

**IZT**

**Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung**  
Institute for Futures Studies and Technology Assessment

**Zukunftstechnologien und Innovationen 2030**  
**Konsequenzen für die berufliche Bildung**

**Zukunft berufliche Bildung**  
**BIBB-Fachkongreß 2007**

Rolf Kreibich

**Arbeitsbericht Nr. 28/2007**

Berlin/Düsseldorf, September 2007



## Inhalt

1	Prolog.....	4
2	Zukunftswissen und Basistrends .....	4
3	Die großen Herausforderungen für Bildung, Ausbildung und Weiterqualifizierung.....	7
4	Kernprobleme des globalen Wandels.....	8
5	Entwicklung zur Wissenschafts- und Bildungsgesellschaft.....	9
6	Bildung für Nachhaltigkeit und Lebensqualität .....	12
7	Zukunftstechnologien und Innovationsfelder .....	14
8	Zukunftstechnologien und Neue Dienstleistungen .....	17
9	Konsequenzen für die berufliche Bildung.....	18

## 1 Prolog

Es kann keinen Zweifel geben, daß die zentralen Produktiv- und Innovationskräfte „Wissenschaft“ und „Technologie“ für die Bildung und Ausbildung in allen Bildungsbereichen eine herausgehobene Rolle spielen, gerade auch wegen ihrer Janusköpfigkeit von Fortschritts- und Zerstörungswirkungen. Vor diesem Hintergrund soll skizziert werden, wie wissenschaftlich-technologische Innovationen die Zukunftsgestaltung einer Bildungsgesellschaft mit den Leitzielen der Nachhaltigen Entwicklung und zur Verbesserung der Lebensqualität konkret genutzt und umgesetzt werden sollten.

Was weiß man heute über die voraussichtlichen Leitplanken der Entwicklung im 21. Jahrhundert? Kann man überhaupt Relevantes hierzu aussagen? Die Zukunftsforschung sagt ja, auch wenn sie sich der prinzipiellen Unsicherheit von Zukunftswissen bewußt ist. Die Wissenschaft verfügt heute gleichwohl über solides und belastbares wissenschaftliches Zukunftswissen, dessen Negierung bei der Zukunftsgestaltung mit großer Wahrscheinlichkeit zu fatalen Folgen führen würde, die Selbstzerstörung der Menschheit eingeschlossen.

Die Entwicklung von heute wird geprägt durch Globalisierung und Ökonomisierung, durch Digitalisierung und Individualisierung. Nicht nur geballt in Worten, auch in der Realität bestimmen diese Phänomene Zeitgeist und Zeitgeist-Handeln. Die Leitziele Wirtschaftswachstum, globaler Technologie-, Innovations- und Produktivitätswettbewerb, Wissenswirtschaft, offene Finanzmärkte und Shareholder-Value kennzeichnen die weltweit dominierende Wirtschaftsweise. Technologische und ökonomische Parameter dominieren alle Lebensbereiche, von der Bildung bis zur Forschung, vom Gesundheitssystem bis zur Kultur, von der Stadt- und Regionalentwicklung bis zum Freizeitverhalten und zur Freizeitgestaltung.

## 2 Zukunftswissen und Basistrends

Was kann die moderne Zukunftsforschung an Orientierungs- und Handlungswissen für Bildung und Qualifizierung beitragen?

„*Zukunftsforschung* ist die wissenschaftliche Befassung mit möglichen, wahrscheinlichen und wünschbaren Zukunftsentwicklungen (Zukünften) und Gestaltungsoptionen sowie deren Voraussetzungen in Vergangenheit und Gegenwart“.

Die moderne Zukunftsforschung beschäftigt sich also nicht mit *der* Zukunft, sondern mit *Zukünften*. Das ist plausibel, denn jede Einzelperson, jede Gruppe, jede politische Institution hat nicht nur eine feststehende Zukunft, sondern Zukünfte vor sich, also Alternativen. So ist es nur aus der historischen Entwicklung von Wissenschaft, Kultur und Politik zu erklären, daß unsere Sprache für das Wort Zukunft keinen Plural besitzt. Ähnlich verhält es sich mit so wichtigen Begriffen wie „Rationalität“ oder „Vernunft“ - denn natürlich gibt es verschiedene Rationalitäten und verschiedene Vernünfte und eben auch verschiedene Zukünfte.

Zukunftsfragen im gesellschaftlichen Bereich beziehen sich in der Regel nicht auf eng begrenzte Probleme. Vielmehr sind sie vorwiegend auf komplexe dynamische Systeme und Prozesse gerichtet, eingebettet und vernetzt in soziale, ökonomische, ökologische und kulturelle Umfeldbedingungen. In den letzten Jahrzehnten wurde immer deutlicher, daß nur eine globale Betrachtung der Zusammenhänge, Wirkungen und Folgen von Ereignissen und Trends gute, das heißt wissenschaftlich stringente und praktisch nutzbare Erkenntnisse über Zukünfte  $\alpha$ -bringt. In Zeiten der Globalisierung sollte das heute eine Selbstverständlichkeit sein. Die Praxis in Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und im Bildungsbereich ist jedoch eine andere.

Ebenso verhält es sich mit den Zeitperspektiven, auf die Zukunftsfragen gerichtet sind und für die fruchtbare Zukunftswissen erarbeitet werden soll und dringend gebraucht wird. Auf der einen Seite werden durch menschliches Handeln täglich Zukünfte über mehr als fünfzig, einhundert oder sogar mehr als tausend Jahre geschaffen: Das gilt etwa für den Bau von Wohn- oder Bürogebäuden, Brücken, Straßen, Flugplätzen, Ver- und Entsorgungseinrichtungen, Eisenbahnnetzen, Pipelines oder Kernkraftwerken, ebenso wie für die Verursachung von radioaktivem Müll, das Ozonloch oder den immer dichter werdenden CO<sub>2</sub>-Mantel um die Erde als Hauptfaktor der Klimaveränderungen. Noch bedeutsamer sind die Zukunftsfolgen durch irreversibles menschliches Handeln, so der Ressourcenverbrauch fossiler und metallischer Rohstoffe und die Vernichtung von Tier- und Pflanzenarten.

Es kann keinen Zweifel geben, daß eine intensive wissenschaftliche Befassung mit mittel- und langfristigen Zeiträumen und Handlungsorientierungen für das Leben der Menschen, insbesondere auch der nachfolgenden Generationen, und für die Zukunftsfähigkeit von Gesellschaften unabdingbar ist.

In der modernen Zukunftsforschung heißt ein Betrachtungszeitraum von 5 bis 20 Jahren mittelfristig und von 20 bis 50 Jahren langfristig. Bei zahlreichen Zukunftsfragen wie Klimawandel, Nutzung der Biomasse, Entsorgung von radioaktivem Abfall oder der Entwicklung von

nachhaltigen Energie-, Gesundheits-, Wasser-, Verkehrs- und Kommunikationsstrukturen weltweit, müssen die Betrachtungen allerdings noch weit über 50 Jahre hinausgehen.

Vor diesem Hintergrund haben wir am IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung zahlreiche Zukunftstrends auf ihre Relevanz für zukünftige Entwicklungen untersucht und bewertet. Aus einer Gesamtzahl von 50 grundlegenden Zukunftstrends, die durch Auswertung nationaler und internationaler Zukunftsstudien selektiert wurden, konnten anschließend in drei Zukunftswerkstätten die wichtigsten Basistrends ermittelt werden. Die Zukunftswerkstätten waren jeweils mit Experten aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Kultur sowie Vertretern der Zivilgesellschaft und der Bürgerschaft besetzt.

Wir sprechen von Basistrends der gesellschaftlichen Entwicklung, wenn mindestens drei Kriterien erfüllt sind: Der Trend muß *fundamental* in dem Sinne sein, daß er starke bis grundlegende Veränderungen im Bereich der menschlichen Sozialentwicklung und/oder der Natur bewirkt. Der Trend muß mindestens *mittelfristig* (ca. 5 bis 20 Jahre) oder *langfristig* (über 20 Jahre) starke Wirkungen und Folgen auslösen. Mit dem Trend müssen starke *globale* Wirkungen und Folgen verbunden sein.

Hieraus ergab sich die in der nachfolgenden Abbildung wiedergegebene Rangfolge der wichtigsten 10 Basistrends.

Abb. 1

**Zukunftsentwicklungen – Basistrends (Kreibich 2006):**

- **Wissenschaftliche und technologische Innovationen**
- **Belastungen von Umwelt und Biosphäre/Raubbau an Naturressourcen**
- **Bevölkerungsentwicklung und demografischer Wandel**
- **Wandel zur Dienstleistungs-, Informations- und Wissenschaftsgesellschaft**
- **Globalisierung von Wirtschaft, Beschäftigung und Mobilität**
- **Soziale Disparitäten zwischen Erster und Dritter Welt, Extremismus, Terrorismus**
- **Individualisierung der Lebens- und Arbeitswelt**
- **Erhöhung der Personen- und Güterströme weltweit**
- **Verringerung der Lebensqualität (nach UN- und Weltbank-Indizes)**
- **Beschäftigungsentwicklung und Massenarbeitslosigkeit**

### 3 Die großen Herausforderungen für Bildung, Ausbildung und Weiterqualifizierung

Die Entwicklung der „Moderne“ im 20. und 21. Jahrhundert spiegelt sich in erster Linie in den beiden Megatrends „*Wissenschaftliche und technologische Innovationen*“ und „*Umweltbelastungen/Raubbau an den Naturressourcen*“ wider. Es kann angesichts der empirischen Befunde keine Zweifel geben, daß der erste Megatrend in besonderer Weise von der rasanten Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien sowie den weltweiten Forschungen und wissenschaftlichen Qualifizierungen charakterisiert wird.

Der zweite Megatrend wird von den Belastungen der Öko- und Sozialsysteme durch die Folgen der industriegesellschaftliche Produktion und Konsumtion und eine sich mehr und mehr globalisierende Wirtschaftstätigkeit geprägt.

Um die Bedeutung beider Trends für zukünftiges Handeln anzudeuten, sollen einige Zahlen und Fakten zur Weltentwicklung in Erinnerung gerufen werden, die sich auf die Erfolgs- und auf die Schattenseite der wissenschaftlich-technisch-wirtschaftlichen und sozialen Dynamik der Industriekultur beziehen:

In keiner anderen Hochkultur haben sich auch nur annäherungsweise solche Veränderungen vollzogen wie in der durch Wissenschaft und Technik geprägten Industriegesellschaft. Wir haben in den Industrieländern einen grandiosen Wohlstand erreicht und in den letzten 100 Jahren die Produktivität im Produktionsbereich um über 4000% erhöht und im Bürobereich allein in den letzten 50 Jahren ebenfalls um über 4000%. Durch diese Produktivitätssteigerung konnte das Realeinkommen in diesen 100 Jahren um ca. 3500% gesteigert und die Lebenszeit der Menschen fast verdoppelt, im Durchschnitt in Deutschland um 38 Jahre verlängert werden. Diese Veränderungen gelten in ähnlicher Weise für alle industrialisierten Länder. Somit ist zunächst festzuhalten, daß sich in diesen Zahlen die Erfüllung langgehegter Zukunftsvisionen und Menschheitsträume widerspiegeln. Es ist im Vergleich zu früheren Gesellschaften ein enormer materieller Wohlstand zu verzeichnen. Hier liegt der Schlüssel dafür, daß wir nach wie vor primär in den Perspektiven von Technikentwicklung, Produktivitätssteigerung, Wirtschaftswachstum und materieller Wohlstandsmehrung die zentralen Leitziele für Zukunft und Fortschritt sehen.

Mit dem ersten Megatrend haben wir aber auch den zweiten Megatrend ausgelöst, die Belastungen der Natur und der Biosphäre und den Raubbau an den natürlichen Ressourcen, gewissermaßen die Kehr- oder Schattenseite der glänzenden Technologie- und Wirtschaftsentfal-

tung: Die Weltbevölkerung wächst jeden Tag um 250.000 Menschen. Täglich wird die Atmosphäre mit 60 Millionen Tonnen Kohlendioxid aus Kraftwerken, Heizungen und Kraftfahrzeugen belastet. Täglich wird die Fläche von 63.000 Fußballfeldern Regenwald vernichtet, wodurch unsere wichtigste Kohlendioxid-Reduktions- und Sauerstoff-Produktionsmaschine systematisch zerstört wird. Wir vernichten durch anthropogene Eingriffe täglich 20.000 ha Ackerland und 100 bis 200 Tierarten. Das sind Daten der OECD und des deutschen Umweltbundesamtes, die die Alarmglocken zum schrillen Läuten bringen müssen.

Die dramatischsten Folgen zeigen sich beim Artensterben: Wir wissen, daß ungefähr 36 Millionen Tier- und Pflanzenarten auf der Erde existieren und hochkomplexe Lebens- und Wirkungsgemeinschaften bilden. Mit fortwährendem Artenverlust werden zunehmend systematische Zusammenhänge der globalen und lokalen Ökosysteme zerstört, wobei der Mensch als komplexes Wesen am Ende der Nahrungs- und Ressourcenketten besonders stark gefährdet ist. Es läßt sich leicht ausrechnen, daß die Nahrungs- und Lebensnetze bald reißen, wenn dieser Trend nicht gestoppt wird.

Aber auch die sozialen Entwicklungen sind höchst beunruhigend: Bei globaler Betrachtung läßt sich feststellen, daß der Gewinn aus dem Naturvermögen zwischen den 20% Reichsten und den 20% Ärmsten 60:1 beträgt. Zusätzlich werden jene Länder und deren Menschen, die nur einen geringen Gewinn aus dem Naturvermögen ziehen, durch die reichen Länder mit Abgasen und Müll extrem belastet.

#### **4 Kernprobleme des globalen Wandels**

Die drei im Februar, April und Mai dieses Jahres vorgelegten Klimaberichte der Vereinten Nationen haben die Dramatik des Klimawandels und möglicher Folgen nicht nur bestätigt, sondern noch verstärkt. Die jetzt in Gang gekommenen weltweiten Diskussionen und ersten globalen und regionalen Klimaschutz-Beschlüsse und Maßnahmen sind nicht nur dringend zu begrüßen, sondern aus der Sicht der Zukunftsforschung seit mindestens 30 Jahren überfällig.

Der Millenniumsbericht der Vereinten Nationen hat neben einer neuen globalen Energiestrategie, die primär auf Energieeffizienztechniken, Regenerativen Energien sowie neuen Energiespeichertechnologien für Wärme und Strom beruht, das Trinkwasserproblem zu Recht als eine zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts hervorgehoben: Schon heute haben 2,4 Milliarden Menschen kein sauberes Trinkwasser mehr – vor allem in Asien, Afrika und La-



teinamerika. Die Folgen für Ernährung, Gesundheit, Konflikte und Verteilungskämpfe sind vorprogrammiert, wenn nicht alsbald einschneidende Maßnahmen einer globalen finanziellen Hilfe und wissenschaftlich-technologischen und sozialen Kooperation greifen.

Vor diesem Hintergrund lassen sich die *Kernprobleme des globalen Wandels in der Biosphäre* sowie die wichtigsten Krisenbereiche, die das soziale Zusammenleben auf dem begrenzten Globus in den kommenden Jahrzehnten prägen werden, wie folgt zusammenfassen:

Abb. 2

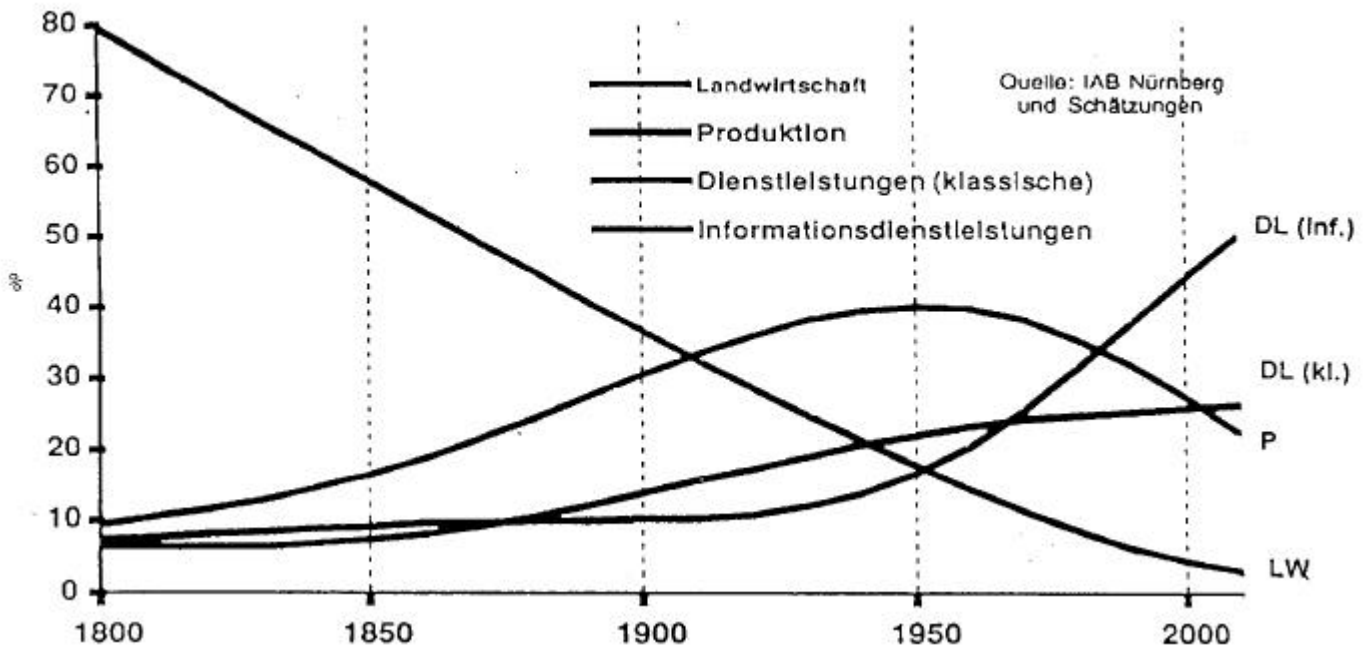
- **Klimawandel**
- **Verlust biologischer Vielfalt**
- **Bodendegradation und Landschaftsverbrauch**
- **Süßwasserverknappung und –verschmutzung**
- **Verschmutzung der Weltmeere und der Anthroposphäre**
- **Bevölkerungsentwicklung und grenzüberschreitende Migration**
- **Gesundheitsgefährdung - Massenerkrankungen**
- **Gefährdung der Ver- und Entsorgungssicherheit (Ernährung, Wasser, Energie, Abfall)**
- **Wachsende globale Entwicklungsdisparitäten**
- **Ausbreitung nicht-nachhaltiger Lebensstile**

## 5 Entwicklung zur Wissenschafts- und Bildungsgesellschaft

Die Tertiarisierung und Quartarisierung der Wirtschaft, also die Entwicklung zur Dienstleistungs- und zur Informationsgesellschaft, wird fortschreiten. Schon heute arbeiten in Deutschland ca. 64% im Dienstleistungssektor, in den USA sind es bereits 76%, in Schweden 75%. Daß von diesen Beschäftigten schon etwa 2/3 im Bereich Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, Forschung, Know-how-Entwicklung, Bildung, Ausbildung und Weiterbildung tätig sind, ist das eigentlich herausragende Merkmal des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Strukturwandels und des Wandels zu neuen Beschäftigungsstrukturen. Die Entwicklung zur Informations- und Wissenschaftsgesellschaft mit ihren weltweit flexiblen Wirtschafts- und Beschäftigungsstrukturen ist unaufhaltsam. Ob es sich dabei auch um die Entfaltung zur Bildungsgesellschaft handeln wird, hängt allerdings noch sehr von unseren Zukunftsvisionen und den politischen Rahmenbedingungen ab, die es im Sinne der Nachhaltigkeit und der Verbesserung der Lebensqualität noch zu gestalten gilt. Die zu erwartenden wissenschaftlichen Innovationen und Zukunftstechnologien werden jedenfalls alle Lebensbereiche auch in Zukunft grundlegend verändern.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Beschäftigungsentwicklung in Richtung Quartarisierung der Wirtschaft und einer durch Informations- und Kommunikationstechniken stark geprägten Arbeits- und Gesellschaftsstruktur:

Abb. 3



Die darauf basierenden Herausforderungen für die Unternehmen und die berufliche Bildung zeigen paradigmatisch die Stichworte der folgenden zwei Tabellen:

Abb. 4

#### Merkmale zukunftsorientierter Unternehmen

- Hohes Qualifikationsniveau der Mitarbeiter – Permanente Weiterqualifizierung
- Hoher Anteil an FuE-Leistungen und -Kosten
- Flache Hierarchien und Teamarbeit
- Selbstorganisation; Eigenverantwortung; Mitarbeiterbeteiligung;
- Unternehmens-Netzwerk-Bildung
- Hohe Innovationsrate pro Mitarbeiter
- Netzwerkbildungen mit Wissenschaft und Technik
- Hohe Innovationsraten der Produkte/Dienstleistungen
- Angebote integrierter Dienstleistungen

Abb. 5

#### Wissenschaftliches Wissen als Produktivkraft

Mikrochips:	70% des Preises durch Wissen
Pharmaprodukte:	80% der Preise durch Wissen
Wirtschaftswachstum:	70 bis 80% durch Wissen (innovatives Wissen)

## 6 Bildung für Nachhaltigkeit und Lebensqualität

Heute dominieren weltweit zwei Leitbilder: Die *Informationsgesellschaft* als Fortsetzung der Industriegesellschaft mit anderen Mitteln und die *Nachhaltige Entwicklung* als Kurswechsel von der quantitativen zur qualitativen Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft.

Deutlich stehen sich die beiden Entwicklungswege noch immer weitgehend unvernetzt gegenüber. Beide Zukunftsperspektiven haben aus ganz unterschiedlichen Gründen eine besondere Mächtigkeit sowohl als Leitbilder für globale Entwicklungsstrategien als auch für das praktische Handeln auf multinationaler, nationaler, regionaler und lokaler Ebene. Diese Leitbilder sind nicht nur für die Zukünfte von Staaten, Kommunen und Unternehmen prägend, sondern auch für zukünftige Lebensstile, Bildung, Ausbildung, Arbeit, Kultur und Sozialverhalten.

Die „*Informationsgesellschaft*“ begründet sich hauptsächlich aus der wachsenden Bedeutung der Ressource „Information und Wissen“ und der zunehmenden ökonomischen und sozialen Relevanz der technischen Informations- und Kommunikationssysteme in Verbindung mit dem Einsatz von Computern und Netzen. Ihre Durchsetzung folgt im wesentlichen der Eigendynamik des technologischen und wirtschaftlichen Wettbewerbs im Rahmen des internationalen Wachstums- und Produktivitätswettlaufs. Die Mächtigkeit des Leitbildes „*Informationsgesellschaft*“ resultiert aus der zunehmenden Verfügbarkeit und universellen Anwendung informationstechnischer Systeme. Ihr Einsatz bestimmt heute in hohem Maße die Entwicklung aller Lebensbereiche.

Das Leitbild der „*Nachhaltigen Gesellschaft*“ begründet sich hauptsächlich aus der Notwendigkeit, die Lebens- und Produktionsgrundlagen weltweit dauerhaft zu erhalten und die Gewinne aus den natürlichen und wissenschaftlich-technischen Ressourcen gerechter zu verteilen. Nachhaltige Entwicklung bedeutet, dass jede Generation so handeln muss, dass das natürliche Kapital (Quantität und Qualität der natürlichen Lebensmedien und Ressourcen) soweit erhalten bleibt, dass für künftige Generationen die Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden und ein Zusammenleben aller Menschen in wirtschaftlicher und sozialer Stabilität langfristig möglich ist.

Heute läßt sich auf der Grundlage des vorhandenen wissenschaftlichen Zukunftswissens mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit sagen, daß der seit Mitte der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts anhaltende Trend zur Verringerung der Lebensqualität nur dann umzu-

kehren ist, wenn die wichtigsten sozialen, ökonomischen und technologischen Innovationsparameter den Leitzielen einer Nachhaltigen Entwicklung folgen.

Auf der Grundlage der Indizes von UN und Weltbank zeigt die Entwicklung der Lebensqualität (Human Development Index) – auch in den Industrieländern – das folgende Bild:

Abb. 6

### **Lebensqualität in den Industrieländern**

**Vereinte Nationen: 145 Indikatoren**  
**Weltbank: Human Development Index 132 Indikatoren**  
**Trotz permanenten Wirtschaftswachstums seit 1976 Abnahme der Lebensqualität in den Industrieländern**  
**Indikatoren: Nahrung**  
**Kleidung**  
**Wohnung**  
**Gesundheit**  
**Bildung/Ausbildung**  
**Verfügbares Realeinkommen**  
**Umweltsituation**  
**etc. etc.**

Dieser Trend läßt sich nur stoppen und umkehren, wenn die Leitperspektiven und Handlungsziele einer Nachhaltigen Entwicklung, wie sie etwa in der Agenda 21 der Vereinten Nationen vorgezeichnet sind, in allen Handlungsbereichen – in besonderer Weise in allen Bildungs-, Ausbildungs- und Weiterbildungsbereichen – als Grundlage anerkannt werden:

Abb. 7

### **LEITPERSPEKTIVEN**

- **Verbesserung der Lebensqualität und Sicherung von wirtschaftlicher Entwicklung und Beschäftigung**
- **Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und Schonung der Naturressourcen**
- **Sicherung von sozialer Gerechtigkeit und Chancengleichheit**
- **Wahrung und Förderung der kulturellen Eigenentwicklung und Vielfalt von Gruppen und Lebensgemeinschaften**
- **Förderung menschenwürdiger Technologien und Verhinderung superriskanter Techniken und irreversibler Umfeldzerstörungen**

Ich betrachte es als große Herausforderung, die Leitbilder „Informationsgesellschaft“ und „Nachhaltige Gesellschaft“ auf ihre Vereinbarkeit und mögliche Kopplung abzuprüfen und für alle Handlungsbereiche reale Zukunftsstrategien zu entwickeln und zukunftsfähige Gestal-

tungsansätze herauszuarbeiten. Dass die beiden Leitbilder nicht in einem grundsätzlichen Widerspruch zueinander stehen, geht bereits daraus hervor, dass der Einsatz der Ressource „Information und Wissen“ nicht notwendigerweise an hohe Stoff- und Energieumsätze und soziale Disparitäten gekoppelt ist - auch wenn der stoffliche, energetische und soziale Ressourcenverbrauch mit dem Einsatz der IuK-Technologien bisher eher noch gestiegen ist. Es lassen sich aber genügend Beispiele dafür aufzeigen, dass bei richtigen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für viele Produkte, Prozesse und Dienstleistungen bessere Öko- und Sozialbilanzen durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien zu erzielen sind.

In den nachfolgenden Abschnitten soll nun gezeigt werden, daß Zukunftstechnologien sowie ökonomische und soziale Innovationen – eingesetzt und genutzt im Sinne der Nachhaltigkeit – nicht nur eine Voraussetzung für eine zukunftsfähige Wirtschaftsentwicklung sind, sondern auch für eine zukunftsorientierte beruflichen Bildung, Ausbildung und Weiterqualifizierung.

## **7 Zukunftstechnologien und Innovationsfelder**

Zur Bewältigung der in den vorangegangenen Abschnitten skizzierten Zukunftsherausforderungen bedarf es in allen Lebensbereichen des Umdenkens und Umsteuerns: Notwendig ist ein grundlegender Paradigmenwechsel in Gesellschaft, Wirtschaft, Wissenschaft und Kultur von einer extensiven ressourcenverschwendenden Technik-, Industrie- und Konsumkultur hin zu einer ressourceneffizienten, ökologisch konsistenten und sozial verträglichen Wirtschafts- und Lebensweise. Es kann keinen Zweifel geben, daß es für diesen Perspektivenwechsel sowohl grundlegender wissenschaftlich-technischer als auch sozialer, ökonomischer, kultureller und institutioneller Innovationen bedarf. Besonders herausgefordert sind naturgemäß die Bereiche Bildung, Ausbildung und Weiterqualifizierung und in besonderer Weise die berufliche Bildung.

Im Folgenden muß sich der Beitrag darauf beschränken, am Beispiel wichtiger wissenschaftlich begründeter Zukunftstechnologien und ökonomischer Innovationsfelder aufzuzeigen, wie mit diesen die Zielperspektiven der „Nachhaltigen Entwicklung“ und der „Verbesserung der Lebensqualität“ anzugehen sind und welche Konsequenzen für die berufliche Bildung daraus erwachsen. Sicherheitshalber soll angemerkt werden, daß selbstverständlich zahlreiche weite-

re soziale, kulturelle und institutionelle Innovationen für den Perspektivenwechsel erforderlich sind, die hier nicht behandelt werden können.

Zur Erfüllung des Nachhaltigkeits-Prinzips müssen für alle Handlungsfelder konkrete Einzelziele, Umsetzungsstrategien und Maßnahmen herausgearbeitet werden, die sich an möglichst klar definierten Nachhaltigkeits-Indikatoren messen und bewerten lassen. Hervorzuheben ist, daß die Annäherung an die Leitziele der Nachhaltigkeit nur schrittweise erfolgen kann. Nachhaltige Entwicklung ist ein permanenter Prozeß der Gestaltung von Zukunftsfähigkeit, der im Prinzip nie zum Abschluß gebracht werden kann, solange Menschen produzieren, konsumieren und sich mobil bewegen und dabei Stoff-, Energie- und Informationsflüsse induzieren. Der wissenschaftlich-technische Paradigmenwechsel muß in erster Linie auf folgende Nachhaltigkeits-Strategien ausgerichtet werden:

- Alle wissenschaftlich-technologischen und institutionellen Innovationen sind im Hinblick auf neue Produkte, Dienstleistungen und Informationsflüsse konsequent auf die Einsparung von stofflichen und energetischen Ressourcen zu richten. Das heißt, es geht darum, mit wesentlich weniger Ressourceneinsatz den gleichen Nutzen zu erzielen.
- Sowohl die Produktion und die Dienstleistungen als auch die Konsumtion müssen wieder besser in die natürlichen ökologischen (biogeochemischen) Kreisläufe der Natur eingepaßt werden. Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe und der Einsatz der regenerativen Energien bilden hierfür die Grundlage. Die Anpassung an die Absorptions- und Aufnahmefähigkeit von Ökosystemen bei der Herstellung, Nutzung und Verbringung von Produkten und Infrastrukturen sowie bei der Inanspruchnahme dazugehöriger Dienstleistungen ist eine notwendige Voraussetzung für eine solche Konsistenzstrategie.
- Wir werden langfristig nur durch die Praktizierung neuer Lebensstile und Lebensweisen mit neuen Wohlstands- und Lebensqualitätsorientierungen zukunftsfähig bleiben. Hier liegt ein weites Feld, das von grundlegenden Einstellungsänderungen, Wandel der Normensysteme bis hin zu einem bewußteren Konsum-, Kauf- und Nutzungsverhalten bei der Inanspruchnahme von Produkten, Dienstleistungen sowie Mobilitäts- und Kommunikationstechniken reicht.

Effizienz-, Konsistenz- und Suffizienzinnovationen wird es in einer freien demokratischen Gesellschaft nur dann geben, wenn mehr Eigenverantwortung und Selbstorganisation prakti-

ziert wird. Nur dann werden soziale Phantasie, Kreativität und proaktives Handeln für die Leitorientierung „Nachhaltige Entwicklung“ freigesetzt. Gerade die berufliche Bildung sowie die Aus- und Weiterbildung haben die große Aufgabe, selbstverantwortliches Handeln und Selbstorganisation der Jugendlichen zu stärken und sie für die Entwicklung und Anwendung geeigneter technologischer, ökonomischer und sozialer Innovationen zu begeistern.

Die nachfolgende Tabelle enthält wichtige Zukunftstechnologien und Innovationsfelder, die im Hinblick auf Impulse, Einsatzweisen und Nutzungen im Sinne einer Nachhaltigen Entwicklung am IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung untersucht und nach Chancen und Risiken bewertet wurden. Die Reihenfolge gibt in etwa ihre Bedeutung für Effizienz- und Konsistenzperspektiven und die zeitlichen Realisierungschancen an:

Abb. 8

- *Innovative, ökologische und solare Bautechnik:*  
Baukonstruktion, Bauorganisation, Baustoffe, Infrastruktur, Umfeldgestaltung, Energie- und Materialeffizienz, solare und ökologische Systemlösungen
- *Energieeffizienz-Systeme und Regenerative Energien:*  
Energieeffizienz in Produktion, Verkehr, Wohn-, Gewerbe- und Bürobauten, Infrastruktur, Fahrzeugbau; Nutzung regenerativer Energien in allen Verbrauchssektoren; Energiespeichertechniken für Wärme und Strom
- *Kreislaufwirtschaft in Produktion und Distribution:*  
Produktkreisläufe, Material- und Wasserkreisläufe, Wieder- und Weiterverwertung, Hilfsstoffkreisläufe, neue Logistik-Systeme
- *Nachhaltige Produkte und Produktionsverfahren:*  
Wertstoffhaltung, Energieeffizienz, Schadstoffarmut, Wiederverwendung, Materialkompatibilität, Entmaterialisierung, Sozialverträglichkeit
- *Biotechnologie und Medizintechnik:*  
Ökologisch und biologisch verträgliche Werkstoffe und Produkte, Gentechnik im Pharmabereich, Telemedizin, Präventionstechnik
- *Wasser- und Wasserreinigungstechnologien:*  
Wasserkreislaufführung; Wasseraufbereitungs- und Reinigungstechnologien; Wasserentsorgung; Wasserfernversorgung
- *IuK-Technik, Neue Logistik-Systeme und Telematik:*  
Hochleistungsfähige Netze und Multimedia-Systeme; Produktions-, Organisations-, Marketing-, Verteil- und Verkehrslogistik; Telearbeit; Telelearning; Teleshopping
- *Miniaturisierung und Digitalisierung in Produktion, Handel und Alltag*  
Mikroprozessor-, Sensortechnik, drahtlose Funktechnik, Mikrocomputerisierung, Smart-Home-Technik, RFID, Pervasive Computing, Diagnostik und Therapie durch Miniaturisierung in der Medizin, Verkehrs-, Organisations- und Bürotechnik
- *Nachhaltige Mobilitäts- und Verkehrstechnik:*  
Systemlösungen für integrierten Verkehr; Schnittstellen-Technik zwischen Straße, Schiene, Wasser, Luft; 2-Liter-Auto; 5-Liter-Fahrzeugflotte; Brennstoffzellen; Güter auf die Schiene, Leichter als Luft-Technologien
- *Energiespeichertechniken:*  
Langzeitwärmespeicherung; Hochleistungs-Stromspeicher
- *Hochentwickelte Produktions-, Mess-, Steuerungs- und Regeltechniken*



- *Neue ökologisch und sozial-verträgliche Hochleistungswerkstoffe:*  
Recyclbar, biologisch abbaubar, kompatibel
- *Mikroelektronik und Nanotechnik:*  
Stoff- und energieeffizient, schadstoffarm
- *Bionik:*  
Übertragung stoff- und energieeffizienter sowie schadstoffarmer Organisationsmuster und Prozesse aus der Natur auf technische Systemlösungen

## 8 Zukunftstechnologien und Neue Dienstleistungen

Die Entwicklung des Beschäftigungssystems zeigt den anhaltenden Basistrend zur Tertiarisierung und Quartarisierung der Wirtschaftsstruktur. Allein die Stichworte Produktionsnahe Dienstleistungen (Dienstleistungspakete um die Produktion und die Produkte), Bildungs- und Gesundheitsdienstleistungen, Logistik- und Organisationsdienstleistungen oder Kultur-, Kreativ- und Freizeitdienstleistungen signalisieren, daß hier für die nächsten Jahrzehnte riesige Entwicklungs- und Einsatzpotentiale für Zukunftstechnologien sowie für soziale, kulturelle und institutionelle Innovationen liegen. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, daß die Dienstleistungen des tertiären und quartären Sektors zu den wichtigsten Innovationsfeldern der Zukunft gehören und daß sich sämtliche Bildungs-, Ausbildungs-, und Weiterqualifizierungseinrichtungen hierauf einstellen sollten.

Die nachfolgende Tabelle gibt die Dienstleistungsbereiche in der Reihenfolge ihrer zukünftigen Bedeutung für Nachhaltige Entwicklung und Innovation wieder:

Abb. 9

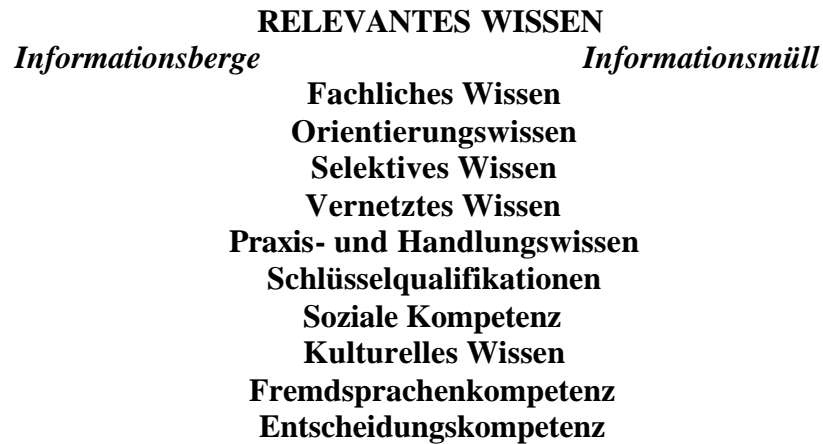
- **Produktionsnahe Dienstleistungen:** Dienstleistungspakete um das Produkt: z.B. in den Bereichen Medizintechnik, Meßtechnik, Biotechnik, Fahrzeugbau, Maschinenbau, IKT-Geräte (Software, Wartungs- und Reparaturdienste, Kundendienste, Beratung, Schulung) und Einsatz telematischer Techniken
- **Gesundheitsdienstleistungen (demografische Entwicklung):** Prävention, Hochleistungsmedizin, gesundheitseffiziente Krankenhausorganisation, sozial-verträgliche Medizintechnik, Beratungs- und Betreuungsdienste, Früherkennungsuntersuchungen, Sport- und Bewegungsförderung
- **Bildungsdienstleistungen (demografische Entwicklung):** lebenslange berufliche Qualifikation, Ausbildung, Fort- und Weiterbildung, wissenschaftliche Weiterbildung (älterer Menschen), Fernlernen und Telelearning, telematische Technik
- **Logistik- und Organisations-Dienstleistungen:** Neue Logistik-Systeme und Telematik: Produktions-, Organisations-, Distributions- und Marketinglogistik; Lagerhaltung und Verkehrslogistik
- **Haushalts-, Wohn- und personenbezogene Dienstleistungen:** Wohnungs-umbau und Modernisierung, altengerechte Gestaltung von Haushalt und Wohnung, neue Wohnformen und Nachbarschaftsgemeinschaftsförderung, Service-Wohnen, Haushaltsdienste, IuK-Technik-Ausstattung

- **Kultur-, Kreativ- und Freizeitdienstleistungen:** qualitativ hochwertige Kultur- und Erlebnisangebote, telematische Technik
- **Marketing -und Vertriebsdienstleistungen:** Innovatives Benchmarking, neue Wege der Kundenbetreuung, Unternehmenskooperationen speziell von KMU und Handwerksbetrieben, IKT-Nutzung
- **Tourismus -Dienstleistungen:** Internationalisierung; Kooperative Angebote; Kundenservice; Marketing; Industrietourismus; Einsatz neuer IuK-Technologien und Telematik;
- **Beratungsdienstleistungen:** Bildung und Qualifizierung; Renten; Haus und Wohnen; Garten; Fitneß, Energie; Mobilität; Verbraucherschutz; Recht: Gesundheit; Sozialbetreuung; Neue Techniken;
- **Finanzdienstleistungen:** Privatkundenbetreuung; Betreuung von KMU; Einsatz von IuK-Technologien und Telematik
- **Wirtschafts-, Unternehmens- und Rechtsberatung:** Globalisierung, Liberalisierung, Korruptionsbekämpfung, Wirtschaftskriminalität, Digitalisierung, Computer- und Internetkriminalität, Datenschutz und Datensicherheit, IKT-Nutzung; Facility-Management
- **Sicherheitsdienstleistungen:** Prävention, Aufklärung, Sicherheitsberatung, Sicherheitstechnik, Sicherheitssystemtechnik (speziell IKT/Internet/Pervasive Computing), Vertragssicherung, Patentsicherung

## 9 Konsequenzen für die berufliche Bildung

In Anbetracht einer neuen Bildungsoffensive müssen in der Wissenschaftsgesellschaft nicht Informationsvermittlung allein, sondern Wissen und Bildung einen vorrangigen Stellenwert einnehmen. Die Bewältigung der komplexen Anforderungen und Umfeldbedingungen verlangt in der sich globalisierenden Welt auf langfristig nachhaltige Zukunftsperspektiven und in diesem Sinne neue Bildungs-, Aus- und Weiterbildungsschwerpunkte. Relevantes Wissen und relevante Bildung erfordern angesichts der enormen Informationsmengen und des wachsenden Informationsmülls Kompetenzen, die weit über das fachliche Wissen hinausreichen. Die folgende Tabelle enthält aus der Sicht der Zukunftsforschung und mit Blick auf die aktive Teilhabe der zu Bildenden und zu Qualifizierenden an Wissens- und Bildungskompetenzen, die sowohl für den Beruf als auch die Privat- und Freizeitsphäre von ständig wachsender Bedeutung werden:

Abb. 10



Vor diesem Hintergrund sind auch die folgenden Leitperspektiven für die Zukunft der beruflichen Bildung sehen:

Abb. 11

- + **Hohe Bildungsmobilität**  
**institutionell: durchlässige Grenze zwischen den Bildungsbereichen**  
**Individuell: Kompetenzen für selbständige und flexible Bildungsbiografie**
- + **Lebenslanges Lernen und Qualifizieren (in Betrieben und überbetrieblich)**
- + **Orientierung auf Zukunftsherausforderungen und Nachhaltige Entwicklung**
- + **Europäisierung und Globalisierung**
- + **Starker Praxis- u. Handlungsbezug**
- + **Drastische Erhöhung der Ausbildungs- und Weiterbildungsquoten (insbesondere auch bei ausländischen Jugendlichen)**
- + **Langfristige Sicherung einer hohen Aus- und Weiterbildungsqualität**

Die Annäherung an diese Leitperspektiven wird voraussichtlich ein langer und schwieriger Prozeß, der aber umgehend forciert werden sollte. Denn auf dieser Grundlage kann die berufliche Bildung einen herausgehobenen Beitrag für die Zukunftsfähigkeit von Gesellschaft und Wirtschaft und die Stärkung der Motivation und Mitwirkungsbereitschaft von Jugendlichen und Weiterzuqualifizierenden leisten.

Als vordringliche Maßnahmen in der beruflichen Bildung sollten die folgenden Forderungen umgesetzt werden, die in einigen zentralen Punkten auch mit neueren Ergebnissen der Berufsbildungsforschung, Aussagen des Berufsbildungsberichts 2007, des „Innovationskreis berufliche Bildung“ des BMBF und der äußerst fruchtbaren Studie der Friedrich-Ebert-Stiftung/SOFI „Berufsbildung im Umbruch – Signale eines überfälligen Aufbruchs“ (12/2006) korrespondieren.

### **Man kann die Zukunft nicht vorhersagen**

**Man kann allerdings wissenschaftliches Zukunftswissen nutzen, um mögliche, wahrscheinliche und wünschbare Zukünfte zu erfassen und in einem partizipativ-demokratischen Prozess darauf hinarbeiten, dass negative Entwicklungen und Katastrophen verhütet werden und das beste Zukunftsmodell realisiert wird.**