



Technologieführerschaft braucht Wertebewusstsein

Professor Wolfgang A. Herrmann
Präsident der Technischen Universität München

Rede auf der Strategietagung des Wirtschaftsbeirats der Union e. V. im Juli 2000 in
Maria Eck/Chiemgau

Bayern hat weithin das Image eines modernen Staatswesens, das seine Zukunftsplanung auf neues Wissen und auf Hochtechnologien ausrichtet. Das moderne Bayernbild ist geprägt durch hohe Standards in den Schulen, Fachhochschulen und Universitäten, verbunden mit einer modernen Technologiepolitik auf der Basis aktueller wissenschaftlicher Entwicklungen. Für dieses Bild stehen die Symbole Ministerpräsident Stoiber – Wissenschaftshauptstadt/-Region München – Forschungs-Neutronenquelle FRM-II. Besonders integrierend wirkt der Umstand, dass diese Symbolbegriffe in der Vorstellung der Menschen bruchlos aus der bayerischen Tradition heraus gewachsen sind. Entscheidend war und ist dabei, dass die Modernisierung des Staates deshalb so zügig vollzogen werden kann, weil eine stabile politische Mehrheit mit unumstrittener Führung den Anspruch und die Vorteile eines modernen Bayern glaubhaft im ganzen Land transportiert. Diese neue bayerische Grundeinstimmung zeigt sich auch darin, dass jeder Handwerker trotz seines tradierten Berufsbildes Wissenschaft, Forschung und Technik für die wichtigsten Zukunftsfaktoren hält und sich ihrer Produkte häufig selbst bedient.

Es gibt derzeit kein anderes Bundesland, in dem das Bewusstsein für die Notwendigkeit moderner Technologien, die Risikobereitschaft in der Gründerszene,

die Verträglichkeit von lebenswerter Umwelt mit technologischem Fortschritt so sehr kultiviert wurden wie in Bayern. Zumeist standen mutige politische Entscheidungen am Anfang: Meilensteine auf diesem Weg waren vor allem die Petrochemie (Ingolstadt/Neustadt bzw. Südostbayerisches Chemiedreieck) und die Erdöl/Ethylen-Pipeline (Ingolstadt bzw. Burghausen) in der Zeit von Otto Schedl als Wirtschaftsminister, die „Mobilitätspolitik“ von Franz-Josef Strauß (Flugzeugindustrie, Rhein-Main-Donau-Kanal, regionale Verkehrserschließung Ostbayern) sowie die großen Hightech-Offensiven und ihr Umfeld durch Edmund Stoiber. Neu und originell bei Stoiber war der unmittelbare Rückbezug der Technologieentwicklung auf Wissenschaft und Forschung und damit die dezidierte Hinwendung zum „Rohstoff Geist“.

Innovationen des 21. Jahrhunderts

Die Innovationen von morgen werden sich immer stärker *zwischen* den klassischen Disziplinen ereignen. Umso wichtiger ist die Bewusstseinsbildung bei den Schülern, dass die Mathematik für den Ingenieur ebenso wichtig ist wie die Chemie, ohne die kein biologischer Prozess möglich ist. Die Schul- und Hochschulausbildung muss sich deshalb von der klassischen Fächerkompartimentierung lösen. Anstelle der theoretischen Blässe muss in die Schulbildung der Lebensbezug – als größter Verständnis- und Motivationsfaktor – eintreten.

Die Zukunftstechnologien werden sich am Phänomen der *Miniaturisierung* festmachen. Dies bedeutet, dass wir aus der immer besseren Erkenntnis submikroskopischer Strukturen der Materie Erkenntnisse gewinnen, auf denen neue Technologien beruhen. Dies war und ist schon der Fall für die Informationstechnologien, deren Geheimnis ja darauf beruht, dass atomare Materialeigenschaften zur Datenspeicherung verwendet werden. Ähnlich ist dies in den Biowissenschaften: Ihre Fortschritte beruhen darauf, dass man die molekularen Strukturen so präzise erfassen kann, dass daraus deren biologische Funktionen ableitbar sind.

Auf dieser Basis lassen die folgenden Technologiesektoren besondere Wertschöpfungen erwarten:

- _ *Energieforschung*, insbesondere Methoden und Technologien der Energiespeicherung und –wandlung einschließlich der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien,
- _ *Katalyse* als Basis- und Querschnittstechnologie einer „clean chemistry“ (ressourcensparende Herstellverfahren für chemische Produkte aller Art) sowie Schlüsseltechnologie in der Energiespeicherung und –umwandlung,
- _ *Molekulare Biowissenschaften* mit Anwendung in Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren, bei letzteren insbesondere die Nutztiergenetik,
- _ *Nachwachsende Rohstoffe* als Basis zwischenveredelter Chemikalien zum langfristigen Ersatz von Erdöl. Dieses Gebiet ist aus historischen und politischen Gründen weltweit zurückgeblieben. Zum Erfolg bedarf es der Vernetzung von Biologie (insbesondere Pflanzengenetik), Agrarwissenschaften, Chemie und Ingenieurwesen (vgl. Zentrum für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing),
- _ *Medizintechnik*: Schwerpunkt sind hier die biokompatiblen Materialien/Miniaturisierung mit Zielrichtung klinische Therapie (Zentrum München) und die bildgebenden diagnostischen Methoden (Zentrum Erlangen-Nürnberg),
- _ *Material- und technische Werkstoff-Forschung* (intelligente Materialien, Biomaterialien, Biochips, hochdaubelastbare Werkstoffe),
- _ *Mikrosystemtechnik* und *Nanotechnologie*,
- _ *Technische Umweltforschung* im Verbund Biologie – Agrar- und Ernährungswissenschaft – Medizin – Chemie – Ingenieurwesen (z. B. Abfallwirtschaft). Hierfür bietet sich ideal das Dreieck München – Augsburg – Weihenstephan an.

Alle diese Themen sind einzuordnen unter die drei großen Zukunftssektoren

- Vernetztes Wissen und Informationsnetzwerke
- Intelligente Materialien und Werkstoffe
- Biotechnologie, Umwelt und Gesundheit („Life Sciences“).

Sie treiben als „Wirtschaftslokomotiven“ nach Meinung vieler Fachleute den technologischen Fortschritt des 21. Jahrhunderts an (vgl. Fußnote * auf der folgenden Seite). Hieran orientiert die Technische Universität München ihre Entwicklungspolitik.

Nachhaltigkeit als Schlüsselwert

Eine Reihe der angesprochenen Technologien verkörpert das *Nachhaltigkeitsprinzip*, dem ein moderner Technologiestandort in besonderer Weise verpflichtet sein muß. Dem Nachhaltigkeitsprinzip am nächsten stehen die Zukunftstechnologien

- **Energieforschung**
- **Katalyse**
- **Nachwachsende Rohstoffe, Rohstoffveredelung und Entsorgung.**

Mit diesen drei Prinzipien ist die große, umfassende Thematik aller Stoff- und Energieströme im Kern erfaßt.

„Die Schul- und Hochschulausbildung muß sich von der klassischen Fächerkompartimentierung lösen. Anstelle der theoretischen Blässe muß in die Schulbildung der Lebensbezug – als größter Verständnis- und Motivationsfaktor – eintreten.“

Wäre die Bundesregierung klug beraten, würde sie genau diese Gebiete mit der Ökosteuern gegenfinanzieren und damit eine moderne Forschungspolitik im Sinne der zukünftigen Hochtechnologie betreiben. Wie bereits angemerkt, haben diese Themen mindestens nationale, bei Lichte betrachtet sogar supranationale Bedeutung. Den Wettbewerbsvorteil hat jedoch derjenige, der mit konkreten Maßnahmen den Schritt in diese Richtung setzt.

Kann Bayern hier überhaupt mithalten? Das Beispiel Neutronen-Forschungsquelle zeigt, wie ein Standort mit guter Basiskompetenz in einer ausgewählten

Spitzentechnologie nicht nur national zur Nummer Eins werden kann. In anderen Fällen haben dezentrale Netzwerkbildungen Erfolg gebracht (z.B. Abfalltechnologien, Hochleistungsrechner, Forschungsverbünde).

Deutschland-, vermutlich auch europaweit konkurrenzlos wäre die Etablierung eines

- Bayerischen Forschungs- und Innovationszentrums für Energie und eines
- Bayerischen Forschungs- und Innovationszentrums für Katalyse.

Diese beiden Kompetenzzentren könnten gemeinsam als „Nachhaltigkeitstechnologien Bayern“ firmieren. Sie sollten sichtbare Zentren haben, jedoch aus einer bayernweiten Netzwerkbildung (RegioWiss Bayern) unter Beteiligung von Hochschule und Industrie arbeiten. Sie sollen netzwerksartig Grundlagen- und Anwendungsforschung zusammenführen und gleichzeitig Dienstleistungen für die Wirtschaft erbringen.* Innovation heißt gegenseitige Mobilisierung von Wissenschaft und Wirtschaft. Zuwenig Innovation läuft auf strukturelle Arbeitslosigkeit hinaus.

Die genannten Innovationslokomotiven lassen sich vereinfacht wie folgt charakterisieren:

Vernetztes Wissen und Informationsnetzwerke

*Betrachtet man die wirtschaftliche Entwicklung der westlichen Welt seit Beginn der Industriellen Revolution durch die „Theorie der langen Wellen“ (Kondratieff-Zyklen, 1926), so ist Bayern hier seit Mitte des 19. Jahrhunderts dabei. Während der 1. Kondratieff-Zyklus (1800 – 1850) durch die Stichworte Dampfmaschine/Baumwolle geprägt und Bayern damals noch agrarisch- merkantilistisch geprägt war, spiegelt sich in der Eisenbahnlinie Nürnberg/Fürth (1835) der 2. Kondratieff-Zyklus (Stahl/Eisenbahn, 1850 – 1900) wider. In den 3. Kondratieff-Zyklus (1900 – 1950); Elektrotechnik/Chemie) fällt die industrielle Erschließung Bayerns durch Namen wie Justus von Liebig (chemische Fabrik in Heufeld, heutige Süd-Chemie AG), Oskar von Miller (Walchenseekraftwerk) und Alexander Wacker (Chemiefabriken am Alz-Kanal). Im 4. Kondratieff-Zyklus (1950 – 1975; Petrochemie/Automobilbau) entwickelte sich die bayerische Automobilindustrie (BMW, Audi) und entstanden bedeutende Erdölraffinerien mit ihren Chemieverbänden. Und schließlich hält Bayern auch im 5. Kondratieff-Zyklus (1975 – 2000) in der Informationstechnologie kräftig mit. Die Erfolge von Siemens AG und Wacker-Chemie GmbH sowie die zahlreichen Informatikgründerfirmen sind noch zu nah, als dass sie im einzelnen bewertet werden könnten.

Jeder dieser sog. Kondratieff-Zyklen wurde durch eine *Basisinnovation* ausgelöst. Eine Basisinnovation ist als Wirtschaftslokomotive definiert, die nicht nur zu einem großen Konjunkturzyklus führt, sondern auch die Reorganisation der gesamten Gesellschaft und ihrer Arbeitsstrukturen umfasst. Das Kennzeichen der bisher fünf Kondratieff-Zyklen ist die Erschließung immer neuer Knappheitsfelder der Gesellschaft, die sich von der Agrargesellschaft über die Industrie- zur Wissensgesellschaft gewandelt hat.

Die Information hat ihre größten Produktionsreserven im computergestützten Umgang mit ungenauem Wissen, mit der Optimierung von Informationsflüssen im Menschen (z.B. Neuronale Netzwerke) und zwischen den Menschen (psychosoziale Strukturierung und Korrekturmechanismen). Ungenaues Wissen bedeutet z.B. die Modellierung von umfangreichem Datenmaterial auf statistischer Basis, womit man einen technischen Ablauf (z.B. Rissbildung dauerbeanspruchter Werkstoffe, Verbrennungsvorgang in der Kraftmaschine) präzise erfassen kann. Die Akkumulation und der Abgleich von Daten, die vom gleichen Objekt mit unterschiedlichen Methoden erfaßt wurden, kann ein wirklichkeitsnahes Bild ergeben. Beispielhaft seien die Natur und das Wachstum eines Tumors genannt.

Informationssysteme dienen der raschen Erfassung, Bewertung und ggf. Vermarktung von Produkten, Verfahren und Dienstleistungen. Die Informationsbeschaffung kann von enormer Wertschöpfung sein, wenn hieraus neue Systemlösungen etwa für technische Probleme resultieren. Weltweit operierende Datennetze, verbunden mit Informationsflüssen, sind vermutlich das offenkundigste Merkmal der „New Economy“. Es genügt schon der Blick auf Amazon.de, der weltweit größten Buchhandlung, oder der Hinweis auf die exponentielle Wachstumskurve des sog. „E-Commerce“. Wie behaglich wir uns mit letzterem fühlen und wie sehr uns der Erfahrungsschatz des belesenen Buchhändlers bald fehlen wird, das ist eine andere Sache. Die gemütlichen Kramerläden dieser Welt sind im Internet unter irgendwas-dot-com zusammengefaßt, sie kommunizieren untereinander über ihre Server und wissen in Sekundenbruchteilen mehr voneinander als alle Tante Emmas anno dazumal. Mausclick statt Händedruck.

Intelligente Materialien und Werkstoffe

In den Neuen Materialien („Advanced Materials“) sieht man die Plattform der Zukunftstechnologien, vor allem der „optischen Technologien“ bei der technischen Erschließung der elektromagnetischen Strahlung, genannt Licht. Beispiele sind der CD-Player, Fotokopierer, Laser-Scanner, lichtemittierende Dioden (LEDs) und die Lasertherapie. Tatsächlich haben die Werkstoffe die Geschichte des Homos sapiens in den Werkzeugen geprägt, die er benutzt hat und die seine gesamt-kulturelle

Entwicklung beeinflusst haben: Vom Stein über das Eisen, die Bronze, den Zement, den Stahl, die Kunststoffe zum Chip-Silizium. Neue Werkstoffe orientieren sich an den Eigenschaften. Die Eigenschaften aber resultieren aus der submikroskopischen stofflichen Natur der Materialien. Wieder ist es also die *Miniaturisierung*, die den technischen Fortschritt möglich macht, ihn aber zumindest beschleunigt. Wie fast überall in der Wissenschaft entsteht das neue Wissen hier nicht in erster Linie aus der Mitte der klassischen Disziplinen heraus, sondern an deren Rändern. Die *Medizintechnik* mit ihren Diagnostiksensoren, die lange im Körper bleiben und sich mit ihm vertragen sollen, ist ein Beispiel für eine neue Wissenschaft aus Medizin, Chemie, Physik, Informatik und Ingenieurwesen. Nur mit neuen Werkstoffen, die auf dem Verständnis der nanostrukturierten Materie beruhen, wird man die Fotovoltaik und damit die *Energietechnik* voranbringen. Man wird Kraftturbinen effizienter und die Räder des ICE-Zuges sicherer machen. Chemische Stoffumwandlungsprozesse werden vielfältiger, aber gleichzeitig zielsicherer und ressourcensparender als bisher - Stichwort *Katalysatoren*. Die Stromübertragung mit Supraleiterkabeln wird im Idealfall verlustlos funktionieren. Damit stellen Hightech-Materialien bisher ungesehene Wertschöpfungen in Aussicht, wenn wir uns dazu auch noch eigene Produktionsstandorte und die Herstellung von Großchemikalien leisten. Hightech-Innovationen ohne Produktionsstandorte sind volkswirtschaftlich sinnlos. Globalisierung ist nämlich auch Lokalisierung, heißt Vor-Ort-Kompetenz. Geforscht wird, wo produziert wird.

Gesundheit, Umwelt und Ernährung (Life Sciences)

Immer brennender wird das Thema der Ernährung und Gesunderhaltung einer Weltbevölkerung, die exponentiell zunimmt. Hatte sie zigtausende von Jahren gebraucht, um einen Stand von einer Milliarde zu erreichen (1825), so schaffte sie es in weiteren 175 Jahren auf 6 Milliarden und läuft in weniger als nochmals 50 Jahren in eine Art „Sättigungskurve“ von 9 bis 10 Milliarden ein.

Alle diese Menschen werden sich um die Güter der Zivilisation bewerben, zuallererst um Nahrung. Das ist die *Szene* – nein: das *Stück*, das im neuen Jahrhundert auf dem Welttheater gespielt wird. Hatte Robert Thomas Malthus zu Beginn der Bevölkerungsexplosion noch unrecht, als er im berühmten „Essay on Population“

(1798) voraussagte, dass die Leistungsfähigkeit dem Bevölkerungswachstum nicht folgen könne, so geht es jetzt um eine andere Größenordnung: Damals gelang es noch, durch künstliche Düngung – später auf Basis der großtechnischen Ammoniak-Synthese – die Bodenerträge zu vervielfachen. Jedoch ist die Sättigungsgrenze hier längst erreicht. Abermals hat die Zukunft mit der *Miniaturisierung* zu tun: Es ist die molekulare Struktur der Erbsubstanz, aus der wir beispielsweise Pflanzen ableiten werden, die auf ariden Böden unter schlechten Klimabedingungen hinreichend rasch wachsen. Bei aller Leistung der modernen Agrar- und Landtechnik wird es die *Kenntnis der genetischen Codierung* sein, aus der das Überleben von Milliarden Menschen kommt, ohne dass die Schöpfung zerstört werden muss.

So müßig es ist, nach der bedeutendsten Entdeckung des 20. Jahrhunderts zu fragen, so offenkundig ist die nachhaltige Wirkung der genialen Idee, dass die DNA als der Erbsubstanzträger aus einer Doppelhelix besteht (Watson und Crick, Nobelpreis 1960). Struktur und Funktion der belebten Welt leiten sich daraus ab, *Genomik* und *Proteomik* sind die Entdeckungsfelder unserer Zeit. Die neue Biotechnologie ist im Grunde eine Informationsverarbeitungstechnik auf der molekularen Ebene. Nicht nur wegen des globalen Bevölkerungszuwachses, sondern auch wegen der hohen Individualansprüche in den fortgeschrittenen Ländern werden künftig die Landwirtschaft, der Umweltschutz, die Ernährungsindustrie und die Medizin als die Schwerpunktfelder der Life Sciences ohne Biotechnologie nicht auskommen. Biochips sind als Bausteine fortgeschrittener Informationssysteme denkbar, aber auch an den Elektronenspin als neues Computerprinzip darf gedacht werden. Dann braucht der Computerwerkstoff nur mehr Platz für Elektronen, und die heutige Rechnerleistung von etwa 1 Milliarde Rechnerbefehle in der Sekunde wird man für eine Kleinigkeit halten. Auf noch weniger Platz werden noch mehr Schaltelemente passen. Die Miniaturisierungsfortschritte in der belebten und in der unbelebten Welt beschleunigen sich gegenseitig. Das ist unsere Welt.

Nahrung, Energie und *Gesundheit* werden die drängendsten Menschheitsprobleme diese Jahrhunderts sein. Hierfür technische Lösungen bereitzustellen, ist eine Frage des eigenen Überlebens, aber auch der Moral. Im Grunde macht der Auftrag zur

Bewahrung der Schöpfung die Fortentwicklung von Wissenschaft und Technik zur unausweichlichen Pflicht.

Auf die keinesfalls isoliert zu sehenden Themen *Energie* und *Rohstoffe* sei hier aus Zeitgründen nicht weiter eingegangen. Die Verknappung der fossilen Energie- und Rohstoffbasis verlangt nach Forschung. Einerseits werden wir die Kernenergie als umweltschonendste und insgesamt sicherste Art der Energieerzeugung schätzungsweise noch fünfzig Jahre brauchen, denn die witterungsabhängigen Energiequellen wie Sonne und Wind entsprechen nicht der spezifischen Eigenschaft der elektrischen Energie: daß sie nämlich im Augenblick ihres Verbrauchs auch erzeugt werden muß, „just in time“. Elektrizität in großen Mengen zu speichern und bei Bedarf schlagartig verfügbar zu machen, muß der größten Forschungsanstrengungen dieses Jahrhunderts wert sein. Solange man aber eine Ökosteuern in die Rentenfinanzierung umlenkt, wird der Solarstrom von seiner Subvention nicht herunterkommen. Dazu wäre noch viel zu sagen.

Nicht fehlen soll jedoch der Hinweis, dass wir die *Nachwachsenden Rohstoffe* als neue Energie- und Werkstoffe ernst nehmen müssen. Für die stoffliche Nutzung können Pflanzen durch Optimierung ihres „Gencomputers“ so erzogen werden, dass sie bei vorgegebenen Zieleigenschaften (z.B. mechanische Festigkeit, chemische Inhaltsstoffe) eine ausreichende Wachstumsgeschwindigkeit verbinden mit einem zweckgerichteten Aneignungsvermögen für die Nährstoffe aus dem Boden. Was wir seit Beginn der industriellen Revolution an fossilen Materialien verheizen (Energie) und veredeln (Chemie), verdanken wir der genialen Syntheseleistung der Natur über Millionen von Jahren: Mit Licht, Wasser und Kohlendioxid synthetisiert die Natur die komplexen Stoffe des Lebendigen. Auf diese Syntheseleistung sollen wir uns neu besinnen, indem wir sie unmittelbar dem anthropogenen Verbrauch vorschalten. Nur wenn es uns gelingt, auch pflanzliche Stoffe als Rohstoffbasis heranzuziehen, werden wir die stofflich hochdifferenzierte Welt (=Chemie), an die wir gewöhnt sind, weiter betreiben können. Im übrigen sind biogene Rohstoffe („Biomasse“) auch für die Energiegewinnung chancenreich. Beispielsweise entsteht in Louisiana eine Fabrik, die aus Abfällen der Land- und Forstwirtschaft jährlich 75 Mio Liter Treibstoffethanol produzieren wird (BC International Corp). Die dafür erforderlichen

Mikroorganismen sind veränderte *E.coli*-Bakterien des Mikrobiologen Lonnie Ingram von der University of Florida.

Die modernen Natur- und Ingenieurwissenschaften haben ihren Ursprung in der Naturbeobachtung. Aus dem Vogelflug entwickelte der Ingenieur das Flugzeug, aus den Inhaltsstoffen von Pflanzen und Tieren entwickelte der Chemiker Heilmittel. Das natürliche Vorbild ist es auch, das im neuen Gebiet der Bionik aus der naturgegebenen Miniatur neues technisches Gerät ableitet.

Bildung: Generationenpflicht, Lebensqualität, Wettbewerbsvorteile

Das Wissen der Welt entwickelt sich noch viel schneller als sich die Menschen selbst vermehren. Wissen allein macht aber die Menschen sittlich nicht besser. Das wusste schon Rousseau auf die berühmte Preisfrage der Französischen Akademie der Wissenschaften zu antworten. Damit sind wir beim *Bildungsauftrag* unserer Gesellschaft angelangt. Es gilt verhindert zu werden, dass aus Bildungszweigen mächtige Informationsriesen per Internet werden. Aus Informationen Wissen zu formieren, ist Kombinatorik, aber noch kein Bildungsauftrag. Wissen zu ordnen, zu gewichten und zu werten – und daraus Bildungswissen zu gestalten, das ist der eigentliche Bildungsauftrag.

Hier sehe ich die Chance der europäischen Bildungskultur, die sich seit Leonardo da Vinci und Galileo Galilei auch als Kultur der Naturwissenschaftler und Ingenieure versteht. Eine Kultur, die von der Einsicht geprägt ist, dass Wissenschaft nicht bei Bedarf wie eine Glühlampe ein- und wieder ausgeschaltet werden kann, sondern Kontinuität braucht und Kulturfaktor ist. Zu den angesprochenen Zukunftsaufträgen werden wir in der Mitte unseres kleinen Europa nur dann signifikant beitragen, wenn wir

1. die Spitze der wissenschaftlich-technischen Entwicklung in Schlüsseltechnologien definieren, im Bewusstsein unserer herausragenden Leistungen des 19. und 20. Jahrhunderts,

2. und wenn wir das technische Wissen aus dem Schöpfungsauftrag heraus verstehen, und auch außerhalb unseres eigenen Kulturkreises zur Anwendung zu bringen.

Damit sind wir wieder bei der Unvermeidlichkeit von Naturwissenschaft und Technik angelangt. Beide sollen als legitime, zeitgemäße Ausdrucksformen unserer Kultur begriffen werden, nicht anders als sich jede Epoche künstlerisch, literarisch und philosophisch artikuliert. Unser Problem – auch in der Schulbildung – besteht darin, dass die Naturwissenschaften als etwas Artifizielles, Unnatürliches oder gar Widernatürliches verstanden werden - Naturwissenschaft und Technik als Sache für eine Kaste speziell dafür Begabter.

Das Gegenteil aber trifft zu: In dem Maße, wie Wissenschaft und Technik alle Lebensbereiche durchdringen, steigt auch die Notwendigkeit, diesen Prozess als neuen, integralen Kulturbegriff zu erfassen. Das heißt: Ingenieure, Chemiker, Physiker von morgen werden geistes-, sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen „Durchblick“ im wahrsten Sinne des Wortes haben müssen. Umgekehrt werden der Arzt, der Jurist, der Kaufmann „ohne Durchblick“ naturwissenschaftlich-technischer Zusammenhänge nicht mehr als kompetent gelten, denn ihr Entscheidungsraum ist längst nicht mehr technikfrei. Das trifft die Philosophen und Theologen besonders hart, aber es trifft auch sie.

Damit soll unser Schulwesen nicht von seinen neuhumanistischen Wurzeln abgetrennt werden, im Gegenteil Aber es muss in die Mitte unserer Zeit gestellt werden, will heißen: Technik ist der tägliche Begleiter unserer Daseinsbewältigung, mithin Bestandteil unserer Zivilisation. Nur so verstanden ist Technik richtig verstanden, nämlich Technik für die Menschen, nicht Selbstzweck. Technik ist Teil unseres Bildungsauftrags, der über die „Welt der Zahlen und Figuren“ (Novalis) hinaus den Sinn und die Grenzen von Technik hinterfragt.

Dieses Verständnis vermitteln unsere Schulen kaum. Mag es daran liegen, dass die Naturwissenschaften nicht mehr als von der Natur abgeleitete Wissenschaften begreiflich gemacht werden, oder auch daran, dass im Unterricht viel zu wenig der chemische und physikalische Alltagsbezug aufscheint – jedenfalls gelten Defizite in

wichtigen Technikfeldern nicht als Bildungslücken. Wer aber Mozart nicht gehört, Faust nicht gelesen und Steffi Graf nicht bewundert hat, gilt doch als ziemlicher Banause und zwar in dieser Reihenfolge.

Schule und Bildung

Bildung und Beruf gehören zusammen. Bildungspolitik hat die Aufgabe, die Begabungen der jungen Menschen in ihrer Differenzheit zu erkennen und zu fördern. Neben der Stärkung des dualen Ausbildungswesens, das den handwerklichen und akademische Begabungen gleichermaßen ihre Berechtigung gibt, bestehen im Zeitalter der Globalisierung von Wirtschaftsmärkten besondere Herausforderungen für die Schule:

1. Grundlage des Bildungswesens muss eine Werteorientierung sein, die über die unverzichtbare Leistungsorientierung hinausgreift. Der Sinn für Gemeinschaftsleistung mit individuell taxierbarer Einzelleistung entspricht nicht nur dem Bedarf moderner Berufsbilder, sondern fördert auch die gesellschaftliche Kultur eines Hochtechnologielandes.
2. Die weiterbildenden Schulen, insbesondere die Gymnasien, sind nicht nur Wissensschulen; sie müssen sich verstärkt als Bildungsschulen verstehen. Der Wille und die Fähigkeit zu geistiger Horizonterweiterung muss im Mittelpunkt stehen. Die Ausbildung von Jungspezialisten ist nicht Aufgabe der Gymnasien, die immer stärker unmittelbar auf eine unmittelbare Berufstätigkeit vorbereiten und damit auch Lebenstüchtigkeit vermitteln sollen (z.Zt. nehmen 25% der deutschen Abiturienten kein Hochschulstudium auf, Tendenz steigend).
3. Im Hochschulwesen entspricht der weitere Ausbau der Fachhochschulen sowohl den Neigungen und Begabungen der jungen Menschen als auch dem Marktbedarf. Die Vermittlung von modernem Verfügungswissen, das sich rasch in funktionierende Verfahren, Produkte und Dienstleistungen umsetzt, ist die Kernaufgabe der Fachhochschulen. Die Universitäten haben die Hauptaufgabe, die jungen Menschen am wissenschaftlichen Gegenstand auszubilden und dabei möglichst die Spitze des wissenschaftlichen Fortschritts zu definieren. Weit überwiegend werden die Grundlagenerkenntnisse in Naturwissenschaft und

Technik in Deutschland von den jungen Menschen im Alter von weniger als 33 Jahren erarbeitet, vor allem an den Universitäten.

4. Der Lehrerberuf sollte im Fokus des gesellschaftlichen Lebens stehen. Besondere Bedeutung haben hier die Pädagogen der Grund- und Hauptschule, zumal immer weniger intakte Elternhäuser zur Wahrnehmung der erzieherischen Pflichten verfügbar sind. Dass angesichts dieser Entwicklung der sog. Elternwille immer stärker eingefordert wird, entspricht dem Zynismus eines Sozialwesens, das im wichtigsten Bereich, nämlich dem der Erziehung, zunehmend aus den Fugen gerät.
5. Die Lehrerfortbildung bedarf endlich einer zeitgemäßen Ausgestaltung, die Lehrerbildung erst recht. Angesichts der schwierig gewordenen Sozialstrukturen ist zu fragen, ob ein Lehrer diesen anstrengenden Beruf über dreißig Jahre oder länger ausüben kann, physisch und psychisch. Der qualifizierte Lehrer muss Einsatzmöglichkeiten im öffentlichen Dienst und in der Wirtschaft finden, solange er noch fit ist. Dazu muss bereits die Lehrerbildung offen für den Arbeitsmarkt werden. Der Lehrerberuf bedarf laufender Weiterbildungsangebote und -pflichten. Ich plädiere für polyvalente Studienangebote, wie wir sie an unserer Hochschule in der Berufsschullehrer-Ausbildung anstreben (z.B. Dipl.-Berufspädagoge).
6. Grund- und Hauptschullehrer sind pädagogisch in besonderer Weise gefordert. Deshalb sollte ihre Besoldung hinter anderen Schulberufen nicht zurückstehen. Dies gilt im Besonderen für die Hauptschulen, deren Aufgabe vornehmlich darin besteht, Elementarwissen, Sozialverhalten und Fähigkeit zur Teamarbeit zu vermitteln sowie den handwerklichen Bezug herzustellen.

Der Lehrerberuf war und ist ein zentraler Kulturfaktor eines Landes. In einem Hochtechnologieland kommt es umso mehr darauf an, Gleichgewicht zwischen den handwerklichen und den akademischen Berufen zu halten, was naturgemäß immer schwieriger wird. Hier steht der Lehrer in der Mitte und wird selbst zum Kulturfaktor.

Hochschulen: Universitäten und Fachhochschulen

Das Hochschulwesen in Deutschland ist differenzierter als in den meisten hochentwickelten Ländern. Im Vergleich zum national organisierten, konzentrisch

aufsteigenden Bildungswesen Frankreichs könnte das deutsche Hochschulsystem aus dem föderalistischen Wettbewerb große Vorteile schöpfen. Bayern hat zwar im Universitätsbereich eine „Nettozuwanderung“ aus den anderen Bundesländern in einer Größenordnung, die der Universität Erlangen-Nürnberg entspricht (ca. 23.000 Studenten). Dieses Phänomen bleibt jedoch bildungs- bzw. hochschulpolitisch ohne Konsequenzen. Die „Zuwanderung“ müsste belohnt werden, die Belohnung sollte den Wettbewerbsvorteil auszubauen helfen. Wettbewerb entwickelt sich aber nicht, wo die Märkte fehlen. Den Universitäten gesteht man nur zögerlich bewährte Instrumente zur Markterschließung zu: weder die Beteiligung an der Studentenauswahl** noch die Erhebung einer (kreditierbaren) Kostenbeteiligung, sprich: Studiengebühren. Dadurch werden auch besonders leistungsfähige Universitäten immer wieder in die Knie gezwungen: Erhöht sich nämlich aufgrund besonders qualifizierter Lehr- und Forschungsangebote die Nachfrage nach einer bestimmten Universität, so verbessern sich dadurch deren Ressourcen nicht. So werden - zusätzlich erschwert durch eine mangelhafte Haushaltsflexibilität - Betreuungsqualität und Forschungsintensität wieder abnehmen, was auf die Einebnung des aufkommenden Wettbewerbs hinausläuft. Das ist in Deutschland hochschulpolitische Realität. Eine „Bundesliga Hochschule“ wird sich nicht herausbilden, sie war ja auch lange nicht gewollt. Daher ist es kein Wunder, dass die deutschen Universitäten für das Ausland wenig attraktiv sind.

„Technik ist der tägliche Begleiter unserer Daseinsbewältigung, mithin Bestandteil unserer menschlichen Zivilisation. Nur so verstanden ist Technik richtig verstanden, nämlich Technik für die Menschen, nicht Selbstzweck.“

Dennoch: Eine verantwortungsbewußte Hochschulpolitik darf es nicht hinnehmen, dass wir nicht einmal die Bildungsmärkte der wirtschaftlichen Aufbruchsregionen Asiens erschließen. Selbst den Wettlauf um die Forscherintelligenz der ehemaligen UdSSR haben amerikanische Spitzenuniversitäten gewonnen, denn wir haben uns an diesem Wettlauf erst gar nicht beteiligt. Das deutsche Hochschulwesen ist eben

** Mittlerweile per Novelle BayHSchG v. 24.12.2001 geändert (Anm. d. Verf., 18.08.2002).

an Wettbewerb nicht gewöhnt und kennt deshalb seine Attribute nicht, wie zum Beispiel Leistungsförderung, Leistungsakquisition, Fehlleistungsahndung.

„Wissen und Bildung sind der nachhaltigste Wettbewerbsfaktor“

Was können wir in dieser wenig hoffnungsvollen Situation noch voranbringen? Wir können beispielsweise dafür sorgen, dass sich Universitäten und Fachhochschulen auf ihren unterschiedlichen Auftrag besinnen, sich partnerschaftlich auf Arbeitsteilung verständigen und in komplexen F&E-Projekten zusammenwirken.

Die Universitäten müssen sich rückbesinnen auf die Wissenschaft als ihre zentrale Aufgabe, aus deren Erfüllung die akademische Lehre erst ihren Sinn schöpft. Die Universität ist eine wissenschaftsgetriebene Schule, die akademische Lehre ist das Abbild der Wissenschaftlichkeit ihrer Lehrer und Forscher. Wissenschaft steht in der Mitte, *„als etwas noch nicht ganz Gefundenes und nie ganz Aufzufindendes“*, wie Humboldt (1810) treffend anmerkt. Gesucht ist der richtige Weg zwischen dem uneinlösbaren Wesen der Universität und der Schulwerdung der neuen Universität. Die Universität hat den Auftrag, die jungen Menschen am wissenschaftlichen Gegenstand auszubilden. Sie muß Nobelpreiswissen und die zugehörigen „Übersetzertalente“ hervor- und zusammenbringen. Vermehrt kommt es auf die Sprechfähigkeit der Wissenschaft in die Gesellschaft hinein an, denn in Zukunft wird der öffentliche Konsens über den Aufstieg und Abbau ganzer Forschungsfelder entscheiden. *Sprechen ist Bringschuld*. Wissenschaft muss sich artikulieren, und zwar verständlich. Akzeptanz ist eine Vertrauensqualität, die Verständlichkeit und Dahinterschauen voraussetzt. Aus der Chemie- und Gentechnikdiskussion der vergangenen Jahrzehnte sollten wir schlau geworden sein.

Die *Fachhochschulen* vermitteln modernes Verfügungswissen, das sich rasch in neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen umsetzen läßt. Nach meiner Beurteilung sind die Neigungen und Talente der jungen Menschen mehrheitlich auf das Profil der Fachhochschulen abzubilden, deren weiteren Ausbau ich deshalb für wichtig halte. Die Arbeitsteilung zwischen Fachhochschule und Universität definiert

sich an der Wissenschaftlichkeit der Materie, woran sich wiederum der Aufwand für den Forschungsbedarf bemißt (Personal, apparative Ausstattung).

Die Universitäten sind gut beraten, exzellente FH-Absolventen – beispielsweise 10 % der Jahrgangsbesten – umstandslos zu weiterführenden Forschungsarbeiten zuzulassen. Auch wird es sinnvoll sein, den FH-Diplomanden und den Uni-Doktoranden in komplexen Forschungsthemen zusammenzuführen, denn beide haben einander ergänzende Qualitäten. Viel zu einfach ist freilich das Unterscheidungskriterium der Praxisnähe. Wozu sonst als zur Berufspraxis sollen Fachhochschule und Universität ausbilden? Praxisnähe stärker oder weniger ausgeprägt, das ist das Thema.

Die staatliche Detailregelungsflut läßt sich nur überwinden, wenn die Hochschulen Methoden zur kritischen Eigenbewertung entwickeln. Dazu gehören die Instrumente der Kosten-/Leistungsrechnung. So uneinheitlich die Auffassung über Forschungsleistungen immer bleiben werden, so sehr beflügelt der ständige Diskurs über das, was Leistung und förderungswürdig ist, das Qualitätsbewußtsein jeder Korporation und ihrer Mitglieder. Durch Kostenklarheit gewinnen wir an Glaubwürdigkeit bei unseren Geldgebern. Das war doch das Problem der vergangenen Jahrzehnte: Keiner wußte so recht, was Lehre und Forschung eigentlich kosten. Deshalb mußten bisher alle zusätzlichen Budgetforderungen Luftnummern bleiben. Das wird sich ändern, wenn wir die Aufwendungen den Leistungen gegenüberstellen. Hieran arbeiten wir an der TU München.

Entscheidend kommt es in einem Land ohne materielle Rohstoffe darauf an, gesellschaftliche Akzeptanz für die zentrale Bedeutung der Kreativität des einzelnen, für nachhaltige Technologien und damit für Spitzenforschung zu schaffen. Politik, Wissenschaft und Wirtschaft sind hier zur Allianz gerufen. Schule und Hochschule gehen uns alle und immer an, nicht erst in Mangelsituationen. Wissen und Bildung sind der nachhaltigste Wettbewerbsfaktor.