

„Holismus und Ingenieurbildung – Perspektiven für das 21. Jahrhundert“

von
Dipl.-Ing. Jens Jürgen Schlötelburg

Stand: 21. 12. 2015, Version 2.1

Inhalt

1	Zum Selbstverständnis des Ingenieurs	1
2	Philosophie vs. Technik – voneinander lernen.....	5
3	Eine holistische Perspektive auf die Technik.....	6
4	Kulturwissenschaftliche Bildung für Ingenieure.....	9
5	Quellenverzeichnis / Bibliographie	10

Zusammenfassung

Nach einer perspektivischen Selbstbetrachtung des Ingenieurberufs geht der Autor beispielhaft auf die historische Entwicklung vom Generalisten zum Spezialisten ein. Der Dualismus von Fachwissen und kulturwissenschaftlichen Kompetenzen (Sprachen, Philosophie und Geschichte) ist der Kerngedanke des Textes. Mit Beispielen aus der Ingenieurpraxis wird die Bedeutung des Holismus in der Ingenieurbildung untermauert, und der Leser erfährt zum Ende, welche Möglichkeiten der Implementierung es geben kann und welche bestehen.

1 Zum Selbstverständnis des Ingenieurs

Was ist eigentlich ein Ingenieur? Diese Frage, durch einen Ingenieur gestellt, könnte Verwunderung hervorrufen. Ja, wisse er das denn nicht selbst? Gewiß, doch die ist Frage rhetorischer Natur. Per Definition ist ein Ingenieur ein Experte der Technik. Das Wort Ingenieur stammt ursprünglich aus dem Französischen bzw. aus dem Lateinischen (ingenium: schöpferischer Geist). Doch ist die Technik isoliert in der Gesellschaft? Nein, sie ist in ihr eingebettet, ja mit ihr verwoben. Wir haben es also mit einer Form der permanenten Interaktion zwischen Technikwissenschaften und der Gesellschaft zu tun. Doch Technik (griech. téchne) ist sehr vielfältig. Da gibt es Maschinen- und Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Bauingenieurwesen und vieles mehr. Unbestritten ist jedoch, daß Technik einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung einer Gesellschaft leistet. Dieter Spethmann, ein ehemaliger Thyssen-Vorstand, sagt dazu: „In Deutschland spielt nämlich die klassische industrielle Produktion immer noch – wie in keinem anderen Industrieland – die zentrale Rolle“ [SPE 2010, S. 159]. In Anbetracht dessen, daß die Industrie allein ca. 37% der Wirtschaftsleistung

Deutschlands erbringt, ist diese Aussage berechtigt [ebd.]. Hierdurch resultiert eine sehr große Verantwortung des Ingenieurs für die Gesellschaft. Dies wird umso deutlicher, wenn man berücksichtigt, daß es Ingenieure sind, die Brücken aller Art konstruieren, Automobile und Flugzeuge entwickeln, die unser tägliches Miteinander prägen. Deshalb ist es umso bedeutsamer, daß sich der Ingenieur bereits in seiner Ausbildung dem Themenfeld der gesellschaftlichen Verantwortung stellt. Bereits 2009 ist der Hochschulverband in seinem Papier zu der Überzeugung gelangt, eine kulturwissenschaftliche Grundbildung in Geschichte und Ethik gehöre zu jedem Studium grundsätzlich dazu [DHV 2009]. Für eine juristische Grundbildung der Ingenieure hat bereits 2007 Volker Reinhard Stellung bezogen [FRE 2007]. In der Praxis haben Ingenieure z. T. täglich mit Gewährleistungen, Garantien, Zertifizierungen und anderen juristischen Begriffen zu tun.

Geradezu symbolisch für die interdisziplinäre Zusammenarbeit sind das Internet und dessen geradezu unerschöpfliche Möglichkeiten. Die örtliche Nähe von Wissenschaftlern zur Zusammenarbeit ist nicht mehr entscheidend, sondern deren Vernetzung. Videokonferenzen sind seit mehr als 10 Jahren Stand der Technik. Doch warum ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit heute so wichtig? Man schaue sich den Spezialisierungsgrad in den Fachdisziplinen einmal genauer an und stelle fest, daß ein Wissenschaftler allein nicht einmal mehr das Wissen seines eigenen Faches vollständig beherrschen kann. Um dann zu neuem Wissen gelangen zu können, ist zum einen die Vernetzung innerhalb einer Fachdisziplin von Nöten und zum andern die interdisziplinäre Vernetzung. So arbeiten Philosophen u. a. mit Medizinern, Ingenieuren oder Ökonomen zusammen oder Ingenieure mit Ökonomen, usw. Hierdurch erschließen sich im Übrigen gleich ganz neue Themenfelder und sogar ganze Fachdisziplinen, wie beispielsweise das Wirtschaftsingenieurwesen, die Medizinethik, die Bionik u.a.m.

Es können somit zwei grundsätzliche Arbeitsweisen bestimmt werden, die für das 21. Jh. prägend sein werden: Teamarbeit und Interdisziplinarität. Teamarbeit hat seit längerem Einzug in die Schulen genommen und ist fester Bestandteil der Curricula als Gruppenarbeit. Interdisziplinarität folgt allmählich dem Beispiel der Teamarbeit und findet in den Curricula unter dem Begriff fächerübergreifender Unterricht seinen Platz. Interdisziplinäre Zusammenarbeit setzt jedoch mehr Voraus als Teamarbeit: Die Fachdisziplinen müssen über eine ausreichende Basis an spezifischem Fach- und Methodenwissen verfügen, und es setzt weiter die Bereitschaft voraus, sich den Themen und Methoden einer zunächst fremd erscheinenden anderen Fachdisziplin zu widmen. Das verlangt gegenseitigen Respekt und Anerkennung. Der Präsident der Freien Universität Berlin, Prof. Dr. Peter-André Alt, sieht in der zunehmenden Interdisziplinarität die Gefahr der Verweichlichung der einzelnen Fachdisziplinen. Zitat: „Wo man zu früh in Zwischenbereiche der Wissenschaft eintritt, droht die Gefahr des Verlustes disziplinärer Identität.“ und „Die detaillierte Kenntnis der Methoden des eigenen Faches ist eine zentrale Prämisse für ein erfolgreiches interdisziplinäres Arbeiten. Gerade bei Doktoranden ist diese Kenntnis in den meisten Fällen noch nicht so tief, dass sie wirklich Prozesse der Grenzüberquerung erlaubte.“ [SZ, 21.12.2010]. Es sei an dieser Stelle einmal unterstellt, daß die zur interdisziplinären Zusammenarbeit neigenden Disziplinen, wie z. B. die Technische Mechanik, über ausreichend Fundament und Rückgrat verfügen, um sich einer fächerübergreifenden Debatte stellen zu können.

Um eine „gefährlose“ interdisziplinäre Zusammenarbeit zu erreichen, wird das Konzept des Holismus als gemeinsame Arbeitsbasis ins Spiel gebracht. Holismus ist die Idee der ganzheitlichen Betrachtung von Systemen. Der Holismus reicht zurück bis in die griechische Antike zu Platon und Aristoteles.

Wenn eine Fachdisziplin eine holistische Sichtweise einnehmen soll, so ist sie per Definition gezwungen, sich auf andere Fachdisziplinen einzulassen. Dies setzt gegenseitigen Respekt voraus. Damit eines klar ist, die einzelnen Fachdisziplinen werden nicht angegriffen oder

verweicht, sondern die Ingenieure müssen über den Tellerrand ihrer Disziplin schauen können! Grenzgänger, wie Johannes Müller aus der ehemaligen DDR, der sich als Philosoph der Konstruktionstechnik widmete, sind gefragter denn je: also Spezialist und zugleich Generalist [MÜL 1990]. Gegenwärtig gibt es eine Vielzahl von Technikphilosophen, wie beispielsweise Bernhard Irrgang, Klaus Kornwachs, Peter Fischer oder Alfred Nordmann, welche sich als Philosophen u.a. der Technik widmeten.

Ist der Ingenieur eigentlich ein Spezialist oder ein Generalist? Das klingt zunächst nach einem Widerspruch. Universalgelehrte kann es heute bei exponentiell steigendem Wissen und annähernd konstant bleibender menschlicher (!) Intelligenz wohl nicht mehr geben. Der Begriff des Generalisten, wie er seit dem 19. Jhdt. noch in Gebrauch war, hat sich evolutionär entwickelt und wird heute für Menschen angewandt, die auf unterschiedlichen Fachdisziplinen aktiv tätig sind. Nun, vielleicht ist dies eine Antwort auf die Frage; abschließend ist sie leider nicht. Natürlich ist der Ingenieur auf seinem Teilgebiet der Technik, wie beispielsweise der Regelungstechnik, der Produktionstechnik oder der Logistik ein Spezialist. Er hat sich hier durch sein Studium ein Spezialwissen angeeignet, von dem er in der Praxis zehren kann. Doch gleichzeitig ist der Ingenieur Generalist, denn er muß sich im Gefüge von interdisziplinären und interkulturellen Teams einfügen und für andere Positionen Verständnis aufbringen können. So muß er sich bei der technischen Ausgestaltung von Maschinen und dergleichen mit rechtlichen Fragen (z. B. Garantie, Gewährleistung) ebenso auseinandersetzen wie mit betriebswirtschaftlichen Fragen (z. B. Kosten, Vermarktbarkeit).

Doch bei all der bestehenden Interdisziplinarität, die es ohne Zweifel gibt, was kann der Ingenieur von der Fachgeschichte und der Philosophie erwarten? Wie können diese Disziplinen dem Ingenieur in seinem Reifeprozess des Studiums nützen? Es ist zu bemerken, daß die Technik seit langem in der Philosophie etabliert ist, umgekehrt gilt dies leider noch nicht [KAP 1877].

Eine wesentliche Antwort gibt das bereits mancherorts (auch an FH's!) etablierte Fach „Technikbewertung“: Der Ingenieur muß die Folgen seines Handelns begreifen können. Was bedeutet das? Beispielsweise hat die Gestaltung von technischen Artefakten Folgen für die Anwender derselben. Wie werden Maschinen ergonomisch gestaltet? Wie schnell können und sollten(!) Autos oder Eisenbahnen fahren können, um noch ausreichende Sicherheit zu bieten? Eine wohl der berühmtesten Fragen der Technikphilosophie ist: „Haben wir die Technik, die wir brauchen bzw. brauchen wir die Technik, die wir haben? Die jedoch fundamentale ontologische Frage der Technikphilosophie ist: „Was ist Technik“? Die beispielhaften Fragen mögen banal klingen, doch der Technikfolgenabschätzung/Technikfolgenbewertung, eine Teildisziplin der Technik, kommt es genau darauf an.

Die Philosophie kann dem Ingenieur so gesehen sehr nützliche Hilfestellungen geben. Weitere Beispiele sind Ethik und Argumentationstheorie. Ethik ist bei Ingenieuren eine oft sehr unterschätzte und teils belächelte Disziplin. Hat sie doch eher weiche Themen zum Gegenstand: Moral, Werte und Wertemaßstäbe. Diese sind für einen Ingenieur am Anfang oft nicht greifbar. Gibt es in der Industrie moralisches Handeln? Oder besser gefragt: Sollte es in der Wirtschaft moralisches Handeln geben? Zweifelsohne! Man könnte auch die durchaus kontroverse Frage stellen: Dürfen wir alles bauen, was wir können, bzw. folgt aus dem Können immer ein Sollen? Das sind zentrale Fragen der Technikethik, welche z. B. beim Fracking¹ oder in der Biotechnologie zum Tragen kommen.

Doch was kann die Philosophie einem Ingenieur, der gewohnt ist, mit harten Fakten zu arbeiten, bieten? Da wäre beispielsweise die holistische Perspektive auf Problemstellungen zu nennen. Was bedeutet das? Ein Problem kann beispielsweise aus dem Blickwinkel der Technik betrachtet und gelöst werden. So weit so gut. Doch genügt dies in der Praxis kaum den Ansprüchen an Problemlösungsprozesse. Die Lösung muß schließlich auch bezahlbar

sein: Und schon wurde die betriebswirtschaftlich-finanzielle Perspektive tangiert. Doch die Lösung muß auch an den Markt herangetragen werden. Da wäre dann die Marketingperspektive. Auf der juristischen Ebene bewegt man sich mit der Frage der Gewährleistung oder einer Garantie für ein technisches Erzeugnis, welche gesetzlich vorgeschrieben ist. All dies muß der Ingenieur bei der Produktgestaltung berücksichtigen. Für Philosophen ist die ganzheitliche Sicht der Dinge das tägliche Brot. Das sollte sie in diesem Zusammenhang auch für den Ingenieur sein!

Allgemein schreibt man den Philosophen ein begnadetes Talent zur Analyse von Sachverhalten zu. Doch sollte das kein Privileg der Geisteswissenschaftler sein. Bei den immer komplexer werdenden Aufgabenstellungen muß auch der Ingenieur in der Lage sein, sehr komplexe technisch und nichttechnische, aber Technik tangierende Aufgaben zu durchdringen und zu bearbeiten. Dies studiert man am besten durch das Bearbeiten komplexer Aufgaben in interdisziplinärem Umfeld.

Auch die Technikbewertung ist eine Disziplin, der sich Ingenieure während ihrer Ausbildung widmen sollten. Doch was ist Technikbewertung? Es ist die umfassende Einschätzung technischer Lösungen in Bezug auf Ihre Wirkung (Leistung, Einsatzfähigkeit, Potentiale) und Auswirkung auf die Umwelt (unerwünschte Nebenwirkungen). In der VDI-Richtlinie 3780 Technikbewertung (2000) werden vier Arbeitsschritte der Technikbewertung genannt: Erstens die Technikdefinition, in der das Produkt zu beschreiben ist und zweitens die Beschreibung der Folgen der Technik z. B. auf die Gesundheit oder die Umwelt. Drittens muß eine Folgenbewertung geleistet werden, wobei hier das Wort Wertung zu betonen ist. Es braucht also Kriterien, um die Folgen bewerten zu können. Hier kommen die Technikphilosophen ins Spiel. Zu guter Letzt muß eine Entscheidung getroffen werden.

Der Ingenieur muß die Folgen seines Schaffens und Handelns für die Gesellschaft und Umwelt abschätzen und bewerten können. Denn nicht alles, was technisch möglich ist, ist auch für die Gesellschaft und Umwelt gut und richtig. Insbesondere wenn es um die gewissenhafte Einhaltung von Umweltstandards geht, beispielsweise bei Emissionen oder Chemikalien, ist es die moralische Verpflichtung des Ingenieurs, verantwortlich zu handeln. Personalverantwortliche müssen auch moralischen Maßstäben genügen, um als Vorgesetzte geachtet zu werden. Das steht meist nicht explizit in einer Stellenbeschreibung!

Es drängt sich die Frage auf, wann der Ingenieur dieses kulturwissenschaftliche Wissen in der Praxis braucht. Denn Motivation hierfür generiert sich nicht aus der bloßen Aussage: „Es ist relevant.“ Hierzu nun drei Beispiele.

Oftmals haben Ingenieure mit Kunden zu tun, und ich meine nicht nur den technischen Verkauf. Dann gilt es, den Kunden von einer bestimmten Technik oder von einem Produkt zu überzeugen, was etwas gänzlich anderes ist, als den Kunden zu überreden. Was passiert da eigentlich im Kunden- oder Verkaufsgespräch? Es werden Fakten argumentativ ausgetauscht und Gegenargumente angehört. Hierfür muß man nicht nur gut vorbereitet sein, sondern auch in der Lage sein, Argumente als solche zu erkennen und das Gespräch im Nachhinein zu analysieren. Das geschieht oft beiläufig. Aber Gestik, Mimik und Wortwahl sagen oft mehr aus als die bloßen Fakten. Was sagt der Kunde „durch die Blume“, wenn er nicht Klartext reden kann oder will? Bei schwierigen Kunden hilft oft eine überzeugende Argumentationsstrategie oder die Kenntnis von fehlerträchtigen Argumenten (Fallazien nach H. Wohlrapp (engl. fallacies)). Was ist das denn anderes als angewandte Argumentationstheorie also Philosophie!

Ein weiteres Beispiel sind Sicherheitsfaktoren in der Konstruktion. Hierbei gibt es Spielräume. Doch bei zunehmendem Druck durch Mitbewerber bedeutet die Erhöhung der Sicherheit eine Verteuerung des Endprodukts. Hier wird nun an die Verantwortung des Ingenieurs appelliert, auch unter extremem Kostendruck die Sicherheit nie zu vernach-

lässigen. Verantwortungsvolle Unternehmen haben dies in ihren Unternehmensleitlinien verankert: safety first!

Es kommt auch vor, daß es Ingenieure bis in die höchsten Leitungsfunktionen schaffen. Hier ist dann Folgenabschätzung das Gebot der Stunde. Als (Top)-Manager muß man täglich folgenschwere Entscheidungen treffen können. Da ist sehr viel Fingerspitzengefühl und Verantwortungsbewußtsein gefragt. Entscheidungen können nicht mal eben revidiert werden. Die Verantwortung für die Folgen trägt dann der Ingenieur.

Der Ingenieur war ursprünglich als Erfinder und Naturforscher Generalist. Dieser entwickelte sich im Laufe der Industrialisierung zunehmend zu einem Spezialisten. Heute ist der Ingenieur nicht nur Spezialist mit Erfahrung, sondern auch noch häufig zertifiziert (z. B. REFA, TQM, ...). Um bei zunehmender Spezialisierung den Überblick nicht zu verlieren, braucht es Vernetzung und eine holistische Sichtweise auf die komplexer werdenden Aufgaben der Zukunft. Günter Spur sagt dazu: „Benötigt werden Spezialisten und Generalisten, die sich ergänzen.“ [SPU 2008, S. 27]. Doch welche Perspektiven öffnen sich für die Bildung von Ingenieuren der Zukunft?

2 Philosophie vs. Technik – voneinander lernen

Es wurde bereits gezeigt, daß Philosophie und Technik keine Gegensätze sind. Ja, hier bietet sich sogar eine einmalige Chance für die Zukunft. Denn Kulturwissenschaften und Technikwissenschaften sind zwei Seiten einer Medaille in der Ingenieurpraxis.

Die großen technischen Herausforderungen unserer Zeit können nur noch interdisziplinär angegangen werden, so beispielsweise das Problem Atommüll oder die Energieversorgung der Zukunft. Bei den genannten Beispielen handelt es sich um Aufgaben, die nicht mehr durch eine Fachdisziplin allein gelöst werden können. Gewiß, die Neutralisierung von Atommüll ist zunächst eine Herausforderung der Physiker, theoretisch wie praktisch. Doch die Folgen für die Gesellschaft sind hierbei enorm. Bei der technischen Umsetzung sind dann wieder Ingenieure gefragt. Bei der Energieversorgung beispielsweise auf lokaler Ebene, spielen politische und wirtschaftliche Interessen nur allzu oft gegen die technischen Möglichkeiten, die es heute bereits gibt.

Hier ist der Ingenieur auch als Vermittler zwischen Technik und Gesellschaft gefragt. Er muß den Menschen die Angst vor neuer Technik nehmen, durch Argumente und Fakten. Das bedeutet Kommunikation!

Konflikte zwischen Technik und Gesellschaft bedürfen oft kreativer Ideen seitens der Ingenieure. Doch wie gelangt man zu solchen kreativen Ideen? Eben nicht, indem man sich nur auf seinen technischen Sachverstand verläßt. Man muß wieder über den Tellerrand der Fachdisziplin schauen und vernetzt denken. Kreativität ist ein Markenzeichen von Künstlern aller Art. Der deutsche Ingenieur Jacob Leopold (1674-1727) war auch Handwerker und Verfasser der Enzyklopädie der damaligen Technik „Theatrum Staticum“ (1724-1727). Er steht für die Verbindung von Technik und Kunst, denn nach seiner Auffassung müssen bei der künstlerischen Gestaltung auch die Gesetze der Mechanik zur Anwendung kommen, so z. B. das Hebelgesetz. Der Erfinder (in jener Zeit der Ingenieur) müsse mehr Kunst als Kraft schaffen. Insofern ist der Ingenieur hier auch Künstler. Doch bedarf es keines Kunststudiums, um kreativ zu sein. Wie lösen andere Disziplinen ihre Probleme? Das kann helfen das eigene Fach zu entwickeln.

In Halle entstand in den 1970er Jahren eine Konstruktionsschule der Designmethodik an der Hochschule für Kunst und Design auf Burg Giebichenstein, was an der Ausrichtung der

dortigen Hochschule lag. Hierbei sollte der schöpferische Transfer auf den Entwicklungsprozeß technischer Produkte projiziert werden [FRI 1982]. Aus dieser Konstruktionsschule heraus entstand eine rechnergestützte Mustergenerierung [ALB 1985].

Jürgen H. Franz schrieb in seinem Thesenpapier zu einer an Nachhaltigkeit orientierten philosophischen Grundbildung: „Kritik und Selbstkritik gehören zum Selbstverständnis der Philosophie, wobei unter Kritik einerseits eine systematische, umfassende und zugleich detaillierte Untersuchung verstanden wird.“ [FRA 2014, S. 1 Nr. 2] Es ist philosophisches Selbstverständnis, Kritik zu äußern und zu hinterfragen. Das sollten Ingenieure auch tun, wenn sie bei Problemstellungen nicht weiter kommen. Die Dinge einfach hinterfragen. Den Ingenieuren kann auch bei der innovativen Arbeit Querdenken und Weitblick sehr nützlich sein, gerade auch um z. B. besser zu sein als die Mitbewerber.

Der Ingenieur ist heute nicht nur Techniker in einem Unternehmen sondern auch Technologiemanager und Vermittler zwischen Innovation, Verkauf und Kunden. Auch Günter Spur vertrat den Standpunkt, daß Technik interdisziplinär arbeiten muß, um die gesellschaftlichen Fragen zu bewältigen. Zitat: „Technik sieht sich durch die fächerartige Ausstrahlung auf alle Bereiche der Gesellschaft zunehmend in gesellschaftswissenschaftliche Fragenstellungen einbezogen. In diesem Sinne nähern sich die Technikwissenschaften den Sozialwissenschaften“ [SPU 2008, S. 2].

3 Eine holistische Perspektive auf die Technik

Technik existiert nicht im luftleeren Raum sondern ist in das Gefüge einer Gesellschaft fest eingebunden. Technik entwickelt sich seit jeher immer weiter und wirkte sich stets auf die Gesellschaft aus. Ein bekanntes Beispiel ist die Weiterentwicklung des Buchdrucks mit beweglichen Lettern durch Johannes Gutenberg (1400 – 1468), welche eine Medienrevolution auslöste. Technisch gesehen ist dies eine evolutionäre Entwicklung des bestehenden Buchdrucks der Chinesen doch gesamtgesellschaftlich eine revolutionäre Entwicklung der damaligen Medienwelt. Gepaart mit der Bibelübersetzung durch Martin Luther (1483 – 1546) konnte sich die Bibel rasant im ganzen Land verbreiten und die Menschen, welche des Lesens mächtig waren, konnten selbst in der Heiligen Schrift lesen.

Betrachtet man das sehr kontroverse Thema der Energiewende bzw. der Energieerzeugung mit erneuerbaren Energien statt konventioneller Weise, so wird deutlich, daß komplexe Technik nicht losgelöst von Gesellschaft betrachtet werden kann.

Die holistische Perspektive ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung von Aufgabenstellungen. Ganzheitlichkeit scheint auch das Zauberwort des 21. Jh. zu sein.

Eine bemerkenswerte Person in Bezug auf Ganzheitlichkeit war der Physiker und Philosoph Carl Friedrich von Weizsäcker (1912 – 2007). Besonders herausstechend ist in diesem Zusammenhang sein Werk „Der bedrohte Friede“, in welchem er bewies, daß er bereits zu Beginn der 1980er Jahre die sich 2008 abzeichnende Krise prophezeite. Doch wie geht das? Wohl mit messerscharfem Verstand und einem ganzheitlichen Blick auf komplexe Zusammenhänge. Der in diesem Zusammenhang fallende Begriff des „Universalgelehrten“ ist wohl heute wenig in Gebrauch und eine Extremform des holistischen Denkens.

In der vorindustriellen Welt, die Zeit vor der Französischen Revolution 1789, war die Trennung zwischen Naturforschern, Technikern und Geisteswissenschaftlern noch nicht bekannt. Archimedes von Syrakus (ca. 287-212 v. Chr.) war ein griech. Physiker, Ingenieur und einer der bedeutendsten Mathematiker der Antike. Ihm haben wir u. a. das Hebelgesetz und die Archimedische Schraube zu verdanken. Aus dem späten Mittelalter ist Leonardo da

Vinci (1452-1519) bekannt, den man eigentlich eher in die Kunst einordnen würde. Doch er war sowohl Maler als auch Architekt, Mechaniker, Ingenieur und Naturphilosoph. Zeitlich nur wenig später ist der Name Galileo Galilei (1564-1641) ein Begriff, der Astronom, Physiker, Mathematiker und Philosoph war. Die Reihe ließe sich fortsetzen; beispielsweise mit Isaac Newton und aus der heutigen Zeit Carl Friedrich von Weizsäcker. All diese Persönlichkeiten verbanden die Naturwissenschaften mit der Technik und den Geisteswissenschaften. Hier ist bereits zu erkennen, daß die „Großen der Wissenschaft“ oftmals sog. Universalgelehrte waren: Also auch Generalisten in der Vernetzung und Spezialisten in wenigen Fachdisziplinen. Dieser Dualismus wird etwas später erneut aufgegriffen.

Die fortschreitende Spezialisierung in der Technik soll nun exemplarisch anhand des Beispiels aus der Konstruktionswissenschaft erfolgen. Diese gliedert sich zum einen in das Gebiet der Maschinenelemente (Auslegung und Gestaltung einzelner Bauteile eines Gesamtsystems, wie z. B. einer Maschine) und zum anderen in das Gebiet der Konstruktionslehre (Design/Projektierung eines Gesamtsystems). Konstruktionsmethodik ist bereits im alten Ägypten durch den Pyramidenbau bekannt. Die Bauweise der damaligen Zeit gibt uns noch heute Rätsel auf. Die Steinblöcke wurden wahrscheinlich zunächst auf dem Seeweg möglichst nahe an die Baustelle transportiert und dann mit unterlegten Baumstämmen zum Bestimmungsort gerollt, bearbeitet und eingebaut. Die Ägyptologen mögen mir die Vereinfachung an dieser Stelle nachsehen.

Der Gedanke des systematischen Vorgehens ist besonders dem antiken Griechenland zuzurechnen. Hier sind es nicht begnadete Erfinder, sondern die Philosophen wie Aristoteles, Sokrates und Platon, welche sich auf vielschichtige Weise u. a. mit dem systematischen Denken befaßt haben.

Im Mittelalter wurden die Erkenntnisse des Altertums z. B. des Handwerks weitergetragen. Das technologische Wissen jener Zeit blieb noch sehr lange in Form von Beschreibungen von Arbeitsvorgängen vorhanden. Regeln und Rezepte wurden innerhalb einer Handwerkszunft von Generation zu Generation weitergegeben, ohne diese zu systematisieren. Wissensvermehrung wurde überwiegend empirisch gewonnen. Die mittelalterlichen Handwerksbetriebe hatten kein Interesse daran, ihr Wissen einem Publikum zugänglich zu machen, bildete es doch ihr Know-how. Viele Bemühungen, das Wissen jener Zeit für alle als allgemeines Fachwissen zugänglich zu machen, scheiterten folglich am Widerstand der Handwerker.

Seit Mitte des 15. Jahrhunderts waren die zeitgenössischen Ingenieure und „Produktionsgelehrte“ bemüht, die Kenntnisse aus Handwerk und Gewerbe jener Zeit zu sammeln, zu systematisieren und aufzuzeichnen. Dieses Bestreben setzte sich bis ins 18. Jahrhundert fort, den Themen einen Platz im Gebäude der Wissenschaften einzuräumen. Hierdurch gelang es erstmals, zu einer einheitlichen Begrifflichkeit zu kommen, und das Wissen für die Wissenschaft nutzbar und allgemein vergleichbar zu machen. Es konnten erstmals auch die Kenntnisse ganzer Produktionszweige systematisch aufbereitet werden. Das Berufsbild des Ingenieurs entwickelte sich erst seit dem 19. Jahrhundert im Zusammenhang mit der Entstehung der Polytechnischen Schulen [KÖN 1997-3, S. 249]. Die Wurzeln des Maschinenbaus liegen in den gewerblichen Berufen, deren Wissen mit der Produktionstechnik verbunden war. Basisinnovationen gingen von diesen Berufen im 17. und 18. Jahrhundert nur selten hervor. Solche grundsoliden Maschinenbauer sorgten zwar für eine einwandfreie Funktion der von ihnen gebauten Maschinen, jedoch waren die Effektivität und damit die ökonomische Arbeitsweise nebensächlich. Die Ökonomisierung des Denkens setzte erst in der Frühaufklärung ein [ebd., S. 252f.].

Nach dem zweiten Weltkrieg begannen sich in den 1950er Jahren die ersten konstruktionsmethodischen Schulen herauszubilden. Die Kosten und die Qualität der Produkte sollten sich nun stetig verbessern, da durch die aufstrebende Wirtschaft die Konkurrenz immer stärker

wurde. Auch die Arbeitskraft Mensch in der Produktion mußte sich dem Diktat der Kosten und Qualität zunehmend unterwerfen. Da stetig neue Innovationen auf den Markt kamen, nahm der Druck zu, zunehmend komplexere Produkte auf den Markt zu bringen, um mit der Konkurrenz Schritt halten zu können. Die zunehmende Zahl von Ingenieurstudenten machte es erforderlich, eine Ingenieurdidaktik zu entwickeln. In dieser Zeit wurden viele Praktiker auf neue Lehrstühle für Konstruktion berufen, die wiederum viel praktische Erfahrung in die Forschung trugen. H. Wögenbauer beispielsweise hatte eine Ordnung der Einflußfaktoren für Konstruktionen erarbeitet. Bereits F. Zwicky [ZWI 1966] entwickelte auf Basis seiner astronomischen Erfahrungen ein kombinatorisches Verfahren (morphologisches Denken) zur Entwicklung von Geräten [MÜL 1990, S. 81 ff.].

In den 1960er Jahren wurden die entstandenen Konstruktionsmethoden schrittweise systematisiert und sog. „Denkschulen“ weiterentwickelt. Die starke Nachfrage nach Konstrukteuren in der Wirtschaft zwang die Hochschulen, eine lehrbare Konstruktionslehre zu erarbeiten. Dies mußte mit der Wissenschaftlichkeit der Konstruktionslehre in Einklang gebracht werden können, um die Konstruktionslehre als wissenschaftliche Disziplin etablieren zu können. Seit den 1950er Jahren verbanden sich Konstruktion und Rechner-technologie in Form der CAD³-Technologie. Die zunehmende Entwicklung der Datenverarbeitungstechnik machte nicht nur das maschinelle Rechnen möglich, sondern auch einfache graphische Darstellungen.

Beispielsweise hat man sich in der Münchner Schule, geleitet durch Udo Lindemann, der Konstruktion großer komplexer technischer Systeme verschrieben, was die Ausrichtung des Lehrstuhls bedingte [MÜL 1990, S. 89]. Weiterführende Informationen findet man u. a. in [LIN 2007].

Die Schule des erfinderischen Konstruierens TRIZ² stammt ursprünglich vom russischen Forscher Genrich S. Altschuller und versucht, die Idee des erfinderischen Konstruierens mit Beseitigung von Widersprüchen zu vereinen, um zu einer kreativen Lösung zu kommen [ORL 2005].

Gerhard Pahl (Darmstadt) und Wolfgang Beitz (Berlin) arbeiteten gemeinsam an der Etablierung der VDI Richtlinie 2221⁴ [MÜL 1990, S. 89], [PAH 2007]. Gerhard Pahl legte dabei seinen Schwerpunkt auf Baukästen und Baureihen und deren Kostenanalyse.

Johannes Müller (1921-2008), auch unter dem Spitznamen „Heuristik-Müller“ bekannt, widmete sich seit 1964 der systematischen Heuristik. Er befaßte sich mit der Arbeitsweise von Konstrukteuren, exemplarisch für die Ingenieure, aus philosophischer Sicht, genauer erkenntnistheoretisch-logischer Sicht. Johannes Müller war Philosoph mit Interessen in der Technik. Deshalb war er für die interdisziplinäre Arbeit prädestiniert. Das Werk „Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften – Systematik, Heuristik, Kreativität“ faßt seine jahrzehntelange Arbeit zusammen.

Und heute? Die Konstruktionsinstitute werden abhängig von der Aktivität der Wissenschaftler weitergeführt, doch die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist nicht überall etabliert. Während im 20. Jh. noch von einer allgemeinen Tendenz zur Spezialisierung in den Fachdisziplinen gesprochen werden kann, wandelt sich im 21. Jh. der Weg in Richtung Vernetzung. Dieser Übergangsprozeß begann in den Fachdisziplinen sehr unterschiedlich. In der Konstruktionslehre kann von einem Beginn in den 1960ern mit Johannes Müller gesprochen werden, der bereits in seiner Person Ingenieur und Philosoph war. Auch Günter Spur schrieb in seinem Werk dazu: „Aus der Geschichte der Technik kann man lernen. Sie war immer eine Geschichte der Zukunft.“ [SPU 2008, S. 7].

4 Kulturwissenschaftliche Bildung für Ingenieure

Doch wie ist eine kulturwissenschaftliche Bildung für Ingenieure umzusetzen? Zunächst ist die Frage zu klären, welche Fähigkeiten gestärkt oder neu hinzukommen, damit dies stattfindet. Die Spannweite reicht hier von Soft Skills über Sprachen bis zum interkulturellen Verständnis. Weiter ist die Frage zu klären, ob eine solche Bildung integraler Bestandteil der Ingenieurbildung sein sollte oder als freiwilliges Zusatzangebot bestehen soll.

Betrachtet man das Thema Fremdsprachen, so ist festzustellen, daß für einen Teil der Studenten Deutsch auch eine Fremdsprache ist. Deshalb sollte hier besser von Landes- oder Amtssprache des Studienortes gesprochen werden. Für Deutschland wäre es Deutsch und für Flandern, dem nördlichen Teil Belgiens, Niederländisch.

Englisch, die Businesssprache Nr. 1, gilt in der Ingenieurwelt längst als Standard. Dazu genügt ein Blick in die Stellenanzeigen von Produktionsbetrieben. Doch hat man dies nicht bereits im Abitur ausreichen gelernt? Klare Antwort: NEIN! Wer sich im Studium grundsätzlich der englischsprachigen Fachliteratur verweigert, der läuft Gefahr, als Berufseinsteiger vor großen Problemen zu stehen. Es muß nicht gleich ein ganzes Fachbuch durchgelesen werden, aber die täglichen Nachrichten oder Ähnliches auf einem englischsprachigen Kanal sollten es schon sein. Spätestens in der Masterarbeit, besonders bei Promotionsinteresse, sollte u. a. einschlägige englische Literatur als Quelle herangezogen werden. Grundsätzlich sollte eine fremdsprachliche Ausbildung an der eigenen Hochschule möglich sein, sei es durch Einzelkurse oder im besten Fall durch ein organisiertes Sprachenzentrum, wie beispielsweise an der FH Kiel. Ja, auch einige Fachhochschulen haben heute selbstverständlich Sprachenzentren, wie z. B. Kiel, Aachen oder Darmstadt.

Weitere Fremdsprachen, welche auch immer, sind stets ein dickes Plus für einen Selbst und die Vita. Besonders die ausländischen Studierenden, welche türkischer, chinesischer oder ähnlicher Herkunft sind, sollten sich erfreuen, eine weitere Sprache sogar auf muttersprachlichem Niveau zu haben. Man denke hier nur an Großunternehmen der produzierenden Industrie mit Handelsbeziehungen nach Fernost. Hier können z. B. Chinesisch-Kenntnisse für die Bewerbung den Ausschlag geben.

Doch es gibt noch weitere kulturwissenschaftliche Bereiche wie die interkulturelle Bildung. Um bei dem China-Beispiel zu bleiben, können Präsentationen oder Diskussionsrunden durch ausländische Vertreter oder deutsche Unternehmen mit ebensolcher Erfahrung den jungen Studenten sehr wertvolle Hilfestellungen geben. Man sollte sich auch nicht scheuen, sich in diesem Zusammenhang einmal mit der Geschichte und Kultur eines Landes zu beschäftigen. Kontakte knüpfen, im Internet stöbern oder ein Museumsbesuch können hier auch empfehlenswert sein. Hochschulen sollten auch interkulturelle Workshops oder Seminare anbieten. Denn: Kulturverständnis ist die Basis eines friedlichen Miteinanders und wirkt damit Fremdenfeindlichkeit entgegen.

Auch die Fachgeschichte und Philosophie gehören zu einer holistischen Bildung dazu. Dies stellte bereits der deutsche Hochschulverband fest [DHV 2009]. Dies kann durch einschlägige Vorlesungen auf der Fakultätsebene einfach implementiert werden: Für die Ingenieure wären das Fächer wie Technikgeschichte, Technikphilosophie, Ethik, Technikbewertung usw. Eine Grundausbildung in Recht mit Relevanz für Ingenieure ist seit langem schon kein Gegenstand der Diskussion mehr (vgl. [FRE 2007]).

Zum Abschluß sollen noch die sog. Soft Skills erwähnt werden. Sie kann man nicht in einer Vorlesung erlernen, sondern lediglich durch aktive Teamarbeit in Projekten und dergleichen trainieren.

Doch ob es besser sei, hier auf ein freiwilliges Angebot oder auf Pflichtveranstaltungen zu plädieren, sei einmal offen gelassen. Die Hochschulen stehen im Wettbewerb um die

Studenten und müssen sich stetig qualitativ verbessern. Daraus ergibt sich eine Notwendigkeit, sich der kulturwissenschaftlichen Bildung weiter zu öffnen.

Früher gab es vielerorts das sog. „Studium Generale“, was zu Gunsten des Fachstudiums verloren ging. Doch für die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ist eine holistische Bildung von Ingenieuren der Schlüssel zum Erfolg.

5 Quellenverzeichnis / Bibliographie

- [ALB 1985] Albrecht, J.; Saalborn, F.: „Schwigon, H.: „Entwicklung und erste Anwendungserfahrungen des Programms DECOS zur rechnerunterstützten Mustergenerierung“, HIF 8, Des. Wiss. Koll. 1985, S. 115-215
- [DHV 2009] Deutscher Hochschulverband, Nr. 5/2009: „Kein Studium mehr ohne Wissenschaftsgeschichte und Ethik“, Bonn, 16.03.2009
- [FRA 2014] Franz, Jürgen H.: „Zehn Thesen zu einer an Nachhaltigkeit orientierten philosophischen Grundbildung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern“, 2014
- [FRE 2007] Freundeskreiszeitung Department Maschinenbau und Produktion, Ausgabe 2007/08, Beitrag u. a. Volker Reinhard: Warum „Recht für Ingenieure?“
- [FRI 1982] Frick, R.: „Designmethodik“, HIF, 1982
- [KAP 1877] Kapp, Ernst: „Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten“, Braunschweig, 1877
- [KÖN 1997-3] König, W. (Hrsg.); Paulinyi, A.; Troitzsch, U.: „Propyläen der Technikgeschichte – Mechanisierung und Maschinisierung“, Band 3, 1997, Ullstein
- [KOR 2015] Kornwachs, K.: „Philosophie für Ingenieure“, 2015, Hanser
- [LIN 2007] Lindemann, U.: „Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexible und situationsgerecht anwenden“, 2. Aufl., 2007, Springer
- [MÜL 1990] Müller, J.: „Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften – Systematik, Heuristik, Kreativität“, 1990, Springer
- [ORL 2005] Orloff, M. A.: „Grundlagen der klassischen TRIZ – Ein praktisches Lehrbuch des erfinderischen Denkens für Ingenieure“, 2. Aufl., 2005, Springer
- [PAH 2007] Pahl, G.; Beitz, W. u.a.: „Pahl/Beitz Konstruktionslehre“, 7. Aufl. Springer, 2007
- [SPE 2010] Spethmann, D.: "Deutschland - Die Dritte industrielle Revolution", 2010, Dreesbach
- [SZ, 21.12.2010] Süddeutsche Zeitung, Ausgabe 21.10.2010
<http://www.sueddeutsche.de/karriere/interdisziplinaere-forschung-oberflaechlicheaugenwischerei-1.1038630>
- [ZWI 1966] Zwicky, F.: „Entdecken, Erfinden, forschen im morphologischen Weltbild“, Droemer, 1966
- [SPU 2008] Spur, G.: „Technologie tut Not – Beiträge zu einem neuen Selbstverständnis der Industriegesellschaft“, Hanser, 2008
- ¹ Fracking Methode zur Erzeugung, Weitung und Stabilisierung von Gestein zur Flüssigkeitsgewinnung wie z. B. Erdöl/Erdgas
- ² TRIZ [russ.] Theorie des erfinderischen Problemlösens
- ³ CAD Computer Aided Design: Rechnergestütztes Konstruieren (Ein Element des CIM-Konzepts (Computer Integrated Manufacturing)
- ⁴ VDI 2221 „Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte“

Zum Autor

Dipl.-Ing. Jens Schlötterburg ist externer Doktorand für Technikgeschichte an der HAW Hamburg (Prof. Dr.-Ing. Michael Plenge) unter Kooperation mit der HSU Hamburg (Prof. Dr. phil. Martina Heßler). Er studierte Produktionsmanagement, Philosophie und Geschichte und arbeitet bei der belgischen Firma Van Hool bei Antwerpen.