

René Kieselhorst
Tanja Gabriele Baudson
Anna Seemüller
(Hrsg.)

Zukunft und Forschung



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

Inhaltsverzeichnis

<i>René Kieselhorst, Tanja Gabriele Baudson und Anna Seemüller</i> Zukunft und Forschung	2
<i>Daniel Wessel</i> Die Zukunft deiner Forschung	5
<i>Markus Gyger</i> Netzwerken für Naturwissenschaftler	22
<i>Ines Bath</i> Prokrastination.....	30
<i>Sebastian Harrach</i> Eine Analyse der Schwächen des neurolinguistischen Programmierens	41
<i>Michael Fackler</i> Wie misst man Kulturen?	54
<i>Ulrich Greveler</i> Post-Privacy.....	70
<i>Davoud Taghawi-Nejad</i> Wie sich die VWL zur Lösung der Finanzkrise als Komplexitätswissenschaft neu erfinden muss	78
<i>Katharina Brinkert und Sonja Pullen</i> Von der Natur zur Kunst	84
<i>Katharina Grünberg</i> Ölfirmen in Zeiten des Energiewandels	97
<i>Michael F. Jischa</i> Ist die Technik unser Schicksal?	100
Über die Autorinnen und Autoren	116

René Kieselhorst, Tanja Gabriele Baudson und Anna Seemüller

Zukunft und Forschung

Der Gedanke an die Zukunft hat die Menschheit schon immer fasziniert. Die Ungewissheit, wohin sich die Gegenwart entwickelt, hat immer wieder die Phantasie der Menschen beflügelt. Doch die Zukunft hält nicht nur das Ungewisse für uns bereit, sie baut auch auf der Forschung, auf den Entwicklungen von heute auf. Ideen, die gestern noch utopisch erschienen, sind heute Realität und werden ihrerseits morgen wieder veraltet sein.

Die Autorinnen und Autoren dieses Bandes zeigen in ihren Beiträgen, was die Zukunft in den Naturwissenschaften und der Volkswirtschaftslehre, in der Informatik und Theologie bereithalten könnte – und nicht zuletzt, was sie möglicherweise auch für uns persönlich bietet. Der erste Teil beginnt mit den Herausforderungen, die sich einem als junger Forscherin oder jungem Forscher stellen, und wie man seine eigene wissenschaftliche Zukunft gestalten kann. Daniel Wessel gibt deshalb im einführenden Artikel dieses Tagungsbandes Tipps und Hilfestellungen zu eigenen Forschungsvorhaben. Doch Forschungsergebnisse allein reichen nicht aus, wenn sie niemand zur Kenntnis nimmt. Der Austausch mit anderen ist sowohl für die Einordnung der Ergebnisse als auch für den Erfolg eigener Förderanträge wichtig. Wie relevant deshalb Netzwerke und Beziehungen – nicht nur – für Naturwissenschaftler sind, zeigt Markus Gyger in seinem Beitrag.

Nicht immer geht einem die wissenschaftliche Arbeit jedoch so leicht von der Hand, wie man sich das wünscht; nicht immer ist man bei den wichtigen Aufgaben so konsequent, wie man sein sollte. Ines Bath geht dem Phänomen der Prokrastination auf den Grund. Sie erklärt, wie es dazu kommt, dass man Aufgaben immer wieder aufs Neue aufschiebt und wie man diese Verhaltensmuster aufbrechen könnte. Eine populäre, wenngleich nicht unumstrittene Methode, um Verhaltensweisen zu beeinflussen und zu verändern, ist das neurolinguistische Programmieren; doch was ist dran an diesem Versprechen? Das analysiert Sebastian Harrach in seinem darauf folgenden Beitrag.

Prognosen sind bekanntlich schwierig – vor allem, wenn sie die Zukunft betreffen. Der zweite Teil dieses Bandes wagt dennoch mögliche Antworten auf die Frage, wie sich unsere Gesellschaft in Zukunft entwickeln wird. Aber was genau macht unsere Gesellschaft aus –

oder vielmehr: unsere Gesellschaften? Wie etwa kann man die Unterschiede zwischen verschiedenen Kulturen messen und quantifizieren? Michael Fackler stellt in seinem Beitrag Methoden hierzu vor und zeigt, welche Konsequenzen sich aus diesen Erkenntnissen ableiten lassen.

Information ist sicherlich ein, wenn nicht der zentrale Aspekt unseres Lebens geworden. Die Informationsgesellschaft trägt ihren Namen nicht von ungefähr; große Teile des Wissens der Weltgeschichte sind auf Knopfdruck sofort und überall verfügbar. Die positiven Folgen dieser Entwicklung zeigen sich bereits überall, auch wenn bisher kaum abzusehen ist, wie sehr sich die Welt dadurch noch weiter verändern wird. Doch diese Entwicklung hat auch negative Seiten: Was würde es etwa für unsere Gesellschaft bedeuten, wenn Daten zu jeder beliebigen Person sofort für jeden verfügbar wären? Im Gegenzug zu den allgegenwärtigen Datenschutzdebatten gibt es Bewegungen, die die Ansicht vertreten, dieser sei in unserer heutigen Zeit obsolet; stattdessen solle alles über jeden Menschen bekannt sein, da es dann keine Geheimnisse (und keine Diskriminierung) mehr geben könne. Ulrich Greveler beschäftigt sich in seinem Beitrag mit dieser Bewegung, zeigt, warum man den kritischen Blick nicht nur auf Facebook & Co. richten sollte und erklärt, was die Probleme des heutigen Datenschutzrechts sind.

Auch die Volkswirtschaftslehre nimmt für sich in Anspruch, Entwicklungen voraussehen zu können. Hierzu bedient sie sich vereinfachender Modelle, die die Wirklichkeit abbilden sollen. Davoud Taghawi-Nejad zeigt in seinem Beitrag jedoch, welche Nachteile diese Modelle haben. Die Finanzkrise konnten sie zumindest nicht voraussehen – und mit diesen Modellen lässt sie sich auch nicht lösen.

Forschung lebt nicht nur von innovativen Ideen. Viele revolutionäre Entwicklungen entstanden letztlich dadurch, dass der Mensch die Natur nachgeahmt hat. Manchmal hilft es also, genauer hinzuschauen, wie diese an Probleme herangeht, die sich auch uns stellen – etwa die Energiefrage. Katharina Brinkert und Sonja Pullen zeigen in ihrem Beitrag „Von der Natur zur Kunst“, wie die Photosynthese, einer der grundlegendsten Prozesse der Natur, uns Antworten auf die Frage nach neuen Energiequellen liefern kann. Ihre Forschung zur natürlichen und künstlichen Photosynthese zeigt Möglichkeiten auf, wie diese zukünftig genutzt werden kann, um Solarenergie auf weiteren Wegen nutzbar zu machen. Auch Katharina Grünberg beschäftigt sich mit der Energiefrage. Als Mitglied des Szenarioanalyseteams von Shell forscht sie daran, was unsere Welt in 30, 50 oder 100 Jahren antreiben wird. Absehbar ist momentan nur, dass es zu grundlegenden Veränderungen kommen wird, die die Gesellschaft vor enorme Herausforderungen stellen. Aber auch diese Herausforderungen sind letztlich Teil einer ganzen Reihe von Umwälzungen, die die Menschheit in ihrer Geschichte erlebt hat. Angefangen von der Entwicklung von Jägern und Sammlern zur Agrargesellschaft über die industrielle und informationstechnische Revolution in den letzten Jahren zeigt sich, dass die Geschwindigkeit, mit der sich Entwicklungen vollziehen, immer weiter steigert. Was die Konsequenzen aus dieser Entwicklung sind und ob sich daraus schließen lässt, dass die Technik unser Schicksal ist, beantwortet Michael F. Jischa im abschließenden Beitrag dieses Tagungsbandes.

Dieser Band entstand aus der X. MinD-Akademie „Zukunft und Forschung“ (Hannover, 30.09–03.10.2011). Unser herzlicher Dank gilt allen Autorinnen und Autoren. Ganz besonders bedanken möchten wir uns bei Michael Fackler, der uns auch dieses Jahr wieder beim Lektorat unterstützt hat. Wir danken außerdem dem Cuvillier-Verlag für die gute Zusammenarbeit. Allen Leserinnen und Lesern wünschen wir nun viel Spaß bei der Lektüre des Buches, das eine Reihe spannender Aspekte aus einer Vielfalt wissenschaftlicher Disziplinen aufgreift – und hoffentlich auch zum Nachdenken über die individuelle und gesellschaftliche Zukunft anregt.

René Kieselhorst, Tanja Gabriele Baudson und Anna Seemüller

Michael F. Jischa

Ist die Technik unser Schicksal?

1 Einleitung

Die Menschheitsgeschichte ist untrennbar mit der Nutzung von Materie, Energie und Information verbunden. Im Laufe der Geschichte sind Produktivität, Bevölkerung und Ressourcenverbrauch ständig angestiegen, seit dem vergangenen Jahrhundert mit zunehmender Beschleunigung. In den früh industrialisierten Ländern entwickelte sich vor wenigen Jahrzehnten eine Bewusstseinswende: Die Segnungen der Technik wurden zunehmend kritisch beurteilt. Das führte zur Formulierung des Leitbildes *Nachhaltigkeit* und der Frage, wie dieses in politisches und wirtschaftliches Handeln umgesetzt werden kann. Das in den 1960er Jahren vorgeschlagene Konzept *Technikfolgenabschätzung* hat sich dabei als machtvoll Instrument erwiesen. Generelle Folgenabschätzungen sind notwendig, um auf die Weltprobleme reagieren zu können. Der Satz von Immanuel Kant „Unser Entscheiden reicht weiter als unser Erkennen“ hat angesichts der ständigen Beschleunigung technischer Innovationen eine neue Aktualität bekommen.

2 Zivilisationsdynamik

Die Geschichte der Menschheit ist ein evolutionärer Prozess. Nur der Mensch ist in der Lage, seine eigene Evolution durch Innovationen zu beschleunigen. Die Menschheitsgeschichte ist die Geschichte des sich durch Technik ständig beschleunigenden Einflusses auf immer größere Räume und immer fernere Zeiten. Waren die Kräfte der Veränderung größer als die Kräfte der Beharrung, dann traten Strukturbrüche ein. Die Zivilisationsdynamik ist durch drei *Revolutionen* gekennzeichnet. Die *neolithische Revolution* begann vor etwa 10 000 Jahren in verschiedenen Regionen der Welt. In Europa begann vor 400 Jahren die *wissenschaftliche Revolution*, die wenig später in die *industrielle Revolution* überging. Vor wenigen Jahrzehnten startete die

digitale Revolution, deren Folgen für die Arbeits- und Lebenswelt sich erst in Umrissen abzeichnen.

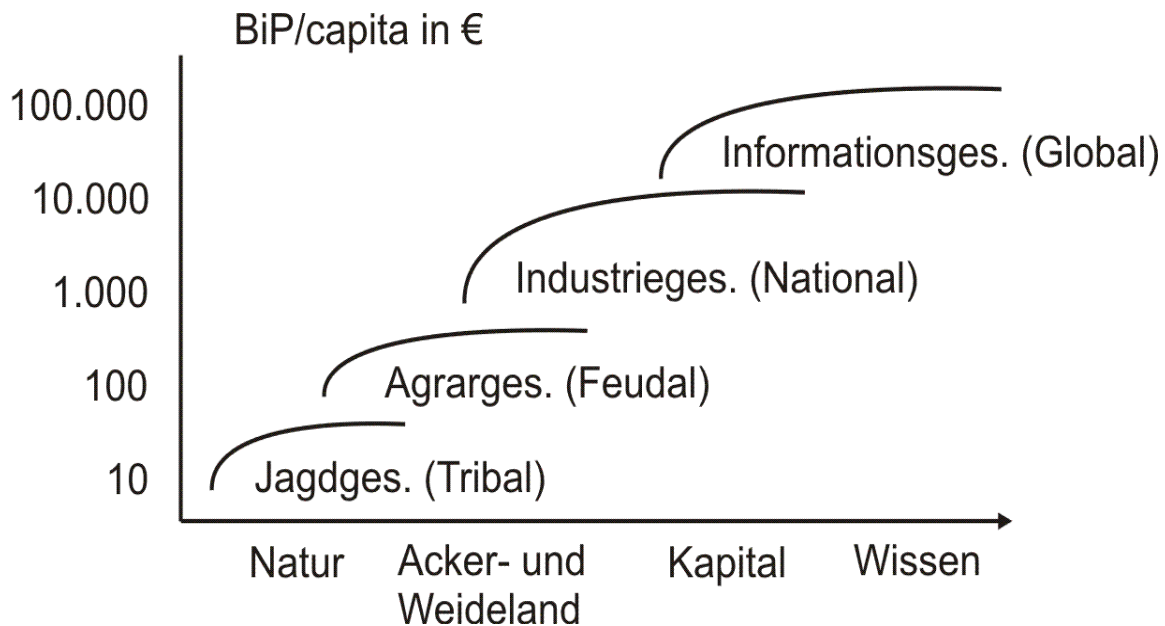


Abb. 1: Technik treibt die Zivilisationsdynamik (Jischa, 2005)

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung in qualitativer Form. Auf der horizontalen Achse sind die zentralen Ressourcen der bisherigen Gesellschaftstypen aufgetragen. Wir können sie als Zeitachse deuten, denn die Übergänge erfolgten in zeitlicher Abfolge. Auf der vertikalen Achse ist die Produktivität aufgetragen, dargestellt in heutiger Terminologie als Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf und Jahr. Es gibt quantitative Auftragungen mit einem ähnlichen Verlauf. Wenn die Entwicklung der Weltbevölkerung in doppelt logarithmischer Auftragung dargestellt und dabei die Zeitachse rückwärts gezählt wird, so erreicht man eine Dehnung der jüngeren Vergangenheit und einer Stauchung der Urzeit. Die Entwicklung der Weltbevölkerung über der Zeitachse zeigt dann einen ähnlichen Verlauf wie Abbildung 1. Den Sättigungsprozessen bei der Produktivität entspricht ein Abflachen der Bevölkerungsentwicklung. Mit dem Einsetzen der drei geschilderten Revolutionen sind Produktivität, Bevölkerung sowie Verbrauch an Ressourcen jeweils signifikant angestiegen. Das ist ein typischer autokatalytischer Prozess. Derartige positive Rückkopplungen haben zu den Weltproblemen geführt.

Die Verläufe in Abbildung 1 sind eng verknüpft mit vier informationstechnischen Revolutionen, auch *Gutenberg-Revolutionen* genannt. Am Beginn der Menschwerdung stand die Innovation der Sprache vor einigen 100 000 Jahren. Die Gesellschaft der Jäger und Sammler entstand, ihre entscheidende Ressource war die Natur. Die Produktivität war gering, der Anstieg der Weltbevölkerung ebenso. Vor etwa 10 000 Jahren setzte eine erste durch Technik induzierte strukturelle Veränderung der Gesellschaft ein, die *neolithische Revolution*. Sie kenn-

zeichnet den Übergang von der Welt der Jäger und Sammler zu den Ackerbauern und Viehzüchtern. Pflanzen wurden angebaut und Tiere domestiziert, die Menschen begannen, sesshaft zu werden. Die Agrargesellschaft entstand. Die Unterwerfung der Natur durch Be- und Entwässerungsanlagen sowie durch Dammbau war die erste große technische und soziale Leistung der Menschheit. Ein derartiges organisatorisches Problem konnte nicht von überschaubaren Stämmen gelöst werden: Es bildeten sich feudale Strukturen aus. Mündliche Anweisungen wurden ineffizient und mussten durch neue Medien wie Schrift, Zahlen und Maße ersetzt werden. Das war die *zweite Gutenberg-Revolution*. Acker- und Weideland waren die entscheidenden Ressourcen in der Agrargesellschaft.

Vor gut 500 Jahren begann jenes große europäische Projekt, das mit den Begriffen *Aufklärung* und *Säkularisierung* beschrieben wird. Das „*Wunder Europa*“ (Jones, 1991) führte zur Verwandlung und Beherrschung der Welt durch Wissenschaft und Technik. Die wissenschaftliche Revolution wäre ohne den Buchdruck, die *dritte Gutenberg-Revolution*, nicht denkbar gewesen. In der sich anschließenden industriellen Revolution wurde das Kapital zur entscheidenden Ressource. Der Buchdruck induzierte ungeahnte Veränderungen in der Gesellschaft. Vermutlich wäre es ohne den Buchdruck nicht zur Reformation gekommen; Luthers Flugschriften waren die ersten Massendrucksachen in der Geschichte. Unsere Generation ist Zeuge der *vierten Gutenberg-Revolution*, der digitalen Revolution. Die Industriegesellschaft war mit der Bildung von Nationalstaaten verknüpft, die Informationsgesellschaft erzwingt faktisch globale Strukturen. Wissen ist zur entscheidenden Ressource geworden.

Die Darstellung in Abbildung 1 ist für die weiteren Ausführungen von zentraler Bedeutung. Im Laufe der Menschheitsgeschichte sind Produktivität und Weltbevölkerung ständig gewachsen, wobei die durch technische Innovationen induzierten Revolutionen die entscheidenden Treiber gewesen sind. Die gesellschaftlichen Strukturen haben sich den jeweils neuen Erfordernissen angepasst; die dabei dominierenden Ressourcen für die weitere Entwicklung haben sich verändert. Das Phänomen Globalisierung ist untrennbar mit der räumlichen *und* zeitlichen Verdichtung aller Prozesse, angetrieben durch die digitalen Informationstechnologien, verbunden.

3 Gegenwartsschrumpfung

Ein Aspekt aus der Abbildung 1, für den der Philosoph Hermann Lübbe den Begriff *Gegenwartsschrumpfung* geprägt hat (Lübbe, 1994), soll gesondert behandelt werden. Unsere Vorfahren haben einige 100 000 Jahre in der Welt der Jäger und Sammler gelebt, einige 1000 Jahre in der Agrargesellschaft und rund 200 Jahre in der Industriegesellschaft. Die Digitalisierung der Informationstechnologien hat erst vor wenigen Jahrzehnten begonnen. Damit wird deut-

lich, dass technische Innovationen in immer kürzeren Zyklen neue Produkte generiert haben. Wenn wir die Gegenwart als die Zeitdauer konstanter Lebens- und Arbeitsverhältnisse verstehen, dann nimmt der Aufenthalt in der Gegenwart ständig ab. Wegen der ständig beschleunigten Dynamik des technischen Wandels rückt die unbekannte Zukunft immer näher an die Gegenwart heran. Die laufend rascheren Veränderungen überfordern unsere auf statischem Denken beruhenden Rezepte. Dadurch werden Ängste und Unsicherheiten geschürt. Gleichzeitig wächst in der Gesellschaft die Sehnsucht nach dem Dauerhaften, dem Beständigen. Der Handel mit Antiquitäten, mit Oldtimern und Repliken blüht, weil diese das Dauerhafte symbolisieren.

Zugleich gilt eine für Entscheidungsträger ernüchternde Erkenntnis. Diese bezeichne ich als „Popper-Theorem“, auch wenn sich meine verkürzte Formulierung aus den Darstellungen von Karl Popper (1987) nur indirekt herauslesen lässt: Wir können immer mehr wissen, und wir wissen auch immer mehr. Aber eines werden wir niemals wissen können: nämlich was wir morgen wissen werden, denn sonst wüssten wir es bereits heute. Das bedeutet, dass wir zugleich immer klüger und immer blinder werden. Mit fortschreitender Entwicklung der modernen Gesellschaft nimmt die Prognostizierbarkeit ihrer Entwicklung ständig ab. Niemals zuvor in der Geschichte gab es eine Zeit, in der die Gesellschaft so wenig über ihre nahe Zukunft gewusst hat wie heute. Gleichzeitig wächst die Zahl der Innovationen ständig, die unsere Lebenssituation strukturell und meist irreversibel verändern. Es war stets so, dass sich die Arbeitswelt durch technische Innovationen verändert hat. Doch einerseits hat das Tempo der Veränderungen zugenommen, und andererseits haben diese Veränderungen gleichfalls die Lebenswelt erfasst. Das hat weit reichende Folgen für die Gesellschaft.

Durch die digitale Revolution ist die Gesellschaft in einem Tempo verändert worden wie nie zuvor in der Geschichte. Schon das Telefon hatte den Raum verdichtet, Kommunikation war jedoch an Gleichzeitigkeit gebunden. Erst die Digitalisierung hat zu einer Verdichtung von Raum *und* Zeit geführt. Treiber der ständigen Beschleunigung sind Weiterentwicklungen der Hardware und in besonderer Weise der Software. Die Weitergabe von persönlichen Informationen über Mobiltelefone, Internet, Kreditkarten und e-Banking wird zunehmend akzeptiert, was von Plattformen wie Facebook noch übertroffen wird. Geschäftsprozesse *und* die Teilnahme am gesellschaftlichen Leben sind in gleicher Weise davon abhängig. Das betrifft die Verfügbarkeit, den Zugang und die Sicherheit von IT.

Vor 200 Jahren sagte Napoleon zu Goethe: „Politik ist unser Schicksal.“ Gut 100 Jahre später formulierte der Unternehmer Rathenau, Gründer der AEG: „Wirtschaft ist unser Schicksal.“ Unsere heutige Welt ist technologisch durchimprägniert wie nie zuvor in der Geschichte. Also können wir heute sagen: „Technik ist unser Schicksal.“

4 Menschheitsgeschichte als Energiegeschichte

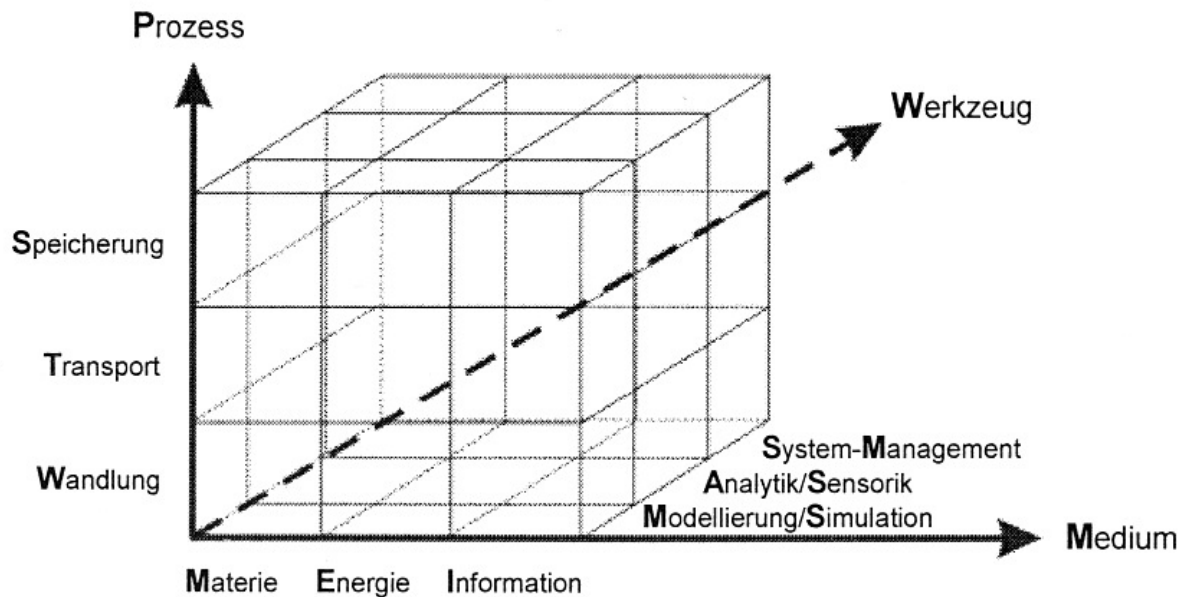


Abb. 2: Charakterisierung technischer Handlungen (Jischa, 2010b, 2011b)

Nach Schilderung der Zivilisationsdynamik durch informationstechnische Revolutionen, die vier Gutenberg-Revolutionen, möchte ich die Geschichte der Menschheit als *Energiegeschichte* darstellen. Zuvor möchte ich mit Abbildung 2 beschreiben, was Techniker eigentlich tun. Sie befassen sich mit den „Medien“ *Energie*, *Materie* und *Information*. Darauf wenden sie die „Prozesse“ *Wandlung*, *Transport* und *Speicherung* an. Eine derartige Darstellung ist mehrfach verwendet worden. Ich habe eine dritte Dimension hinzugefügt, denn es werden unterschiedliche „Werkzeuge“ verwendet. Das Werkzeug *Modellierung/Simulation* hat vor wenigen Jahrzehnten eine ungeahnte Dynamik entfaltet. Die außerordentlich rasche Entwicklung von Hardware und Software hat Möglichkeiten geschaffen, die noch vor wenigen Jahren undenkbar schienen. Ähnliches gilt für das Werkzeug *Analytik/Sensorik*, womit physikalische, chemische und biologische Analytik gemeint sind. Erst das Zusammenspiel von Modellierung/Simulation mit Analytik/Sensorik hat neue Möglichkeiten der Online-Prozesssteuerung eröffnet. Schließlich gewinnt das Werkzeug *System-Management* ständig an Bedeutung. Das Management von Stoff- und Energieströmen, zum Schutz der Umwelt *und* zur Schonung der Ressourcen, ist zu einer zentralen Aufgabe geworden.

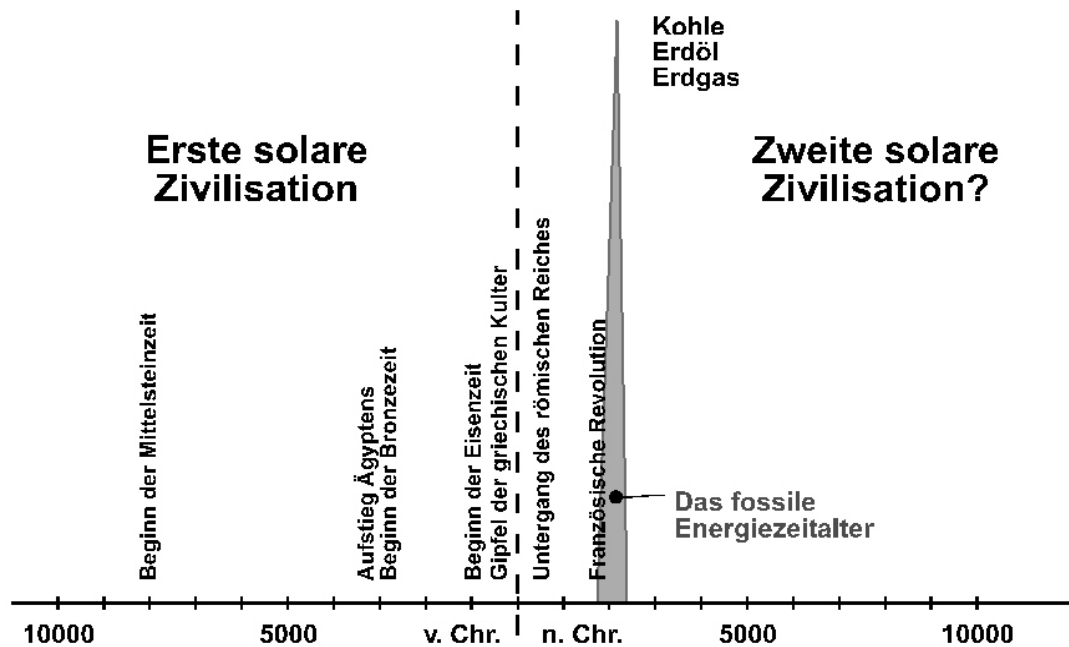


Abb. 3: Energiegeschichte der Menschheit (Jischa, 2004, 2005)

Abbildung 2 legt nahe, die Menschheitsgeschichte alternativ durch technische Innovationen bei der Nutzung von Materie und Energie zu beschreiben. Ich beschränke mich hier auf die *Energiegeschichte* (Abbildung 3; ausführlicher siehe Jischa, 2010c). Verschiedene Energieträger und Energieformen sowie Fortschritte in Wandlung, Transport und Speicherung von Energie kennzeichnen die Entwicklung bis zum heutigen Tag. In der Welt der Jäger und Sammler waren das Feuer und die menschliche Arbeitsleistung die einzigen Energiequellen. In der Agrargesellschaft kam zunächst die Arbeitsleistung der Tiere hinzu, im Mittelalter folgten Wassermühlen und Windmühlen. Das war die energetische Situation bis zur französischen Revolution. Die Truppen Napoleons waren energetisch auf der gleichen Stufe wie jene von Alexander dem Großen, Hannibal und Cäsar. Ihre Geschwindigkeit war die Geschwindigkeit von Mensch und Tier. Die industrielle Revolution leitete Ende des 18. Jahrhunderts den Eintritt in das fossile Energiezeitalter ein. Beginnend mit der Nutzung der Steinkohle zur Verhüttung von Erzen traten Ende des 19. Jahrhunderts Erdöl und Mitte des 20. Jahrhunderts Erdgas als Primärenergieträger hinzu, Erdgas etwa zeitgleich mit der Nutzung der Kernenergie. Ohne an dieser Stelle auf die Definitionen von Ressourcen, wahrscheinlichen und sicheren Reserven einerseits sowie auf statische und dynamische Reichweiten andererseits einzugehen, sei kurz gesagt: Kohle, Erdöl und Erdgas stehen uns nur noch für einen Zeitraum zur Verfügung, der etwa der bisherigen Nutzungsdauer entspricht. Es ist daher berechtigt, das gut 200 Jahre währende fossile Zeitalter als „Wimpernschlag“ in der Geschichte der Menschheit zu bezeichnen.

Unser heutiges Energiesystem ist weder aus *Versorgungsgründen* noch aus *Entsorgungsgründen* zukunftsfähig. Es basiert global und national zu über 80 % auf den fossilen Primärenergieträgern, die ebenso wie Uran aus der Erde gewonnen werden. Über entsprechende Auf-

bereitungs- und Umwandlungsprozesse wird daraus Sekundärenergie für verschiedene Anwendungen. Anschließend werden die Rest- und Schadstoffe nach geeigneter Weiterbehandlung wieder in die Umwelt abgegeben. Trotz beachtlicher Erfolge in Techniken des Umweltschutzes bleibt es ein offenes System, das keine Zukunft haben kann.

Nach der Schilderung der Vergangenheit möchte ich Energieszenarien vorstellen, die in jüngerer Zeit zu einer erstaunlichen Konvergenz geführt haben. Dabei geht es im Kern um die Frage, ob wir in eine zweite intelligente solare Zivilisation einsteigen werden oder ob die Kernenergie zumindest zeitweise noch eine gewisse Rolle spielen wird. Das ist mit dem Fragezeichen in Abbildung 3 gemeint. Die Enquete-Kommission „Zukünftige Kernenergiepolitik“ des 8. Deutschen Bundestages hat bereits 1980 die energiepolitische Verzweigungssituation durch die beiden Referenzfälle *K-Pfad* (Kernenergie) und *S-Pfad* (Solarenergie und Sparen) dargestellt. Dabei bedeutet der K-Pfad zentrale großtechnische Anlagen, der S-Pfad ermöglicht zentrale und dezentrale Lösungen. Die Kommission hat ihre Analyse auf die Kriterien Wirtschaftlichkeit, internationale Verträglichkeit sowie Umwelt- und Sozialverträglichkeit gestützt. Dabei sind die beiden letzten Kriterien erstmalig in einer entsprechenden Studie berücksichtigt worden. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass beide Pfade technisch und ökonomisch machbar sind und dass sie sich in den Gesamtkosten nicht wesentlich voneinander unterscheiden.

Gut 20 Jahre später hat der „Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen“ (WBGU) seinen Bericht *Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit* vorgelegt (WBGU, 2003). Danach wird der Primärenergieverbrauch von 2000 bis 2100 um den Faktor vier zunehmen. Das ist viel, aber im Vergleich zum vergangenen Jahrhundert wenig. Von 1900 bis 2000 hat der Primärenergieverbrauch weltweit um das 12-fache zugenommen, die Weltbevölkerung um das 3,5-fache. Der geringere Anstieg des weltweiten Primärenergieverbrauchs in diesem Jahrhundert ist weitgehend der Tatsache geschuldet, dass die Zunahme der Weltbevölkerung abflachen wird. Die wesentliche Aussage des WBGU betrifft den Energiemix. Es wird ein Auslaufen der Nutzung nuklearer Energieträger prognostiziert, bei gleichzeitig starker Minderung der Nutzung fossiler Energieträger. Im Gegenzug wird es einen erheblichen Ausbau erneuerbarer Energieträger geben, insbesondere der Solarenergie, im Wesentlichen (grundlastfähige) solarthermische Kraftwerke.

Im Jahr 2009 hat die Energiediskussion einen neuen Schub erfahren. Im Juli 2009 haben auf Einladung der Münchener Rück sowie des *Club of Rome* Vertreter von (zunächst) zwölf Konzernen die „Desertec Industrial Initiative“ gegründet. Das Konzept stammt von dem Physiker Gerhard Knies, einem Mitglied der Deutschen Gesellschaft of Rome. „Wüstenstrom aus der Sahara für Europa“, so lautete eine von vielen Überschriften in überregionalen Zeitungen. Das ist ein wenig verkürzt, denn es wird sich um ein Verbundnetz von Island bis in die Sub Sahara handeln. In einem Mix regenerativer Energien, bestehend aus Windkraft, Wasserkraft, Biomasse, Geothermie und Fotovoltaik, wird die Solarthermie zweifellos die tragende Rolle spielen. Der Reiz des Projektes liegt nicht nur darin, Strom aus der Sahara mit Hochspan-

nungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) nach Europa zu schicken. Zugleich soll ein Teil des in solarthermischen Kraftwerken erzeugten Stroms in der nordafrikanischen Region für die Entsalzung von Meerwasser verwendet werden. Die friedensfördernde Wirkung liegt auf der Hand. Ebenfalls 2009 haben Daimler und Linde eine „H₂ Mobility“-Initiative zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland ins Leben gerufen.

Das Jahr 2010 war von zwei bemerkenswerten Studien gekennzeichnet. Es begann im Mai mit einer Stellungnahme des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU) mit dem Titel „Klimaverträglich, sicher, bezahlbar: 100 % erneuerbare Stromversorgung bis 2050“. Die zentrale Aussage lautet, dass die Stromversorgung in Deutschland allein aus regenerativen (inländischen) Energien gespeist werden kann, sofern die Weichen für eine klare politische Zielsetzung (u. a. für den Ausbau von Speichern und Netzen) gestellt werden. Die Tatsache, dass die Erneuerung des Kraftwerksparks in Deutschland ansteht, bietet laut SRU günstige Voraussetzungen für die Umstellung der Stromversorgung auf erneuerbare Energien. Die Stromentstehungskosten werden nach der Studie wahrscheinlich niedriger sein als bei einem Mix aus regenerativen und CO₂-armen konventionellen Energiequellen. Im August 2010 wurde das Gutachten „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung“, erstellt von Prognos, EWI und GWS, vorgestellt. Darin werden neben einem Referenzszenario („Trendfortschreibung“) acht Zielszenarien („mögliche energiewirtschaftliche Zukünfte“) beschrieben, letztere mit unterschiedlichen Restlaufzeiten für die Kernkraftwerke. Die wesentliche Aussage des Gutachtens lautet lapidar: Der Weg in das Zeitalter der erneuerbaren Energien ist bis zum Jahr 2050 möglich und gangbar. So viel Übereinstimmung gab es bisher nie! Die Reaktorkatastrophe von Fukushima im März 2011 hat der Energiewende zur Nachhaltigkeit einen weiteren Schub verliehen.

5 Die Bewusstseinswende der 1960er Jahre

Seit wann und warum denken wir über die Gefährdung der Zukunftsfähigkeit nach? Bis vor wenigen Jahrzehnten war der Fortschrittsglaube überall in der Welt ungebrochen. Insbesondere die Aufbauphase in unserem Land nach dem Zweiten Weltkrieg wurde davon getragen. Die Erde schien über nahezu unerschöpfliche Ressourcen zu verfügen. Die Aufnahmekapazität von Wasser, Luft und Boden für Schadstoffe und Abfälle schien unbegrenzt zu sein. Die Segnungen von Wissenschaft und Technik verhießen geradezu paradiesische Zustände. Alles schien machbar zu sein, und man glaubte, dass Wohlstand für alle – und damit auch für die Entwicklungsländer – nur eine Frage der Zeit sei. Etliche Schwellen- und Entwicklungsländer huldigen weiter dem Fortschrittsglauben, während dieser in der früh industrialisierten Welt zunehmend ins Wanken geraten ist. Ironischerweise bedurfte es erst des Wohlstands, damit die im Wohl-

stand lebenden Gesellschaften die Technik und deren Segnungen zunehmend skeptisch beurteilen konnten. 1969 landeten zwei US-Astronauten als erste Menschen auf dem Mond. Dies markierte einerseits einen Höhepunkt der Technikeuphorie. Andererseits wurde über die Fernsehschirme die Botschaft zu uns getragen, dass unser Raumschiff Erde endlich ist und dass wir alle in einem Boot sitzen.

In den Wohlstandsgesellschaften der westlichen Welt wurde in den 1960er Jahren eine Bewusstseinswende sichtbar. Mit dem Kürzel „1968-er Bewegung“ bezeichnen wir in unserem Land eine Reihe von ineinander greifenden gesellschaftlichen Prozessen. Dazu gehörten Friedensbewegungen, Frauenbewegungen, massive Proteste gegen die Kernenergie, gegen die Ordinarienuniversität und nicht zuletzt gegen die Umweltzerstörungen. Aus den ökologischen Bewegungen ist mit den „Grünen“ eine offenkundig stabile politische Kraft hervorgegangen. Die Bewusstseinswende manifestierte sich in unterschiedlicher Weise. Zum einen wurde 1968 der *Club of Rome* gegründet. Die Initiative hierzu ging von dem Fiat-Manager Aurelio Peccei und dem OECD-Wissenschaftsmanager Alexander King aus. Sie setzten sich zum Ziel, gleich gesinnte Persönlichkeiten aus Wirtschaft und Politik zu gewinnen, um gemeinsam über die für die Zukunft der Menschheit entscheidenden Herausforderungen und Lösungsansätze zu diskutieren. Hierfür prägten sie die Begriffe *World Problematiques* und *World Resolutiques*. Ihre erste Analyse war erstaunlich weitsichtig. Sie betraf drei Punkte: die Bedeutung eines ganzheitlichen Ansatzes zum Verständnis der miteinander vernetzten Weltprobleme, die Notwendigkeit von langfristig angelegten Problemanalysen und die Aufforderung „global denken und lokal handeln“. Der *Club of Rome* stellte 1972 seine erste Studie *Die Grenzen des Wachstums* vor (Meadows, Meadows, Zahn & Milling, dt. Übers. 1973).

Bereits 1962 hatte die amerikanische Biologin Rachel Carson mit ihrem zum Kultbuch der Ökologiebewegung avancierten Band *Der stumme Frühling* (Carson, 1962) ein aufrüttelndes Signal gesetzt. Knapp zehn Jahre nach den *Grenzen des Wachstums* wurde der von James Carter, dem damaligen Präsidenten der USA, initiierte Bericht *Global 2000* (1980) vorgestellt. Im Jahr 1987 erschien der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung mit dem Titel *Our Common Future* und zeitgleich die deutsche Version *Unsere gemeinsame Zukunft* (Hauff, 1987). Dieser Bericht hat entscheidend dazu beigetragen, das Leitbild *Sustainable Development* (kurz *Sustainability* = „Nachhaltigkeit“) bekannt zu machen. Die Diskussion erreichte einen vorläufigen Höhepunkt mit der *Agenda 21*, dem Abschlussdokument der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung 1992 (BMU, 1992). Schließlich wurde Mitte der 1960er Jahre in den USA der Begriff *Technology Assessment* (TA) geprägt. Die TA-Diskussion führte bei uns, ebenso wie in vergleichbaren Ländern, zu wachsenden TA-Aktivitäten und der Einrichtung von entsprechenden Institutionen, die mit den Begriffen *Technikbewertung* oder *Technikfolgenabschätzung* verbunden sind.

Offenbar befinden wir uns „*Am Ende des Baconschen Zeitalters*“ (Böhme, 1993), wenn wir die neuzeitliche Wissenschaft als die Epoche Bacons bezeichnen. Denn in unserem Verhältnis zur Wissenschaft ist eine Selbstverständlichkeit abhanden gekommen – nämlich die Grund-

überzeugung, dass wissenschaftlicher und technischer Fortschritt zugleich und automatisch humanen und sozialen Fortschritt bedeuten. Die wissenschaftlich-technischen Errungenschaften bewirken neben dem angestrebten Nutzen immer auch Schäden, die als Folge und Nebenwirkungen die ursprünglichen Absichten konterkarieren.

6 Das Leitbild Nachhaltigkeit

Der Begriff *Nachhaltigkeit* ist keine Erfindung unserer Tage. Konzeptionell wurde er Anfang des 18. Jahrhunderts in Deutschland unter der Bezeichnung des nachhaltigen Wirtschaftens eingeführt, als starkes Bevölkerungswachstum und zunehmende Nutzung des Rohstoffes Holz (als Energieträger und als Baumaterial) eine einschreitende Waldpolitik erforderlich machten. Alle Definitionen von Nachhaltigkeit beziehen sich auf den Brundtland-Bericht (Hauff, 1987). Danach ist eine Entwicklung nur dann nachhaltig, wenn sie die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generation befriedigt, ohne zu riskieren, dass zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können. Was darunter einvernehmlich verstanden wird, kann einem Positionspapier des Verbandes der Chemischen Industrie entnommen werden (VCI, 1994): „Die zukünftige Entwicklung muss so gestaltet werden, dass *ökonomische, ökologische* und *gesellschaftliche* Zielsetzungen gleichrangig angestrebt werden. [...] *Sustainability* im *ökonomischen* Sinne bedeutet eine effiziente Allokation der knappen Güter und Ressourcen. *Sustainability* im *ökologischen* Sinne bedeutet, die Grenze der Belastbarkeit der Ökosphäre nicht zu überschreiten und die natürlichen Lebensgrundlagen zu erhalten. *Sustainability* im *gesellschaftlichen* Sinne bedeutet ein Höchstmaß an Chancengleichheit, Freiheit, sozialer Gerechtigkeit und Sicherheit.“

Die Überzeugungskraft des Leitbildes Nachhaltigkeit ist offensichtlich groß. Mindestens ebenso groß ist dessen Unverbindlichkeit, da jede Interessengruppe jeweils „ihrer Säule“ (Wirtschaft, Umwelt oder Gesellschaft) eine besondere Priorität zuerkennt. Zielkonflikte sind vorprogrammiert; politische und gesellschaftliche Auseinandersetzungen belegen dies. Als Fazit sei festgehalten: Das Leitbild Nachhaltigkeit ist allseits akzeptiert, aber diffus formuliert. Die fällige Umsetzung leidet sowohl an ständigen Zielkonflikten als auch an fehlender Operationalisierbarkeit. Entscheidend ist die Frage, wie Nachhaltigkeit in wirtschaftliches und politisches Handeln umgesetzt werden kann.

Das unscharfe Leitbild Nachhaltigkeit wird erst aus gesellschaftlichen und politischen Auseinandersetzungen bezüglich der Zielprioritäten greifbar. Also müssen gerade bei diffus formulierten Zielvorgaben folgende Probleme transparent und nachvollziehbar behandelt werden (Jischa, 1999): Es sind unterschiedliche Szenarien (was wäre, wenn?) zu vergleichen; das erfordert quantifizierbare Aussagen; dazu müssen relevante Indikatoren entwickelt werden;

Quantifizierung verlangt Messbarkeit, und Vergleichbarkeit verlangt Bewertung; zur Bewertung werden schließlich Kriterien benötigt, die zeitlich und räumlich veränderlich sind. Denn „das Sein bestimmt das Bewusstsein“, wie Karl Marx es so treffend formuliert hat. Oder, um Bert Brecht zu zitieren: „Erst kommt das Fressen, dann kommt die Moral.“ Die indische Ministerpräsidentin Indira Gandhi hatte seinerzeit auf einer Weltenergiekonferenz auf die Frage, wie sie Indien zu elektrifizieren gedenke, geantwortet: „Mit Kernenergie.“ Auf die Nachfrage, ob ihr denn die Restrisiken der Kernenergie nicht bewusst seien, gab sie eine für mich klassische Antwort: „Verhungerte fragen nach keinem Restrisiko.“ Unabhängig von den jeweiligen Zielvorgaben geht es stets um die gleiche Frage: Welche Technologien sind in der Lage, eine Entwicklung der Menschheit in Richtung Nachhaltigkeit zu ermöglichen? Und welche Technologien sind in der Lage, die durch Technik geschaffenen Probleme (die nichtintendierten Folgen technischer Entwicklungen) zu mildern, zu korrigieren oder gar zu beseitigen?

7 Globale Problemfelder als „Herausforderung Zukunft“

Eine an dem Leitbild Nachhaltigkeit orientierte Einteilung der Weltprobleme betrifft die ökologische, die soziokulturelle und die ökonomische Säule des Leitbildes (Jischa, 2005). Das erste globale Problem betrifft die „Umwelt“; sie ist in weiten Teilen ein öffentliches Gut. Dazu gehören die Ozeane mit ihrem Fischbestand und das Wasser im Allgemeinen, die Luft, die Wälder und die Böden. Bei öffentlichen Gütern gilt „*The Tragedy of the Commons*“ (Hardin, 1968). Die Allmende, die Gemeingüter (engl. *commons*), müssten geschont werden, um sie für zukünftige Generationen zu erhalten. Die Tragödie der Allmende liegt darin, dass einzelne Nutzer als Trittbrettfahrer Vorteile erzielen, aber die Nachteile von der Gemeinschaft getragen werden. Dazu gehören der Ausstoß von Kohlendioxid als Auslöser für den anthropogenen Treibhauseffekt und damit die Erwärmung der Atmosphäre und das Ansteigen des Meeresspiegels, die Verschmutzung der Umwelt, die Überfischung der Weltmeere, das Abholzen der Wälder und die Brandrodung, die zunehmende Wasserknappheit sowie das Artensterben und damit der Verlust an Biodiversität.

Das zweite globale Problem betrifft die „Weltgesellschaft“, die Frage nach der Solidarität Fremden und Fernen gegenüber. Der von Kant geprägte Begriff *Weltbürgergesellschaft* ist im Zeitalter der Globalisierung Realität geworden. Zum Problemfeld „Solidarität“ gehören der Kampf gegen die Armut, gegen mangelnde Bildung, gegen Infektionskrankheiten, gegen Terrorismus als wesentlicher Beitrag zur Friedenssicherung, gegen die ökonomische und die digitale Spaltung der Welt sowie die Probleme der inter- und intragenerationellen Gerechtigkeit.

Das dritte globale Problem betrifft die „Weltwirtschaft“, die Frage nach den „Regeln“ für wirtschaftliches Handeln. Dazu gehören Rahmenbedingungen und Rechtssetzung ebenso wie Infrastrukturen und informelle Strukturen. Regeln betreffen das Welthandelsrecht, internationale Finanzarchitekturen (z. B. die Tobin Tax, eine Finanztransaktionssteuer auf internationale Devisengeschäfte), die Vermeidung von Öko- und Sozialdumping und den internationalen Wettbewerb.

Im Hinblick auf denkbare Maßnahmen sind generelle Schwierigkeiten offenkundig. Das Problemfeld „Umwelt“ lädt zum Trittbrettfahren ein. Es entspricht wirtschaftlicher Logik, die Gewinne eines Unternehmens zu privatisieren (zu internalisieren) und die Kosten zu sozialisieren (zu externalisieren). Dabei müsste es genau umgekehrt sein: Die externen ökologischen und sozialen Kosten müssten internalisiert werden, die Preise müssten die ökologische und soziale Wahrheit sagen. Aus Sicht der klassischen ökonomischen Theorie gibt es als Ausweg aus der „Tragödie der Gemeingüter“ nur zwei Alternativen: Entweder werden die Gemeingüter privatisiert und einzelnen Nutzern exklusiv übergeben, oder die Gemeingüter werden vollständig unter die Kontrolle einer Behörde gestellt, die eine angemessene Nutzung überwacht. Die US-amerikanische Ökonomin Elinor Ostrom hat einen dritten Weg formuliert. Auf der Basis vieler Feldstudien hat sie analysiert, dass Menschen in verschiedenen Umständen Wege gefunden haben, gemeinsam verantwortungsvoll mit Ressourcen umzugehen: durch lokale Kooperation, Selbstorganisation und Selbstregierung. Ihre wesentlichen Erkenntnisse lauten zusammengefasst: Sobald ein Gut eingrenzbar und die betroffene Gruppe der Nutzer überschaubar ist, funktioniert Selbstregulierung besser, als wenn der Staat eingreift. Der dominierende *Top-down*-Ansatz zum Umweltschutz ist nicht zielführend. Effizienter ist ein *Bottom-up*-Ansatz, der die lokalen Akteure nicht als Teil des Problems, sondern als potentiellen Teil der Lösung ansieht. Auch bei der Emissionsvermeidung zum Klimaschutz sollte man nicht auf eine globale Lösung warten, sondern lokal beginnen. Elinor Ostrom hat 2009 für ihre Arbeiten zum Thema *Governing the Commons* (Ostrom, 1999) als erste und bislang einzige Frau den Nobelpreis für Ökonomie erhalten.

Das Problemfeld „Solidarität“ bedeutet, dass zu der uns geläufigen Nächstenliebe eine räumliche und zeitliche Fernstenliebe hinzukommen muss. Bisher galten Identität und Loyalität allein dem Nationalstaat, der durch die Globalisierung einem Erosionsprozess ausgesetzt ist. Wie soll diese Loyalität auf die Weltgesellschaft übertragen werden?

Beim Problemfeld „Regeln“ sind die Schwierigkeiten gleichfalls groß. Die global agierenden Unternehmen ziehen Vorteile daraus, die Rahmenbedingungen in den einzelnen Ländern bezüglich Rechtsvorschriften, Genehmigungsverfahren und Steuern zu ihrem Vorteil zu nutzen und gegeneinander auszuspielen.

8 Technikfolgenabschätzung

Der Begriff *Technology Assessment* (TA) tauchte erstmalig 1966 in einem Bericht an den US-amerikanischen Kongress im Zusammenhang mit Folgen technischer Entwicklungen auf. Konkreter Anlass war die Forderung nach einem Frühwarnsystem bei komplexen großtechnischen Neuerungen wie Überschallflug, Raumfahrttechnik und Raketenabwehrsystemen. Als Folge davon wurde 1972 das *Office of Technology Assessment* (OTA) gegründet. Damit sollte ein Beratungsorgan für den Kongress, also die Legislative, geschaffen werden. Dies löste ähnliche Bewegungen in den westlichen Industrieländern aus, wobei für TA synonym die Übersetzungen *Technikbewertung* oder *Technikfolgenabschätzung* verwendet werden. (Zur Geschichte der TA-Bewegung in Deutschland verweise ich auf die Darstellungen in Grunwald, 2002, und Jischa, 1999, 2004, 2005, 2010a.) Hier möchte ich sogleich aus der VDI-Richtlinie *Technikbewertung* die Vorgehensweise zitieren (VDI, 1991, S. 2–3):

- Technikbewertung bedeutet hier das planmäßige, systematische, organisierte Vorgehen, das
- den Stand einer Technik und ihre Entwicklungsmöglichkeiten analysiert,
 - unmittelbare und mittelbare technische, wirtschaftliche, gesundheitliche, ökologische, humane, soziale und andere Folgen dieser Technik und möglicher Alternativen abschätzt,
 - auf Grund definierter Ziele und Werte diese Folgen beurteilt oder auch weitere wünschenswerte Entwicklungen fordert,
 - Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten daraus herleitet und ausarbeitet, so dass begründete Entscheidungen ermöglicht und gegebenenfalls durch geeignete Institutionen getroffen und verwirklicht werden können.

Ingenieure haben Technik schon immer bewertet, bislang jedoch nur nach zwei Kriterien: einem technischen und einem ökonomischen. Das technische Kriterium betrifft Qualität, Funktionalität und Sicherheit von Produkten und Prozessen. Die Ökonomie beinhaltet einerseits ein betriebswirtschaftliches Kriterium, das danach fragt, ob sich ein Produkt am Markt platzieren lässt. Die volkswirtschaftliche Seite der Ökonomie berücksichtigt Fragen der internationalen Verträglichkeit und der Verfügbarkeit. Das Leitbild Nachhaltigkeit verlangt mehr: Technik muss zusätzlich umweltverträglich und sozialverträglich sein.

Die Reaktorkatastrophe vom März 2011 in Fukushima war eine (erneute) Bestätigung dafür, dass wir Folgenabschätzungen dringend benötigen. Es sei daran erinnert, dass es zuvor 1979 zu einem schweren Reaktorunfall in Harrisburg/USA gekommen war. Die erstellte Analyse der Experten wurde anschließend von dem Soziologen Charles Perrow analysiert. Daraus ist das Buch *Normale Katastrophen* entstanden (Perrow, 1987, Orig. 1984). Seine Kernaussage lautet, dass in großtechnischen Systemen unabhängig von inhärenten Gefahren wie Toxizität, Explosivität oder Radioaktivität Systemausfälle geradezu unausweichlich sind. Seine Schlüsselbegriffe sind Komplexität und Kopplung. Je komplexer das System und die Wechselwirkungen seiner Bestandteile sind, desto häufiger kann es zu Störungen kommen und desto

häufiger können die Signale der Störungen mehrdeutig sein und destabilisierende Reaktionen der Operateure und der automatischen Steuerungen bewirken.

Drei „normale Katastrophen“ haben das Jahr 1986 zu einem „Schaltjahr“ der Risikodebatte gemacht. Das war zunächst die Explosion der Raumfähre Challenger unmittelbar nach dem Start, was unmittelbar über die Fernsehschirme verfolgt wurde. Danach der GAU eines Reaktorblocks in Tschernobyl, was zur Einrichtung des BMU führte, und drittens der Chemieunfall von Sandoz in der Schweiz. Letzterer war deshalb bedeutsam für weitere Diskussionen, weil Argumente wie „das kann bei uns nicht passieren“ (wie es nach dem folgenreichen Chemieunfall 1984 in Bhopal/Indien hieß) mit einem Schlag unglaubwürdig wurden. Die Botschaft von Sandoz lautete: Wenn es in der Schweiz passieren kann, dann kann es überall auf der Welt passieren. Dieses Muster hat sich 2011 wiederholt: Wenn es in Japan passieren kann, dann kann es überall auf der Welt passieren. Hinzu kommt, dass die Katastrophe von Fukushima nahezu live im Fernsehen übertragen wurde, im Gegensatz zu Tschernobyl, wo erst nachträglich über die Folgen berichtet wurde.

Der Philosoph Hans Jonas hat in seinem Buch *Das Prinzip Verantwortung* formuliert: „Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden“ (Jonas, 1979, S. 36). In seinem Artikel „Warum die Technik ein Gegenstand für die Ethik ist: Fünf Gründe“ in dem Band *Technik und Ethik* lautet einer der fünf Gründe „Globale Ausmaße in Raum und Zeit“ (Lenk & Ropohl, 1987, S. 84). Heutige Technologien sind dadurch gekennzeichnet, dass Wirkmächtigkeit und Eindringtiefe bezüglich Raum und Zeit in einem Maße angewachsen sind wie nie zuvor in der Geschichte. Stets galt der Erfahrungssatz, dass die Reichweite unserer Handlungen größer ist als die Reichweite unseres Wissens über mögliche Folgen. Durch die Ausdehnung der technischen Wirkmächtigkeit ist Technikfolgenabschätzung notwendiger denn je zuvor.

9 Abschließende Bemerkungen

Zukunft und Forschung lautet das Motto des Kongresses. Erste Frage: „Weiß die Wissenschaft, was wir für die Zukunft der (Industrie-)Gesellschaft wissen müssen?“ (Meyer-Abich, 1988). Die Antwort der Ingenieure lautet: Forschen, wofür es Drittmittel gibt. Also lautet die Frage, woher die Drittmittelgeber (DFG, AIF, BMBF, EC, Industrie ...) wissen, was wir für die Zukunft der Gesellschaft wissen müssen. Zweite Frage: „Die Technik ist die Antwort, aber wie lautet eigentlich die Frage?“ (Neiryneck, 1995). Die durch Technik erzeugten Probleme können wir nur durch Technik mildern oder gar lösen. Also lautet die entscheidende Frage: Welche technischen Lösungen sind zukunftsfähig?

Wir sollten uns der Lebenslüge der Industriegesellschaft bewusst sein: Wir subventionieren unseren Wohlstand auf Kosten der Umwelt, der Mitwelt und der Nachwelt. Die Frage ist, ob wir unser ökologisches Kapital oder unser soziales Kapital rascher verbrauchen. Beides wird uns teuer zu stehen kommen.

An dieser Stelle möchte ich abschließend auf die beiden vom *Club of Rome* geprägten Begriffe *World Problematiques* und *World Resolutiques*, Abschnitt 5, zurückkommen. Die Analyse der Weltprobleme ist eine Sache; dafür weltweit akzeptierte Lösungen zu finden und umzusetzen, eine andere. Daher möchte ich meinen Text mit zwei weiterführenden Fragen beschließen: Wie kommen wir (die Weltgesellschaft) vom Erkennen zum Handeln? Und wer sind die handelnden Akteure? Das wäre dann ein Beitrag jenseits der Feststellung, dass die Technik unser Schicksal ist (Jischa, 2011a).

Literatur

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit/BMU (1992). *Agenda 21. UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung 1992*. Bonn: BMU.
- Böhme, G. (1993). *Am Ende des Baconischen Zeitalters*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Carson, R. (1963). *Der stumme Frühling*. München: Beck.
- Global 2000 (1980). *Der Bericht an den Präsidenten*. Frankfurt/Main: Zweitausendeins.
- Grunwald, A. (2002). *Technikfolgenabschätzung – eine Einführung*. Berlin: Edition Sigma.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 162, 1243–1248.
- Hauff, V. (1987) (Hrsg.). *Unsere gemeinsame Zukunft*. Greven: Eggenkamp.
- Jischa, M. F. (1999). Technikfolgenabschätzung in Lehre und Forschung. In T. Petermann & R. Coenen (Hrsg.), *Technikfolgenabschätzung in Deutschland* (S. 165–195). Frankfurt/Main: Campus.
- Jischa, M. F. (2004). *Ingenieurwissenschaften*. Berlin: Springer.
- Jischa, M. F. (2005). *Herausforderung Zukunft – Technischer Fortschritt und Globalisierung*. (2. Auflage). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Jischa, M. F. (2010a). Nachhaltigkeit in Lehre und Forschung in den Ingenieurwissenschaften. *GAIA*, 19(1), 37–39.
- Jischa, M. F. (2010b). Die Mechanik in der Geschichte. In S. Hartmann & G. Brenner, *Jahresbericht 2008/2009. Berichte des Instituts für Technische Mechanik 1/2010* (S. 7–17). Clausthal-Zellerfeld: TU Clausthal.
- Jischa, M. F. (2010c). Zivilisationsdynamik: Treiber Technik, Folgen und Konsequenzen. *Heat Mass Transfer*, 46, 1027–1037.
- Jischa, M. F. (2011a). Globale Herausforderungen für eine zukunftsfähige Umwelt- und Wirtschaftspolitik im 21. Jahrhundert. *Mitteilungen aus der NNA (Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz)*, 22(1), 27–35.
- Jischa, M. F. (2011b). Folgenabschätzungen. *Akademie für Geowissenschaften und Geotechnologien e. V.*, 28, 11–25.
- Jonas, H. (1979). *Das Prinzip Verantwortung*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Jones, E. L. (1991). *Das Wunder Europa*. Tübingen: Mohr.
- Lenk, H. & Ropohl, G. (1987) (Hrsg.). *Technik und Ethik*. Stuttgart: Reclam.
- Lübbe, H. (1994). *Im Zug der Zeit*. Berlin: Springer.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Zahn, E. K. O. & Milling, P. (1973). *Die Grenzen des Wachstums*. Reinbek: Rowohlt.
- Meyer-Abich, K. M. (1988). *Wissenschaft für die Zukunft*. München: Hanser.
- Neiryneck, J. (1995). *Der göttliche Ingenieur*. Renningen: Expert.
- Ostrom, E. (1999). *Die Verfassung der Allmende*. Tübingen: Mohr Siebeck.
- Perrow, C. (1987). *Normale Katastrophen*. Frankfurt/Main: Campus.
- Popper, K. (1987). *Das Elend des Historizismus*. Tübingen: Mohr.
- Verband der Chemischen Industrie/VCI (1994). *Position der Chemischen Industrie*. Frankfurt/Main: Verband der Chem. Industrie.

Verein Deutscher Ingenieure/VDI (1991). *Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen*. Düsseldorf: VDI.
Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen/WBGU (2003). *Welt im Wandel:
Energiewende zur Nachhaltigkeit*. Berlin: Springer.

Bibliographische Angaben:

Kieselhorst, R., Baudson, T. G. & Seemüller, A. (Hrsg.) (2012). *Zukunft und Forschung*.
Göttingen: Cuvillier.