *Grandes Ecoles*.

Hundert Jahre später hatten die USA die Vorherrschaft übernommen. Exemplarisch dafür steht Henry Ford, der vor gut 100 Jahren das Fließband in den Schlachthöfen von Chicago kennengelernt hat. Das hat er für die Produktion seiner Autos nachgeahmt. Alle Autos waren schwarz, es gab keine Varianten. Entsprechend günstig waren die Autos. Zu der Zeit waren die europäischen Autos Unikate und entsprechend teuer. Daneben haben Ford und andere Großunternehmer wie Carnegie, Vanderbilt, Rockefeller u. a. großzügige Spenden eingerichtet und den Eisenbahnbau forciert. Dadurch haben die USA hundert Jahre nach der Spitzenposition Großbritanniens deren Rolle eingenommen.

Im Jahr 2010 hatten die USA noch die Spitzenposition inne, dicht gefolgt von China und in einigem Abstand von Japan. Die prognostizierte Reihenfolge lautet für 2100 China vor USA und danach Indien. Rumsfeld sprach seinerzeit von „*Old Europe*“. Europa ist der einzige Kontinent dessen Bevölkerung altert und schrumpft, Bild 7.

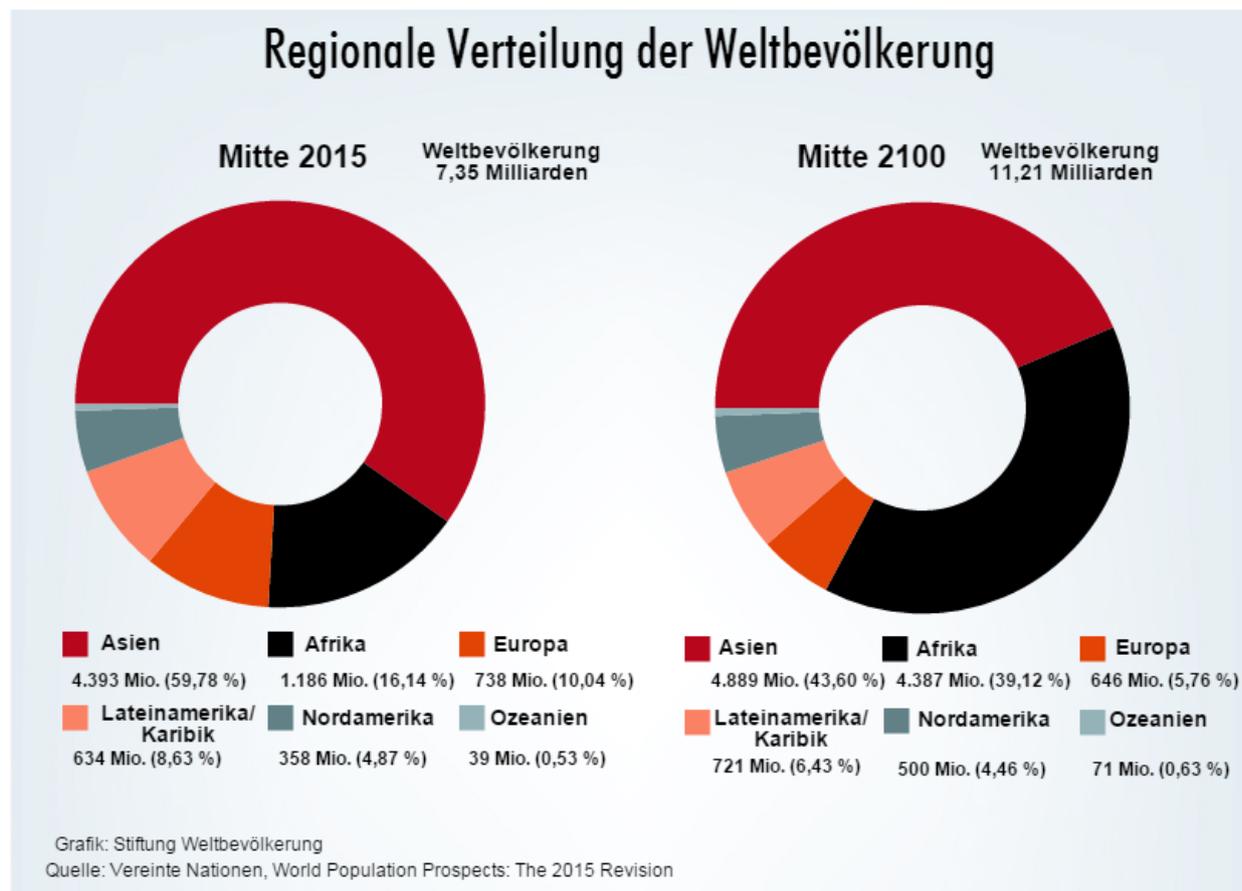


Bild 7: Entwicklung der Weltbevölkerung (Stiftung Weltbevölkerung 2015)

In Asien werden Länder wie Russland und China gleichfalls schrumpfen, der Kontinent Asien wächst jedoch, wenn auch schwach. Den stärksten Zuwachs erfährt Afrika um den Faktor gut 3,5 von 2015 bis 2100, Bild 7. Welche Maßnahmen durch Flüchtlingsströme aus Afrika angemessen sind sollte uns Europäer verstärkt interessieren. Als Fazit des Textes weise ich auf zwei Autoren hin.

„Weiß die Wissenschaft, was wir für die Zukunft der Industriegesellschaft wissen müssen? Aus „Wissenschaft für die Zukunft“ (Klaus M. Meyer-Abich 1988). Ich habe einen weiteren Spruch von Meyer-Abich im Gedächtnis: „So geht es nicht weiter. Was geschehen müsste, ist im Wesentlichen bekannt. Dennoch geschieht es im Wesentlichen nicht“.

„Die Technik ist die Antwort; aber wie lautet eigentlich die Frage?“ Aus „Der göttliche Ingenieur“ (Jacques Neiryck 2006, 6. Auflage)

Anhang

Meine Bücher sind aus Vorlesungen entstanden. Bilder ohne Angabe der Quellen stammen aus den beiden **markierten** Büchern.

Konvektiver Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch (1982) Vieweg, Braunschweig
Nachdruck Paperback Ausgabe Springer Fachmedien, Wiesbaden GmbH

Herausforderung Zukunft – Technischer Fortschritt und ökologische Perspektiven (1993)
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Ingenieurwissenschaften (2004) Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York
Erschienen in der fünfbändigen Reihe *Studium der Umweltwissenschaften* (Hg. Edmund Brandt). Offizielles Buch des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) zum Jahr der Technik 2004

Herausforderung Zukunft – Technischer Fortschritt und Globalisierung (2005) 2. Aufl.,
Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg
Nachdruck Paperback Ausgabe (2014) Springer Spektrum, Berlin Heidelberg

Dynamik in Natur und Technik – Wandel verstehen und gestalten (2018) oekom,
München