



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

**Zukunftsforschung zur Nachhaltigkeit -
Forschungsfelder, Forschungs-
förderung, Forschungspolitik**

Rolf Kreibich

Arbeitsbericht Nr. 34/2009

Beitrag für das Handbuch „Wissenschaftspolitik“, Berlin 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung: Rahmenbedingungen.....	3
2	Bestandsaufnahme: Herausforderungen für Zukunftsforschung und Forschungsförderung	6
2.1	Defizite an globalen und langfristigen Zukunftsstudien	6
2.2	Megatrends und Kernprobleme des globalen Wandels.....	7
2.3	Welt-Leitbilder	10
3	Leitperspektiven der Nachhaltigen Entwicklung	12
4	Handlungsfelder und Strategien zur Nachhaltigkeit	14
5	Sustainability: Forschung und Forschungsförderung	19
6	Fazit.....	22
7	Literatur.....	24

1 Einführung: Rahmenbedingungen

Die Welt von heute ist Globalisierung, Ökonomisierung, Digitalisierung und weltweiter virtueller Kapitalverkehr. Nicht nur geballt in Worten, auch in der Realität prägen diese Phänomene Zeitgeist und Zeitgeist-Handeln.

Die Globalisierung und die vor allem in den entwickelten Industrieländern rasant verlaufende Tertiarisierung und Quartarisierung der Wirtschaft, also der Übergang von der Produktions- zur Dienstleistungs- und zur Wissenschaftsgesellschaft (Kreibich, R. 1986) sind die herausragenden Merkmale des wirtschaftlichen Strukturwandels. Für diese Entwicklung seien hier beispielhaft die beiden fortgeschrittensten Industriestaaten USA und Schweden genannt. Trotz unterschiedlicher politischer Grundstrukturen haben diese beiden Länder den höchsten Anteil von Beschäftigten im Dienstleistungssektor; in den USA sind es bereits 76%, in Schweden 75% - mit steigender Tendenz. Zum Vergleich sind heute in Deutschland nur ca. 64% der Beschäftigten im Dienstleistungsbereich tätig. Dass von diesen Beschäftigten in allen drei Ländern schon ca. zwei Drittel im quartären Bereich der Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, von Wissenschaft, Forschung, Know-how-Entwicklung und Technik-Innovationen, Bildung, Ausbildung, Fort- und Weiterbildung tätig sind, ist das eigentlich herausragende Merkmal des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Strukturwandels und des Wandels zu neuen Beschäftigungsinhalten. Die Grundlage für diese Entwicklung bilden ganz zweifellos die exponentielle Entfaltung und Ausbreitung von Wissenschaft und neuen Technologien, insbesondere der Informations- und Kommunikationstechniken in Verbindung mit der globalen Computer-Vernetzung. Diese Techniken ermöglichen eine ungeahnte Effizienzsteigerung und weltweit vernetzte Produktionstechniken und Dienstleistungen, neue Organisationsformen von Unternehmen bis hin zu virtuellen Unternehmensstrukturen (Heinze, M. u.a. 2007), hocheffiziente Logistiksysteme, neue Formen der weltweiten Arbeitsteilung sowie sekundenschnelle globale Finanztransaktionen mit der Folge eines dramatisch intensivierten Preis-, Innovations- und Spekulationswettbewerbs. Diese Entwicklung hat mittlerweile alle Industrie- und Schwellenländer erfasst - der Trend ist digitaler Turbokapitalismus total und global.

Es ist kaum verwunderlich, dass die Globalisierung und eine alle Lebensbereiche dominierende Ökonomisierung bei vielen Menschen Angst, Ohnmacht und Unverständnis über den Fortgang und die Lösung der damit verbundenen Probleme ausgelöst haben. Wer ist schon in der Lage, die Wirkungen und Folgen globaler Unternehmensstrategien, die Zunahme technischer Kommunikationsvernetzung, die gigantischen virtuellen Kapitaltransaktionen von täglich 3.400 Milliarden Dollar und die Störungen der Biosphäre durch Klimawandel und Bodendegradation in einem Gesamtzusammenhang zu denken, geschweige denn mit sich und dem engeren Lebensumfeld in Einklang zu bringen.

Auch prinzipiell positive Wirkungen der Globalisierung wie die weltweite Öffnung des Arbeitsmarktes, die Erhöhung der Export- und Importchancen durch die Integration der Weltmärkte oder die Verbesserung der Zugriffsmöglichkeiten auf globales Wissen und Informationen, bleiben für die meisten Menschen angstbesetzt. Denn die Befürchtungen um den Verlust des Arbeitsplatzes durch Rationalisierungsschübe, Unternehmenspleiten, weltweite Unternehmensfusionen, Verlagerung von Betrieben oder durch die Unterminierung der Finanz- und Wirtschaftsstabilität infolge gigantischer Spekulationen erhalten fast täglich neue Nahrung.

Wissenschaftlich basierte technisch-ökonomische Parameter und globaler wirtschaftlicher Strukturwandel bestimmen heute alle Lebensbereiche, von der Bildung bis zur Forschung, vom Gesundheitssystem bis zur Kultur und zum Freizeitverhalten. Neoliberales globales Wirtschaften dringt bis in die privaten Wohnzimmer und dominiert auch die sozialen, ökologischen und kulturellen Zukunftsentwicklungen. Selbst die Gentechnik und die Fortpflanzungsmedizin im Bereich des werdenden Lebens entfalten sich primär unter ökonomischen Nutzen-Kategorien.

Die Möglichkeiten des Marktes und die Faszination des Machbaren treiben ganz offensichtlich den Motor der wissenschaftlich-technischen Evolution zu höchster Beschleunigung. So erscheint den meisten das lineare Fortschreiten auf dem Pfad der Entfesselung der technisch-ökonomischen Produktivitätskräfte und des permanenten Wirtschaftswachstums auch weiterhin als logische und wahrscheinlichste Zukunftsperspektive. Andere behutsamere Vorgehensweisen etwa mit den Zielen der „Nachhaltigen Entwicklung“ und „mehr Wohlstand durch mehr Lebensqualität“ tragen demgegenüber noch immer den Stempel der Fortschrittsfeindlichkeit und Rückwärtsgewandtheit. Obwohl die Naturwissenschaften und speziell die Evolutionstheorie gelehrt haben, daß es keine Größe auf diesem Globus gibt und geben kann, die immer nur wächst, versuchen die Mainstream-Wirtschaftswissenschaftler und –Politiker noch immer den Glauben zu verbreiten, daß Volkswirtschaften immer wachsen können oder sogar müßten. Vor diesem Hintergrund eines ideologisch festgefügtten Paradigmas des ewigen Wirtschaftswachstums und eines unreflektierten technologisch geprägten Fortschrittsmythos glauben auch die meisten Menschen, dass die Welt von morgen nur das vollziehen kann, was sich heute in zweifellos mächtigen technisch-ökonomischen Wachstumsschüben sowie damit verbundenen sozialen und kulturellen Trends vollzieht. Es hat sogar den Anschein, dass sich viele kaum noch andere Optionen und Alternativwelten – etwa eine Perspektive des Sustainable Development - vorstellen können. Wenn wir jedoch dem alten „Fortschrittsparadigma“ langfristig folgen, dann hieße das, dass wir uns mehr oder weniger mit den Schattenseiten dieser Entwicklung in Politik und Wirtschaft sowie der darauf beruhenden politischen Steuerung und Förderung der Wissenschaft einfach abfinden. Denn offensichtlich wird kaum noch wahrgenommen, daß die Förderung von Wissenschaft und Forschung hauptsächlich auf Vorgaben und Druck mächtiger Konzerne und Wirtschaftsverbände sowie multinationalaler neoliberal geprägter

Institutionen wie der WTO, der Weltbank, des IWF und der OECD beruht. In Deutschland sind es in erster Linie die tradierten Wissenschaftsförderinstitutionen wie BMBF, Wissenschaftsrat, DFG, Stifterverband der Deutschen Wirtschaft, die AIF (Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungseinrichtungen) etc., die das alte Wachstums-Fortschrittsparadigma verfolgen.

Das ist aber angesichts der zunehmenden Belastungsrisiken für die Biosphäre und der massiven globalen Konflikte zwischen der Ersten, Zweiten und Dritten Welt keine vernünftige Zukunftsperspektive. Im Gegenteil, viele Parameter weisen aus, dass wir an die Belastungsgrenzen globaler und regionaler Ökosysteme und sozialer Disparitäten bereits nah herangerückt sind. Es wäre angesichts unseres wissenschaftlichen Wissens über die Folgen anthropogener Eingriffe in die Biosphäre nicht nur töricht, sondern selbstmörderisch, den Dingen weiterhin ihren neoliberalen Lauf zu lassen (Kreibich, R. 2007).

Es kann nach zukunfts wissenschaftlichen Erkenntnissen – trotz einiger Erfolge in der deutschen und europäischen Nachhaltigkeits- und Umweltpolitik - keine Entwarnung geben, wenn weltweit die gigantischen Stoff-, Energie- und Schadstoffströme weiter steigen, lokale und globale Ökosysteme kollabieren und die natürlichen Lebensgrundlagen weltweit systematisch zerstört werden.

Beispielhaft sollen hier die weithin vorprogrammierten *weltweiten Wachstumspotentiale der Güter- und Personenströme* und ihre ressourcenvernichtenden materiellen und energetischen sowie ökologischen Folgen angeführt werden. Die Wirkungen der Spielregeln der Welthandelsorganisation (WTO), die bisher keine sozialen und ökologischen Mindeststandards vorsehen, und die Folgen der weltweiten Motorisierungswelle auf der Straße und in der Luft, werden schon bald in allen Kontinenten regionale Ökosysteme und die Biosphäre überfordern: In Deutschland kommen heute auf 1000 Personen 560 Pkw, in den USA 780 und in Kalifornien 1.140. Wenn es allein in den bevölkerungsreichen Ländern Asiens (China, Indien und Pakistan mit insgesamt rund 2,4 Milliarden Menschen) mit einem heute noch äußerst geringen Motorisierungsgrad (auf 1000 Einwohner kommen in China 12, in Indien 9 und in Pakistan 7 Pkw) in einer nicht sehr fernen Zukunft die gleichen Pkw- und Lkw-Dichten wie in Deutschland oder den USA geben soll – was ja erklärtes Ziel und gewünschte Perspektive dieser Länder und ihrer Menschen ist - dann kann das die Biosphäre nicht mehr tragen. Der Flugverkehr hat derzeit von allen Verkehrsträgern weltweit die höchsten Wachstumsraten. Bei Fortsetzung dieser Entwicklung auf der Grundlage der bisherigen Schwerer-als-Luft-Technologie (Flugzeuge, Hubschrauber etc.) würde der Flugverkehr einen gravierenden Beitrag zur Zerstörung der Biosphäre beisteuern.

2 Bestandsaufnahme: Herausforderungen für Zukunftsforschung und Forschungsförderung

2.1 Defizite an globalen und langfristigen Zukunftsstudien

Grundlegende Herausforderungen in Gesellschaft und Biosphäre beziehen sich nicht auf eng begrenzte Probleme und Systeme. Es sind in der Regel komplexe Prozesse, kompliziert vernetzt mit sozialen, ökonomischen, ökologischen und kulturellen Umfeldbedingungen. In den letzten Jahrzehnten wurde immer deutlicher, daß nur eine großräumige bzw. *globale Betrachtung* der Zusammenhänge, Wirkungen und Folgen von Ereignissen und Trends gute, d.h. wissenschaftlich stringente und praktisch fruchtbare Erkenntnisse über Zukunftsentwicklungen erbringt. In Zeiten der Globalisierung sollte das zwar eine Selbstverständlichkeit sein. Die Praxis in Bildung, Wissenschaft, Politik und Wirtschaft ist jedoch eine andere.

Ebenso verhält es sich mit den *Zeitperspektiven*, auf die die grundlegenden Herausforderungen gerichtet sind und für die wissenschaftliche Analysen sowie Orientierungs- und Handlungswissen mit langfristiger Perspektive zu ihrer Bewältigung dringend gebraucht wird. Durch menschliches Handeln werden täglich weitreichende Fakten für längerfristige Zukünfte geschaffen, häufig sogar über mehr als 50, 100 oder sogar mehr als 1000 Jahre: 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 CO₂-Mantel der Erde als Hauptfaktor der Klimaveränderungen. Das gilt aber auch für soziale Diskrepanzen sowohl in den hochentwickelten als auch den armen Ländern und zwischen der Ersten und der Dritten Welt, ebenso für kulturelle Folgen wie die Zerstörung von Ethnien, regionalen Kulturen oder nachhaltigen Lebensweisen. Noch bedeutsamer sind die Zukunftsfolgen durch irreversibles menschliches Handeln, etwa als Folge des gigantischen Ressourcenverbrauchs nuklearer, fossiler oder metallischer Rohstoffe und der rasant angestiegenen Vernichtung von Tier- und Pflanzenarten.

Es kann keinen Zweifel geben, daß eine intensive wissenschaftliche Beschäftigung mit mittel- und langfristigen Zeiträumen und Handlungsorientierungen für das Leben der Menschen und ihre Zukunftsfähigkeit, insbesondere auch der nachfolgenden Generationen, für die gesamte Weltgesellschaft 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 (z. B. nachhaltige Waldwirtschaft), Entsorgung von radioaktivem Abfall oder der Entwicklung von nachhaltigen Energie-, Gesundheits-, Wasser, Verkehrs- und Kommunikationsstrukturen weltweit, müssen die Betrachtungen noch weit über 50 Jahre hinausgehen. Der Wissenschaftliche Beirat Globale Umweltveränderungen der Bundesregierung hat in seinem neuesten Gutachten „Welt im

Wandel – Sicherheitsrisiko Klimawandel“ (WBGU 2007) Nachhaltigkeitsperspektiven von über 100 Jahren untersucht.

Politische Programme und mehr noch Regierungsprogramme und die meisten Forschungs- und Entwicklungsprogramme sind demgegenüber in der Regel auf eine oder zwei parlamentarische Legislaturperioden angelegt. Wirtschaftliche Strategien der Unternehmen sind ebenfalls auf kurzfristige Gewinnperspektiven, Shareholder-Value und immer kürzer werdende Innovationszyklen der Produkte und Dienstleistungen (maximal 2 bis 5 Jahre) ausgerichtet. Letzteres konnte in einer empirischen Studie repräsentativ für alle kleinen, mittleren und großen Unternehmen in Deutschland festgestellt werden (Kreibich, R. u.a. 2002). Es gibt nur wenige Ausnahmen bei deutschen Unternehmen, die allerdings durchweg erfolgreicher waren und ihre längerfristige Zukunftsfähigkeit aufgrund längerfristiger Zukunftsstrategien weitaus besser gesichert haben.

Wir stehen somit vor dem grundlegenden Paradoxon, daß die meisten Strategieplaner, Konzeptentwickler und Entscheider in Bildung, Wissenschaft, Politik und Wirtschaft zwar davon reden, daß unsere Welt von der Globalisierung und von Langfristrends entscheidend geprägt wird, daß sie aber in ihren realen Konzepten und Handlungen darauf keine Antworten geben. So sind heute zwar Begriffe wie „nachhaltige Entwicklung“ oder „Wissenschafts- und Wissensgesellschaft“ in aller Munde, die konkreten Umsetzungskonzepte sind jedoch weit vom wissenschaftlichen Erkenntnisstand entfernt. Auch die Forschungsförderung ist keineswegs hinreichend auf die notwendigen Perspektiven ‚Globalisierung‘ und ‚Langfristigkeit‘ ausgerichtet.

In der politischen und wirtschaftlichen Praxis wird nachweislich schon das üppig vorhandene wissenschaftliche Wissen über Vergangenheit und Gegenwart nur bruchstückhaft ausgeschöpft und in der Regel einseitig und durch Partialinteressen geleitet verwendet. Viel krasser ist es mit der Nutzung des wissenschaftlichen Zukunftswissens. Auch wenn sich die Zukunftsforschung der prinzipiellen Unsicherheit von Zukunftswissen bewußt ist, so verfügen wir heute gleichwohl über solide und belastbare Wissensbestände sowohl hinsichtlich möglicher als auch wahrscheinlicher und wünschbarer Zukünfte und ihrer Grundlagen in Vergangenheit und Gegenwart (Kreibich u.a. 2000a). Die Negierung dieses wissenschaftlichen Wissens bei der Gestaltung von Zukünften führt jedenfalls mit hoher Wahrscheinlichkeit zu fatalen Folgen – die Selbstzerstörung der Menschheit eingeschlossen.

2.2 Megatrends und Kernprobleme des globalen Wandels

Die Herausarbeitung wissenschaftlicher Analysen und langfristiger Handlungsorientierungen zur Lösung aktueller und zukünftiger Herausforderungen bedingt die Ermittlung der wichtigsten Zukunftstrends und die Bewertung ihrer Relevanz für zukünftiges Handeln. Dieser Aufgabe hat sich das IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung Berlin gestellt: Aus einer Gesamtzahl von

50 Basistrends, die durch Auswertung internationaler und nationaler Zukunftsstudien selektiert wurden, konnten sodann in Zukunftswerkstätten die wichtigsten Basistrends (Megatrends) ermittelt werden. Die Zukunftswerkstätten waren jeweils mit Experten aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Kultur, mit Jugendlichen, Vertretern der Zivilgesellschaft und gesellschaftlich relevanter Organisationen und Institutionen besetzt. Ein solches kombiniertes Analyse- und Partizipationsverfahren ermöglicht bei komplexen Bewertungsfragen seriöse und fruchtbare Ergebnisse.

Megatrends bezeichnen Entwicklungen, bei denen 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 des natürlichen Umfelds bewirkt (Biosphäre). Der Trend muß mindestens mittelfristig (ca. fünf 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 folgende **Rangfolge der zehn wichtigsten Megatrends:**

- Wissenschaftliche und technologische Innovationen
- Belastungen von Umwelt und Biosphäre/Raubbau an den Naturressourcen
- Bevölkerungsentwicklung und demografischer Wandel
- Wandel der Industriegesellschaft zur Dienstleistungs- und Wissenschaftsgesellschaft (Tertiarisierung und Quartarisierung der Wirtschaftsstrukturen)
- Globalisierung von Wirtschaft, Beschäftigung, Finanzsystem und Mobilität
- technologische, ökonomische und soziale Disparitäten zwischen Erster und Dritter Welt sowie Extremismus und Terrorismus
- Individualisierung der Lebens- und Arbeitswelt
- Erhöhung der Mobilität bzw. der Personen- und Güterströme weltweit
- Verringerung der Lebensqualität (nach UN- und Weltbank-Indizes)
- Spaltung der Gesellschaften durch ungleiche Bildung, Qualifikation und Massenarbeitslosigkeit.

Diese **Megatrends des 21. Jahrhunderts** fordern die gesellschaftsbezogene Wissenschaft, die Bildung und Wissenschaftsförderung geradezu heraus, sich nicht mehr nur mit der Sonnenseite, also den Erfolgen der „Wissenschaftlichen und technologischen Innovationen“, zu befassen und diese mehr oder weniger linear in die Zukunft fortzuschreiben. Selbstverständlich ist es faszinierend, daß in den letzten 100 Jahren Produktivitätssteigerungen im Produktionssektor und in der Landwirtschaft von etwa 4000% und eine materielle Wohlstandsmehrung von etwa 3500% erreicht wurden, die Lebenszeit um ca. 38 Jahre in Deutschland fast verdoppelt wurde und die Mobilität, gemessen in Geschwindigkeitssteigerung und Distanzüberwindung, sogar um den

Faktor 100 zunahm. Aus heutiger Sicht sind allerdings Zukunftsentwicklungen, die allein auf technisch-ökonomischen Effizienzgewinnen aufbauen und die negativen Folgen außer Betracht lassen, bestenfalls noch als Szenarien für gigantomatische Zukunftsvisionen und Katastrophenentwicklungen nützlich.

Denn die auf der Schattenseite des technisch-ökonomischen Wachstums meßbaren Belastungspotentiale für Umwelt und Gesellschaft lassen keinen anderen Schluß zu, als daß bei einem Fortschreiben auf dem Pfad der monströsen Energie-, Rohstoff- und Schadstoffströme in weniger als 80 Jahren die natürlichen Lebens- und Produktionsgrundlagen verbraucht und vernutzt sein werden.

Die nachfolgende Übersicht zeigt die wesentlichen Belastungsgrenzen, denen wir uns mit großer Geschwindigkeit global nähern und die regional bzw. lokal schon mannigfach überschritten wurden:

Belastungsgrenzen von Natur und Sozialsystem:

- Erschöpflichkeit der Rohstoffe
- Überschreitung der Absorptionsfähigkeit globaler und lokaler Ökosysteme
- Irreversible Folgen in Natur und Sozialsystemen wie z.B. Artensterben, Zerstörungen von Landschaften und Kulturschätzen
- Quasi irreversible Folgen wie z.B. die Klimaveränderungen, die Folgen der Atomenergienutzung oder die Zerstörung der Ozonschicht
- Soziale Sprengkraft der zunehmenden Ungleichverteilung von Reichtum und Armut zwischen der Ersten und Dritten Welt
- Umschlag des noch mobilen Transportsystems (Personen und Güter) in Immobilität
- Anwachsen eines gigantischen Vernichtungspotentials von A-, B- und C-Waffen.

Aus den zentralen Belastungspotentialen und den Möglichkeiten der Überschreitung von Belastungsgrenzen leiten sich die Kernprobleme des globalen Wandels in Gesellschaft und Biosphäre ab: Die messbaren Tatsachen sind, daß *täglich* etwa 80 Mio Tonnen anthropogen verursachtes CO₂ in die Atmosphäre geblasen wird, etwa 63000 Fußballfelder tropischer Regenwald und etwa 100 bis 150 Tier- und Pflanzenarten vernichtet und 25.000 Hektar Ackerland degradiert werden. Heute haben weltweit etwa 2,4 Milliarden Menschen kein sauberes Trinkwasser mehr (Vereinte Nationen 2000). Es kann und darf keine Wissenschaft, keine Bildungseinrichtung und keine Förderinstitution mehr an den **Kernproblemen des Globalen Wandels** vorbeigehen (Schellnhuber, H.-J./ Kreibich, R. 2000):

- Klimawandel und Klimafolgen
- Verlust biologischer Vielfalt

- Süßwasserverknappung und –verseuchung
- Verschmutzung der Weltmeere und der Anthroposphäre
- Bodendegradation und Wüstenbildung
- Gesundheitsgefahren durch globale Seuchen und Zivilisationskrankheiten
- Gefährdung der Ernährungssicherheit
- Wachsende globale Entwicklungsdisparitäten
- Zunahme der grenzüberschreitenden Armut-Migration
- Abnahme der Lebensqualität (auch in den Industrieländern)
- Analphabetismus und Unterqualifizierung
- Ungleichheit der Geschlechter
- Ausbreitung nicht-nachhaltiger Lebensstile.

Die Megatrends des 21. Jahrhunderts und die Kernprobleme des globalen Wandels eröffnen für die zukünftige Bildungs-, Wissenschafts- und Forschungspolitik sowie die Forschungsförderung ein weites Aufgabenfeld. Hierfür lautet die zentrale Frage: Auf welche Leitziele müssen Wissenschaft und Wissenschaftsförderung verpflichtet werden, wenn sie dazu beitragen sollen, die Gesellschaft und die Biosphäre langfristig und global zukunftsfähig zu erhalten?

2.3 Welt-Leitbilder

Nach heutigen Erkenntnissen werden sowohl entwickelte als auch in Entwicklung befindliche Gesellschaften gegenwärtig und in der Zukunft von zwei Leitbildern geprägt: der „*Wissenschaftsgesellschaft*“ (*Science Society*) und der „*Nachhaltigen Gesellschaft*“ (*Sustainable Society*). Diese Einsicht gehört zu den zentralen Ergebnissen der Zukunftsforschung am IZT (Kreibich 2003).

Die „**Science-Society**“ wird in erster Linie durch den Megatrend „Wissenschaftliche und technologische Innovationen, Bildung, Wissensvermittlung und Qualifizierung“ bestimmt. Sie erhält ihre stärksten Impulse aus der wissenschaftlichen Wissensproduktion, der Hochtechnologieentwicklung und der wissenschaftsbezogenen Bildung und Qualifizierung. Entscheidende Grundlage dafür sind die Bildungs- und Forschungsförderungsprogramme der EU, des Bundes, der Länder und der Wirtschaft. Den deutlichsten ökonomisch relevanten Ausdruck finden die wissenschaftsbasierten Grundlagen von Bildung und Wissenschaft in den hocheffizienten neuen Technologien, insbesondere den Informations- und Kommunikationstechniken: Intelligente Maschinen, Mikroprozessoren sowie Netz- und Funktechniken dringen mehr und mehr in alle Lebensbereiche, von der Produktion bis zu den Dienstleistungen, von den Infrastrukturen bis zur Logistik und Organisation, vom Gesundheitssystem bis zur Kultur und zur Freizeitgestaltung. Keine Produktionsstraße, kein Büro, keine Küche,

kein Wohnzimmer und keine Freizeitgestaltung findet in Zukunft ohne die Anwendung wissensbasierter IuK-Techniken statt: Computer, Internet, Multifunktions-Handys, Funk, GPS-Chips, RFID-Sensoren, High-Tech-Bild- und Touch-Systeme sowie Roboter und Pervasive Computing-Systeme werden sowohl in den Unternehmen als auch im Verkehr, in der Medizin, in Kindergärten, Schulen und Hochschulen und im Alltag immer omnipräsenter. Das liegt vor allem an ihrer ökonomischen und sozialen Mächtigkeit, menschliche Fähigkeiten und technische Leistungen zu erweitern, zu effektivieren und zu ersetzen.

Die Welt wird zweifellos in Zukunft noch stärker von der Digitalisierung, der Ökonomisierung und Globalisierung geprägt werden. Dabei stellt sich – wie in der Vergangenheit – zunächst vordergründig nicht die Frage, ob uns das gefällt oder nicht: Vom 18. bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts wandelte sich in den entwickelten Staaten die Agrar- in eine Produktions- bzw. Industriegesellschaft. Danach bildete sich äußerst rasant die Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft heraus (Tertiärisierung). Im ausgehenden 20. Jahrhundert und im 21. Jahrhundert werden die Grundlagen von Wirtschaft und Gesellschaft mehr und mehr durch wissenschaftliches Wissen, wissenschaftliche Technik und wissensbasierte ökonomische und soziale Innovationen geprägt (Quartarisierung). Daß dieser Strukturwandel noch von einer Reihe weiterer wissensbasierter Schlüsseltechnologien gekennzeichnet ist, so u.a. durch die Regenerativen Energietechniken, die Energie-Speichertechniken, die Mikro- und Optoelektronik, die Lasertechnik, die Biotechnologie, die Nanotechnik oder die neuen Hochleistungswerkstoffe, muß hinzugefügt werden.

Diese Techniken ermöglichen eine ungeahnte Innovationsoffensive und Effizienzsteigerung und führen zu weltweit vernetzten Produktionsprozessen und Dienstleistungen, neuen Organisationsformen von Unternehmen und Infrastrukturen bis hin zu hochleistungsfähigen Logistiksystemen und virtuellen Unternehmen (Heinze, M. u.a. 2007). Diese Entwicklungen spiegeln sich auch in neuen Formen der weltweiten Arbeitsteilung sowie globalen Finanztransaktionen wider. Die meisten Strukturveränderungen haben mittlerweile alle Industrie- und Schwellenländer und in den letzten Jahren auch zahlreiche Entwicklungsländer erfaßt – der Trend heißt wissenschaftsbasierter digitaler Kapitalismus global. Eine Abschätzung am M.I.T.M. (Massachusetts Institute of Technology and Management) hat ergeben, daß ca. 70% des Preises von Mikrochips und modernen Solarzellen, ca. 80% der Preise von Pharmaprodukten und ca. 70 bis 80% der gesamten Wirtschaftsentwicklung auf wissenschaftlichem Wissen beruht. Man kann diesen internationalen wissenschaftlich-technisch-ökonomischen Strukturwandel als neues WTI-Paradigma bezeichnen und als Fortsetzung der Industriegesellschaft mit anderen Mitteln, das heißt auch als Dritte industrielle Revolution (Kreibich 1986).

Das zweite Welt-Leitbild ist die „**Sustainable Society**“.

Es ist empirisch belegt, daß die alle Lebensbereiche dominierende Technisierung, Ökonomisierung und Globalisierung bei vielen Menschen Angst, Ohnmacht und Unverständnis über den Fortgang und die Lösung der sozialen, ökologischen und kulturellen Verwerfungen ausgelöst haben (Allensbacher Archiv 2006). Das Ergebnis der IfD-Umfragen des Allensbacher Instituts für Demoskopie sind eindeutig: „Globalisierung – Die meisten sehen mehr Risiken als Chancen“.

Auch die positiven Wirkungen der Globalisierung und Ökonomisierung wie die weltweite Öffnung des Arbeitsmarktes, die internationale Arbeitsteilung, die Erhöhung der Export- und Importchancen, die Verringerung der Preise für Produkte und Dienstleistungen durch die Integration der Weltmärkte oder die Verbesserung der Zugriffsmöglichkeiten auf globales Wissen und Informationen, bleiben den meisten Menschen im Alltagsleben eher verschlossen. So dominieren die Ängste hauptsächlich um den Verlust des Arbeitsplatzes und den Absturz in Armut, Isolation, Intransparenz von Politik und Wirtschaft sowie massive Umfeldzerstörungen. Auch deshalb glauben die meisten Menschen, daß die Politik und Wirtschaft von morgen nur das vollziehen würde, was sich heute in zweifellos mächtigen wissenschaftlich-technisch-ökonomischen Trends und sozialen, ökologischen und kulturellen Verwerfungen vollzieht.

Vor diesem Hintergrund ist sogar nur wenigen bekannt, daß wir uns auch in den hochentwickelten Industrieländern gemäß UN- und Weltbank-Indizes - also auch in der Bundesrepublik Deutschland - trotz permanentem Wirtschaftswachstums seit etwa 1976 auf einem Pfad abnehmender Lebensqualität befinden. Deshalb muß noch viel eindringlicher gefragt werden: Was sind das für Zukunftsperspektiven, wenn mit immer mehr Wissenschaft und Technik sowie FuE-Mitteln und mit immer mehr Produkten, Dienstleistungen und Produktivität immer weniger Qualität des Lebens erzeugt wird? Was ist das für eine Zukunftslogik, wenn durch Wirtschaftswachstum mehr Schaden als Nutzen produziert wird? Die Zerstörungen natürlicher Lebensgrundlagen und die direkten negativen Folgen für das soziale Zusammenleben und die Wirkungen auf Ernährung, Gesundheit und Lebensgestaltung sind täglich greifbar und wissenschaftlich untermauert. Alle Staaten der Welt und vor allem auch Bildung, Wissenschaft, Forschung und Wissenschaftsförderung müssen sich deshalb primär den Kernproblemen des globalen Wandels und deren Bewältigung stellen.

3 Leitperspektiven der Nachhaltigen Entwicklung

Spätestens 1992 hat die internationale Staatengemeinschaft anerkannt, daß das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung (Sustainable Development) die plausibelste Zukunftsvision ist. Denn sie gibt sowohl auf die großen ökologischen als auch sozialen und ökonomischen Herausforderungen zukunftsfähige Antworten: Die Rio-Deklaration

(UN 1992a) und die Agenda 21 (UN 1992b) – wichtigste Ergebnisse der Konferenz der Vereinten Nationen 1992 in Rio de Janeiro – haben hierfür die wesentlichen Leitziele und Grundlagen für ein weltweites Zukunfts- und Aktionsprogramm vorgezeichnet. Diese Grundlagen wurden bis heute von fast allen Staaten der Welt als Handlungsgrundlage für das 21. Jahrhundert ratifiziert.

Immer deutlicher haben sich in den folgenden Jahren sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis in zahlreichen Staaten, Kommunen und Unternehmen umsetzbare Strategien und Maßnahmen zur Nachhaltigen Entwicklung herauskristallisiert. Besonders wichtig ist, daß die Kernbestandteile des Leitbildes, die Forderungen nach inter- und intragenerativer Gerechtigkeit weltweit durch einen breiten Konsens sowohl der weltlichen als auch religiösen Wertesysteme grundsätzlich getragen werden. Auch die Indikatorenbildung und Operationalisierung sind in fast allen gesellschaftlichen Handlungsfeldern weit fortgeschritten. Allerdings haben sich die meisten Universitäten und tradierten außeruniversitären Wissenschaftseinrichtungen sowie die etablierte Forschungsförderung der EU, der Länder und der Wirtschaft erst in den letzten Jahren verstärkt einer wirtschafts- und gesellschaftsbezogenen Nachhaltigkeitsforschung zugewandt (vgl. Kreibich, R. 1996 und Kreibich, R. 2008).

Das auf der Agenda 21 aufbauende Konzept einer „Sustainable Society“ ist auch deshalb zukunftsweisend, weil es viele Gewinner und nur wenige Verlierer hat. Das gilt für die unterschiedlichen Staaten ebenso wie für die meisten gesellschaftlichen Akteure. Es kann zudem weltweit auf einer breiten gesellschaftlichen Zustimmung aufbauen. Das Konzept ist mit großen Realisierungschancen verbunden, weil es gleichzeitig sowohl ökonomische als auch ökologische, soziale und kulturelle Gewinne ermöglicht.

Die nachfolgenden **Leitperspektiven der Nachhaltigen Entwicklung** umreißen den Zielhorizont einer Sustainable Society (Kreibich 2003):

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

Heute sind fast alle ökonomischen, ökologischen und sozialen Handlungsbereiche für Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft bereits soweit in Richtung einer umsetzbaren Nachhaltigkeitsstrategie konkretisiert, daß der Weg in eine Sustainable Society sowohl konzeptionell als auch ganz praktisch durch geeignete Maßnahmen möglich und als gangbar erscheint. In den letzten Jahren wurden vor allem auf lokaler Ebene und in

Unternehmen zahlreiche Projekte, Initiativen, Unternehmensstrategien, Prozesse und Produkte entwickelt, die die Realisierung einer Sustainability-Strategie beweisen. Vor allem die vielen Lokalen Agenda 21-Prozesse in den Kommunen und Regionen legen hierfür ein beredtes Zeugnis ab (Göll u.a. 2007). Vielfach konnte auch der Nachweis erbracht werden, daß durch kreative und innovative Konzepte eine Optimierung der oben genannten Nachhaltigkeits-Leitziele gleichzeitig im Sinne von Win-Win-Win-Strategien möglich ist (vgl. z.B. Behrendt (2006), Hahn).

Die **größte Herausforderung im 21. Jahrhundert** besteht darin, die beiden Welt-Leitkonzepte der „Wissenschaftsgesellschaft“ und der „Nachhaltigen Entwicklung“ so zusammenzuführen, daß die Menschheit langfristig überlebens- und zukunftsfähig bleibt. Das verlangt nach heutigen Erkenntnissen, daß in allen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Handlungsbereichen die Leitziele der Nachhaltigkeit unter Nutzung der effizienten wissensbasierten Technologien und Innovationen in einem Optimierungsprozeß zusammengeführt werden. Das kann aber nur gelingen, wenn sich alle relevanten gesellschaftlichen Kräfte – Wissenschaft, Wissenschaftsförderung, Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft – in einem partizipativ-demokratischen Prozeß auf diese Leitziele zubewegen und ihre grundlegenden Strategien, Entscheidungen und Maßnahmen daran ausrichten. Eine zentrale Aufgabe fällt dabei der Wissenschafts-, Bildungs- und Forschungsförderung zu. Nur wenn die Förderprogramme der EU, des Bundes, der Länder und der Wirtschaft auf die Leitperspektiven der Nachhaltigen Entwicklung und ihre Weiterentwicklung fokussiert werden, kann es mittel- und langfristig gelingen, hinreichend viele und wirksame technologische, soziale, ökologische und kulturelle Innovationen in Richtung Nachhaltigkeit und Verbesserung der Lebensqualität auszulösen.

4 Handlungsfelder und Strategien zur Nachhaltigkeit

Das Prinzip der Nachhaltigkeit ist heute – 17 Jahre nach Rio - keinesfalls mehr nur eine „konsensstiftende Leerformel“, wie es noch vielfach in den Anfangsjahren des Nach-Rio-Prozesses polemisch abgewertet wurde. Vielmehr hat es im Rahmen der Wissenschaft und Forschung, der Bildung und Weiterbildung und vor allem durch die weltweit vielfältigen Agenda 21-Prozesse in den Kommunen, auf Regionen- und Länderebene (Göll, E. u.a. 2004 und 2007) sowie durch zahlreiche Pionierunternehmen mit Nachhaltigkeits-Aktionsprogrammen und erfolgreichen Handlungsstrategien, Instrumenten, Projekten und Maßnahmen eine operationsfähige Struktur erlangt. Die nachfolgenden Stichworte sollen das für einige Handlungsfelder andeuten:

Nachhaltige Entwicklung – Handlungsfelder

Produktions-/Dienstleistungsbereich

Ökologische Produkte und Verfahren, Kreislaufwirtschaft, ökologische Dienstleistungen, Entmaterialisierung, Effizienzsteigerung, Einsatz nachwachsender Rohstoffe

Konsumtions-Nutzungsbereich

Ökologische Produkte, Sparsamkeit und rationelle Nutzung, gemeinsame Nutzung, Leasing statt Eigentum, Wiederverwendung

Stadtentwicklung

Funktionsmischungen (Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Freizeit), ökologische und sozialverträgliche Stadterneuerung

Bauen und Wohnen

Ökologisches und solares Bauen, Verwendung biologischer und wiederverwendbarer Baustoffe, recyclingfähige Gebäude, dezentrale Energiesysteme, regenerative Energietechnik

Öffentliche und private Strukturen

Energiedienstleistungen, Mobilitätsdienstleistungen, öffentlicher Schienenverkehr statt Straßenbau, Flächenrecycling

Mobilität/Verkehr

Fuß- und Radfahrverkehr, Öffentlicher Personennahverkehr statt motorisierter Individualverkehr, Schienengüterverkehr, Entmaterialisierung des Verkehrs, neues Mobilitäts-verhalten (Freizeitverkehr einschränken), Sharing- und Leasing-Konzepte

Land- und Forstwirtschaft

Biologische Landwirtschaft statt Chemisierung, naturnahe Forstwirtschaft statt Monokulturen, kleinräumige Tierhaltung und Pflanzenzucht

Entwicklungsländer

Gerechte Preise für Drittwelt-Produkte, Hilfe zur Selbsthilfe, Armutsbekämpfung.

Trotz der Weiterentwicklung des Nachhaltigkeits-Programms kann von einem konfliktfreien Zukunftskonzept nicht gesprochen werden, das auf alle politischen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Probleme bereits schlüssige Antworten und Lösungsansätze parat hat. Eine solche Vorstellung widerspricht sogar dem Kerngedanken des Sustainability-Prinzips, das sich ja gerade als Entwicklungsprozess versteht, in dem eine ständige Überprüfung und Rückkopplung sowohl der Leitziele, der Unterziele und Strategien, als auch der Instrumente, Maßnahmen und Indikatoren an

neuen Erkenntnissen und Erfahrungen zum Prinzip selbst gehört. Konsequenz zu Ende gedacht bedeutet das, dass es einen Zielzustand „Nachhaltige Gesellschaft“ oder „Nachhaltige Stadt“ oder „Nachhaltiges Unternehmen“ nie geben wird, sondern immer nur einen Prozess in Richtung Nachhaltigkeit. Dieser wird nie zum Abschluss kommen, solange Menschen produzieren, konsumieren und sich mobil bewegen und dafür Stoffe, Energie und Natur verbrauchen und in wirtschaftlichen und sozialen Austauschbeziehungen zueinander stehen.

Ein wirksames Prinzip zur Vermeidung von Risiken als Leitbild von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft kann praktisch nur greifen, wenn es als langfristige Erhaltungs-, Vorsorge- und Sicherungsstrategie für Mensch und Biosphäre angelegt ist. Als besonders wichtig haben sich vier Strategieansätze herausgebildet, die jeweils einzeln, aber auch und vor allem in einer integrativen Gesamtstrategie für die erfolgreiche Gestaltung des Sustainability-Prozesses von grundlegender Bedeutung sind.

Es handelt sich um

1. eine wissenschaftlich-technische Effizienzrevolution,
2. eine Konsistenzrevolution von Produktion, Distribution und Konsumtion,
3. ein verändertes Suffizienzverhalten der Menschen,
4. einen radikalen Wandel in Richtung Selbstverantwortung und Selbstorganisation zur Umsetzung dieser Strategien in allen Handlungsbereichen.

Alle vier Strategieansätze und mehr noch ihre Integration, sind im Prinzip äußerst komplexe Zukunftsaufgaben. Sie fordern die Forschung in allen Einzeldisziplinen der Natur- und Ingenieurwissenschaften, der Sozial-, Geistes- und Kulturwissenschaften ebenso heraus, wie die Zukunftsforschung als integrative und handlungsorientierende Wissenschaft.

Mit den nachfolgenden Anmerkungen soll angedeutet werden, welche Herausforderungen für die Forschung und die Forschungsförderung damit verbunden sind:

Effizienzrevolution

Hier sind alle wissenschaftlich-technologischen und sozialen Innovationen zu subsumieren, die im Hinblick auf neue Produkte, Dienstleistungen, Mobilität und Informationsflüsse konsequent auf die Einsparung von stofflichen und energetischen Ressourcen sowie die Vermeidung von Abfall und Schadstoffemissionen abzielen (Entmaterialisierung, Energieeffizienz, Kreislaufwirtschaft durch Wiederverwendung und Wiederverwertung etc.). Das heißt, es geht um eine Strategie, bei der mit wesentlich weniger Ressourceneinsatz der gleiche oder mehr Nutzen erzielt wird.

Die Reduzierung des Verbrauchs an natürlichen Ressourcen etwa um den Faktor 10 ist eine gewaltige aber machbare Herausforderung. Die Effizienzrevolution hat den Vorteil,

dass sie im Grundsatz wenig umstritten ist und in mehrfacher Hinsicht Win-Win-Strategien ermöglicht. So gehen in den meisten Fällen die ökologischen Gewinne der Ressourceneinsparung (Reduktion der Energie- und Stoffströme, Schadstoffminimierung) mit ökonomischen Gewinnen (Kosteneinsparung, Reduktion von Transportgut, Schaffung von Wettbewerbsvorteilen) und sozialen Gewinnen (Schaffung qualifizierter Arbeit, Erhöhung der Arbeitsmotivation, Verbesserung der Gesundheit) konform. Die Effizienzstrategie eröffnet auf Dauer eine unerschöpfliche Freisetzung und Umsetzung von innovativen Ideen und Konzepten, wofür ein riesiges Potential an kreativen Wissenschaftlern, Innovatoren, Tüftlern, Technikern, Ingenieuren, Planern, Managern sowie Unternehmer-Persönlichkeiten gebraucht wird - ein große Chance gerade auch für die junge Generation.

Konsistenzrevolution

Menschliches Handeln, insbesondere in den Bereichen Produktion, Konsumtion und Distribution, muss wieder in die natürlichen biogeochemischen Kreisläufe der Natur eingepasst werden. Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe und der Einsatz regenerativer Energien bilden hierfür eine wesentliche Grundlage. Die ressourcenproduktive Anpassung an die Absorptions- und Aufnahmefähigkeit von Ökosystemen bei der Herstellung, Nutzung und Verbringung von Produkten und Infrastrukturen einschließlich der dazugehörigen Dienstleistungen (z.B: Transport, Vertrieb, Verkehr, Kommunikation) bildet eine zweite Grundlage für konsistente Entwicklungen. Die Konsistenzstrategie zielt auf grundlegend neue Technik- und Produktinnovationen, die sich von vornherein in den Naturstoffwechsel einfügen. So ist die Entwicklung und Konstruktion von ökologischen Produkten, die sich wiederverwenden lassen oder deren Materialeinsatz auf der ursprünglichen Qualitätsstufe sich vollständig recyceln lässt, ein gangbarer Weg konsistenter Ressourcennutzung. Auch eine solare Wasserstofftechnik wäre als Substitut von fossilen und atomaren Brennstoffen eine Konsistenztechnologie. Die Nutzung der Sonnenenergie als Energiequelle und der Wasserstoff als Energiespeicher beziehungsweise „Brennstoff“ (etwa in Brennstoffzellen) würden selbst bei der Produktion großer Energiekapazitäten keine relevanten Belastungen der biogeochemischen Kreisläufe der Natur zur Folge haben. Bisher lässt sich allerdings vor allem aus Kostengründen und wegen der großen Energieverluste bei der Wasserstoffherstellung nur in Nischenbereichen eine solare Wasserstofftechnologie realisieren.

Die Umstellung der bisher weitgehend fossilen und atomaren Energieversorgung auf effiziente und konsistente Energiestrategien stellt angesichts der globalen Ressourcenverknappung sowie der Umwelt- und Klimarisiken eine der größten Aufgaben des 21. Jahrhunderts dar – sowohl für die Forschung, Entwicklung und Forschungsförderung als auch für Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft.

Suffizienzverhalten

Die Menschheit wird sicher nicht ohne ressourcenproduktives Verhalten, d.h. nicht ohne neue Lebensstile, Lebensweisen und neuen Wohlstands- und Lebensqualitätsorientierungen dauerhaft zukunftsfähig bleiben. Es bieten sich auch mannigfaltige Möglichkeiten an, im Sinne sparsamer Ressourcennutzung individuell Beiträge zu leisten: das reicht von grundlegenden Einstellungsänderungen, Wandel der Normensysteme und Bedürfnisse bei Kauf und Nutzung von Produkten und Dienstleistungen bis hin zu bewusster Askese; letzteres sicher nicht für alle, aber die Geschichte ist reich an erfüllten sparsamen Lebensweisen. Die Suffizienzstrategie zielt nicht auf die Abkehr von der Vision eines guten Lebens, sondern auf neue Wohlstandsmodelle, die eine Balance zwischen materiellen und immateriellen Gütern herstellen, den Ressourcenverbrauch auf ein sozial und ökologisch verträgliches Maß reduzieren und neben Güterwohlstand vor allem Sozial- und Zeitwohlstand ermöglichen. Sie fragt danach, was wir für ein gutes Leben wirklich brauchen und stellt für Gebrauchsprodukte Kategorien wie Qualität, Einfachheit, Langlebigkeit, Bedienungsfreundlichkeit, Wiederverwendungsfähigkeit und Schönheit in den Vordergrund. Für den immateriellen Bereich geht es um ein kooperatives sozialverträgliches Zusammenleben, um persönliche Kommunikationsfähigkeit, Entschleunigung, Solidarität und Selbstbestimmung.

Hier sind vor allem die Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, die Bildungs-, Kommunikations- und Informationswissenschaften, die Psychologie und Public Health herausgefordert, die diesbezüglich bisher viel zu wenig gefördert wurden.

Selbstverantwortung und Selbstorganisation

Effizienz-, Konsistenz- und Suffizienzinnovationen wird es in einer freien demokratischen Gesellschaft nur dann geben, wenn mehr Eigenverantwortung und Selbstorganisation praktiziert wird. Nur dann werden soziale Phantasie, Kreativität und proaktives Handeln freigesetzt. Für selbstorganisierte Prozesse und Projekte lassen sich vor allem im Rahmen zivilgesellschaftlicher Engagements viele gute Beispiele aufzeigen. Besonders kreative und innovative Projekte werden in zahlreichen Kommunen etwa in Lokalen Agenda 21-Prozessen erarbeitet (Göll, E. und Nolting, K. 2004). Hier gilt im allgemeinen der Grundsatz: Nicht abwarten bis „von oben“ oder „von außen“ etwas herangetragen wird, sondern Eigeninitiative entwickeln, die Dinge selbst in die Hand nehmen. So haben beispielsweise im Berliner Agenda-Prozeß über 400 Initiativen, Organisationen, Vereine, Netzwerke sowie kleine und mittlere Unternehmen – meistens unterstützt durch außeruniversitäre Forschungsinstitute – innovative Projekte entwickelt, die die Stadt Berlin auf dem Weg zur Nachhaltigkeit vorangebracht haben. Auch für den Bereich „Selbstverantwortung und Selbstorganisation“ sind vor allem die vielen Institute für Soziologie, Psychologie und Philosophie an den Universitäten herausgefordert, ebenso die großen Bildungs- und

sozialwissenschaftlichen Forschungseinrichtungen. Die Forschungsförderung dieser Einrichtungen ist mit dieser Zielrichtung noch immer völlig unbefriedigend.

5 Sustainability: Forschung und Forschungsförderung

Neben einigen bereits genannten Forschungsfragen und Forschungsfeldern einer zukünftigen Sustainability-Forschung sollen noch einige wichtige Forschungsfelder benannt werden, die für Zukunftsvorsorge- und Sicherungsforschung von besonderer Bedeutung sind. Sie korrespondieren naturgemäß mit jenen Forschungsbereichen, die für langfristig zukunftsfähige Politik- und Wirtschaftsstrategien relevant sind und auf die großen globalen Herausforderungen im Sinne der Nachhaltigkeit ausgerichtet werden sollten:

- Nachhaltige Produktions- und Dienstleistungsentwicklung
- Energieeffizienz und Regenerative Energien
- Nachhaltige Mobilität und Verkehr
- Innovatives, ökologisches und solares Bauen und Wohnen
- Stoffstrommanagement und Produktions-, Material- und Hilfsstoffkreisläufe, Wasserkreisläufe
- Neue flexible Arbeits- und Unternehmensstrukturen
- Prävention und Vorsorge in der Medizin durch Medizintechnik und neue Dienstleistungen (demografischer Wandel)
- Nachhaltige Ernährung und Konsum; nachhaltige Nahrungsmittelproduktion
- Informations- und Kommunikationstechnologien/ Telematik/ Pervasive Computing
- Innovationsforschung/Innovative Technikfolgen- und Technikbewertungsforschung
- Schlüsseltechnologien zur nachhaltigen Entwicklung
- Miniaturisierung und Digitalisierung in Produktion und Alltag
- Nachhaltige Stadt- und Regionalentwicklung (auch Schrumpfungsprozesse)
- Nachhaltige Entwicklungspolitik/ Entwicklungszusammenarbeit
- Bildung, Ausbildung, Weiterbildung
- Kultur-, Freizeit- und Tourismusdienstleistungen
- Unternehmensleitbilder/Unternehmenskooperationen
- Nachhaltige Flächennutzung und Landschaftsentwicklung

- Nachhaltige Infrastrukturentwicklungen/ Ver- und Entsorgung
- Nachhaltige Haushalts-, Wohn- und personenbezogene Dienstleistungen
- Nachhaltige Marketing- und Vertriebsdienstleistungen, nachhaltige Logistik-konzepte.

Mit dem Übergang von der Industrie- zur globalisierten Wissenschaftsgesellschaft erfährt die Bedeutung von „Wissenschaft und Technologie“ als Produktiv- und Innovationskraft einen evolutionären Sprung (Kreibich 1986). Immer intensiver dringen „Wissenschaft und Technologie“ in die gesamte belebte und unbelebte Natur und alle Lebensbereiche des Menschen ein, mit dem Ergebnis, diese tiefgreifend zu verändern. Es wird immer deutlicher, dass die durch Wissenschaft und Technologie erzeugte „künstliche“ Evolution systematisch die „natürliche“ Evolution überwölbt. Diese „künstliche“ Evolution geht mit einer ungleich höheren Geschwindigkeit vonstatten und stellt mit ihren Wirkungen und Folgen die Wissenschaft und Forschung vor neue große Herausforderungen. Es gibt keinen Zweifel, dass das auf den Denk- und Handlungsprinzipien der modernen Wissenschaft aufbauende Industrie- und Machtgefüge und seine Weiterentwicklung im Rahmen der Wissenschaftsgesellschaft in der Kulturgeschichte der Menschheit einmalig ist. Alle die modernen Gesellschaften bestimmenden Größen – betrachtet man diese auf einer Zeitachse von zehntausend Jahren Zivilisationsgeschichte der Menschheit – zeigen seit etwa dreihundert Jahren, also seit der Herausbildung der empirisch-analytischen Wissenschaften, einen steilen sprunghaften Anstieg. In keiner anderen Hochkultur haben sich auch nur annäherungsweise solche Veränderungen vollzogen (Kreibich 1986).

Vor diesem Hintergrund haben wir am IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung in den Jahren 2002 bis 2004 die wichtigsten nationalen und internationalen Studien über Zukunftstechnologien und ökonomische Innovationen ausgewertet, die in besonderer Weise geeignet sind, Gestaltungsansätze einer Nachhaltigen Entwicklung zu fördern. Auf der Grundlage eines einfachen Bewertungssystems, in das vor allem die qualitative und quantitative Bedeutung, die kurz-, mittel- und langfristigen Wirkungen und der mögliche Verbreitungsgrad von Zukunftstechnologien und ökonomischen Innovationen eingehen, ergab sich die folgende Liste. Die Reihenfolge gibt ihre abgeschätzte Relevanz für notwendige Forschungsförderung und Umsetzung im Sinne der Nachhaltigkeit wieder:

- **Ökologisches und Solares Bauen** (Baukonstruktion, Baustoffe, Infrastruktur, passive und aktive Solarenergie, Energieeffizienz)
- **Nutzung regenerativer Energien** (primär: Solarenergietechniken für Wärme und Strom, Biomasse, Windenergie)
- **Energieeffiziente dezentrale Energieumwandlungstechniken**

- **Energiespeichertechniken** (Langzeitwärmespeicherung, Hochleistungs-Stromspeicher)
- **Kreislaufwirtschaft** (Langlebigkeit, Wertstoffkreisläufe, Wieder- und Weiterverwendung, Wieder und Weiterverwertung, Hilfsstoffkreisläufe, neue Logistiksysteme)
- **Ökologische Produkte und Produktionsverfahren** (Wiederverwendung, Wertstoffhaltung, Schadstoffarmut, Recycling)
- **Mobilitäts- und Verkehrsdienstleistungen** (Systemlösungen für nachhaltigen Verkehr, Schnittstellentechnik zwischen den Verkehrssystemen, Substitution von physischem Verkehr)
- **Telekommunikation in Breitbandnetzen** (Hochleistungsfähige Multimedia-Systeme, UMTS, Internet)
- **Neue Logistik-Systeme** (Produktions-, Organisations- u. Distributionslogistik)
- **RFID** (Radio Frequency Identification) (Pervasive Computing für nachhaltige Entwicklungen)
- **Bio- und Gentechnologie im Pharmabereich**
- **Neue ökologisch verträgliche Hochleistungswerkstoffe** (recyclierbar, 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)

Im Rahmen des Nach-Rio-Prozesses wurden erst sehr spät in Deutschland Sustainability-Studien erarbeitet. Sie bezogen sich einerseits auf lokale und kommunale Agenda 21-Prozesse andererseits aber auch auf Nachhaltigkeitsstrategien in Unternehmen sowie auf Länder- und Bundesebene. Sie zeigen, daß das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung und seine Weiterentwicklung und Operationalisierung in fast allen Wissenschafts- und Forschungsbereichen angekommen ist. So wurden in den letzten Jahren auch spezifische Forschungsprogramme zur Förderung der Nachhaltigen Entwicklung sowohl von der Bundesregierung (hauptsächlich BMBF, BMU, BMVBS, BMELV, BMZ, BMWiT) als auch den nachgeordneten Bundesforschungseinrichtungen, den Länderregierungen, zahlreichen Stiftungen und der Europäischen Kommission für zahlreiche Forschungsfelder (6. und 7. Forschungsrahmenplan der EU) entwickelt. Auch die großen anwendungsbezogenen Forschungsorganisationen der Bundesrepublik Deutschland, so die Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. und die

Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e.V. sowie eine Reihe von Universitäten und Fachhochschulen haben in den letzten Jahren zahlreiche Forschungen zur Nachhaltigkeit aufgegriffen und so die finanzielle Basis deutlich verstärkt. Vor diesem Hintergrund ist hervorzuheben, daß es allerdings viel zu lange gedauert hat, bis die großen Forschungseinrichtungen das nachholen und weiterführen, was seit über zwei Jahrzehnten durch kleine, kreative und innovative Forschungsinstitute im Bereich der außeruniversitären Forschung und im Zusammenwirken mit Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft eingeleitet und bereits erarbeitet haben.

Positiv anzumerken ist auch, daß zahlreiche Pionierunternehmen seit Jahren in die Nachhaltigkeitsstrategien und Nachhaltigkeitsforschung investieren. Das hat dazu geführt, daß auf vielen Feldern Innovationen, neue Produktentwicklungen, Veränderungen von Prozeßabläufen, Erneuerung von Infrastrukturen für den Transport von Personen und Gütern in Gang gesetzt wurden und durch Organisation und Logistik sowie Umweltschutz und Ressourceneffizienzsteigerung im Sinne der Nachhaltigen Entwicklung erhebliche Erfolge erzielt werden konnten. Wichtig ist auch, daß neuerdings, insbesondere in Zusammenhang mit der intensivierten Klimadebatte und der Bewältigung negativer Klimafolgen verschiedene Unternehmens- und Wirtschaftsverbände sowie die AiF-Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. die Förderung von Nachhaltigkeitsstrategien, -maßnahmen und -produkten sowie von Prozessen und Dienstleistungen in Richtung Nachhaltigkeit verstärkt haben (vgl. z.B. Enquete-Kommission des 13. DBT 1998; Behrendt, S. u.a. 2006; ZVEI/IZT 2006 und 2007).

6 Fazit

Die Ausführungen sollten verdeutlichen, dass der Prozess der Nachhaltigen Entwicklung, spätestens seit der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro, das wohl erfolgversprechendste Konzept für die Zukunftsfähigkeit des Menschen und der Biosphäre ist. Langfristige Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen, Schonung der Naturressourcen, Schaffung von Wohlstand und Lebensqualität durch nachhaltiges Wirtschaften und eine nachhaltige Lebensweise, Förderung und Nutzung von Wissenschaft und Technik im Sinne der Leitziele der Nachhaltigen Entwicklung sowie Erhaltung einer vielfältigen Kultur sind die Grundpfeiler einer solchen Strategie. Weiterhin sollte gezeigt werden, dass es im Rahmen dieses Leitkonzeptes noch umfangreicher Grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung und Forschungsförderung bedarf. Noch gibt es zahlreiche grundsätzliche Probleme und Zielkonflikte und einen großen Forschungsbedarf, wie die vielen das Sustainability-Prinzip unter den gegebenen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen konkret umgesetzt werden kann. Gleichwohl sollte auch dokumentiert werden, dass bereits relevante Forschungsergebnisse und Umsetzungsstrategien weltweit und in der Bundesrepublik

Deutschland erarbeitet wurden, auf die in Zukunft sowohl die weitere Forschung und Forschungsförderung als auch ihre Nutzung in Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft aufbauen kann.

7 Literatur

- Allensbacher Archiv (2006), IfD-Umfragen, zuletzt 7090, Globalisierung – Die meisten sehen mehr Risiken als Chancen, Nr. 11/2006
- Behrendt, Siegfried (2006) und Erdmann, Lorenz: Integriertes Technologie-Roadmapping zur Unterstützung nachhaltigkeitsorientierter Innovationsprozesse, IZT Berlin, WB Nr. 84, Berlin
- Die Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland – Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland, Baden-Baden
- Die Bundesregierung (2004): Fortschrittsbericht 2004 – Perspektiven für Deutschland – Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland, Paderborn
- Enquete-Kommission des 12. DBT I ‚Schutz des Menschen und der Umwelt‘ (1994): „Die Industriegesellschaft gestalten – Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen“
- Enquete-Kommission des 13. DBT II ‚Schutz des Menschen und der Umwelt‘ (1998): „Konzept Nachhaltigkeit – Vom Leitbild zur Umsetzung“
- Enquete-Kommission des 13. DBT II ‚Schutz des Menschen und der Umwelt‘ (Hrsg.1998): „Innovationen zur Nachhaltigkeit“, Forschungsverbund von IZT Berlin und DIW Berlin
- Göll, Edgar/Nolting, Katrin/Rist, Claudia (2004): Projekte für ein zukunftsfähiges Berlin – Lokale Agenda 21 in der Praxis, Baden-Baden
- Göll, Edgar/Thio, SieLiong (2004): Nachhaltigkeitspolitik in den EU-Staaten (Vorwort: Volker Hauff, Vorsitzender des RNE), Baden-Baden
- Göll, Edgar (2007); Kampfhenkel, Nadja; Mohnbach, Elke; Nolting, Katrin: Lokale Agenda 21-Projekte und ihre Wirkungen; IZT-WerkstattBericht Nr. 81, 4/2007, Berlin
- Hahn, Tobias (2006) und Scheermesser, Mandy: Approaches to Corporate Sustainability among German Companies; in: Corporate Social Responsibility and Environmental Management 13. Jg. Nr. 3, S. 150-165
- HBS (2000, Hrsg.): „Wege in eine nachhaltige Zukunft“, Bericht des Verbundprojekts ‚Arbeit und Ökologie‘ des Forschungsverbunds von DIW Berlin, Wuppertal-Institut und WZB Berlin
- Heinze, Michael (2007); Trapp, Christian; Wölk, Michaela; Krause, Sandra; Scheermesser, Mandy: Virtuelle Unternehmen – Trendentwicklungen, Unternehmensfallstudien, Erfolgsfaktoren, Zukunftsszenarien; Frankfurt am Main/ Berlin/ Berlin, Brüssel 2007

- Helmholtz-Verbundprojekt (1998-2002): „Globale zukunftsfähige Entwicklungsperspektiven für Deutschland“, Forschungsverbund unter Federführung von ITAS, unter Beteiligung von FZK (Karlsruhe), DLR, FZJ (Jülich), FhG-Institut für Autonome Intelligente Systeme, UFZ (Leipzig)
- Kreibich, Rolf (1986): Die Wissenschaftsgesellschaft – Von Galilei zur High-Tech-Revolution, Frankfurt am Main
- Kreibich, Rolf (Hrsg. 1996): Nachhaltige Entwicklung – Leitbild für die Zukunft von Wirtschaft und Gesellschaft, Weinheim/Basel
- Kreibich, Rolf (2000a): Herausforderungen und Aufgaben für die Zukunftsforschung in Europa, in: Steinmüller, Karlheinz / Kreibich, Rolf / Zöpel, Christoph (Hrsg.) „Zukunftsforschung in Europa“, Baden-Baden
- Kreibich, Rolf (2000 b) und Simonis, Udo E. (Hrsg.): Global Challenge – Globaler Wandel, Berlin
- Kreibich, Rolf (2007): All tomorrow's Crisis – The challenges of the future are known, but our response are rarely adequate, in: Limits to Growth?, Internationale Politik (IP), Spring 2007 Berlin, DGAP Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik e.V.
- Kreibich, Rolf (2008): Die Universität zukunftsfähig gestalten, IZT-Arbeitsbericht Nr. 31/2008, Berlin
- Kreibich, Rolf (2002); Schläffer, Alexandra; Trapp, Christian: Zukunftsforschung in Unternehmen. Eine Studie zur Organisation von Zukunftswissen und Zukunftsgestaltung in deutschen Unternehmen, SFZ-Werkstattbericht Nr. 33, Berlin
- Kreibich, Rolf (2003): Die Perspektive der Nachhaltigkeit als Kapitalismuskritik im Zeitalter der Globalisierung, in: Altner, Günter; Michelsen, Gerd (Hrsg.): Friede den Völkern. Nachhaltigkeit als interkultureller Prozess, Frankfurt am Main
- Schellnhuber, H.-J. und Kreibich, Rolf (2000) in: Kreibich, Rolf und Simonis, Udo (Hrsg.): Global Challenge – Globaler Wandel, Berlin, S. 145 ff
- SRU (2000): „Umweltgutachten 2000 – Schritte ins nächste Jahrtausend“
- TAB (1998); Hennen, L. und Krings, B.-J.: „Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung“, Arbeitsbericht Nr. 58 i.A. des Büros für Technikfolgenabschätzung beim DBT
- Umweltbundesamt (2002): „Nachhaltigkeit in Deutschland – die Zukunft dauerhaft umweltgerecht gestalten“, Berlin
- UN (1992a): Rio-Deklaration (Rio Declaration on Environment and Development, Rio-Konferenz UNCED), Rio de Janeiro, June 1992
- UN (1992b): Agenda 21, UNCED-United Nation Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, June 1992

Vereinte Nationen (2000): Millenniumserklärung der Generalversammlung der Vereinten Nationen vom 18.09.2000, New York; unterzeichnet von 189 Mitgliedstaaten der UNO

WBGU (2000): „Welt im Wandel. Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biosphäre“, Hauptgut. 1999

WBGU (2007): „Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen: Welt im Wandel – Sicherheitsrisiko Klimawandel“, Berlin 2007

ZVEI/IZT (2007): Integrated Technology Roadmapping – A practical guide to the search for technological answers to social challenges and trends, Frankfurt am Main

ZVEI/IZT (2006): Integrierte Technologie-Roadmap – Automation 2015, Frankfurt am Main