



Europäische Akademie

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Direktor:
Professor Dr. Carl Friedrich Gethmann

Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich

von

Gerd Hanekamp, Ulrich Steger (Hrsg.)

Juli 2001



Europäische Akademie

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Direktor:
Professor Dr. Carl Friedrich Gethmann

Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich

von

Gerd Hanekamp, Ulrich Steger (Hrsg.)

Juli 2001

Die Schriften der „Grauen Reihe“ umfassen aktuelle Materialien und Dokumentationen, die von den Wissenschaftlern der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH laufend erarbeitet werden. Die Publikationen der „Grauen Reihe“ werden als Manuskripte gedruckt und erscheinen in loser Folge im Selbstverlag der Europäischen Akademie. Sie können über die Europäische Akademie auf schriftliche Anfrage hin bezogen werden.

Herausgeber



Europäische Akademie

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Wilhelmstraße 56, D-53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler
Telefon: ++49 - (0)2641 - 973 - 300, Telefax - 320
e-mail: europaeische.akademie@dlr.de
www.europaeische-akademie-aw.de

Direktor:

Professor Dr. Carl Friedrich Gethmann (V.i.S.d.P.)

ISSN 1435-487 X

Redaktion:

Friederike Wütscher

Druck:

Warlich Druck Ahrweiler GmbH, Bad Neuenahr-Ahrweiler

Vorwort

Im organisatorischen Ablauf der Arbeit einer Projektgruppe der Europäischen Akademie GmbH hat ein Kick-off-Workshop seinen festen Platz: Nachdem die Projektgruppe ihr Arbeitsprogramm konkretisiert hat und die Aufgaben der einzelnen Projektgruppenmitglieder formuliert wurden, werden diese einer Runde von Experten präsentiert und von diesen diskutiert. Die Anregungen aus diesen Diskussionen finden Eingang in die weitere Arbeit. Der Kick-off-Workshop stellt somit aus der Sicht der Projektgruppe einen „Meilenstein“ dar.

Mit diesem Band der „Grauen Reihe“ stellt die Projektgruppe „Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich“ nun den Diskussionsstand ihres Kick-off-Workshops vom 19.1.2001 in Bad Neuenahr-Ahrweiler einer breiteren Öffentlichkeit in Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltungen und interessierten Umweltgruppen vor.

Für pointierte Kritik und wertvolle Kommentare dankt die Projektgruppe den eingeladenen Experten: Professor Dr. Wilhelm Althammer, Handelshochschule Leipzig; Professor Dr. Nicholas Ashford, MIT; Dr. Gerd Eisenbeiß, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt; Dr. Klaus Rennings, ZEW Mannheim; Dr. Herwig Unnerstall, Universität Leipzig; Professor Dr. Alfred Voß, Universität Stuttgart; Professor Dr. Carl-Jochen Winter, Energon GmbH.

Die Verantwortung für die einzelnen Beiträge liegt bei den einzelnen Autoren; erst das Gesamtergebnis wird als Produkt der gemeinsamen Forschungen und Diskussionen in kollektiver Autorenschaft getragen.

Bad Neuenahr-Ahrweiler/Lausanne, im Juli 2001

Gerd Hanekamp

Ulrich Steger

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	7
Sustainable Development, Justice and Consumption	11
<i>Wouter Achterberg</i>	
Nachhaltigkeit und Innovation:	32
Zwei begriffliche Ebenen und eine doppelte Restriktionsanalyse	
<i>Hans G. Nutzinger</i>	
Innovation und nachhaltige Entwicklung	43
<i>Rudi Kurz</i>	
Nachhaltigkeit globaler Energiesysteme	68
<i>Dieter M. Imboden</i>	
Potentials for improving energy system performance	81
<i>Kornelis Blok</i>	
Umweltpolitik und Zielkonflikte unter besonderer	94
Berücksichtigung von internationaler Konkurrenzfähigkeit,	
Beschäftigungs-, Verteilungs- und Technologieaspekten	
<i>Thomas Ziesemer</i>	
Ökonomische und ökologische Auswirkungen der	112
europäischen Deregulierung des Strommarktes	
<i>Corinna Gather / Ulrich Steger</i>	
Nachhaltige Entwicklung und Innovation im	137
Energiebereich: Rechtliche Aspekte	
<i>Walter Frenz</i>	

Einleitung

Der Begriff der nachhaltigen Entwicklung fungiert gemeinhin als Leitbegriff umweltpolitischen Redens und Handelns. Neuerdings soll ein Leitbild nachhaltiger Entwicklung politisches Handeln gar als Ganzes leiten. Der Begriff jedoch bleibt oftmals im Ungefähren; ein für die entsprechende Orientierungsaufgabe hinreichend präziser Begriff nachhaltiger Entwicklung bleibt Desiderat.

Einigkeit herrscht jedoch unter den Protagonisten der Diskussion um eine nachhaltige Entwicklung hinsichtlich der Funktion von Innovationen. Sie sind Hoffnungsträger für die jeweils avisierte Veränderung. Der Innovationsbegriff jedoch teilt als mutmaßlicher Leitbegriff zeitgemäßer Forschungs- und Wirtschaftspolitik mit dem vorgenannten das Schicksal unzureichender begrifflicher Präzision.

Aufgaben

Die Projektgruppe *nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich* der Europäischen Akademie GmbH untersucht auf der Grundlage einer soliden terminologischen Basis das Verhältnis von nachhaltiger Entwicklung und Innovation und erörtert Implikationen dieser Arbeit für die Forschung und einschlägige Politikfelder. Als konkretisierender Fokus dient der Energiebereich. Der immense Ressourcenverbrauch und dessen Umweltwirkungen lassen Reduzierungen in diesem Bereich als Grundvoraussetzung einer nachhaltigen Entwicklung auf der globalen Ebene erscheinen, die auch die Situation der Entwicklungsländer berücksichtigt.

Die Bedeutung des Energiesektors für alle Bereiche des Lebens aber schränkt die Möglichkeit einer Reduzierung des Verbrauchs für die Fälle ein, in denen die Erreichung anderer grundlegender Ziele beeinträchtigt wird. Diese Spannungen hofft man durch Neuerungen im Bereich der Energieerzeugung abbauen bzw. zumindest mildern zu können. Innovationen im Energiebereich kommt somit eine zentrale Rolle zur Erreichung der langfristig formulierten Ziele zu.

Die Untersuchung dieses Potentials ist im Moment angesichts der Umbruchsituation im Energiesektor von besonderer Bedeutung: Man denke

an die sich besonders in Europa rasch ändernden Rahmenbedingungen (Privatisierung, Deregulierung), den im Vergleich zu bisherigen Annahmen höheren ‚Leit-Energiepreis‘ des Öls sowie die durch IT-gestützte Steuerungssysteme ermöglichte effizientere Nutzung von Leitungsnetzen bei dezentraler Einspeisung.

Strukturierend für die Arbeit der Projektgruppe ist die Frage nach der „Reichweite“ von Innovationen im Energiebereich im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung. Es sollen Perspektiven formuliert werden, die unter der Annahme verschiedener Rahmenbedingungen eine Beurteilung der Potentiale erlauben. Diese Szenarien sind gegebenenfalls weiterzuentwickeln. Dabei ist vor allem nach der Art von Veränderungen bzw. Maßnahmen zu fragen, die über Innovationen hinaus notwendig sind, um die jeweiligen Ziele zu erreichen.

Die Projektgruppe soll zum Fortschritt der Diskussion in den einschlägigen Wissenschaften beitragen und vor allem Empfehlungen für die politische Umsetzung machen, die vermutlich alle Akteure – also auch Unternehmen und Konsumenten – umfassen wird. Daneben sollen auch Hinweise für die weitere Forschung(sförderung) entwickelt werden, die auch von den einzelnen Mitgliedern nach Abschluss des Projektes disziplinar verfolgt werden können.

Die gestellte Aufgabe erfordert notwendig die Behandlung durch eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe. Neben ökologischer Kompetenz, die etwa für Fragen nach den Wirkungen von Emissionen und der Aufnahmekapazität von Umweltmedien benötigt wird, ist wirtschaftliche Kompetenz unverzichtbar, die u.a. für Fragen der Einführung von Neuerungen, des Strukturwandels und der Instrumentenwahl zuständig ist. Die Frage nach den adäquaten Instrumenten muss ebenfalls aus rechtswissenschaftlicher Perspektive behandelt werden, die darüber hinaus z.B. zur Beurteilung von Maßnahmen im Rahmen des europäischen Rechtes erforderlich ist; so können umweltrechtliche Maßnahmen mit Wettbewerbs- und Beihilfenrecht konfliktieren. Im Hinblick auf den Beispielbereich ist energietechnisches Wissen notwendig. Dabei geht es neben der Beurteilung der Entwicklung von energieerzeugenden Techniken besonders um das Potential von Maßnahmen der Energieeinsparung. Philosophische Expertise

schließlich ist für wissenschaftstheoretische Fragen ebenso erforderlich wie für praktische Fragen, etwa nach dem Stellenwert inter- und intra-generationeller Gerechtigkeit.

Durchführung

Die Europäische Akademie GmbH hat für die Dauer von zwei Jahren acht Fachwissenschaftler in die Projektgruppe ‚Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich‘ berufen, die sich der vorstehend erläuterten Themenstellung widmet. Durch regelmäßige ein- bis zweitägige Treffen wird bis zum Herbst 2002 eine Studie erarbeitet, die in gemeinsamer Autorenschaft auf dem Stand der Forschung aufbauend Handlungsempfehlungen formuliert.

Neben dem in diesem Band dokumentierten Kick-off-Workshop wird etwa zur Hälfte der Laufzeit ein Mid-Term-Meeting veranstaltet, auf dem ein Entwurf der Studie einer Gruppe von Experten zur kritischen Begutachtung vorgelegt wird.

Projektgruppe

Professor Dr. rer. pol. Ulrich Steger
IMD Lausanne (*Vorsitzender*)

Professor Dr. Wouter Achterberg
Applied Philosophy Group
University of Amsterdam and Wageningen Agricultural University

Professor Dr. Kornelis Blok
Department of Science, Technology and Society, Utrecht University

Professor Dr. jur. Walter Frenz
Lehr- und Forschungsgebiet Berg- und Umweltrecht, RWTH Aachen

Professor Dr. sc. nat. Dieter Imboden
Umweltphysik, Institut für Gewässerschutz und Wassertechnologie,
ETH Zürich

Professor Dr. rer. pol. Rudi Kurz
Institut für Volkswirtschaftslehre der Fachhochschule Pforzheim

Professor Dr. rer. pol. Hans G. Nutzinger
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität GH Kassel

Professor Dr. rer. pol. Thomas Ziesemer
Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology
(MERIT), Maastricht University

Projektleitung:

Dr. Gerd Hanekamp, Europäische Akademie GmbH

Sustainable Development, Justice and Consumption

Wouter Achterberg

In this paper a preliminary philosophical account is given of the nature and normative implications of sustainable development. First I will analyze the concept of sustainable development in general terms and distinguish between a conservative and a radical conception of sustainable development. Next I will discuss what the concept so analyzed implies for justice and I will give an example of the way one can make these ideas of justice more specific and more justified. In the third part I will discuss very briefly what is at stake in the debate about different varieties of sustainability as weak and strong sustainability. I will conclude by treating some implications of sustainable development for patterns of consumption, with special attention to consumption of energy. Of course, the briefness of this paper, coupled with the complexity of the problematic, entails that no more can be done here than highlighting some salient difficulties in the philosophical treatment of sustainable development.

Because this is to be a philosophical contribution to the interdisciplinary debate on sustainability, especially in the energy sector and how to reach it, some remarks on the nature of this contribution are in order. As I see it, the job of a philosopher here consists of three parts: briefly, analysis, justification and reminding of the bigger picture framing more specific debates. Analysis not just of important concepts implicit in the idea of sustainable development and of different conceptions of that idea but also of its (their) normative, especially moral content. Next we have to examine whether this content can be justified on the basis of fundamental values and moral principles. Justification is important because, as will become clear, pursuing sustainable development involves a complicated process of social learning that will not leave untouched attitudes, values and institutions that are established in present societies. In a sense, justification will not be enough. The effort of justification should, if possible, be directed at legitimation, i.e. should invoke widely shared values and principles. Lastly, it may be useful to remind ourselves of the broader commitments at stake in taking sustainable development seriously, particularly when discussion tends to get stuck in detail and sectoral perspectives. In the pre-

sent paper the emphasis will be on the tasks of analysis and justification but the activities corresponding to the three tasks will be seen in all its sections, albeit in a changing mixture.

1 Sustainable Development

The concept of sustainable development has become an ‘essentially contested’ concept like the concepts of democracy and justice (Gallie). This means that one can distinguish two layers of meaning in it: a number of core ideas which are more or less generally accepted, thus belonging in the meantime to the conventional meaning of sustainable development; next, a number of different interpretations of these ideas (Jacobs). Political argument is mostly about the latter which can be called, aptly, different conceptions of (the concept of) sustainable development. I will first enumerate the core ideas starting from accounts of sustainable development in what may be deemed ‘authoritative’ documents. These are *Our Common Future* (WCED: 1987); the UNCED documents *Declaration of Rio* and *Agenda 21* (1992); and *Caring for the Earth* (1991). In the second part of this section I will discuss the controversy surrounding some of these core ideas.

1.1 The central elements of sustainable development as expressed in OCF are as follows:

‘Sustainable development is a process of change in which the exploitation of resources, the direction of investments, the orientation of technological development and institutional change are all in harmony and enhance both current and future potential to meet human needs and aspirations’ (OCF, p. 9).

‘Sustainable development is development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs. It contains within it two key concepts:

– the concept of “needs”, in particular the essential needs of

the world's poor, to which overriding priority should be given;

and

- the idea of limitations imposed by the state of technology and social organization on the environment's ability to meet present and future needs' (OCF, p. 43).

To this we can add the short definition of sustainable development to be found in *Caring for the Earth*:

'improving the quality of life while living within the carrying capacity of supporting ecosystems' (p. 10, 211).

What can we learn from these statements? We can unpack them in a number of core ideas. Some of them are rather obvious but I mention them for good measure (see in particular Jacobs 1999, p. 26 f; also Achterberg 1996, p. 157-160, 1999, p. 191-199).

- Sustainable development is a *process*, not an endstate (much less a blueprint), a process, moreover, which should result in, at the very least, less unsustainable use of (natural) resources, i.e. less unsustainable patterns of production and consumption.
- It should be, morally and prudentially, a *global* process: sustainability in one country is even more absurd than socialism in one country.
- It is a long term process aiming at the protection of the environment. The process is long-term because at least the interests of future generations are at stake. Also long term are presumably the processes of societal learning how to cope with the impact of our activities on these interests.
- It is also a *comprehensive* process: fundamental institutions, values and attitudes in a variety of social spheres are involved. Especially challenging will be the integration of environmental and economic policy.
- The process is *urgent* because of *limits*, though not inflexible ones, it is implied, of the available environmental [utilization] space. Remarkably, in this context, the idea of moral limits to our use of the environment and nature is not mentioned. This is in agreement with the predominantly

anthropocentric perspective of OCF: ‘the ultimate goals of all environment and development policies’ is human well-being (OCF, p. XIV).

f. Nevertheless, the idea of sustainable development implies a two-pronged conception of *justice*: the statements quoted invoke principles of inter-generational justice (a fundamental part of environmental justice) and intra-generational or social justice (especially between rich and poor countries/people), but do not indicate how they could or should be balanced.

g. Sustainable development also implies a *criterion of sustainability* which enables us to establish when a process (of development) has become sustainable; OCF proposes as a guideline that the next generation disposes of a stock of resources that is at least as large as the one inherited by the present generation. The resources comprise manmade capital or natural resources and considers these as interchangeable in determining the total stock of resources to be transferred to the next generation (OCF p. 52 ff, 57 ff). That is, for OCF sustainable development implies so-called weak sustainability (followed in this by, e.g., the EU in its Fifth Environmental Action Programme (5EAP). Others have taken the view, in critical response to OCF, that a stronger conception of sustainability or sustainable development (see Baker, Kousis, Richardson and Young, Introduction, pp. 1-40) according to which at least ‘critical natural capital’ should not and could not be replaced by manmade capital, is more appropriate from the point of view of environmental justice.

h. *Quality of life* (especially prominent in *Caring’s* definition): important for human wellbeing is not just (the growth of) individual income and consumption. One might think that this idea also prompts OCF’s emphasis on needs but some of the indigenous people heard by the WCED in the preparation of their report thought differently. As one of them said:

‘You talk very little about life, you talk too much about survival. It is very important to remember that when the possibilities for life are over, the possibilities for survival start. And there are people here in Brazil, especially in the Amazon region, who still live, and these people that still live don’t want to reach down to the level of survival’ (OCF, p. 40).

i. *Participation*: ‘the recognition that sustainable development requires the political involvement of all groups or ‘stakeholders’ in society’ (Jacobs, p. 26 f). This idea which looms large in *Agenda 21* can be explained as follows. The process of sustainable development can only be a long-term process of societal learning, because it is a complex and very comprehensive process that is, moreover, fraught with all kinds of conflicts of interest and moral conflicts. Ideally and in a moral pluralistic society this process should be guided and shaped in a democratic way, at least if one pursues structural solutions underwritten by a majority of responsible citizens.

1.2 Jacobs helpfully discerns major ‘faultlines’ in the debates on four of these core ideas: environmental protection (c), justice (f), participation (i) and quality of life (h).

The required degree of environmental protection can lead to ‘weak’ or ‘strong’ versions of sustainable development. In the weak version one allows trade-offs between the benefits of environmental protection and those of economic growth. In a strong version one emphasizes the idea of limits: the economy and one’s way of life should stay within the limits determined by the carrying capacity of the biosphere, which is what living sustainably in the most elementary sense amounts to. The distinction between these versions is closely connected to the debate on the merits of weak versus strong sustainability (see core idea i and section 3 beneath). Although this debate takes place in environmental economics, it has important moral implications.

Justice presents a faultline insofar as one may insist on global egalitarian justice (emphasized by poor nations in the global environmental debate, at the latest since UNCED) or tries to marginalize the idea of justice or equity (a Northern strategy). Of course, at stake in this is an ‘uncomfortable’ challenge, by the egalitarian conception, to current consumption patterns in the rich countries and to international economic relations (Jacobs, p. 33).

Adherents of participation come in two varieties: those who accept broader participation of citizens only in an instrumental sense, to the extent it

leads to better implementation of environmental policies (a top-down approach) and those who extend the desirability of participation to the political process in which the goals of environmental policy themselves are established (a bottom-up approach). The results of the second, more radical approach may not be easily compatible with what is deemed desirable from a perspective on environmental protection that emphasizes limits, however defined, as long as they are considered objective.

Does sustainable development only concern the environment or also the wider society? Does living sustainably just mean adding a component to personal wellbeing, derived from current benefits of environmental protection? Or should it lead to a more broadly conceived improvement in the quality of personal and social life, including aspects of development such as ‘work, health, freedom from fear of crime or persecution, access to information or education, participation, equal opportunity for culture and leisure, and beauty/“human scale” diversity’ (Jacobs, p. 36)? Ultimately, this broadening leads to the idea of social sustainability (although that idea may also be used in a more conservative way, as we will see).

Positions on these faultlines can be combined in different ways but tend to cluster around the two poles of what is really a continuum: a radical conception of sustainable development (combining the egalitarian, strong, bottom up and broad positions) and a conservative conception (combining the non-egalitarian, weak, top-down and small positions). The radical conception finds adherents mostly among environmentalists and greens, the conservative conception among ‘governments and business interests’ (Jacobs, p. 38).

However, what is important to remember is that these conceptions represent two opposed ideal types: there may be good arguments to move somewhere in between starting from the one or other extreme. In fact this paper will argue that there are strong moral reasons to go part of the way in the radical direction, especially if one takes the global and long-term perspective of sustainable development seriously.

2 Sustainable development and Justice

One can say that the principle of intergenerational justice or equity underlies the WCED view of sustainable development which ‘aims to ensure that economic progress [and we should add, development in general; WA] does not prejudice the chances of future generations by depleting the natural capital stock that sustains human life on the planet. Equity requires that this strategy is followed by all societies, both rich and poor’ (CGG, p. 52). In other words, the Brundtland view orders two problems of justice: justice between North and South (rich and poor, i.e. intragenerational justice) can and should be pursued but not in a way that harms the pursuit of intergenerational justice (Hengel 1998). Thus, intergenerational justice is seen here as a moral constraint on the pursuit of intragenerational justice. The content of the constraint is that generations should have equal opportunities to use at the very least primary natural resources (in a broad sense) or perhaps, adopting a more recent concept, environmental (or ecological) space.

As the elementary but very broadly shared moral basis of the strategy of sustainable development one can take the golden rule (Rawls; CGG p. 49): people should (not) treat others as they would (not) themselves wish to be treated.

So far the relation between sustainability and justice may seem obvious but also rather stipulative. A more internal relation might strengthen the case for both of them. This also requires elaborating a more specific conception of e.g. intergenerational justice. So let us see what a more internal and specific account may look like. To begin with, it should meet some general requirements having mostly to do with the viewpoint of legitimacy. Because in pursuing sustainable development the rich countries should lead by example, it is appropriate that the desired account is based on a liberal, particularly a liberal-egalitarian theory of justice. A theory, moreover, which is also universalist in scope and so in its application spatio-temporal neutral. Both characteristics seem appropriate if the theatre of operations for the theory comprises liberal democracies but in a rapidly globalizing context and in a long-term perspective. Interesting examples would be Rawls’ political liberalism (with its revised ‘just

savings' principle), Barry's account of (intergenerational) justice; Wisenburt's 'restraint' principle and Norton's account of intergenerational equity.

Because the accounts of justice mentioned imply mostly a rather minimalist view of our moral responsibility for or toward future generations, it may be helpful to conceive them in the framework of 'Praxisnormen' proposed by Dieter Birnbacher (1988, p. 197-240). Although he justifies them in an indirectly utilitarian way, they can in this context be adopted equally well by adherents of other ethical orientations, especially because they have a close affinity with the development-aspect of sustainable development Birnbacher specifies the following 'Praxisnormen', which are norms for collective action in particular. Human action should *not* be such as to a. threaten human survival and the survival of higher species (i.e. collective self-preservation); b. put in jeopardy a decent human existence in the future (broad no harm principle). Moreover, we should take care to c. avoid creating additional irreversible risks; d. preserve and enhance present natural and cultural resources; e. help others in the pursuit of these and other future-oriented goals; and f. educate the next generation(s) in the spirit of these norms.

2.1 The theory of justice (Barry)

To flesh out my so far rather abstract remarks about justice and justification, it may be helpful to see what an account of intergenerational justice may look like. *Brian Barry's* account seems an attractive one because it ties in explicitly with the concern about sustainability.

Barry (all references are to his 1999 paper unless otherwise indicated) starts with a question about the 'ethical status' of sustainability: 'Is sustainability ... either a necessary or a sufficient condition of intergenerational distributive justice?' He takes justice here in a narrow sense which focuses on 'conflicts of interests', so that questions of intergenerational justice are 'characteristically questions of intergenerational distributive justice'. In answering his question he starts from a premise of the fundamental equality of human beings. From this premise, taken by him as an axiom, he derives four theorems. I quote them in full.

‘1. *Equal rights*. Prima facie, civil and political rights must be equal. Exceptions can be justified only if they would receive the well-informed assent of those who would be allocated diminished rights compared with others.

2. *Responsibility*. A legitimate origin of different outcomes for different people is that they have made different voluntary choices. (However, this principle comes into operation fully only against a background of a just system of rights, resources and opportunities.) The obverse of the principle is that bad outcomes for which somebody is not responsible provide a prima facie case for compensation.

3. *Vital interests*. There are certain objective requirements for human beings to be able to live healthy lives, raise families, work at full capacity, and take part in social and political life. Justice requires that a higher priority should be given to ensuring that all human beings have the means to satisfy these vital interests than to satisfy other desires.

4. *Mutual advantage*. A secondary principle of justice is that, if everyone stands *ex ante* to gain from a departure of a state of affairs produced by the implementation above three principles, it is compatible with justice to make the change. (However, it is not unjust not to.)’ (p. 97-98)

Obviously, mutual advantage (a Pareto improvement) which does not derive from such a departure, e.g. increased energy efficiency, is a fortiori compatible with justice and is in the interest of all concerned. Barry has doubts about this as far as the distant future is concerned because such improvements are expressed in terms of preferences and to know these becomes more difficult the further we have to look into the future. But what other implications do these principles have for intergenerational justice? The first, equal rights, has no direct intergenerational implications. The same goes for the second, which is applicable foremost within generations, unless we take the view that people can control the size of the population (a topic that I will not discuss here) or unless we can foresee

that because of our use of resources in the present we leave future generations less than we started with. In the latter case (above all the use of non-renewable resources) we have the duty, of course, to leave them compensating “assets”, e. g. additional productive capacity. It is the third principle, vital interests, which has direct consequences; this is by way of the universalist idea that ‘locations in space and time do not in themselves affect legitimate claims’ (p. 99; 100). The implication is that the vital interests of people in the future have the same moral weight as similar interests in the present.

The core concept of sustainability, which is ‘irreducibly normative’ (p. 105), is, as Barry puts it, that there is ‘some X whose value should be maintained, in as far it lies within our power to do so, into the indefinite future’ (p. 100). The content of X should not be utility in the sense of preference-satisfaction, Barry argues, but the chance of members of future generations to live the good life according to their own conceptions of it (which do not exclude our conceptions of it). So X needs to be conceived as ‘some notion of equal opportunity across generations’ (p. 104). And this has to be conceived, according to Barry, as maintaining conditions such as ‘to sustain a range of possible conceptions of the good life.’ Harming their vital interests is not a part of these conditions but neither is leaving them a world in which nature is ‘utterly subordinated to the pursuit of consumer-satisfaction’ (p. 105). We may see here a moral basis for Birnbacher’s important norm of not creating irreversible risks (see already Barry 1978, p. 243; 1977, p. 275; and, very clear, Goodin, about ‘keeping the options open’ in 1982, p. 209 ff.).

It follows from these considerations, especially from the principle of responsibility, that sustainability is at least a necessary condition of intergenerational justice. For ‘no generation can be held responsible for the state of the planet it inherits’ (p. 106). So, to begin with they should not be worse off than we are. But ‘the potential for sustaining the same level of X as we enjoy depends on each successive generation playing its part. All we can do is leave open the possibility, and that is what we are obliged in justice to do’ (p. 106).

So far the argument has been based upon the presumption of a fixed population. If we take into account population growth and, moreover, that the X which has to be maintained is defined over individuals, matters are becoming much more complicated and the prospects of sustainability much less bright. There is not much we, the present generation, can do about the size and growth of the present population, but we can be held, at least to a limited extent, responsible for them. To the extent we take this responsibility we will be more just to our successors (leaving them less resources spread over fewer people) than otherwise (p. 111). If, for the case of population growth, we subordinate the principle of vital interests to the principle of responsibility, we might even say that that sustainability is even a sufficient condition of intergenerational justice: what more could we reasonably be expected to do?' (p. 112).

Of course, we have also to take into account – for ‘the principle of vital interests forces us to focus on the fates of individuals’ (p. 112) – that the vital interests of many people in the present are not met and that the vital interests of many people in the future will predictably not be met too, even if the criterion of sustainability is satisfied. This suggests, according to Barry, that there is not an absolute distinction between intergenerational and intragenerational justice. One might, again, here invoke the principle of responsibility as having priority above that of vital interests, but we ‘must recognize that intragenerational injustice in the future is the almost inevitable consequence of intragenerational injustice in the present’ (p. 113). All the more reason, one is inclined to say, to try seriously to meet the vital interests of people now living without putting sustainability in jeopardy.

A certain tension in Barry’s attempt to justify sustainability in a liberal-egalitarian framework should by now be clear. As he argues, sustainability obliges us to think in terms of (conceptions of) the good life: the possibility of the good life in the future is what is at stake in the pursuit of sustainability. But policy in liberal democracy is supposed to be neutral in respect to conceptions of the good life! So taking sustainability seriously makes it unavoidable to rethink and reappraise the nature and the boundaries of liberal neutrality. We will meet this theme again in the discussion of ‘weak’ versus ‘strong’ conceptions of sustainability and in the debate

on sustainable patterns of consumption. Particularly changing patterns of consumption may prove to be very challenging within a liberal framework of thought. For consider that present-day affluent societies manifest a ‘widespread, shared belief in the value of consumption for everyone, a belief that what can be achieved through consumption is at least part of “the good life for humans”, and hence that “the good society” is one that provides ample opportunities for people to enjoy these benefits, and indeed to an ever-increasing extent’ (Keat p. 342). So, infringements on the liberty to consume or even a decline in real income (on account of price rises while incomes remain the same) may cause much resentment among consumers and thus bodes not well for environmental policies aiming at reduction of consumption, even if it means only (!) reduction of the material and energy content of current patterns of consumption (in case increases in efficiency and substitutions are not enough to bring that reduction about). In section 3 I will make some very brief remarks on the subject of ‘weak’ versus ‘strong’ sustainability and then go on to discuss in the last section why making patterns of consumption sustainable is unavoidable. But it is important to make a few remarks on an alternative ethical approach in the first place.

2.2 Vulnerability, the Future and the Environment (Goodin)

The emphasis so far has been on justice and its theoretical elaboration which is not surprising justice is a core idea in the predominant conceptions of sustainable development. This does not mean there are no other ethical ideas on which to base our moral responsibility for future generations, the poor and the environment (which are implicit in any acceptable account of sustainable development). It may be enlightening and morally attractive to some readers to briefly discuss another ethical approach (informed by utilitarianism) which emphasizes the moral relevance of vulnerability. At any rate this approach, developed by Goodin, would seem to embody an apt moral view of our relations to the poor and future generations. Additionally, this approach also leads naturally to a global and long-term perspective on the environmental plight of liberal democracies. In what follows the emphasis is on future generations.

Future generations are especially vulnerable to the harmful effects of our choices and behaviour. They are heavily dependent on us for the material and cultural resources available to them. According to Goodin, our responsibility to leave them enough resources has its strongest moral basis in this vulnerability. The case for this view consists of a negative and a positive part. The negative argument amounts to a rejection of theories of intergenerational justice, especially to the extent they imply reciprocity between us and members of future generations. The positive argument invokes special duties, duties of the type parents have towards their children (sometimes the reverse too), spouses or friends towards each other; duties to help needy strangers, if one can help without too great sacrifices to oneself and if others are not around or able to help, also belong here. Crucial to special duties are, in Goodin's view, aiding and protecting dependent and therefore vulnerable people. If we take this view, it becomes readily clear that these special duties are not so special after all, because vulnerability by dependency is rather frequent in our society. This leads to a *general positive* duty to help others in vulnerable positions.

'Vulnerabilities arise in a number of different ways. Some arise from natural causes as in the case of man drowning at an all-but-deserted beach where there is only one onlooker present to rescue him. Others occur as a consequence of our own actions and choices, as in the case of the giving and receiving promises and other formal commitments. Still others are predicated upon social conventions and the responsibilities thereby assigned to role occupants. ... how the vulnerabilities have arisen is not relevant; all vulnerabilities give rise to the same sort of responsibilities' (1985, p. 124).

The welfare state, development aid and our responsibility for future generations are justified by Goodin on this basis. The responsibility for later generations is primarily collective but that does not eliminate individual duties:

'The duty falls upon everyone in the present generation to organize and participate in coordinated schemes for protecting the

interests of succeeding generations. Some people will inevitably fail to discharge these duties, but the delict of some does not excuse the others from doing their duty. As long as there remains something we (individually or collectively) can do to protect the interest of vulnerable future generations, we should do it' (1985, p. 178).

The account of sustainability one could elaborate from these and similar suggestions need not be limited just to the idea of maintaining (human) welfare or utility over time with environmental concern in a subordinate position. Goodin himself has in the meantime extended the theory outlined to a consequentialist theory of value of nature which can be used to argue for strong policies for the protection of nature and the global environment (Goodin 1992 and, especially, 1996).

3 Weak versus strong sustainability

Particularly environmental economists often define sustainability in terms of maintaining capital stocks, which means that their focus is on maintaining income over time. In very weak sustainability man-made goods and natural goods are completely interchangeable, in somewhat less weak sustainability critical natural capital is conceived as non-substitutable by man-made capital, in stronger versions of sustainability some additional categories of natural goods are seen as non-fungible. In this latter case one has to make value presuppositions, about natural entities, species, ecosystems, landscapes, which are controversial to say the least. For example, Barry takes the view that it is 'inappropriate – cosmically unfitting, in some sense – to regard nature as nothing more than something to be exploited for the benefit of human beings – or other sentient creatures, if it comes to that' (p. 115). Other philosophers express this point stronger, less human-centred, in some conception of the intrinsic value of nature or some natural entities. Again, decisions on what conception(s) of sustainability to use in designing policies and practices aiming at sustainable development would seem to be in tension with liberal neutrality.

4 Consumption

In this section I will argue that there are strong moral reasons for making patterns of consumption sustainable and that this will presumably not come about without some reduction of (the material and energy content of) consumption in the rich countries.

4.1 Patterns of consumption: the rich and the poor

One of the most important of the many issues covered by sustainable development is the nature and level of consumption in the rich or developed countries of the North (Lafferty 1996). Of course, this concerns especially the material and energy content of these patterns or what is called environmental consumption. OCF pays little attention to the problem. Its two explicit statements of it, though, reveal basic aspects of the problem. They merit therefore full quotation.

‘Sustainable global development requires that those who are more affluent adopt life-styles within the planet’s ecological means in their use of energy, for example’. (OCF, p. 9).

‘Living standards that go beyond the basic minimum are sustainable only if consumption standards everywhere have regard for long-term sustainability. Yet many of us live beyond the world’s ecological means, for instance in our pattern of energy use. Perceived needs are socially and culturally determined, and sustainable development requires the promotion of values that encourage consumption standards that are within the bounds of the ecological possible and to which all can reasonably aspire.

Meeting essential needs depends in part on achieving full growth potential, and sustainable development clearly requires economic growth in places where such needs are not being met. Elsewhere it can be consistent with economic growth, provided the content of growth reflects the broad principles of sustainability and non-exploitation of others. But growth by itself is not enough. High levels of productive activity and widespread

poverty can coexist, and can endanger the environment. Hence sustainable development requires that societies meet human needs both by increasing productive potential and by ensuring equitable opportunities for all' (OCF, p. 44).

The message to the rich countries is loud and clear: to begin making your own patterns of production *and* consumption sustainable instead of complaining about population growth in the South as the most important cause of global unsustainability. This message got much more explicit coverage in the debates at the Earth Summit (or UNCED 1992) and the documents resulting from it, such as the *Declaration of Rio* (e.g. principles 7 and 8) and *Agenda 21*. Chapter 4 of Agenda 21 discusses 'Changing Consumptive Patterns'. According to key element 4.3 in that chapter 'the major cause of the continued deterioration of the global environment is the unsustainable pattern of consumption and production, particularly in the industrialized countries, which is a matter of grave concern, aggravating poverty and imbalances'. Chapter 9, on the 'Atmosphere', continues the discussion and devotes a whole section to the generation, the efficient use and consumption of energy, as one of the key areas in which sustainable development should be stimulated.

It is important to keep in mind that OCF emphasizes a change in consumption patterns on the basis of principles of justice and also a change in the values involved in these pattern. That is, the reasons for the change proposed are derived from moral and ethical considerations, have to do with norms of (public) morality and conceptions of the good life. Additionally (to what OCF mentions), we should not forget here the role of different conceptions of nature and different attitudes towards nature. Unfortunately, debate about these matters will be difficult, the chance to reach a workable consensus on them seems slim. Might we not avoid opening this can of worms? Let us see.

4.2 Energy and well-being for the rich

If the argument sofar is correct, and if purely technological changes and substitutions turn out not to be sufficient to make current patterns of consumption sustainable, and if, for now, we are not (yet!) going to make

environmental sustainability morally subordinate to what has been called social sustainability (which means that we deem our present way of life with its accompanying values and institutions simply more important than the environment), and if we should steer clear of belief in technological miracles or the expectation that only catastrophes can make people change their ways –, if all this is correct, we have at least to conclude that the reduction in the material and energy content of current patterns of consumption, required to safeguard an environmental baseline to future generations (*in accordance with Birnbacher's 'Praxisnormen' a and b*), has to come about by means of deliberate environmental policy, that is, policy leading to price rises and tax measures. Of course, there will be ample opportunity for people to change their consumptive ways voluntarily on the basis of relevant information concerning goods and services. Here we have an additional very important task of governments: not only ensuring the environmental baseline but also giving the information necessary and stimulating the societal learning processes necessary to let people discover for themselves what patterns of consumption can be satisfying though sustainable.

This means that innovation in the all-important energy sector cannot be a purely technological matter (unless we have an unbounded faith in technological progress just in time) nor be limited to a change in supply, so to speak (and to ecological modernization as often conceived). Thus, it should not only be directed to increasing the efficiency of the generation of energy or of the use of energy in production processes (e.g. the use of energy embodied in the numberless products transported from all over the planet which make up consumption expenditures). Why not? In addition to the reasons mentioned earlier (e.g. in section 4.1), there are also empirical matters.

For example, there is the observed tendency that, *ceteris paribus*, more people are going to use the new, more efficient products more. Thus the environmental gains of increased efficiency (and, a fortiori, of substitution by renewable energy sources) will lose out to quantitative growth (volume effects). We have seen the last decade a private transport sector (car, airplane) out of control and booming consumptive expenditures

connected to a continuous increase of the use of energy (e.g. of electricity). A reversal of these tendencies seems not in the offing for the foreseeable future. The causes behind these phenomena are familiar: population growth, economic growth, processes of individualization, of development and, of course, of globalization.

We have to conclude that a strategy of just following demand (for energy) is not adequate. The strategy should be to influence or change demand and change supply. One may change supply by innovation in the energy sector. But this, if not futile, should be flanked by a change in demand. But how to change demand? An obvious policy, as already indicted, would be a suitable mix of tax regimes and regulations (that is, restructuring the energy market). However, there has to be adequate support, political and otherwise, for these measures in the population(s). That implies deliberation about these policies and the underlying reasons in parliament and civil society (in formal political and subpolitical fora) issuing ideally in a sufficient strong consensus about the presumably not very popular policies. In these deliberations interests, moral norms, values will, presumably, come up for debate.

Might we not also argue in these debates for the desirability of an ecological art of living (Schmid, p. 399-460), aiming to reinvent, at the other side of modernity, temperance, one of the main virtues since antiquity? Might it not be argued, too, in these debates that the recommended change in patterns of consumption does not only honour the virtues of temperance and justice but is also in the interest of *all* concerned because it may very well enhance their wellbeing if they leave the treadmill of modern consumerism (see Schor)? Would such a so-called win-win solution be realistic? Could such arguments be convincing? To whom?

Anyway, we have to return, then, unavoidably, to the issues mentioned at the end of the sections 2.1 and 4.1. Also, the importance of the core idea of participation mentioned in section 1.1 should by now be clear. Thus, in the liberal democracies in which we live the quality of democratic deliberation and of the (process of) societal learning mentioned earlier will ultimately be decisive for the quality and success of future environmental policy.

Abbreviations

OCF: Our Common Future

CGG: Commission on Global Government

UNCED: United Nations Conference on the Environment and Development

WCED: World Commission on Environment and Development

References

Achterberg, Wouter (1996) 'Sustainability and associative democracy', in William M. Lafferty & James Meadowcroft (eds.): *Democracy and the Environment*. Cheltenham UK: Elgar, p. 157-174.

id. (1999), 'Mens en Milieu', in G. van Dijk & A. Hielkema (red.): *De Menselijke Maat*. Amsterdam: Arbeiderspers.

id. (1999) 'From sustainability to basic income'. in: Michael Kenny & James Meadowcroft (eds.): *Planning Sustainability*. London: Routledge, p. 128-147.

id. 'Global Environmental Justice, Sustainable Society, Risk Society. The late Rawls revisited', Paper IPSA World Congress, Québec City, August 1-5 2000.

Baker Susan, Maria Kousis, Dick Richardson, Stephen Young (eds.) (1997) *The Politics of Sustainable Development. Theory, policy and practice within the European Union*, London: Routledge.

Barry, Brian (1977) 'Justice between generations', in: P.M.S. Hacker & J. Raz (eds.) *Law, morality and society*. Oxford: Clarendon Press, p. 268-284.

id. (1978) 'Circumstances of justice and future generations', in: R.I. Sikora & B. Barry (eds.) *Obligations to future generations*. Philadelphia: Temple University Press, p. 204-248.

id. (1999) 'Sustainability and Intergenerational Justice', in: A. Dobson (ed.), p. 93-117

- Birnbacher, Dieter (1988) *Verantwortung für zukünftige Generationen*. Stuttgart: Reclam.
- Commission on Global Government (1995) *Our Global Neighbourhood*. Oxford: Oxford University Press.
- Dobson, Andrew (ed.) (1999) *Fairness and Futurity*. Oxford: Oxford University Press.
- Gallie, W.B. (1956) 'Essentially contested concepts', in: *Proceedings of the Aristotelian Society* 56 (1956) p. 167-198.
- Goodin Robert E. (1982) *Political Theory & Public Policy*. Chicago: The University of Chicago Press.
- id. (1985) *Protecting the Vulnerable. A Reanalysis of Our Social Responsibilities*. Chicago: The University of Chicago Press.
- id. (1992) *Green Political Theory*. Cambridge: Polity Press.
- id. (1996) 'Enfranchising the Earth, and its Alternatives', in: *Political Studies* (1996), XLIV, p. 835-849.
- Hengel, E. van (1998) 'Duurzaamheid: grenzen aan pluralisme', in: *Filosofie & Praktijk*, 19/3 (1998), p. 113-127.
- Jacobs, Michael (1999) 'Sustainable Development as a Contested Concept', in: Dobson, p. 21-45.
- Keat, R. (1994) 'Citizens, Consumers and the Environment: Reflections on the "The Economy of the Earth"', in: *Environmental Values* (1994) nr 3, p. 333-349.
- Lafferty, William, 'The Politics of Sustainable Development: Global Norms for National Implementation', in: *Environmental Politics* 5 (1996) nr. 2.
- Schmid, Wilhelm (1998) *Philosophie der Lebenskunst*. Frankfurt a/M: Suhrkamp.
- Schor, Juliet B., (1998) *The Overspent American*. New York: Basic Books.

United Nations Conference on Environment and Development (1992) *Agenda 21: A Programme for Action for Sustainable Development*, New York: United Nations.

World Commission on Environment and Development (1987) *Our Common Future*, New York: Oxford University Press.

World Conservation Union, United Nations Environmental Programme, and World Wide Fund for Nature (1991) *Caring for the Earth. A Strategy for Sustainable Living*. Gland, Switzerland: WCU, UNEP & WWF.

Nachhaltigkeit und Innovation: Zwei begriffliche Ebenen und eine doppelte Restriktionsanalyse

Hans G. Nutzinger

Den Begriffen „Nachhaltigkeit“ und „Innovation“ sind – bei aller Verschiedenheit der damit bezeichneten Sachverhalte – wichtige Eigenschaften gemein, die für das Forschungsprojekt „Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich“ ebenso von Bedeutung sind wie wesentliche Unterschiede zwischen diesen Konzepten:

1. Sowohl „Nachhaltigkeit“ als auch „Innovation“ stellen inhaltlich zumeist wenig bestimmte, jedoch in aller Regel mit positiven Konnotationen versehene Begriffe dar. Häufig werden sie als scheinbare „Problemlöser“ dort eingesetzt, wo unmittelbare Handlungsansätze in Krisensituationen nicht ersichtlich sind: „Nachhaltigkeit“ fungiert als das „Zauberwort“, das – vor allem im vermuteten Dreiklang von ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Nachhaltigkeit – einen Weg aus den aktuellen und befürchteten Krisen zu weisen scheint, die sich aus der (tatsächlichen oder vermeintlichen) Übernutzung der Naturressourcen durch wirtschaftliche Aktivitäten des Menschen ergeben. Ähnliches lässt sich auch bei der Verwendung des Innovationsbegriffs beobachten, vor allem dann, wenn er über den Bereich des Technischen und Ökonomischen hinaus als „soziale Innovation“ auf die Gesellschaft insgesamt ausgedehnt wird.

2. Richtig ist in beiden Fällen der Hinweis darauf, dass „Nachhaltigkeit“ und „Innovation“ nicht nur wegen der Komplexität der damit angesprochenen Sachverhalte, sondern vor allem auch aufgrund der Zukunftsausrichtung beider Konzepte zwangsläufig durch eine gewisse Unbestimmtheit gekennzeichnet sind. Tatsächlich würde der Versuch, „nachhaltige Entwicklung“ und „Innovation“ detailliert, quasi rezeptbuchartig festzuschreiben, gerade an der Besonderheit dieser „zukunfts-offenen“ Konzepte vorbeigehen: Das Bestreben, Zukunft präzise aus Projektionen der Gegenwart festzulegen, würde aller Voraussicht nach nur dazu führen, eben diese Zukunft als etwas (in ökologischer, technologischer und sozialer Hinsicht) grundsätzlich Neues zu verfehlen.

3. Beide Begriffe müssen daher im Hinblick auf ihre möglichen Ausprägungen und die ihnen zugrundeliegenden (expliziten oder auch nur impliziten) ethischen Vorentscheidungen hin untersucht werden. Im Folgenden wollen wir uns aber auf die Unterscheidung von zwei Begriffsebenen – eine regulative und eine konstitutive – konzentrieren, die einer pragmatischen, nicht etwa ontologischen Bestimmung konkreter Handlungsmöglichkeiten, ausgehend von den vorhandenen Rahmenbedingungen und den absehbaren Entwicklungen, dienen sollen. Wir unterscheiden dabei auf der regulativen Ebene das generelle Konzept der Nachhaltigkeit im Sinne einer Leitidee, die einen Such- und Lernprozess in praktischer Absicht initiiert und begleitet, und das speziellere Konzept der nachhaltigen Entwicklung als ein konstitutiver, also auch prinzipiell handlungsleitender Begriff. Dabei wird nicht beansprucht, eine abschließende oder gar allgemeinverbindliche Definition von nachhaltiger Entwicklung zu geben; vielmehr geht es darum, in Anerkenntnis vorgegebener Bedingungen und unter Abwägung alternativer Handlungsmöglichkeiten und Potentiale einen Weg zu bestimmen, welcher der regulativen Idee der Nachhaltigkeit möglichst nahe kommt.

4. Nachhaltige Entwicklung: Von der regulativen Idee zum konstitutiven Begriff

4.1 Karl Homann (1996, S. 34) hat geltend gemacht, dass „Sustainability“ in der Literatur als „verfehlte Suche nach einer Politikvorgabe“ betrieben werden müsste nach dem Muster: „Zunächst müsse man hinreichend klar, konkret und präzise wissen, was unter Sustainability zu verstehen ist, und diese Vorstellung legitimieren, damit man dann die geeigneten Akteure und Instrumente suchen könne, die diese Forderungen, Normen, Ziele am besten durchzusetzen versprechen.“ Demgegenüber plädiert er für „Sustainability als regulative Idee“ und sieht ihre Funktion in einer „Heuristik“ (ebd. S. 37). Er weist damit im Prinzip zutreffend auf das Problem hin, dass Nachhaltigkeit eine allgemeine, in die Zukunft gerichtete Leitidee darstellt und keinen konstitutiven Begriff, dem man unmittelbar Objekte der Erfahrung zuordnen könnte. Gerade die Zukunftsoffenheit von „Nachhaltigkeit“ (und in ähnlicher Weise von „Innovation“) verbietet es nachgerade, den scheinbar einfa-

chen Weg zu gehen, über eine immer genauere Konkretion des Begriffes im Sinne eines unmittelbaren Politikziels zu konkreten Handlungsempfehlungen zu kommen. Wie oben bereits angedeutet, wäre ein derartiger Anspruch in aller Regel kontraproduktiv, denn er würde durch eine vorschnelle Überpräzisierung einer Leitidee – zwar unwillentlich, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit – inhaltliche Festschreibungen vornehmen oder zumindest nahe legen, die dann – ebenfalls unwillentlich, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit – notwendige künftige Handlungsoptionen verschließen würden, deren Eröffnung gerade im Sinne der stets langfristigen Nachhaltigkeitsidee notwendig wäre.

4.2 Karl Homann betrachtet also Versuche einer quasi „rezeptbuchartigen“ Festschreibung von Nachhaltigkeit zu Recht als eine unzulässige Ontologisierung dieser Leitidee. Indessen übersieht seine Beschreibung von „Sustainability“ zumindest drei wesentliche Aspekte einer nicht nur gedanklich, sondern auch konkret anzustrebenden „nachhaltigen Entwicklung“:

(1) Die regulative Idee der „Nachhaltigkeit“ – das hat sie mit anderen regulativen Ideen, wie der Freiheit oder der Gerechtigkeit gemein – enthält sowohl eine deskriptiv beschreibende wie auch eine explizit und a priori normative Komponente, insbesondere dann, wenn man, wie die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (1987), von „nachhaltiger Entwicklung“ spricht: Hier wird unter der Hand ein Wechsel von einem regulativen zu einem konstitutiven Begriff vorgenommen und zugleich das deskriptive Konzept der Nachhaltigkeit normativ gewendet. Das Adjektiv „nachhaltig“ bezeichnet nämlich zunächst einmal nur den „empirischen Tatbestand“, dass es sich um langfristige, relativ umfassende Begriffe handelt, die nicht innerhalb kurzer Frist verändert oder gar umgekehrt werden können; in diesem Sinne kann man deskriptiv auch von „nachhaltiger Naturzerstörung“ sprechen. Die positive (und zwangsläufig a priori normative) Konnotation erhält das Attribut „nachhaltig“ vor allem dadurch, dass man es mit dem ebenfalls als positiv empfundenen Begriff „Entwicklung“ (im Gegensatz zu Wachstum) verbindet, um damit einen langfristigen Prozess zu

beschreiben, der künftigen Generationen faire Chancen einräumt, die natürlichen Lebensgrundlagen zu sichern und zu nutzen, indem ihnen angemessene Bestände an Naturgütern und sinnvolle Verfahren zu ihrer Nutzung von den vorangehenden Generationen hinterlassen werden.¹ Dieser Gleichzeitigkeit von Deskriptivität und Normativität des Nachhaltigkeitsbegriffs wird Homanns Problembeschreibung nicht gerecht.

(2) Homann unterschätzt bei seiner Warnung vor zu konkreten „Politikvorgaben“ umgekehrt die Gefahr einer beliebigen Interpretationsvielfalt von Nachhaltigkeit;² dies wird der realen Problemlage wie auch wissenschaftlichen Ansprüchen an eine „regulative Idee“ im Sinne Immanuel Kants nicht gerecht. Zwar ist es richtig, dass „Nachhaltigkeit“ als regulative Idee niemals abschließend bestimmt werden kann – dies gilt auch für andere Leitideen wie Gerechtigkeit, Freiheit oder dem von Homann (1996, S. 38) bemühten Begriff der „Gesundheit“ –, aber die mit diesen Begriffen verbundenen Intuitionen schließen keineswegs bestimmte Festlegungen, vor allem negativer Art, aus, sondern können diese vielmehr oftmals erfordern. Insbesondere sind regulative Ideen wie Nachhaltigkeit und Gesundheit recht gut geeignet, bestimmte Charakteristika und Tendenzen zu kennzeichnen, die der jeweiligen regulativen Idee zuwider laufen und daher ausgeschlossen werden müssen (Ausschlusskriterium). So muss der Arzt nach der hippokratischen Ethik bei seiner Therapie darauf achten, dass sie so wenig schädlich wie irgend möglich ist (*primum nil nocere*), d.h. er muss unter dem Gesichtspunkt der Gesunderhaltung eine Abwägung zwischen den erwarteten Risiken und dem erwarteten Nutzen einer *Krankheitsbehandlung* treffen; so wird unter der Leitidee „Gesundheit“ ein Ausschluss von allzu riskanten, mit zu vielen Nebenwirkungen belasteten Therapien erfolgen. Ähnlich dient die

¹ Aus theoretischen und praktischen Gründen (vgl. Lerch/Nutzinger 2000) muss diese intergenerationale Fairnessregel noch durch das Gebot der intragenerationalen Fairness zwischen den heute lebenden Menschen, vor allem denen in den Ländern des Nordens zu denen in den Ländern des Südens, ergänzt werden.

² Analoge Probleme würden sich ergeben, wenn man den Innovationsbegriff nur als eine allgemeine „Heuristik“ betrachten würde.

Leitidee der „Nachhaltigkeit“ u.a. auch dazu, schon auf der Ebene der Heuristik bestimmte Entwicklungen, Prozesse und Maßnahmen auszuschließen, die offenkundig dieser Leitidee widersprechen, die z.B. erkennbar einen Prozess nachhaltiger Naturzerstörung initiieren oder begünstigen.³

Karl Homann (1996, S. 37) sieht zwar durchaus die Notwendigkeit solcher „Leitplanken“ als „vorläufige und hypothetische Zwischenbestimmungen“, er unterschätzt aber deren Bedeutung für die praktische Politik. Es muss nämlich über solche „Leitplanken“ in den von Karl Homann (1966, S. 37) zu Recht geforderten „jahrzehntelangen Such-, Lern- und Erfahrungsprozessen“ relativ früh ein Konsens darüber erzielt werden, welche Entwicklungen als offenkundig nachhaltigkeitsgefährdend vermieden werden und welche konkreten Maßnahmen ergriffen werden müssen, auch wenn das Ziel einer „nachhaltigen Entwicklung“ insgesamt noch nicht zureichend bestimmt worden ist. Ein anschauliches Beispiel dafür ist die gegenwärtige Klimadiskussion.⁴ Dagegen kann man einwenden (und hat auch schon eingewendet), dass die Erde auch raschere Klimaveränderungen „verkräften“ könnte. Aber selbst wenn man – wie in der derzeitigen Diskussion ersichtlich – diese Voraussetzung einer Begrenzung der Geschwindigkeit der Klimaveränderung (vorläufig) teilt, ergibt sich ein weiterer – und bisher keineswegs konsensuell befriedigter – Diskussionsbedarf über die Folgen der Emission treibhausrelevanter Gase für die globalen Durchschnittstemperaturen. Hier ist weiterer Forschungs- und Diskussionsbedarf vonnöten, der sich aber dem Problem ausgesetzt sieht, dass wir möglicherweise „erst am Ende eines jahrzehntelangen Such-, Lern- und Erfahrungsprozesses“ genau wissen, dass wir im Zustand unvollständiger Information eine Situation herbeigeführt haben, in der es zu irreversiblen und nachhaltigkeitswidrigen

³ Hier zeigt sich erneut, wie wichtig es ist, den Doppelcharakter von Nachhaltigkeit als einer deskriptiven und zugleich normativen Charakterisierung stets im Auge zu behalten.

⁴ Bekanntlich hat der IPCC vorgeschlagen, Erwärmungen der globalen Durchschnittstemperatur pro Dekade auf 0,1° Celsius zu beschränken, und zwar auf der Grundlage erdgeschichtlicher Erfahrungen über das Tempo evolutionär bewältigter Klimaveränderungen.

Klimaveränderungen gekommen ist. Die Leitidee der Nachhaltigkeit erfordert also nicht nur einen gesellschaftlichen Diskussionsprozess, sondern auch die Bereitschaft, in einer Situation unzureichenden Wissens durch geeignete Handlungen (z.B. Reduktion von Treibhausgasen) Situationen zu vermeiden, die sich *ex post* als nachhaltigkeitswidrig und zukunftsgefährdend erweisen. Die Leitidee der Nachhaltigkeit erfordert also nicht nur den Ausschluss offenkundig nachhaltigkeitswidriger Prozesse, sondern auch einen gesellschaftlichen Konsens über die Vermeidung von erkennbaren, aber nicht sicher beweisbaren Nachhaltigkeitsgefährdungen. Schon auf der Ebene der „regulativen Idee“ impliziert Nachhaltigkeit nicht nur einen Such-, Lern- und Erfahrungsprozess, sondern durchaus schon konkrete Handlungen und Unterlassungen. Insbesondere müssen auf dieser Ebene allgemeine Prinzipien, wie z.B. das Maximin-Kriterium, zum Umgang mit Problemen genuiner Unsicherheit (z.B. über die konkreten Folgen einer Erwärmung des Erdklimas), entwickelt und begründet werden.

(3) Gleichwohl bleibt richtig, dass „Nachhaltigkeit“ als regulative Idee eher dazu geeignet ist, nachhaltigkeitswidrige und -gefährdende Handlungen auszuschließen als hinreichen konkrete Politikempfehlungen zu geben. Es reicht also nicht aus, „Sustainability“ als reich regulative Idee zu betrachten. Daher ist es sinnvoll, zwischen „Nachhaltigkeit/Sustainability“ und „nachhaltiger Entwicklung/sustainable development“ zu unterscheiden, und zwar in der Weise, dass man in einem zweistufigen Prozess zunächst einmal die regulative Idee der Nachhaltigkeit bestimmt und sodann nachfragt, welche identifizierbaren Trends (vor allem bei der Bereitstellung und Nutzung von Energie sowie im Bereich der Innovationen) dazu führen, dass diese Leitidee erkennbar verfehlt werden wird. In einer solchen Situation reicht ein abstrakter Erkenntnisprozess nicht aus, es muss vielmehr gefragt werden, was getan werden kann, um erkennbar nachhaltigkeitswidrige Tendenzen in diesen und anderen Bereichen so zu beeinflussen und zu gestalten, dass sie der Leitidee der Nachhaltigkeit eher entsprechen. In diesem Sinne besitzt „nachhaltige Entwicklung“, anders als „Nachhaltigkeit“ einen

explizit *konstitutiven* Charakter. Wenn wir das Ziel der nachhaltigen Entwicklung als Handlungsorientierung ernst nehmen, müssen wir uns darüber verständigen, welche Weichenstellungen und Orientierungen erforderlich sind, damit die Leitidee der Nachhaltigkeit nicht erkennbar verfehlt wird. Insofern kann es dann zu ganz konkreten Handlungsempfehlungen in verschiedenen Bereichen kommen, vor allem bei der Bereitstellung und Nutzung von Energie sowie im Innovationsprozess, die nicht als unzulässige „Politikvorgaben“ zu denunzieren sind – es handelt sich dabei eben nicht um einen Versuch, die regulative Idee der Nachhaltigkeit unzulässig zu ontologisieren und inhaltlich festzuschreiben, sondern um das Bemühen, konkrete Schritte und Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Entwicklung abzuleiten und vorzuschlagen, die mit der Leitidee der Nachhaltigkeit möglichst weitgehend vereinbar erscheinen.

(4) Versteht man „Nachhaltigkeit“ als Leitideen, als Prinzipien zweiter Ordnung, die systematisches Denken über diese Tatbestände und ihre Verknüpfungen befördern, ohne die Begriffe selbst zu „ontologisieren“, so ist es erforderlich, bestimmte „Mindestvoraussetzungen“ über den möglichen Bedeutungsinhalt solcher Begriffe aufzustellen. Andernfalls besteht nicht nur die Gefahr der Beliebigkeit solcher Begriffe, sondern auch die Schwierigkeit, dass mögliche Problemlösungen deswegen verfehlt oder erst gar nicht angestrebt werden, weil man beide Konzepte entweder „ontologisch“ überfrachtet oder aber zu „Formelkompromissen“ verkümmern lässt, die mögliche Änderungen und Konsense vortäuschen, statt sie zu ermöglichen. Um dies zu vermeiden, müssen die Intuitionen der Nachhaltigkeit für die nähere Bestimmung einer nachhaltigen Entwicklung unter gegebenen Bedingungen und absehbaren Tendenzen benutzt werden. Die Zweistufigkeit der Begriffsbildung wird der notwendigen Offenheit einer regulativen (Leit-)Idee von Nachhaltigkeit ebenso gerecht wie der konstitutiven Bestimmung einer gangbaren nachhaltigen Entwicklung, d.h. die nähere Charakterisierung eines am Gedanken der Nachhaltigkeit orientierten realistischen Entwicklungspfades.

5. Der Bezug zwischen „Innovation“ und „nachhaltiger Entwicklung“ ist unmittelbar einsichtig: Nimmt man die ökologischen Anforderungen des Klimaschutzes, des Naturerhalts, der Biodiversität, der Selbstregulationsfähigkeit geochemophysikalischer Kreisläufe usw. ernst, so scheinen erhebliche Änderungen im „Wirtschaftsstil“ – nicht zuletzt beim Energieverbrauch, dessen Löwenanteil aus dem Einsatz erschöpflicher Energieträger besteht – ganz unabweisbar.

5.1 Viele Arten von Innovation können dazu führen, dass notwendige oder als notwendig erachtete wirtschaftliche und soziale Leistungen mit geringerem „Naturverbrauch“ erbracht werden können, als dies bei Abwesenheit solcher Innovationen möglich wäre.

5.2 Damit verbindet sich die Forderung, das Konzept der „Nachhaltigkeit“ von einem (statischen) Bestandskonzept zu einem (dynamischen) Nutzungskonzept weiterzuentwickeln, das auch technischen Fortschritt, Innovation, sozialen und organisatorischen Wandel usw. als mögliche Beiträge der heute lebenden Generation betrachtet, die Interessen künftiger Generationen (die weder auf Märkten noch im politischen Prozess artikuliert werden) auch in den Fällen zu wahren, in denen ein Bestandserhalt im klassischen Sinne nicht möglich ist, so z.B. bei den erschöpflichen Ressourcen.

5.3 Zu beachten ist dabei aber eine gewisse Asymmetrie zwischen ökologischen Nachhaltigkeitspostulaten auf der einen Seite und wirtschaftlichen und sozialen Nachhaltigkeitsforderungen auf der anderen: Soweit die erstgenannten auf naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten, z.B. klimatologischen Gegebenheiten, beruhen, sind sie prinzipiell unbedingt zu respektieren; derartige Gesetzmäßigkeiten sind nicht durch pädagogische oder aufklärerische Bemühungen zu beeinflussen. Aufgrund des hohen Maßes an Herausbildung wirtschaftlicher und sozialer Systeme, zumal in den führenden Industrienationen, sind auch diese herausdifferenzierten wirtschaftlichen und sozialen Systeme autonom geworden. Da sie aber prinzipiell „menschengemacht“ sind, können sie – bei allen plausiblen Schwierigkeiten – zumindest im Prinzip auch durch Informationsgewinnung und -verarbeitung und die sie

begleitenden Aufklärungs- und Erziehungsprozesse bei den Beteiligten beeinflusst werden.

5.4 Gleichwohl erscheinen auch bei ökonomischen und sozialen Systemen vor allem solche Innovationen nachhaltigkeitsfördernd, die nicht primär auf das Bewusstsein der Beteiligten, sondern auf die Funktionsweise ökonomischer und sozialer Subsysteme einwirken. Aus diesem Grunde haben „ökonomische Instrumente“ des Umweltschutzes bei allen nachhaltigkeitsorientierten Innovationen einen besonders hohen Stellenwert, nicht zuletzt deswegen, weil sie nicht nur durch eine ökologische Korrektur der relativen Preise dazu veranlassen, vorhandene Technologien ökologisch orientiert zu nutzen, sondern weil sie auch starke Anreize geben, die Innovationstätigkeit – ohne dass man deren Inhalte im Einzelnen konkret vorhersagen könnte – in eine generell „umweltfreundlichere“ Richtung zu lenken.

6. Im Anschluss an Walter Eucken (1952) hat es sich vor allem im deutschen Sprachraum eingebürgert, zunächst den Raum zulässiger und gewünschter ökonomischer Abwägungen durch Vorgabe eines Ordnungsrahmens zu bestimmen. Daher liegt die Idee nahe (und so wird sie auch mitunter im wissenschaftlichen und politischen Bereich vertreten), dass man eine nachhaltige Entwicklung, verstanden als „ökologisch-soziale Marktwirtschaft“ erreicht, indem man einen geeigneten ökologisch-sozialen Ordnungsrahmen vorgibt, innerhalb dessen dann die ökonomischen Prozesse selbstregelnd ablaufen. Da die Analyse der Ausgangsbedingungen, der absehbaren Trends und der realistischen Innovationspotentiale in unserem Forschungsprojekt darauf hindeutet, dass ein solcher eindeutiger und zweifellos nachhaltigkeitsichernder ökologischer Ordnungsrahmen nicht gefunden werden kann. Daher muss an die Stelle der einstufigen Restriktionsanalyse traditioneller Ordnungspolitik (Festlegung eines ordnungspolitischen Rahmens, innerhalb dessen ökonomische Abwägungen zulässig und erwünscht sind) eine doppelte Restriktionsanalyse treten.

7. Diese doppelte Restriktionsanalyse ist dadurch charakterisiert, dass bestimmte Engpässe identifiziert werden, an denen eine nachhaltigkeitsorientierte Entwicklung besonders schwierig wird und vielleicht zu scheitern droht. In solchen Fällen muss untersucht werden, ob durch Locke-

rung anderer, vermutlich weniger nachhaltigkeitsempfindlicher Restriktionen Handlungsmöglichkeiten geschaffen werden, die eine Überwindung von Handlungs- oder Entwicklungsblockaden an kritischer Stelle ermöglichen. Diese Zweistufigkeit der Restriktionsanalyse vergrößert die Chancen dafür, dass ein zugleich an der Leitidee der Nachhaltigkeit und an den gegebenen Bedingungen sowie den absehbaren Trends ausgerichtetes realistisches Konzept nachhaltiger Entwicklung gefunden und ausgearbeitet werden kann.

Literatur:

Eucken, Walter: Grundsätze der Wirtschaftspolitik. Tübingen, Mohr (Siebeck) 1952

Hanekamp, Gerd: „Zur Terminologie von nachhaltiger Entwicklung und Innovation“. Konzeptpapier für die zweite Sitzung der PG NEI der Europäischen Akademie, Dezember 2000

Homann, Karl: „Sustainability: Politikvorgabe oder regulative Idee?“, in: Lüder, Gerken (Hrsg.): Ordnungspolitische Grundfragen einer Politik der Nachhaltigkeit, Baden-Baden, Nomos 1996, S. 33-47

Kant, Immanuel: Kritik der reinen Vernunft. 2. Teil (Original: Riga: J. F. Hartknoch 1781, 2. Aufl. 1787), in: derselbe: Werke in zehn Bänden, Hrsg. v. Wilhelm Weischedel, Band 4, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1975

Innovation und nachhaltige Entwicklung

Rudi Kurz

1 Die Bedeutung der Innovation für nachhaltige Entwicklung

Nachhaltige Entwicklung findet als Leitbild, als politisches und teilweise auch als unternehmerisches Ziel zunehmende Akzeptanz. Allerdings erscheinen die konkreten Nachhaltigkeitsziele vielfach als kaum erreichbar. Innovation ist ein willkommener und viel gerufener Retter aus diesem Dilemma. Und tatsächlich gelingt es in vielen Fällen durch innovative Lösungen scheinbar unlösbare Zielkonflikte zu überwinden, win-win-Konstellationen herzustellen:

- Wirtschaftswachstum (mehr Einkommen und Beschäftigung) wird mit einer Reduzierung der Umweltbelastung verträglich, wenn es mit neuen Verfahren gelingt, die Belastung pro Gütereinheit deutlich zu senken (Effizienzrevolution).
- Auf die Nutzung besonders kritischer (essentieller) Ressourcen kann verzichtet werden, wenn (regenerierbare) Substitute gefunden werden.

Um die Bedeutung von Innovation darzustellen, soll hier nur ein – allerdings wichtiger – Teilaspekt nachhaltiger Entwicklung betrachtet werden: das Klimaproblem. Als Indikator werden die Treibhausgas-Emissionen (THGE) bzw. das wichtigste Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂) verwendet. Neben dieser ökologischen Dimension nachhaltiger Entwicklung sind sozio-ökonomische Nachhaltigkeitsziele (Einkommenszuwächse, Beschäftigung) zu beachten. Wenn in erster Näherung unterstellt wird, dass diese durch das reale Bruttoinlandsprodukt BIP (bzw. dessen Zuwachs) erfasst werden, so können die konflikträchtigen Dimensionen nachhaltiger Entwicklung durch tautologische Umformung in folgenden Zusammenhang gebracht werden:

$$\text{THGE} = \frac{\text{THGE}}{\text{BIP}} \times \text{BIP}$$

- Weil weitere Einkommenszuwächse gesellschaftlich gewollt und zur Stabilisierung der Arbeitskräftenachfrage notwendig sind (bei einem durchschnittlichen Anstieg der Arbeitsproduktivität um zwei Prozent p.a.), ist auch in Zukunft von einem jährlichen Anstieg des BIP um ca. zwei Prozent auszugehen (sozial-ökonomische Leitplanke).
- Im Rahmen des globalen Klimaschutzes sollten Deutschland bzw. die EU ihre THGE bis 2050 um 70-80 Prozent reduzieren (ökologische Leitplanke).¹

Ein solches anspruchsvolles Klimaschutzziel ist bei anhaltendem Wirtschaftswachstum nur zu erreichen, wenn die THGE pro Einheit des BIP sinken. D.h., die Effizienz der Umweltnutzung (THGE-Produktivität) muss deutlich ansteigen. Sie müsste in den nächsten 50 Jahren um mehr als vier Prozent p.a. wachsen, um trotz Wirtschaftswachstum in die Nähe von minus 70 Prozent zu kommen. Welche Herausforderung dies darstellt, wird deutlich wenn man bedenkt, dass die jährlichen Effizienzsteigerungen in Europa in der Vergangenheit bei ca. einem Prozent lagen. Gefordert ist also ein Quantensprung, ein Innovationsschub. Ein erweiterter Ansatz legt folgende Optionen offen:

$$\text{THGE} = \frac{\text{THGE}}{\text{kWh}} \times \frac{\text{kWh}}{\text{BIP}} \times \text{BIP}$$

- Senkung der THGE pro kWh durch Substitution von Energieträgern (fossile durch regenerative) und Dekarbonisierung (z.B. Kohle durch Erdgas). Gefragt sind also Innovationen, die die Nutzung weniger THGE-intensiver Energieträger attraktiver machen.
- Senkung des Energieverbrauchs pro Einheit BIP, d.h. Verbesserung der Effizienz der Energienutzung (bzw. der Energie-Produktivität) in allen Produktions- und Dienstleistungsbereichen quer durch die Volkswirtschaft durch neue Anlagen, Verfahren und Organisationsformen (vom Recycling bis zur Deregulierung).

¹ Zu diesem Wert gelangt man, wenn man Empfehlungen von Klimaforschern (z.B. IPCC) folgt und die THGE bis 2050 weltweit halbiert (verglichen mit 1990). Weil die Pro-Kopf-Emissionen (CO₂) in den Industriestaaten bei über 10 t p.a. liegen, in Entwicklungsländern dagegen unter einer Tonne, müssen die Reduktionsleistungen vor allem von den Industriestaaten erbracht werden. Eine Halbierung in den Industrieländern wäre nicht ausreichend.

Nachhaltige Entwicklung muss sich auf beide Optionen stützen und die jeweiligen Innovationspotenziale aktivieren. Die Frage ist, welche wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Reformen und Maßnahmen dazu beitragen können, diese Potenziale zu erschließen und damit den trendmäßigen Anstieg der Energieeffizienz und die Zunahme erneuerbarer Energieträger signifikant zu erhöhen. Gefragt ist eine selektive Innovationspolitik, die möglichst isoliert die Energie- bzw. THGE-Produktivität erhöht.² Es geht um eine Änderung der Innovationsrichtung (energie- statt arbeitssparend). Eine generelle Steigerung der volkswirtschaftlichen Innovationsaktivität unterstützt dagegen nicht zwingend eine nachhaltige Entwicklung.

Für eine Steigerung der THGE-Produktivität gibt es eine unüberschaubare Vielzahl von Möglichkeiten (Optionen, Potenzialen), Verbesserungen bzw. Neuerungen technischer und organisatorischer Art. Um diese Fülle zu verdeutlichen, kann von vier verschiedenen Betrachtungsperspektiven ausgegangen werden:

- Sektorale Perspektive (Energienachfrager): Industrie, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Verkehr, Haushalte, Energiesektor (Umwandlung, Transport)
- Energieträger (Energieangebot): fossile Energieträger, erneuerbare Energieträger
- Prozessorientierte Perspektive: Energieaufwand (THGE) von Produktionsprozessen (z.B. Stahl-, Papierherstellung) bzw. Teilprozesse wie „Pumpen“, „Kühlen“, „Schmieren“ etc.³
- Funktionsorientierte Perspektive (Haushaltssektor): Bedürfnisfelder (die sich wiederum weiter zerlegen lassen) wie Wohnen (Heizen, Beleuchten, Kühlen, ...), Ernährung (Essen, Trinken, Genussmittel, ...),

² Innovationen, die zugleich die Zuwachsrates der Arbeitsproduktivität erhöhen, wirken konfliktverschärfend, weil dann aus Beschäftigungsgründen ein höheres Wirtschaftswachstum notwendig wird, Energieverbrauch und THGE steigen.

³ „Pumpen“ ist z.B. eine Querschnittstechnologie, die in unterschiedlichsten Anwendungen für einen wesentlichen Teil des Weltenergieverbrauchs verantwortlich ist (vgl. dazu Weizsäcker/Lovins/Lovins 1995). Innovationen in der Pumpentechnik könnten daher einen quantitativ bedeutsamen Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung leisten.

Kleidung (Mode, Reinigung, Reparatur ...), Mobilität, Gesundheit, Kommunikation, Freizeit.

Aus den Kombinationsmöglichkeiten dieser Perspektiven ergeben sich unzählige Felder, in denen Innovationspotenziale nachzuweisen und – durch geeignete politische Maßnahmen – zu aktivieren wären.

- Substitution von Energieträgern: Ersatz für fossile Energieträger durch erneuerbare: Photovoltaik, Solarthermie, Windenergie, Biomasse, Geothermie.
- Effizientere Nutzung von Energieträgern in Umwandlungsprozessen: Effizientere konventionelle Kohlekraftwerke, Kraft-Wärme-Kopplung.
- Effizientere Nutzung von Energieträgern in industriellen Prozessen (z.B. neue Verfahren der Stahl-, Papier-, Aluminiumherstellung).
- Effizientere Nutzung von Energieträgern in privaten Bedürfnisfeldern (z.B. Wohnen, Mobilität, Ernährung).

Neben technischen sind stets auch nicht-technische Optionen (Organisation, Institutionen, Verhaltensweisen) zu beachten, z.B. Integrierte Verkehrssysteme, Weichenstellungen in der (Strom-, Gas-)Netzentwicklung, Car-Sharing, veränderte Ernährungsgewohnheiten.

Politisches Handeln muss sich auf diejenigen Felder konzentrieren, in denen mit gegebenem Mittelaufwand die größten Innovationspotenziale (Effizienzsteigerungen) mobilisierbar sind. Vollständige Information darüber ist nicht möglich. Gerade bei längerfristiger Betrachtung ist zu berücksichtigen, dass heute noch nicht alle Potenziale bekannt bzw. allgemein anerkannt sind und es auch um die Mobilisierung zusätzlicher Potenziale geht. Insofern darf nachhaltige Innovationspolitik nicht auf die Frage der Förderung bekannter Potenziale reduziert werden und muss stets auch im Auge haben, die allgemeinen Rahmenbedingungen für nachhaltige Innovation zu verbessern. Im Folgenden sollen zunächst Grundbegriffe geklärt und dann auf einige Erkenntnisse der Innovationsforschung eingegangen werden. Auf dieser Grundlage können dann Möglichkeiten und Grenzen einer (nachhaltigen) Innovationspolitik diskutiert werden.

2 Innovationstheoretische Grundlagen

2.1 Definitionen⁴

- **Innovation** ist die Durchsetzung neuer Problemlösungen bzw. neuer Faktorkombinationen am Markt. Entscheidendes Kriterium ist also der kommerzielle Erfolg, der allerdings stets erst ex post festgestellt werden kann.
- **Invention** (Erfindung) bezeichnet eine neue Erkenntnis, technologische Idee oder Lösung – in der Regel durch Patent u.a. Rechte auf geistiges Eigentum schützbar. Nicht jede Invention kann sich am Markt durchsetzen, also Grundlage einer Innovation sein. Invention ist weder eine notwendige noch eine hinreichende Bedingung für Innovation. Allerdings hat die Inventionsaktivität eindeutig eine positive Wirkung auf die Innovation.
- **Imitation** (Nachahmung), vielfach mit weiteren Verbesserungen verbunden („reife Innovation“), trägt entscheidend zur flächendeckenden Verbreitung einer Innovation (**Diffusion**) bei – und ist daher volkswirtschaftlich von großer Bedeutung.

2.2 Gegenstand der Innovationsaktivität

- **Prozessinnovation**: neue Anlagen, Produktionsmethoden/-verfahren, Organisationsformen, Erschließung neuer Absatzmärkte und Bezugsquellen.
- **Produktinnovation**: neue Funktionen, Qualitäten, Formen/Design von Gütern und Dienstleistungen.

Über diese traditionelle ökonomische Begriffsverwendung hinaus findet der Innovationsbegriff in jüngerer Zeit auf weitere Aspekte der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung Anwendung. Zusammenfassend lassen sich zwei weitere Innovationsarten unterscheiden:

- **Institutionelle Innovation**: Veränderte Rahmenbedingungen (autonome Notenbank, Regulierungsregime, Nationale Nachhaltigkeitspläne etc.), die sich im Ordnungswettbewerb (international) durchsetzen.

⁴ Der wirtschaftswissenschaftliche Innovationsbegriff wurde wesentlich durch die Arbeiten von Schumpeter (1911, 1942) geprägt.

- **Sozio-kulturelle Innovation:** Veränderte Werte, Lebensstile, Konsummuster, (Arbeits-) Zeitmuster, Bedürfnisse, Präferenzen etc., die gesellschaftliche Verbreitung finden.

Im Nachhaltigkeitskontext sind alle diese Innovationsarten relevant.⁵ Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich jedoch auf Prozess- und Produktinnovationen.⁶

2.3 Bedeutung der Innovation

Nur deutlich wahrnehmbare, signifikante Veränderungen oder Neuerungen werden als Innovation bezeichnet. Das Kontinuum von kaum wahrnehmbaren zu revolutionären Neuerungen kann grob in drei Kategorien eingeteilt werden:

- routinemäßige Verbesserungen im „business as usual“;
- signifikante Verbesserungen (Verbesserungsinnovation, incremental innovation);
- grundlegende Neuerungen (Basisinnovation, breakthrough).⁷

Routinemäßige Verbesserungen werden hier nicht betrachtet (wenngleich sie in der Realität nicht irrelevant sind).⁸ Verbesserungsinnovationen bestimmen das „alltägliche“ Innovationsgeschehen, haben aber keine durchschlagende Wirkung. Basisinnovationen treten nur in längeren unregelmäßigen Zeitintervallen auf, führen aber dann zu grundlegenden wirt-

⁵ Dies entspricht der Abgrenzung von „Umweltinnovation“ bei Klemmer/Lehr/Löbke (1999, 29): „jene technisch-ökonomischen, institutionellen und/oder sozialen Neuerungen ..., die zu einer Verbesserung der Umweltqualität führen ... gleichgültig ob diese Innovationen auch unter anderen – namentlich ökonomischen – Gesichtspunkten vorteilhaft wären.“

⁶ Damit sind alle Innovationsarten erfasst, die üblicherweise in der Umweltschutzdiskussion eine Rolle spielen: end-of-the-pipe-Technologien, prozess-integrierter Umweltschutz, produkt-integrierter Umweltschutz und Funktionsorientierung (vgl. dazu Kurz 1996).

⁷ Die Klassifizierung von Innovationen nach ihrer wirtschaftlichen Bedeutung ließe sich weiter ausdifferenzieren (vgl. z.B. Kemp 2000, der zwischen „incremental innovation“, „radical innovation“ und „system innovation“ unterscheidet). Allerdings bringt jede weitere Kategorie zusätzliche Abgrenzungsprobleme.

⁸ Welches Ausmaß müsste eine Innovation z.B. im Hinblick auf die Steigerung der Energieproduktivität annehmen, damit eine „signifikante Verbesserung“ vorliegt? Es muss zu einer Steigerung der Energieproduktivität kommen, die deutlich jenseits des „business as usual“ liegt. Beispiel: Wenn ein Auto, das 10 Liter pro 100 km verbraucht, nach 10 Jahren durch ein gleichwertiges Neufahrzeug ersetzt wird, muss dessen Verbrauch unter 6 Litern liegen. Das entspricht einer jährlichen Zunahme der Effizienz um ca. 6 Prozent,

schaftlichen und gesellschaftlichen Umbrüchen. Die Unterscheidung zwischen Verbesserungsinnovationen und Basisinnovationen wirft die Frage auf, ob diese beiden Innovationsarten von unterschiedlichen Bestimmungsfaktoren abhängen und folglich unterschiedliche Politikvarianten verlangen.⁹

2.4 Phasen des Innovationsprozesses

Der gesamtwirtschaftliche Innovationsprozess kann gedanklich in verschiedene Phasen zerlegt werden – im einfachsten Fall:

Invention ⇔ Markteinführung ⇔ Diffusion
--

Komplexere Ansätze unterscheiden weitere Phasen (F&E, Prototyp etc.). Die innovationspolitische Relevanz (unterschiedlicher Modelle) des Innovationsprozesses liegt darin, dass sie Schnittstellen (interfaces) und damit Transferprobleme und mögliche Engpässe oder Barrieren sichtbar machen, die Ansatzpunkte für Förderung bzw. der Reform politischer Rahmenbedingungen sein können.

3 Bestimmungsfaktoren der Innovationsaktivität

3.1 Innovation durch „technology push“

Innovation wird systematisch „produziert“. Wichtigster Input-Faktor sind F&E-Aufwendungen (Personal, Geräte, Materialien ...). Je höher dieser Input, desto höher der Innovationsertrag – mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit, denn Innovation ist mit Risiko bzw. Unsicherheit verbunden. Vereinfachend kann unterschieden werden zwischen der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung. Die Grundlagenforschung ist nicht unmittelbar auf aktuelle Problemstellungen ausgerichtet, wird aber sehr wohl von diesen beeinflusst. Bei der Formulierung von Forschungsschwerpunkten spielen immer auch die Perspektiven späterer ökonomischer Nutzung eine Rolle. Entscheidungen über Schwerpunkte

⁹ „If we want to achieve 10- to 50-fold improvement of resource productivity ... we need system innovation or technological regime shift” – and we need “policies explicitly aimed at system innovation.” (Kemp 2000, 25).

der Grundlagenforschung sind insofern wichtige Weichenstellungen in der Frühphase des Innovationsprozesses. Sie konstituieren eine gewisse selbstverstärkende Entwicklungsdynamik (z.B. bei der Atomenergienutzung oder nun bei der Gentechnik – einen jeweils spezifischen „wissenschaftlich-industriellen Komplex“). Angewandte Forschung versucht, bekannte Grundprinzipien auf neue Problemstellungen zu übertragen. Auf die Richtung der angewandten Forschung in Unternehmen haben ökonomische Bedingungen bzw. (Erwartungen über) deren Veränderung einen sehr starken Einfluss, z.B. der Preis des Faktors Arbeit oder des Rohöls. Auch staatliche Politik beeinflusst die Richtung der angewandten Forschung – sofern sich deren Schwerpunkte systematisch verändern.

3.2 Innovation durch „demand pull“

Letztlich wird der Innovationsprozess angetrieben durch die Aussicht auf (außergewöhnlich hohe) Gewinne.¹⁰ Bei freiem (unbeschränktem) Wettbewerb sind diese Gewinne immer nur Vorsprungsgewinne, d.h. sie werden durch Imitatoren zerstört. Vorsprungsgewinne lassen sich erzielen, wenn gegebene Bedürfnisse besser befriedigt werden oder wenn es gelingt, neue Bedürfnisse zu wecken (Galbraith-These). Innovatoren reagieren also auf (bislang unentdeckte) Wünsche der Nachfrager, sie schaffen aber – als dynamische Unternehmer – auch neue Wünsche. Staatliche Politik kann wesentlichen Einfluss auf Art und Umfang der Nachfrage ausüben. Der Staat kann neue Produkte / Prozesse verbieten (oder deren Zulassung verzögern) und damit verhindern, dass es zu einer Innovation kommt. Der Staat kann eine Innovation fördern, indem er

- die neue Problemlösung vorschreibt (Stand der Technik) – und damit vor allem die Diffusion beschleunigt;
- vorhandene Problemlösungen verteuert (Steuern auf fossile Brennstoffe) oder verbietet (mit einer angemessenen Übergangsfrist);
- als Pionier-Nachfrager auftritt, der eine zunächst hohen Preis (bei teilweise geringer Produktqualität) in Kauf nimmt, und so die Voraussetzungen für Vorteile der Massenproduktion und Lerneffekte schafft.

¹⁰ Materielle Anreize sind allerdings nicht die einzige Triebfeder der Innovation. Darauf hat bereits Schumpeter (1911) hingewiesen.

3.3 Kostenvorteile im Innovationsprozess

Der Innovator schafft den Markt und hat die Chance, ihn wesentlich zu prägen (z.B. durch Standardsetzung). Vor allem wenn hohe Fixkosten anfallen, wird es für alle potenziellen Konkurrenten schwer, den Marktzutritt zu schaffen.¹¹ Der Innovator profitiert auch (als erster von sinkenden Lernkosten: Wenn Unternehmen eine neue Technologie einführen, fallen zunächst hohe Umstellungs- und Adaptionskosten an. In dem Maße wie das Unternehmen bzw. die Mitarbeiter lernen und kleinere Verbesserungen vorgenommen werden, sinken diese Kosten (Lernkurve). Es werden Erfahrung, Fertigkeiten (skills), informelles Wissen (tacit knowledge) erworben, die auch vor schnellem, einfachem „Kopieren“ (Imitation) schützen. Sinkende Lernkosten und expandierendes Marktvolumen lassen die Stückkosten sinken (Selbstverstärkungsprozess). Im internationalen Wettbewerb kann es daher für nationale Wirtschaftspolitik interessant sein, den Aufbau „nationaler Champions“ zu unterstützen, von deren First-Mover-Advantage die gesamte Volkswirtschaft profitiert (Wachstums- und Beschäftigungseffekte).

3.4 Embodied und disembodied technical change

Die Diffusion neuer Problemlösungen vollzieht sich über neue Produkte und Anlagen, die den neuen „Stand der Technik“ enthalten (embodied technical change). Wenn die rasche „Modernisierung“ des Kapitalstocks vorangetrieben werden soll, müssen hohe Brutto-Investitionen erfolgen – und gilt es demnach günstige Rahmenbedingungen für das Investieren herzustellen (z.B. durch Investitionsprämien, günstige Abschreibungsbedingungen). Dadurch kann der Ersatz von Altanlagen (Kraftwerken, Fahrzeugen etc.) zu ökologischen Entlastungseffekten führen. Allerdings ist die Verkürzung der Nutzungsdauer von Alt-Anlagen nicht generell eine Nachhaltigkeitsstrategie, denn

¹¹ Die Strategische Handelstheorie benutzt den Gedanken, um staatliche Subventionen für „Zukunftsbranchen“ zu begründen. In Branchen mit economies of scale (hohen Fixkosten), z.B. der Flugzeugindustrie, lässt die notwendige Betriebsgröße (relativ zur Weltmarktgröße) nur einen Anbieter zu. Daher ist der First-Mover nur schwer anzugreifen und hat einen Wettbewerbsvorteil, der die Handelsströme nachhaltig prägt.

- neue Anlagen (z.B. Fahrzeuge) sind nicht in jedem Fall umweltverträglicher;
- Entlastungswirkungen in der Nutzungsphase müssen Mehrbelastungen in der Herstellungsphase (und durch die Entsorgung) gegenüber gestellt werden.

Nur auf der Grundlage einer Gesamtbilanz (life cycle assessment) kann entschieden werden, ob ein „Langzeitprodukt“ überlegen ist bzw. wo die optimale Nutzungsdauer liegt. Es ist also im Einzelfall zu prüfen, ob eine Beschleunigung der Diffusion durch Investitionsförderung nachhaltige Entwicklung wirklich unterstützt.

Neben embodied gibt es auch disembodied technical change, der nicht an physisches Kapital gebunden ist und vor allem die Form der betriebs- und volkswirtschaftlichen Organisation des Produktionsprozesses betrifft (organisatorische Innovation): Managementtechniken, Vertriebsformen, Logistikkonzepte, Aktiengesellschaft, Finanzmarktinnovationen (Venture Capital), Car-Sharing, Energie-Contracting, Wertstoffbörsen. Damit sind Effizienzsteigerungen möglich, die keinen (kaum) zusätzlichen Ressourcenaufwand (für Herstellung und Entsorgung) erfordern. Für diese Art der Innovation lassen sich nur schwer konkrete Fördermöglichkeiten erkennen. Am ehesten dürften (hoheitliche) Regulierungen eine Rolle spielen.

3.5 Pfadabhängigkeit des Innovationsprozesses

Wenn der Innovationsprozess einmal eine bestimmte Richtung eingeschlagen hat, sich auf einem Technologiepfad (trajectory) befindet, lässt sich dies nur zu hohen Kosten wieder verändern. Teilweise gelingt ein Pfadwechsel erst nach langer Zeit, wenn sich ein neues „window of opportunity“ (Bifurkationspunkt) für eine technologische Weichenstellung ergibt. Zumeist vollzieht sich ein Pfadwechsel nicht als Entscheidungsakt, sondern erfolgt sukzessive, eine neue Richtung verstärkt und verfestigt sich allmählich, bedingt durch zufällige Ereignisse aber auch durch gezielte Einflussnahme von (marktmächtigen) Akteuren. Eine wichtige Rolle bei der Entstehung eines (neuen) Technologiepfades spie-

len Infrastrukturentscheidungen sowie Normen und Standards.¹² Hat sich der Pfad einmal verfestigt, können Veränderungen von Marktbedingungen (relativen Preisen) nur marginale Veränderungen bewirken, führen aber nicht unmittelbar zu einem Pfadwechsel. Staatliche Innovationspolitik kann sich aktiv als technologischer Weichensteller betätigen (z.B. Atomkraft, Luft-/Raumfahrt, Gentechnologie) – damit allerdings auch kostspielige Fehlentwicklungen einleiten.

3.6 Netzwerk-Effekte (Innovationsnetzwerke, Akteurskooperationen)

Der Erfolg von Innovationsprozessen hängt entscheidend vom Zusammenwirken der Akteure ab. Dieses kann in mehr oder weniger formellen Innovationsnetzwerken organisiert werden. Sie bieten sowohl gegenüber rein marktlicher als auch gegenüber hierarchischer Koordination wesentliche Vorteile. Sie sind branchenübergreifend und können stark regional ausgerichtet sein, aber auch globale Dimensionen annehmen. Bei abnehmender Fertigungstiefe kommt Innovation immer mehr von Zulieferern. Zulieferer erhalten nicht einfach eine Konstruktionszeichnung, sondern allgemeine Leistungsspezifikationen. Sie sind Teil des Lern-Netzwerkes, das auch Kooperation von Zulieferern untereinander anregt (Systemlieferant). In manchen Branchen sind die Innovationen der Anlagenhersteller (Beispiel Kraftwerke) von entscheidender Bedeutung. Idealerweise werden in solchen Netzwerken auch die spezifischen Vorteile von Großunternehmen einerseits und von KMU andererseits im Innovationsprozess kombiniert. Allerdings ergeben sich daraus auch wettbewerbspolitische Probleme (Nachfragermacht, Spezialisierungskartelle, F&E-Gemeinschaftsunternehmen, Joint Ventures, Strategische Allianzen). Netzwerkeffekte können durch den Staat erzeugt bzw. verstärkt werden z.B. durch Förderung von Benchmarking-Aktivitäten und Verbundforschungsprojekte.

¹² Normierung legt Entwicklungspfade fest, die sich als suboptimal erweisen können (premature standardization). Der Entdeckungsprozess der Pionierunternehmer wird eingeschränkt zugunsten der „norm-konformen“ Unternehmer. Einzelne oder Gruppen von Unternehmen können Normen als Marktzutrittschranke instrumentalisieren und damit den Wettbewerb einschränken. Jenseits von technischen Normen prägen Normen wie die ISO 14.000, ISO 14.040 wesentlich das Umweltverhalten von Unternehmen.

3.7 Regionale Cluster

Regionale Konzentrationen von Mitteln und Kompetenzen (Cluster) steigern die gesamtwirtschaftliche Innovationsaktivität. Dies liegt vor allem an

- der räumlichen Nähe, die zu niedrigen Kommunikations- und Mobilitätskosten führt;
- der soziale Nähe, die vielschichtige informelle Kontakte und den Aufbau von Vertrauenskapital begünstigt.

Die Innovationsforschung versucht, die Entstehungsbedingungen von Clustern zu erkunden, z.B. durch Analyse von Erfolgsmodellen wie Silicon Valley oder Route 128. Auf diesen Grundlagen kann Innovationspolitik versuchen, neue Cluster zu schaffen. Als „Kristallisationskern“ eines Clusters können Hochschulen, Gründerzentren oder die (subventionierte) Ansiedlung eines Pionierbetriebs dienen. Wenn (nachhaltige) Innovationspolitik auf Clusterbildung (Kompetenzregionen) setzt, können zunehmende regionale Disparitäten (Gefälle zwischen Zentren und Peripherie) zu Effekten führen, die einer nachhaltigen Entwicklung entgegen stehen (z.B. zunehmende Mobilität).

3.8 Internationale Verflechtungen im Innovationsprozess

Durch die Globalisierung wird Innovation zunehmend zu einem Problem der Information über erfolgreiche Problemlösungen, die in anderen Teilen der Welt gefunden wurden, und des internationalen Transfers. Intensive außenwirtschaftliche Beziehungen (Offenheit) bringen Lerneffekte, die die innovative Kompetenz erhöhen. Verschiedene Elemente des Innovationsprozesses sind durch ein unterschiedliches Maß an internationaler Mobilität gekennzeichnet: Grundlagenwissen diffundiert sehr rasch, die Diffusion von Produktinnovationen dauert länger, die von Prozessinnovationen noch länger, und einige Fähigkeiten (Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Engagement etc.) lassen sich anscheinend überhaupt nicht transferieren. Wegen der raschen Diffusion von Grundlagenwissen wird es für den jeweiligen Investor (ein Staat oder ein Unternehmen) immer schwerer, sich die Erträge seiner Investition in Bildung und For-

schung anzueignen (appropriability-Problem). Für die Entwicklungsländer ist in der Vergangenheit intensiv diskutiert worden, inwieweit diese spezielle „angepasste Technologien“ benötigen, z.B. weil sie nicht über qualifiziertes Personal für Betrieb und Wartung komplexer Anlagen verfügen oder weil westliche Technologie negative Beschäftigungseffekte auslösen würde. Diese Debatte scheint sich zunehmend dadurch zu erledigen, dass die Entwicklungs-/Schwellenländer die neuesten Technologien verlangen, so dass es faktisch primär darum gehen muss, den potenziellen Wirkungsgrad dieser Anlagen im Dauerbetrieb sicherzustellen (z.B. durch Unterstützung von Qualifikationsmaßnahmen).

4 Rahmenbedingungen und Innovationsaktivität

4.1 Überblick

Ausmaß und Richtung der Innovationsaktivität hängen von den gesamtwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ab. Es ließe sich eine nahezu beliebig große Zahl solcher Rahmenbedingungen aufzählen. Die Schwierigkeit besteht darin, diejenigen zu identifizieren, die wesentlichen Einfluss haben – auf den Innovationsprozess insgesamt und auf einzelne Phasen dieses Prozesses. Dazu gibt es unter Ökonomen einen weitreichenden Konsens, der sich allerdings nicht immer auf eindeutige empirische Evidenz stützen kann.¹³ Die Innovationsforschung bezeichnet die Gesamtheit der Rahmenbedingungen (institutional structures) in einem Land zu einem bestimmten Zeitpunkt, die in ihrem Zusammenwirken Ausmaß und Art der Innovationsaktivität prägen als „Nationales Innovationssystem“. Durch die Erforschung von Unterschieden bzw. Übereinstimmungen verschiedener Innovationssysteme lassen sich Erfolgsfaktoren und Hemmnisse identifizieren – und daraus Politikempfehlungen ableiten.

¹³ Vgl. dazu Kurz/Graf/Zarth (1989), Becher et al. (1990).

Einige wichtige Aspekte wurden bereits im vorigen Abschnitt angesprochen (z.B. Brutto-Investition, Wettbewerbspolitik). Des weiteren werden in der einschlägigen Literatur hervorgehoben:

- Geistige Eigentumsrechte (Aneignungsproblem): Information, Kosten, Verletzung des Patentschutzes (im internationalen Kontext).
- Regulierungen: Hoheitliche Marktzutrittschranken in bestimmten Branchen (z.B. Verkehr, Handwerk) und Social Regulations (Sicherheitsstandards, Umweltschutz, Verbraucherschutz, Arbeitssicherheit).
- Besteuerung: Einkommens- versus Konsumbesteuerung, Verlustvor-/Rücktrag als Form der Begünstigung stark schwankender Einkommen von Innovatoren, generell niedrige Einkommen(grenz)steuersätze versus günstige Abschreibungsbedingungen.
- Finanzierung / Kapitalmärkte: Engpässe in der Innovationsfinanzierung (Venture Capital, Seed Capital).
- Innovationsinfrastruktur: Grundlagenforschung, Internet-Zugang, Technologie- und Gründerzentren.
- Bildungssystem / Humankapital (Grundschule bis Hochschule, Duales System).
- Transfer Hochschule-Wirtschaft: Kooperation, Durchlässigkeit, personeller Austausch.
- Arbeitnehmer als Innovationsquelle: Beteiligungsformen, Arbeitszeitmodelle.
- Akzeptanzprobleme: Technikfolgeabschätzung, Kommunikationsformen.

Hinter jedem dieser Stichworte verbergen sich eine Vielzahl von möglichen innovationspolitischen Entscheidungen. Dies soll am Beispiel Umweltschutz verdeutlicht werden. Die Innovationswirkungen des Umweltschutzes hängen vor allem von den Umweltschutzziele und den zu ihrer Umsetzung gewählten Instrumenten ab. Die Erkenntnisse über die Innovationswirkungen umweltpolitischer Instrumente lassen sich grob vereinfachend wie folgt zusammenfassen:¹⁴

¹⁴ Vgl. dazu insbesondere Klemmer (1999), Klemmer/Lehr/ Löbbe (1999), Zimmermann et al. (1998).

- Ordnungsrechtliche Instrumente bremsen den Innovationsprozess, wenn ein bestimmter Stand der Technik (BAT) festgeschrieben wird (Schweigekartell der Obergeringenieure). Ausnahme: Es gelingt, anspruchsvolle, bei gegebenem Stand der Technik nicht realisierbare Standards für einen bestimmten zukünftigen Zeitpunkt glaubwürdig festzuschreiben (technology forcing, vgl. dazu Ashford 2000).
- Marktliche Instrumente (Haftung, Abgaben, handelbare Verschmutzungsrechte) schaffen Innovationsanreize.
- Bei freiwilligen Lösungen ist die Innovationswirkung abhängig vom Grad ihrer Verbindlichkeit.

Insgesamt ist allerdings der Einfluss des umweltpolitischen Instrumenten-Mix auf den gesamtwirtschaftlichen Innovationsprozess als eher gering einzustufen. Wenn es darum geht, diesen Prozess stärker in eine nachhaltige Richtung zu drängen, leistet die „Optimierung“ des umweltpolitischen Instrumentariums nur einen bescheidenen Beitrag und es muss ein wesentlich breiteren Ansatz gewählt werden.

4.2 Ergebnisse empirischer Untersuchungen

Empirische Untersuchungen, die sich explizit mit den Bestimmungsfaktoren „nachhaltiger Innovation“ befassen, liegen nicht vor. Wenn vereinfachend unterstellt wird, dass Umweltinnovationen zugleich nachhaltig sind, kann auf die Ergebnisse des ZEW zurückgegriffen werden (vgl. ZEW et al. 2000):

- Die größte Bedeutung haben gesetzliche Regelungen: Die Einführung von Gesetzen und die Erwartung zukünftiger Gesetzgebung sind der wichtigste Impuls für Umweltinnovationen. Dies spricht für die Bedeutung des technology-forcing-Ansatzes. Allerdings ist zu beachten, dass die Auswirkungen eines solchen Regulierungsansatzes auf andere Innovationsfelder empirisch wenig erforscht ist, jedenfalls eher negativ sein dürfte.
- Ein weiterer wichtiger Impuls für Umweltinnovation sind Kostensparnisse (Entsorgung, Energie, Material, Arbeit). Die Verteuerung von Energie und Material(entsorgung) z.B. durch Öko-Steuern dürfte daher einen spürbaren Einfluss auf die Innovationsaktivität haben. Allerdings

gilt auch hier: Eine höhere Abgabenlast (soweit sie nicht überwältigt werden kann) dürfte eher negative Effekte auf die Innovationsaktivität haben.

- Wichtig ist auch das Umweltbewusstsein, einerseits in den Unternehmen selbst, andererseits im Unternehmensumfeld (Chance der Imageverbesserung). Insofern kann eine Politik, die auf Schärfung des Umweltbewusstseins setzt, wesentliche Unterstützung für Umweltinnovation sein.
- Eine eher untergeordnete Rolle spielt die Hoffnung, neue Märkte erschließen zu können. „Umweltrelevante Produkteigenschaften scheinen sich daher zur Produktdifferenzierung, nicht aber für sich genommen als wesentliche Produktattribute ... zu eignen.“ (ZEW et al. 2000, 83).
- Als wohl wichtigstes Innovationshemmnis kann die mangelnde Verlässlichkeit der umweltpolitischen Rahmenbedingungen genannt werden, die auch für die mangelnden Amortisationsmöglichkeiten mitverantwortlich ist. Dies unterstreicht die Bedeutung der Formulierung verbindlicher Nachhaltigkeitsziele (Nationale Nachhaltigkeitsstrategie), die Orientierungshilfe sind und der Erwartungsbildung eine solide Grundlage verschafft.
- Als weiteres wichtiges Innovationshemmnis wird die zu lange Dauer von Genehmigungsverfahren genannt. Da sich die Untersuchung auf den Zeitraum 1994 bis 1996 bezieht, könnte hier inzwischen eine Verbesserung eingetreten sein.
- Bis Mitte der 90-er Jahre haben – vor allem in den Neuen Bundesländern – mangelnde Finanzierungsmöglichkeiten eine gewisse Rolle als Innovationshemmnis gespielt. Angesichts einer Vielzahl von Förderprogrammen ist dies überraschend und kann auch Ausdruck mangelnder Transparenz des Förderangebots und hohen Aufwands zur Bewältigung der Förderungsbürokratie sein.

5 Innovationspolitik für nachhaltige Entwicklung

5.1 Begründung für staatliche Innovationspolitik

In der Regel gelingt es forschenden und innovativen Unternehmen nicht, sich alle Erträge ihrer Innovation anzueignen. Über die im Unternehmen anfallenden Gewinne hinaus entstehen gesellschaftliche Erträge (positive externe Effekte, Spillover-Effekte). Die Unternehmen neigen also aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive zu Unter-Investition in F&E. Aus diesem Grund ist es auch in einer marktwirtschaftlichen Ordnung effizienzsteigernd, wenn der Staat zugunsten einer Erhöhung von F&E- bzw. Innovationsaktivität in das Marktgeschehen eingreift. Am ehesten mit positiven externen Effekten verbunden ist Innovationsförderung, wenn sie marktfern ansetzt. Mit der Marktnähe (angewandte Forschung, Markteinführungshilfen) nimmt der privat anzueignende Ertrag zu und es verbleiben kaum noch (darüber hinaus gehenden) gesellschaftliche Erträge. Mit der Marktnähe nimmt auch die Selektivität der Förderung zu, damit das Problem, die „richtigen“ Projekte auszuwählen (picking the winners) und KMU einzubeziehen (Bias zugunsten von Großunternehmen). Förderung von Grundlagenforschung ist daher ökonomisch gut begründet, angewandte Forschung dagegen nur im konkreten Einzelfall. Relativiert wird diese Position dadurch, dass einzelwirtschaftliche Rationalität durchaus auch zu Überinvestition in F&E („Patentrennen“, Parallelforschung, etc.) führen kann – und staatliche Förderung diese Ineffizienz dann noch zusätzlich verstärken würde.¹⁵ Wenn (dennoch) die grundsätzliche Frage staatlichen Eingreifens bejaht wird, bleibt zu klären, ob es geeignete Instrumente gibt, um angestrebte Förderziele effizient erreichen.¹⁶ Unter Beachtung der genannten Einschränkungen könnte für

¹⁵ Allerdings dürften dieser Einwand bei nachhaltigen Innovationen eine geringe Rolle spielen, weil hier die positiven externen Effekte groß sein werden (double dividend, triple dividend).

¹⁶ Hier sind z.B. folgende Argumente zu berücksichtigen: Durch selektive Förderung erhöht sich auch der diskretionäre Entscheidungsspielraum der Forschungsbürokratie und damit die Möglichkeit von „Staatversagen“ (Töpfchenwirtschaft, Ressortdenken etc.). Bei allen Subventionen schränken Mitnahmeeffekte die Effizienz der Förderung ein. Die Evaluierung (Erfolgskontrolle) bereitet erhebliche Schwierigkeiten. Wiederwahlorientierte Politiker sind an Innovationen mit unmittelbar positiver Wirkung interessiert. Im politischen Prozess wird sich daher eine Verzerrung zulasten der Grundlagenforschung und zugunsten (zweifelhafter) angewandter Forschung und von Markteinführungshilfen ergeben.

eine nachhaltige Innovationspolitik ein dreistufiger Aufbau gewählt werden, der im Folgenden in Grundzügen dargestellt wird.

5.2 Förderung nachhaltiger Innovation¹⁷

(1) Zunächst muss es darum gehen, eine Nachhaltigkeitspolitik, die – weit über eine Reduktion der THGE hinausgehend – alle Bereiche des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Lebens erfasst, möglichst innovationsverträglich zu implementieren. Dazu gehören vor allem Planungssicherheit und effiziente Instrumente.

- Die Politik muss verlässlich, kontinuierlich, langfristig berechenbar sein. Ein wesentliches Element zur Herstellung von Planungssicherheit für die Innovatoren ist ein Nationaler Nachhaltigkeitsplan. Eingepasst in den internationalen Kontext werden damit – auf der Basis eines konsensualen Verfahrens – verbindliche nationale Ziele (z.B. zur Reduktion der THGE) festgelegt.¹⁸
- Damit wird insbesondere die Erwartungsbildung über Knappheiten und Preispfade stabilisiert.
- Um Formulierung und Weiterentwicklung von Nachhaltigkeitszielen als hochrangige politische Daueraufgabe zu verankern, müssen Institutionen geschaffen werden (Capacity Building), denen diese Daueraufgabe jenseits von tagespolitischen Schwankungen übertragen wird (Nachhaltigkeitsrat).

(2) Reformen und Fördermaßnahmen in allen Politikbereichen (integrativer Ansatz), insbesondere aber in der Forschungs- und Technologiepolitik (Schwerpunkte der Grundlagenforschung, Transferbedingungen etc.) und der Wirtschafts- und Finanzpolitik (Marktordnungspolitik/Deregulierung, Markteinführungshilfen, Risikokapital etc.). Weitere wichtige

¹⁷ Vgl. dazu z.B. Jänicke (2000), Kemp (2000), ZEW et al. (2000).

¹⁸ Vgl. dazu Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2000). Auch die Zielfindung ist allerdings ein iterativer Prozess, in den u.a. neue Erkenntnisse über die Kosten der Zielerreichung eingehen. Insofern werden sich Änderungen in den (quantifizierten) Nachhaltigkeitszielen nie ganz vermeiden lassen.

Politikfelder, die nachhaltige Innovation (z.T. erst längerfristig) unterstützen können, sind:

- Bildungspolitik (Qualifikationsprofile von Hochschulabsolventen bis zu Handwerkern);
- Regionalpolitik (Initiierung von Vernetzung und regionaler Clusterbildung);
- Außenwirtschaftspolitik und Entwicklungspolitik (internationaler Transfer nachhaltiger Innovation).

(3) Spezifische Innovationspolitik zur Förderung konkreter Technologien bzw. Problemlösungen – dort wo ausreichend Information über aktueller Hemmnisse und Barrieren vorliegt, die der Durchsetzung einer (potenziellen) Innovation im Wege stehen. Es geht nicht allein um die Förderung von F&E, sondern primär um die Förderung der Diffusion (Markteinführung) bereits bekannter Problemlösungen, die zumeist vom Typ „Verbesserungsinnovation“ sind. Der Zeithorizont ist kurz- bis mittelfristig. Weitreichende Effekte kann eine solche Förderpolitik haben, wenn sie eine technologische Weichenstellung (Pfadwechsel) beeinflusst oder wenn sie hilft, einen First-Mover-Advantage zu begründen.

Fazit: Welches dieser Elemente in welchem Umfang zum Gegenstand einer nachhaltigen Innovationspolitik gemacht wird, ist letztlich nicht wissenschaftlich zu entscheiden. Die Schwerpunkte sind Ausdruck von politischem Werturteil, strategischer Weitsicht – allerdings auch: von Interessenteneinfluss. Orientierungshilfe können wissenschaftlich geprüfte, in sich konsistente Szenarien bieten, die die Machbarkeiten einzelner (puristischer) Optionen verdeutlichen (vgl. z.B. Blok 2001).

6 Perspektiven

6.1 Zur Durchsetzung nachhaltiger Innovationspolitik

Die Förderung nachhaltiger Innovationen (Produkt- und Prozessinnovation) verlangt Veränderungen in den hoheitlich gesetzten Rahmenbedingungen, d.h. institutionelle Innovationen. Diese kommen in einer Demokratie nur zustande, wenn sich dafür Mehrheiten finden. Bei jeder Verän-

derung der Rahmenbedingungen gibt es Verlierergruppen, die organisierten Widerstand gegen diese Veränderung leisten werden. Das gilt auch für Veränderungen, die Innovation unterstützen sollen – zumal zunächst keine (gesellschaftlichen) Erträge anfallen (Langzeitpolitik) und die Gewinner des innovationsbedingten Strukturwandels zunächst unbekannt bzw. ohne Einfluss sind. Institutionelle Änderungen lassen sich nur durchsetzen, wenn solchen Widerstandskoalitionen machtvolle Gegenkoalitionen entgegentreten. Daran können ganz unterschiedliche Akteure mitwirken – von den Unternehmerverbänden und Gewerkschaften über Umweltverbände und Kirchen bis zu den Medien (vgl. dazu Kurz/Volkert 1997).

Selbst bei zunächst noch ungünstigen Rahmenbedingungen gibt es einige Unternehmen (von Nachhaltigkeits-Pionierunternehmen), denen es gelingt, nachhaltige Innovationspotenziale zu nutzen. Es gelingt, indem diese Unternehmer

- Einschränkungen bei der (kurzfristigen) Rendite hinnehmen, die sie durch eine verbesserte langfristige-strategische Positionierung wieder auszugleichen hoffen;
- Nischenmärkte durch (ökologische, soziale) Zusatzleistungen erschließen, für die sie eine gewisse erhöhte Zahlungsbereitschaft finden;
- Kooperationen mit anderen Akteursgruppen (Stakeholdern) eingehen, z.B. im Fall Greenfreeze und Green-TV.

Solche Pionier-/Nischenanbieter spielen als Ausgangspunkt einer breiter angelegten Diffusion eine wichtige Rolle. Da es sich zumeist um KMU handelt, dürfte es für deren Stärkung vor allem auf gründer- und mittelstandsfreundliche Rahmenbedingungen ankommen.

Von entscheidender Bedeutung wird aber immer sein, ob es gelingt, die Werte und Verhaltensweisen der Bürger (als Wähler, als Konsumenten, als Sparer, als Arbeitnehmer) zu verändern. Zwar muss der Staat die Präferenzen seiner Bürger respektieren. Die Bildung und Veränderung der Präferenzen ist jedoch ein Prozess, der nicht allein den (Marketing-Abteilungen von) Unternehmen überlassen werden muss. Aktive Aufklärung und Werben für Nachhaltigkeit ist ordnungspolitisch unbedenklich (infor-

mierte Präferenzen). Das Engagement der Bürger für Nachhaltigkeit hängt wesentlich ab von Informations- und Mitspracherechten (empowerment of people): Zugang zu umweltrelevanten Daten, Zugang und Klage-recht auch für NGOs (Verbandsklage), Dokumentation von Stoffströmen (aktuelle Beispiele TBT in Textilien, Tiermehl etc.), Environmental Accounting (Berichtspflichten für Unternehmen), Kommunikation von Positiv-Beispielen (best practice), Mitspracherechte der Arbeitnehmer/Betriebsräte auch in Umweltfragen.

Auch Nationen befinden sich im Wettbewerb, einem Wettbewerb um attraktive Rahmenbedingungen, genauer: eine attraktive Kombination von Rahmenbedingungen. Erfolgreiche institutionelle Problemlösungen (eine eigenständige Umweltbehörde, Abgaben- oder Zertifikatslösungen, Selbstverpflichtungen, Nachhaltigkeitspläne etc.) werden deshalb nachgeahmt und finden so internationale Verbreitung. „Nationale Alleingänge“ bzw. „Vorreiterpositionen“ werden auf diese Weise erodieren – damit auch Wettbewerbsnachteile und -vorteile der Unternehmen im Vorreiterland. Allerdings gibt es für den Erfolg einer institutionellen Änderung keine klaren Kriterien (Wählerwirksamkeit, Kosten-Nutzen-Bilanz, Öko-Bilanz etc.) und ist daher schwer prognostizierbar, was rasch Imitatoren finden wird. Festzuhalten ist jedenfalls, dass nachhaltige Innovationspolitik nicht nur unmittelbar (über Prozess- und Produktinnovationen), sondern auch indirekt (über die internationale Diffusion institutioneller Innovation) positive Nachhaltigkeitseffekte erzielt (vgl. dazu Jänicke 2000).

6.2 Wie weit reichen Innovationen?

Soweit es gelingt, eine wirksame Politik für nachhaltige Innovation durchzusetzen, wird damit das vorhandene Potenzial an technischen und organisatorischen Möglichkeiten besser erschlossen, was sich u.a. in einer höheren Steigerungsrate der THGE-Produktivität niederschlagen wird. Verlässliche Prognosen darüber, um wie viel die Produktivität sich – über mehrere Jahrzehnte hinweg (bis 2050) – steigern lässt, sind kaum möglich. Dies mag noch gelingen für das Potenzial konkreter Technologien (die heute schon bekannt sind), nicht aber für die Dimension zukünftiger

Innovationsschritte (Basisinnovationen). Als Orientierungshilfe können Erfahrungen aus der Innovationsgeschichte z.B. der Stahlerzeugung oder der Gebäudeisolierung herangezogen werden. Immer wieder werden physikalische Grenzen für Effizienzsteigerungen bei einzelnen Prozessen auftreten. Die Bedürfnisbefriedigung in den verschiedenen Bedürfnisfeldern (Endzweck des Wirtschaftens) ist aber nicht an bestimmte Technologien gebunden und kann – längerfristig – nahezu jeder Grenze flexibel ausweichen. Daher sind einem effizienzsteigernden Innovationspfad prinzipiell keine Grenzen gesetzt. Weil letztlich unbekannt bleibt, wie weit eine entschlossene Innovationsoffensive tragen wird, dürfen Alternativen nicht gänzlich vernachlässigt werden. Neben „Dekarbonisierung“ (Senkung der THGE/kWh) und Steigerung der Energieeffizienz sollten Suffizienzrevolution (BIP/Einwohner) und Bevölkerungspolitik nicht aus der Nachhaltigkeitsdebatte ausgeblendet werden.

Literatur

- Ashford, N. A. (2000): An Innovation-Based Strategy for a Sustainable Environment, in: Hemmelskamp, J./Rennings, K./Leone, F. (eds.): Innovation-oriented Environmental Regulation. Theoretical and Empirical Analysis, Heidelberg, 67-107
- Becher, G. et al. (1990): Regulierungen und Innovation. Der Einfluss wirtschafts- und gesellschaftspolitischer Rahmenbedingungen auf das Innovationsverhalten von Unternehmen, München
- Blazejczak, J. et al. (1999): Umweltpolitik und Innovation: Politikmuster und Innovationswirkungen im internationalen Vergleich, Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 22, 1-32
- Blok, K. (2001): Potentials for Improving Energy System Performance, in diesem Band
- Deutscher Bundestag, Ausschuß für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (1999): Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung, Bericht des Büros für Technikfolgenabschätzung, Bonn

- Dodgson, M./Rothwell, R. (eds. 1996): The Handbook of Industrial Innovation, Cheltenham/Brookfield
- Freeman, C./Soete, L. (1997): The Economics of Industrial Innovation, 3rd ed., Cambridge, MA
- Hemmelskamp, J./Rennings, K./Leone, F. (eds. 2000): Innovation-oriented Environmental Regulation. Theoretical Approaches and Empirical Analysis, Heidelberg
- Hillebrand, B./Löbke, K. et al. (2000): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – ausgewählte Problemfelder und Lösungsansätze, Essen
- Jänicke, M. (2000): Ökologische Modernisierung als Innovation und Diffusion in Politik und Technik: Möglichkeiten und Grenzen des Konzeptes, Discussion Paper FFU-dp 1-2000, Berlin
- Kemp, R. (2000): Integrated Product Policy and Innovation: Incremental Steps and Their Limits, Ökologisches Wirtschaften No.6, 24/25
- Klemmer, P. (Hrsg. 1999): Innovationen und Umwelt, Heidelberg
- Klemmer, P./Lehr, U./Löbke, K. (1999): Umweltinnovationen. Anreize und Hemmnisse, Heidelberg
- Klodt, H. (1995): Grundlagen der Forschungs- und Technologiepolitik, München
- Kurz, R. (1996): Innovationen für eine zukunftsfähige Entwicklung, Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zur Wochenzeitung Das Parlament B7/96, 9. Februar 1996, 14-22
- Kurz, R. (1997): Unternehmen und nachhaltige Entwicklung, in: de Gijssel, P. et al. (Hrsg.): Ökonomie und Gesellschaft, Jahrbuch 14: Nachhaltigkeit in der ökonomischen Theorie, Frankfurt a.M./New York, 78-102

- Kurz, R./Graf, G./Zarth, M. (1989): Der Einfluss wirtschafts- und gesellschaftspolitischer Rahmenbedingungen auf das Innovationsverhalten von Unternehmen, Tübingen
- Kurz, R./Volkert, J. (1997): Konzeption und Durchsetzungschancen einer ordnungskonformen Politik der Nachhaltigkeit, Tübingen/Basel
- Meyer-Krahmer, F. (ed. 1998): Innovation and Sustainable Development. Lessons for Innovation Policies, Berlin etc. (Springer)
- OECD (1998): Eco-Efficiency, Paris
- OECD (1998): New Rationale and Approaches in Technology and Innovation Policy, Science, Technology Industry Review No.22, Special Issue, Paris
- OECD (1999a): Managing National Innovation Systems, Paris
- OECD (1999b): Technology and Environment: Towards Policy Integration, Paris
- OECD (2000a): Innovation and the Environment, Paris
- OECD (2000b): Energy Technology and Climate Change, Paris
- Prognos AG (Hrsg. 1998): Nachhaltige Entwicklung im Energiesektor? Erste deutsche Branchenanalyse zum Leitbild von Rio, Heidelberg
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2000): Schritte ins nächste Jahrtausend, Wiesbaden
- Rennings, K. (Hrsg. 1999): Innovation durch Umweltpolitik, Baden-Baden
- Schumpeter, J. A. (1911): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmervergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus, 6. Aufl., Berlin 1964
- Schumpeter, J. A. (1942): Capitalism, Socialism and Democracy, New York
- Umweltbundesamt (Hrsg. 1998): Innovationspotenziale von Umwelttechnologien. Innovationsstrategien im Spannungsfeld von Technologie, Ökonomie und Ökologie, Heidelberg

- Weizsäcker, E. U. v./Lovins, A. B./Lovins, L. H. (1995): Faktor vier: Doppelter Wohlstand – halbierter Naturverbrauch, München
- ZEW et al. (2000): Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, BTg.-Drs. 14/2057
- Zimmermann, H./Otter, N./Stahl, D./Wohltmann, M. (1998): Innovation jenseits des Marktes. Neuerungsverhalten in Staat, privaten Haushalten und Non-Profit Organisationen und der Einfluß umweltpolitischer Instrumente, Berlin

Nachhaltigkeit globaler Energiesysteme

Dieter M. Imboden

1. Die Entwicklung der menschlichen Energienutzung und die nichteingetretenen Katastrophen

Energie gehört – neben Wasser und Boden – zu den nicht substituierbaren Basisressourcen des Lebens. Bis vor einigen hundert Jahren stand dem Menschen praktisch nur die direkte und indirekte Nutzung solarer Energie zur Verfügung (Holz und andere Biomasse, Wasserkraft, Wind, Nutztiere). Damals lag die Energienutzung des Menschen in der gleichen Grössenordnung wie dessen physiologischer Energiebedarf von rund 8'000 Kilojoule pro Tag, bzw. – als durchschnittliche Dauerleistung ausgedrückt – von knapp 100 Watt pro Person. Dort, wo Kulturen über mehrere Jahrhunderte oder gar Jahrtausende überlebten, war die Energienutzung notgedrungen nachhaltig. Allerdings kamen auch nichtnachhaltige Nutzungsformen vor, insbesondere in Form der Abholzung ohne entsprechende Walderneuerung. Diese waren aber immer örtlich und zeitlich limitiert, d.h. sie stiessen in Kürze an ihre eigenen Grenzen.

In Europa – vor allem in England – wurde seit dem Mittelalter immer wieder eine Verknappung von Holz befürchtet. Ein tatsächlicher Versorgungsengpass zeichnete sich aber erst im 18. Jahrhundert ab, als in England die Nachfrage nach Holz enorm zunahm, einerseits für den Bau von Schiffen und Gebäuden, andererseits von Seiten des stark expandierenden Gewerbes für die Wärmeproduktion.¹ Diese Verknappung verhalf schliesslich der im Prinzip schon seit dem Altertum bekannten Steinkohle zum Durchbruch. Ohne diesen neuen Brennstoff wäre nicht nur die weitere Entwicklung des Gewerbes behindert worden; auch die Industrialisierung wäre ohne Kohle nicht möglich gewesen. Die neue Ressource öffnete dem Energiemarkt neue Dimensionen und liess die pessimistischen Vorhersagen in Vergessenheit geraten.

Ähnlich wie beim Holz hatte Malthus im Jahre 1798 eine Hungerkatastrophe als Folge des Bevölkerungswachstums bei insgesamt gleicher

¹ R. P. Sieferle: Der unterirdische Wald, C.H. Beck, München, 1982

Anbaufläche vorausgesagt. Auch hier machten neue Faktoren die Prognosen ungültig, insbesondere die veränderten Produktionsbedingungen in der Landwirtschaft und die Möglichkeit des „Exportes“ des Geburtenüberschusses in die kolonisierten Gebiete in Übersee.

Ein weiterer Energienachfrageschub setzte in den fünfziger und sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts ein. Auch er war mit einem Wechsel der hauptsächlichen Energieressource verbunden, nämlich von Kohle zu Erdöl und etwas verzögert zu Erdgas. Bei der Stromproduktion kam – neben der schon seit Anfang des 20. Jahrhunderts genutzten Wasserkraft – die Kernenergie dazu. Allerdings blieb der Beitrag der Kernenergie trotz anfänglich sehr euphorischer Prognosen bis heute unter 20 Prozent der Stromproduktion, und die Elektrizität ihrerseits macht nur 20 Prozent des weltweiten Bedarfes an Nutzenergie aus.

Dank des enormen Wirtschaftswachstums und der wachsenden Verfügbarkeit von billigem Erdöl und Erdgas stieg in den letzten fünfzig Jahren der Bedarf der Industrieländer auf 4000 bis 10'000 Watt pro Person. In den meisten Entwicklungsländern liegt der Energieverbrauch heute noch immer unter 1000 Watt (Tab. 1); das globale Mittel beträgt 2000 Watt pro Person. Insgesamt basierten 90 Prozent der globalen kommerziellen Nutzenergie auf fossilen Brennstoffen (Kohle, Erdöl, Erdgas). Einerseits rechnen Prognosen bis zum Jahre 2050 mit einer Verdreifachung des Bedarfs, was – ausser bei der Kohle – zu einer akuten Verknappung des Angebotes und entsprechenden Preisaufschlägen führen wird (Abb. 1). Andererseits fordern die Klimawissenschaftler, der Ausstoss von CO₂ in die Atmosphäre sei bis zum Jahre 2100 auf ein Drittel bis 80 Prozent des Wertes von 1990 zu reduzieren (Tab. 2). Damit liesse sich aus Kohle (die andern fossilen Brennstoffe dürften bis dann nur noch marginal zur Verfügung stehen) pro Kopf gerade noch eine mittlere Energieleistung von 200 bis 500 Watt erzielen.

Die Modelle unterscheiden sich stark bezüglich des Emissionspfades, der zum angestrebten Emissionsziel des Jahres 2100 führt (Tab. 2): Für das Jahr 2050 werden tolerierte Emissionsraten zwischen 15 und 40 Gt CO₂ pro Jahr angegeben (65 Prozent bis 180 Prozent des Wertes von 1990). Würde dann die gesamte Energie aus Erdgas produziert, stünde pro Kopf

Tab. 1: Globale (kommerzielle und nichtkommerzielle) Energienutzung
Einige typische ausgewählte Zahlen^a

	Total	Nicht- kommerziell^c	Pro Kopf	Pro Kopf
	(EJ/Jahr) ^b	(% von total)	(total) (Watt p.K.) ^d	(% Veränderung seit 1973)
Welt	345	6.1^e	2'000	+6
Afrika	13.6	35	630	+27
Äthiopien	0.46	90	290	
Nigeria	1.7	59	530	+92
Asien	105.9	970	+84	
Japan	17.5	~0	4'500	+24
China	31.7	6	850	+104
Indien	12.1	23	420	+100
Sri Lanka	0.17	53	290	+10
Europa	110	<1	4'700	+73
USA	82.7	1	10'200	-7
Kanada	9.3	<1	10'200	+12

^a Aus *World Resources 1996/97*

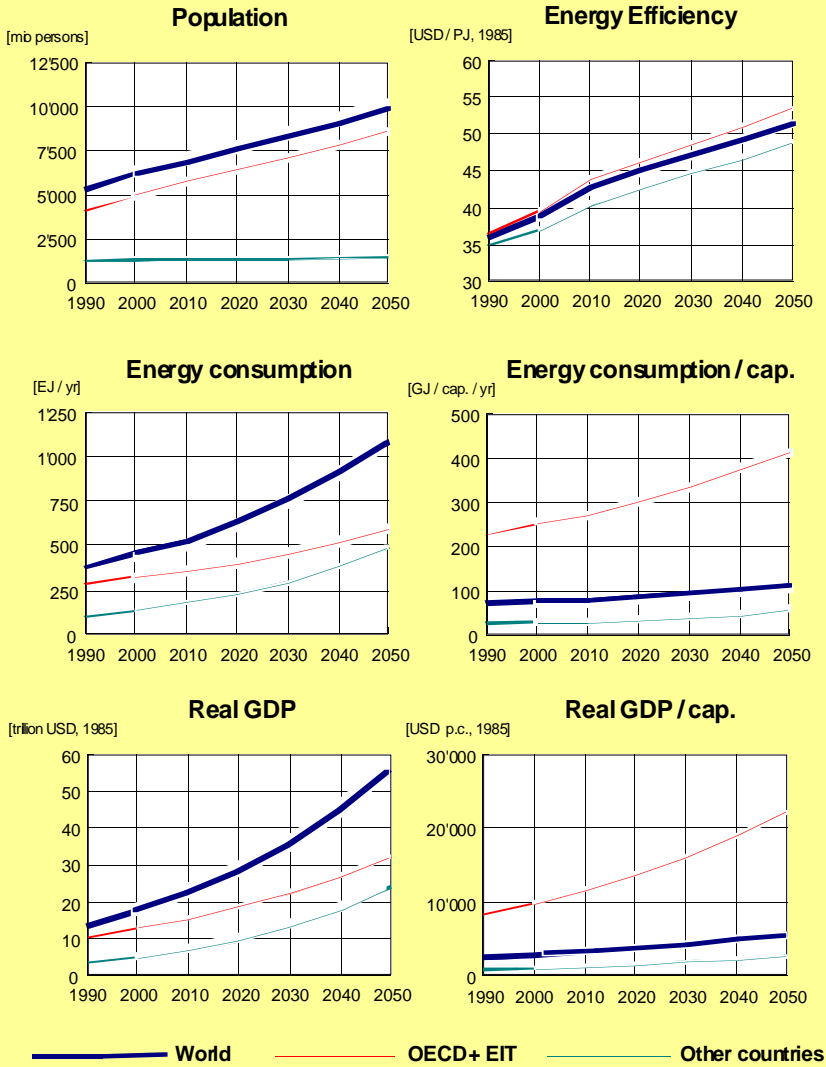
^b 1 EJ = 1 Exajoule = 10¹⁸ Joule

^c Traditionelle Brennstoffe wie Brennholz, tierische Abfälle u.a.

^d 1 Watt = 1 Joule pro Sekunde

^e Schätzungen der globalen nichtkommerziellen Energienutzung variieren zwischen 6 Prozent und über 10 Prozent.

World Indicators 1990 - 2050



Sources: OECD 1995, EIA 1998

598popgdprgf

Abb. 1: World Indicators 1990-2050 GDP=Gross Domestic Product (Quelle OECD 1995, EIA 1998). Aus D. Imboden and C. Jäger (1999). Towards a Sustainable Energy Future. Energy: The next fifty years. Paris, OECD: 63-94.

Tab. 2: Die globale CO₂-Situation

CO₂-Emission pro Kopf und Jahr

Weltweiter Durchschnitt	4 t CO ₂ pro Kopf und Jahr
USA	20
OECD-Länder	12
Indien	1

Totale CO₂-Emission (Gt CO₂/Jahr)

	1997	2050	2100
<i>Gegenwärtig</i>	24		
OECD Szenario		67	
WEC Fall A		50	56
B		41	40
C		25	8.4
IPCC Szenario S450		15 bis 40a	7 bis 18 a

Zulässige CO₂-Emission pro Person und Jahr für das S450-Szenario

	Bevölkerung (10 ⁹)	Emission pro Kopf (tCO ₂ /Jahr)	Potential für Energienutzung ^b		
			Kohle	Öl	Gas
2050	10	1.5 bis 4.0	500–1300	600–1700	800–2300
2100	12	0.6 bis 1.5	200–500		

^a Verschiedene zeitliche Emissionspfade führen zu unterschiedlichen Werten (Summary for Policy Makers of the IPCC WG III Third Assessment Report, March 2001).

^b Unter der Annahme berechnet, dass die zulässige CO₂-Emissionsmenge jeweils zu 100 Prozent durch die Verbrennung von Kohle bzw. Erdöl bzw. Erdgas entsteht. Es wurden die folgenden CO₂-Emissionsfaktoren benützt: Kohle 94.6, Rohöl 73.3, Erdgas 56.1 (Werte in kg CO₂/GJ).

im Durchschnitt 800 bis 2300 Watt zur Verfügung. Bei Produktion aus Kohle waren die Zahlen entsprechend kleiner (500 bis 1300 Watt), da pro Energieeinheit mehr CO₂ entsteht.

Stellt die Schlussfolgerung, die man aus diesen Zahlen ziehen müsste, ein neues Malthusianisches Katastrophenszenario dar, das dann später aus irgend welchen Gründen erneut ausbleiben wird? – Viele Menschen, allen voran Politiker und Wirtschaftsvertreter, scheinen sich auf die geschichtliche Erfahrung der nicht eingetretenen Katastrophen zu verlassen. Diese Sicht ist nicht nur zu einfach, sondern auch, wie im Rahmen des Projektes ‚Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich‘ zu zeigen sein wird, ausserordentlich gefährlich.

2. Merkmale eines nachhaltigen Energiesystems und das Konzept der konstanten Zeit sicherer Praxis

Die Vielfalt von Definitionen und Interpretationen des Begriffs ‚Nachhaltigkeit‘ wird an anderer Stelle diskutiert. Hier geht es um eine pragmatische Diskussion des Konzeptes unter dem besonderen Blickwinkel der Energie. Wir betrachten Nachhaltigkeit unter zwei Gesichtspunkten, dem *zeitlichen* und dem *örtlichen*. Ersterer betrifft den im Brundtland-Bericht verwendeten Nachhaltigkeitsbegriff („...die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigen, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“). Der zweite Blickwinkel bezieht sich auf die Frage der Gerechtigkeit der heutigen Ressourcennutzung durch Menschen und Nationen.

Zum *zeitlichen* Aspekt: Mit einer restriktiven Auslegung des Begriffs Nachhaltigkeit (nur die Nutzung erneuerbarer Ressourcen ist nachhaltig) ist es trivial festzustellen, dass das heutige Energiesystem nicht nachhaltig ist, sogar dann, wenn sich das Problem der Klimaveränderung als Folge des Anstiegs der atmosphärischen CO₂-Konzentration nicht stellen würde. Ein nachhaltiges Energiesystem dürfte sich ja lediglich auf erneuerbare Energiequellen stützen, also auf die Wasserkraft, die Sonne, den Wind, die Biomasse, die Gezeiten und die Geothermie (letztere mit gewissen Einschränkungen, da die Gefahr der Übernutzung geothermischer Energien besteht). Damit wären wir im Wesentlichen zurück

beim Energiesystem unserer Vorfahren. Allerdings stellt sich bei dieser Interpretation von Nachhaltigkeit die Frage nach dem Sinn eines vollständigen Verzichtes auf die Nutzung der fossilen und nuklearen Energieressourcen. Ökonomisch gesehen würde dieser Verzicht eine Art von Verschwendung ökonomischer Ressourcen bedeuten, welche ihrerseits der Wohlstandsvermehrung und letztlich auch der Elimination nichtnachhaltiger Praktiken dienen könnten. Angesichts der in weiten Teilen der Erde herrschenden Armut müsste man sich ernsthaft fragen, ob eine solche Politik als nachhaltig zu bezeichnen wäre.

Die Kulturgeschichte lehrt uns – und die im ersten Abschnitt erwähnten Beispiele der nicht eingetroffenen Katastrophen illustrieren dies –, dass alle Praktiken der menschlichen Gesellschaft zeitlich begrenzt waren und sind, so dass die Frage der Nutzung nichterneuerbarer Ressourcen *allein* kein sinnvolles Kriterium für die Nachhaltigkeit bilden kann. Das *Konzept der Zeit sicherer Praxis* eröffnet die Möglichkeit, Nachhaltigkeit zu quantifizieren und dynamisch zu interpretieren. Es geht davon aus, dass jede Komponente gesellschaftlicher Tätigkeit daraufhin analysiert werden kann, wie lange sich diese hypothetischerweise unverändert fortsetzen liesse, bis sie an ihre eigenen Grenzen stiesse. Diese Zeit nennen wir *die Zeit sicherer Praxis*. Bei der Nutzung von nichterneuerbaren Ressourcen ist diese Zeit durch die sog. *Reichweite* gegeben. Letztere berechnet sich durch Integration der momentanen Verbrauchkurve (sei diese konstant oder beispielsweise exponentiell wachsend) bis zu jener Zeit, da alle bekannten, ökonomisch nutzbaren Ressourcen aufgebraucht wären. Für andere Aspekte können ähnliche Überlegungen gemacht werden. Beispielsweise liefert die Grösse der jährlich durch Bautätigkeit verschwindenden Kulturfläche die Basis zur Berechnung der Zeit, bis ein signifikanter Teil der landwirtschaftlich genutzten Fläche aufgebraucht ist. Die Reduktion von Arbeitsplätzen durch Rationalisierung und die dadurch bedingte Arbeitslosigkeit, die Ungleichverteilung des Einkommens, die Gesundheitskosten und vieles mehr lassen sich für die Abschätzung von Zeiten sicherer Praxis benützen.

Um die einzelnen Zeiten zu einer ‚totalen‘ Zeit sicherer Praxis zu aggregieren und damit das System als Ganzes zu beurteilen, spielen die kürze-

sten Zeiten eine dominante Rolle. Ein Vergleich mit der Analyse eines Strassennetzes möge dies verdeutlichen: Aufgrund des jährlichen Verkehrswachstums an verschiedenen Stellen und der entsprechenden Strassenkapazitäten lässt sich für die einzelnen Abschnitte berechnen, wie lange der Verkehr noch geschluckt werden kann. Die Verkehrsplanung wird sich insbesondere auf jene Strecken konzentrieren, bei denen die so berechneten (kritischen) Zeiten am kürzesten sind. Auch wenn als Folge möglicher Verkehrsverlagerungen diese Zeiten nicht unabhängig sind (wie es auch die verschiedenen Zeiten sicherer Praxis als Folge von Substitutionen und anderer Massnahmen nicht sind), so lässt sich doch in erster Näherung die Anfälligkeit eines Systems als Ganzes anhand der kürzesten Zeiten analysieren.

Nun gibt es freilich nicht nur Mechanismen, welche die Zeit sicherer Praxis verkleinern, sondern umgekehrt auch solche, welche diese verlängern. Die Exploration neuer Ressourcen, die Substitution einer Ressource durch eine andere mit grösserer Reichweite oder die Schaffung neuer Arbeitsplätze sind Beispiele dafür. Wenn eine Gesellschaft – wie beispielsweise die antike ägyptische Kultur – über grosse Zeiträume hinweg zu überleben vermochte, betrieb sie offensichtlich eine Strategie, dank der die Zeit sicherer Praxis nie unter einen kritischen Wert sank.

Aus dieser Sicht lässt sich nun Nachhaltigkeit – oder genauer: deren Veränderung – mit Hilfe des Konzeptes der Zeit sicherer Praxis quantifizieren. Wir skizzieren hierzu zwei verschiedene Möglichkeiten. In einer ersten können wir die folgende einleuchtende Forderung aufstellen:

Eine Praxis (z.B. eine Energiepraxis) ist dann Nachhaltigkeit, wenn die Zeit sicherer Praxis konstant bleibt oder wächst (*Prinzip der konstanten Zeit sicherer Praxis*)¹.

Auf die Nutzung nichterneuerbarer Ressourcen übertragen bedeutet dies, dass die Substitutionsrate und die Rate der Neuentdeckung der betreffenden Ressource den Verbrauch mindestens kompensieren. Für die CO₂-Problematik heisst das Prinzip der konstanten Zeit sicherer Praxis, dass

¹ Dieter M. Imboden, *The Energy Needs of Today are the Prejudices of Tomorrow*, Gaia 2, S. 330-337 (1993).

die Dekarbonisierungsrate des globalen Energiesystems so gross ist, dass trotz steigendem Energiebedarf der Ausstoss von CO₂ in die Atmosphäre einen durch die Klimamodelle gegebenen und nach gewissen normativen Kriterien festzulegenden Wert nicht übersteigt.

3. Die Trägheit des globalen Energiesystems

Eine zweite Methode zur Beurteilung der Nachhaltigkeit eines Systems mit Hilfe der Zeit sicherer Praxis basiert auf dem Prinzip der Wandelbarkeit bzw. *Trägheit* eines Systems, z. B. des Energiesystems eines Landes. Die Trägheit lässt sich als jene Zeit definieren, die es braucht, um das betrachtete System signifikant zu verändern. Für den Fall des heutigen, durch den Verbrauch fossiler Brennstoffe dominierten Systems wäre eine solche signifikante Veränderung zum Beispiel die Umstellung auf erneuerbare Energiressourcen oder auf Kernenergie. Ein zentrales Gebot der Nachhaltigkeit müsste somit lauten, dass die Zeit sicherer Praxis immer grösser bleibt als die Trägheit des betrachteten Systems. Um noch einmal einen Vergleich zu benützen: Der Bremsweg eines Oeltankers soll kleiner sein als die Sichtdistanz des Steuermannes (wobei dieser sich durchaus auch technischer Instrumente wie des Radars bedienen darf; das ändert am Prinzip nichts).

Die Trägheit eines Systems bestimmt die Übergangsmöglichkeiten von einem nichtnachhaltigen in ein nachhaltiges System. Sie wird zum einen von Innovationen und wirtschaftlichem Potential bestimmt, zum andern von gewissen strukturellen Eigenschaften eines Landes bzw. einer Region. Eine Analyse sowohl des Energiebedarfes als auch der Trägheit verschiedener menschlicher Aktivitäten zeigt auf, dass das *Bauwerk Welt* (bzw. das Bauwerk Deutschland, Schweiz etc.) die grösste Trägheit bezüglich Veränderungen im Energiesystem aufweist. Dies wird in Tab. 3 anhand des Bauwerkes Schweiz exemplifiziert². Unter dem Bauwerk Schweiz versteht man die Summe der rund zwei Millionen Gebäude und

² Mit diesem Beispiel soll nicht unterstellt werden, das Bauwerk sei der einzige Faktor, der die Nachhaltigkeit eines Landes bestimmt. Sicher stellt es aber eine wichtige Einflussgröße dar, sind doch in der Schweiz rund 60 Prozent des Endenergieverbrauches direkt mit Bau, Betrieb und Unterhalt des Bauwerkes verbunden.

Tab. 3: Das BAUWERK SCHWEIZ (BWS)

Ca. 2 Mio. Gebäude

verbunden durch eine komplexe Infrastruktur (Strasse, Schiene, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Energieverteilung, Telekommunikation etc.)

Wiederbeschaffungswert des Bauwerk Schweiz 1999 in Mrd. CHF ^a

Hochbauten

Einfamilienhäuser	346
übrige Wohnungen	694
Büro	114
Verkauf	50
Gastgewerbe	56
Industrie/Lager	223
Infrastruktur	226
Landwirtschaft	79
Total Hochbau	1'788

Tiefbauten

Strassen	national	51
	kantonal	54
	kommunal	73
	übrige	27
	<i>Total Strassen</i>	205
Bahn		73
übriger Verkehr	49	
<i>Total Verkehr</i>		327

Wasserversorgung	73
Wasserentsorgung	77
Gas	16
Elektro	147
übrige Ver- und Entsorgung	13
<i>Total Ver- und Entsorgung</i>	326
Total Tiefbau	653

Totaler Wiederbeschaffungswert des BWS **2'441**

Jährliche Aufwendungen für Neubauten, Umbauten und Renovationen in der Schweiz 1999 in Mrd. CHF^b

Bauausgaben

Neubau	23
Umbau	14
Öffentliche Unterhaltsarbeiten	3
Total Bauausgaben	40

Theoretische Erneuerungsrate 1.6 Prozent pro Jahr, dies entspricht einer Erneuerungszeit von rund 60 Jahren.

Das BWS bedingt:

Direkt: ca. 60 Prozent des totalen Endenergieverbrauches

Indirekt: ein großer Teil der Mobilitätsenergie, welche ihrerseits ca. 30 Prozent des totalen Endenergieverbrauches ausmacht

der gesamten Infrastruktur (Strasse, Schiene, Wasserversorgung und -entsorgung, Energieverteilung, Telekommunikation etc.), welche sie vernetzt. Der totale Wiederstellungswert des Bauwerkes Schweiz stellt ungefähr 2.4 Billionen Franken dar. Die jährlichen Aufwendungen für Neubauten, Umbauten und Renovationen machen 40 Milliarden Franken aus. Die theoretische Erneuerungsrate des Bauwerkes Schweiz beträgt also 1.6 Prozent pro Jahr; sie entspricht einer mittleren Erneuerungszeit von rund 60 Jahren. Der Umbau des Bauwerkes Schweiz würde also zwei bis drei Generationen dauern. Durch die Bevorzugung energierelevanter Massnahmen beim Umbau des Bauwerkes Schweiz (der Umbau macht 35 Prozent der totalen Ausgaben aus) könnte die auf den Energiebedarf bezogene Erneuerungszeit des Bauwerkes Schweiz um ein bis zwei Jahrzehnte reduziert werden.

Ein Ziel dieses Beitrages wird es sein, das Konzept der Zeit sicherer Praxis auf verschiedene Energieszenarien anzuwenden und damit die Szenario-

^a Immo-Monitoring: 2000. Bd. 3 – Baumarkt, Wuest&Partner 1999.

^b Bundesamt für Statistik 2001.

rien bezüglich ihrer Nachhaltigkeit miteinander zu vergleichen. Hier wird sich offensichtlich ein starker Bezug zur Rolle der Innovation ergeben, nicht nur bezüglich der Energiebereitstellung, sondern auch bezüglich der Veränderung der Energiebedarfsstruktur.

4. Die vergessene Dimension: Der örtliche Aspekt der Nachhaltigkeit

Der *örtliche Aspekt* der Nachhaltigkeit bezieht sich auf die Frage der geografischen Verteilung nichtnachhaltiger Praktiken. Dazu gehört insbesondere die Verteilung der Ressourcennutzung auf verschiedene Regionen bzw. Länder. Für den Fall der Energienutzung sind, wie Tab. 1 zeigt, die Unterschiede enorm. Beispielsweise ist die durchschnittliche Energienutzung pro Kopf in Äthiopien heute 35 mal kleiner als in den USA. Berücksichtigt man ferner, dass der Energiebedarf in Äthiopien zu 90 Prozent durch nichtkommerzielle Quellen, d.h. vor allem durch die Nutzung von Biomasse (Holz, tierische Abfälle u.a.) gedeckt wird, in den USA hingegen die nichtkommerzielle Energienutzung verschwindend klein ist, beträgt das Verhältnis der kommerziellen Nutzung (also insbesondere der Nutzung von fossilen Brennstoffen) zwischen den beiden Ländern sogar 350. Es stellt sich die Frage – zum Beispiel im Hinblick auf das Gerechtigkeits-Argument, das im Beitrag von W. Achterberg angeschnitten wird –, ob sich geografische Unterschiede dieser Größenordnung auf die Dauer mit dem Anspruch der Nachhaltigkeit vereinbaren lassen. Insbesondere die großen asiatischen Länder China und Indien haben einen gewaltigen Nachholbedarf bei der Energienutzung. Dessen Befriedigung wird entweder zu einem großen Wachstum des globalen Energiebedarfes führen oder aber einschneidende Nutzungsreduktionen bei den Industrieländern nötig machen. Die Prognosen der OCED deuten auf die erste Variante hin. Wie Modellrechnungen zeigen, würde die Differenz des durchschnittlichen Prokopf-Verbrauches zwischen den armen und reichen Ländern zukünftig sogar noch wachsen (Abb. 1).

Die Quantifizierung des örtlichen Aspektes der Nachhaltigkeit könnte – unter Berücksichtigung regionaler (hauptsächlich klimabedingter) Unterschiede – durch einen Homogenitätsindex geschehen, wie er in der

Bewertung der Einkommens- und Vermögensstruktur einer Bevölkerungsgruppe benützt wird. Ein Abbau der heutigen Inhomogenitäten führt zu grösserer Nachhaltigkeit, auch wenn die absolute Gleichverteilung kaum das Optimum darstellen dürfte.

Offensichtlich lassen sich örtliche und zeitliche Aspekte der Nachhaltigkeit nicht immer streng trennen. Wenn wir bei der zeitlichen Nachhaltigkeit mit Hinweis auf den Nachholbedarf armer Länder die Nutzung nicht-erneuerbarer Ressourcen befürwortet haben, so ist es natürlich widersinnig, dass heute diese Nutzung den Unterschied zwischen arm und reich nicht verkleinert, sondern eher vergrössert. Es mag berechtigt sein, das Recht zukünftiger Generationen zu beschneiden, wenn damit dem Recht (bzw. der Gerechtigkeit) heutiger Generationen geholfen wird. Die Realität sieht allerdings in vielen Fällen anders aus. Auch dieser Punkt wird genauer zu untersuchen sein.

Schwieriger zu beantworten als die technische Machbarkeit eines Umbaus des globalen Energiesystems in Richtung geografischer und zeitlicher Nachhaltigkeit ist das Problem, wie die Dynamik des Übergangs aus sozialer und ökonomischer Sicht gestaltet werden muss und welche Faktoren (Umwelt/Klima, Ökonomie, Entwicklung/globales Wohlstandsgefälle) kritisch sind. Insbesondere stellt sich die Frage, ob die Innovationskraft des Menschen allein rechtzeitig eine ökonomisch-technische Antwort auf die anstehenden Veränderungen bei der Energieversorgung finden kann oder ob zusätzlich auch ein grundlegender Wertewandel nötig ist, um das globale Energiesystem nachhaltig zu gestalten.

Potentials for improving energy system performance

Kornelis Blok

Introduction

The use of fossil energy is a source of environmental risks, of which the possibility of climate change through the emission of carbon dioxide is a prominent one. According to the present understanding, emissions of carbon dioxide need to be strongly reduced, at least in industrialized countries.

There is already a wide range of technologies available to reduce energy-related emissions of carbon dioxide. Existing technologies can improve the efficiency of energy production and consumption by 20 – 40 per cent. Important options are, for instance, the extension of the application of building insulation, the use of building management systems, the optimization of electric appliances, the application of combined generation of heat and power (CHP), the further improvement of car engines and aerodynamics, and a large set of adaptation options for industrial processes. Other options are a shift from coal to natural gas and the use of some renewable energy sources.

Such options are available and may prove sufficient to reach short and medium term targets, like those set by the Kyoto protocol for the period 2008 to 2012.

Reaching longer term targets, like those for a period of 50 to 100 years ahead requires not only the further adoption of the technologies mentioned, but also the application of new technologies. These technologies should be adopted at a rate that at least compensates for the increase in human activities associated with economic growth.

The aim of this paper is to investigate which technologies are important for the longer term on the road towards a more sustainable energy system. An energy system can schematically be broken down into five stages (see Figure 1). In this paper, we will first focus on the options that are occurring in end-use and end-use conversion. Next, important energy supply options (the other three categories) will be covered. The energy exchange between the supply sectors and the demand sectors is called the final energy use.

Finally, some conclusions are drawn regarding the prospects for a long-term improvement of the energy system.

Note that the aim of this paper is just to present some overall lines, illustrated with some specific examples. More extended analysis can be found in the literature¹.

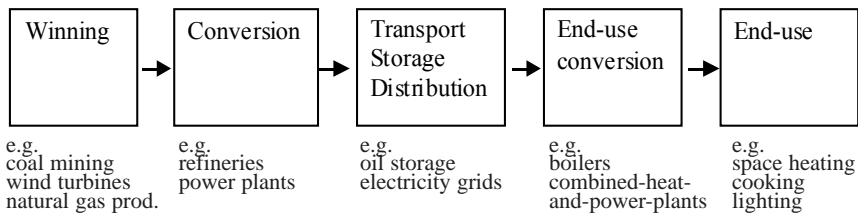


Figure 1. Schematic description of the stages of an energy system

Energy efficiency improvement in end-use sectors

Traditionally, the energy efficiency of energy use improves by about 1 per cent per year, with rates of e.g. 2 per cent per year in periods of high fuel prices. In this section the feasibility of enhanced energy efficiency improvement will be discussed.

First of all, some more needs to be said about what is meant with energy efficiency improvement. Energy efficiency is output divided by input of a process in which energy is an input. The opposite of energy efficiency is input divided by output, often indicated as the specific energy consumption. If this paper talks about energy efficiency improvement, always a decline of the specific energy consumption is meant.

In this section, opportunities for energy efficiency improvement in the three major end-use sectors: manufacturing industry, residential and commercial buildings, and transportation will be discussed.

¹ K. Blok, W.C. Turkenburg, W. Eichhammer, U. Farinelli, T.B. Johansson (eds.): Overview of Energy RD&D Options for a Sustainable Future, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 1996.
Federal Energy Research and Development for the Challenges of the 21st Century, President's Committee of Advisors on Science and Technology (PCAST), Washington D.C., 1997.

Manufacturing industry

The opportunities for future energy efficiency improvement for a number of sectors in heavy industry were analyzed by De Beer². This was done according to a structured method, including: (i) process and energy analysis; (ii) technology identification; (iii) technology characterisation.

The results of this work provide for an overview of the potential for energy efficiency improvement for selected sectors in manufacturing industry, see Table 1. We see that in all the cases it is possible to bridge about half of the gap between the present best technologies and the thermodynamic minimum with identified new technologies.

Despite the extended inventories that were made, all identified technologies could be commercialized well within 30 years, and the overwhelming majority within 15 years.

Residential and commercial sector

Space heating and hot water production are important energy functions in buildings and responsible for about two thirds of primary energy demand.

The developments for these energy functions can be illustrated by the developments for the residential sector in the Netherlands. In the Netherlands average energy use for space heating and hot water production was about 100 GJ ($\sim 1 \text{ GJ/m}^2$) per year in the late seventies, both for the average stock and for new buildings. At present the energy use for the average stock has declined to 70 GJ per year³.

For new dwelling a standard was set in 1996 that forced building developers to build houses with a projected consumption of approx. 44 GJ. In two steps this was further decreased to 32 GJ in the year 2000.

² J. de Beer: Potential for Industrial Energy-Efficiency Improvement in the Long Term, Ph.D. Thesis, Utrecht University, 1998. Parts of this thesis are also published as: J. de Beer, E. Worrell, K. Blok: Future Technologies for Energy-Efficient Iron and Steel Making, Annual Review of Energy and Environment, **23**(1998)123-205; and: J.G. de Beer, E. Worrell en K. Blok, Long-term energy-efficiency improvement in the paper and board industry, Energy, the International Journal, **23**(1998)21-42.

³ R.J. Weegink: Basisonderzoek Aardgas Kleinverbruikers BAK 1997, EnergieNed, Arnhem, 1998.

	Specific energy consumption levels			Relevant future technologies
	Present best technology	Thermodynamic minimum	Combination of best identified future technologies	
Paper/board (paper drying)	2.3 – 8.6	0.0	0.6 – 4.3	Impulse drying Condebelt Dry sheet forming Airless drying
Primary steel production	19.0	6.6	12.5	Smelt reduction Strip casting
Secondary steel production	7.0	0.0	3.5	Combination shaft furnace Strip casting
Ammonia production	33.0	24.1	28.6	Membrane reactors
Nitric acid production	26.8	3.2	15.3	Gas turbine or SOFC integration

Table 1. Overview of present best technology, and identified potential for improvement in terms of specific energy consumption (in GJ/tonne) for some industrial energy functions.

In between, five real estate developers together built 200 buildings reaching a level of 19 GJ (completed in 1999-2000). This was achieved by expanding insulation, the application of heat recovery systems and the use of solar hot water heaters.

This is not the end of the possibilities. New technologies can be developed, like:

- the use of new insulation materials (notably the use of vacuum insulation);
- further reduction of the heat loss through windows;
- the application of heat pumps (instead also fuel cells may play a role as heat source⁴);

⁴ These options are not better than the present best technology (combined-cycle district heating) but more widely applicable, see: M.E. Ossebaard, A.J.M. van Wijk, M.T. van Wees: Heat Supply in the Netherlands: A Systems Analysis of Costs, Exergy Efficiency, CO₂ and NO_x Emissions, Energy **22**(1997)1087-1098.

- compact energy storage systems (making solar space heating possible).

In the end this could make it possible to realize dwelling with zero energy use at affordable costs.

Transportation

Passenger cars are responsible for about two-thirds of energy use for transportation. During the nineties the energy use of passenger cars in the European Union was about 7 – 8 liters per 100 km (both for new cars and for the average). The prospects are good for a further decrease of specific energy use; see Table 2. Some Japanese manufacturers are already on the market with hybrid vehicles, combining a conventional engine and an electric engine. A step further would be the use of proton-exchange-membrane (PEM) fuel cells in cars, although it might be as well that the optimized hybrids will improve better in the end⁵.

There are even suggestions that applying new light materials, in combination with the new propulsion technologie may bring fuel consumption levels to about 1 liter of gasoline-equivalent per 100 km⁶.

Present average in Europe	7 – 8
European standard 2008 (average new)	5.8
Hybrids on the market	4 – 5
Improved hybrids or fuel cell cars	2 – 3
Ultralights	0.8 – 1.6

Table 2. Specific energy use of passenger cars (liter gasoline-equivalent per 100 km)

Overall effects of enhanced development of energy efficient technology

The energy functions that were discussed here together cover about half of the energy use in most industrialized countries. For each of these energy functions we have identified options that make it possible to decrease

⁵ M.A. Weiss, J.B. Heywood, E.M. Drake, A. Schafer, F.F. AuYeung: *On the Road in 2020*, Energy Laboratory, MIT, Cambridge, MA, USA, 2000.

⁶ E. von Weizsäcker, A.B. Lovins, L.H. Lovins: *Factor Four*, Earthscan, London, 1998.

specific energy consumption levels for new equipment at substantial rates, of 5 per cent per year or more. Although a 5 per cent per year decline for new equipment is very substantial (if maintained for 50 years, this would be a decline by more than 90 per cent), the effect on the average energy efficiency is limited due to the slow turnover of capital stock.

To analyze this effect a simple vintage simulation model was developed. We assume that the growth of the use of energy using capital stock is 2 per cent per year. For the period after 2000 a rate of energy efficiency improvement of 1.5 per cent is taken as a reference, assuming that even moderate climate policies will have at least some effects on the rate of innovation in the area of energy efficiency improvement (instead of the traditional 1 per cent per year).

Alternatively, an enhanced rate of energy efficiency improvement of 5 per cent per annum is taken, but it is assumed that it can only be achieved for 80 per cent of the energy functions (which effectively leads to a rate of 4.3 per cent per annum). No effect of retrofit of equipment is assumed.

First, the effect of the lifetime of the equipment making up the capital stock is examined:

- 15 years: typical for cars and household appliances;
- 30 years: typical for large-scale industrial process equipment and power plants;
- 60 years: typical for buildings.

The results are depicted in Figure 2. The baseline shows an increase in energy use by about one quarter in 50 years. In the enhanced energy efficiency improvement cases the energy use decreases by approximately half in 2050, except for the equipment with a lifetime of 60 years, where the energy use decreases by only one third.

Next, an analysis can be made what the effect is if the rapid rate of innovation can be maintained only for a limited period, i.e. 15 or 30 years. The results are shown in Figure 3. It shows that even then the effects in the long run are substantial; decreases of energy use still are in the range of 20 to 40 per cent.

From this analysis we may conclude that in the long run the effect on final energy use of an accelerated rate of energy efficiency improvement can be very substantial, even if such accelerated rate is only maintained for 15 years.

It is also clear that on the short term the effects are very limited: in 2010 the difference is only 7 per cent. This means that the contribution of energy efficiency improvement to reaching climate policy targets mainly has to come from retrofit actions or other activities than energy efficiency improvement⁷.

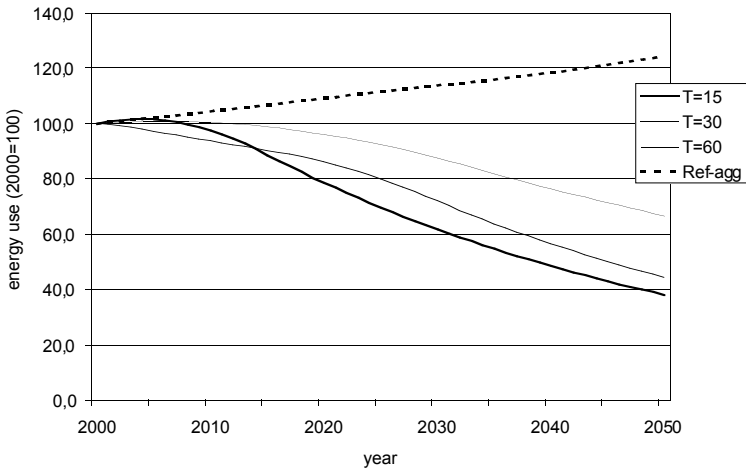


Figure 2. Development of energy use for different lifetimes of equipment, assuming that for 80 per cent of the energy using equipment the specific energy use decreases is enhanced to 5 per cent per year.

For comparison also a reference (rate 1.5 per cent per year) is shown. This reference is shown for the aggregate of equipment with three lifetimes.

⁷ Taking into account that for most regions the carbon dioxide emissions in the year 2010 have to be decreased from a business-as-usual growth of 10 – 20 per cent to a decline of 6 – 8 per cent.

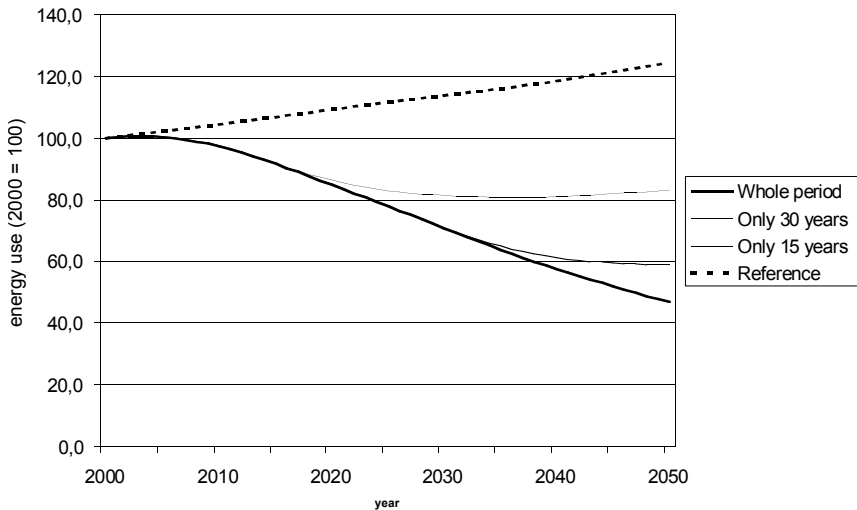


Figure 3. Development of energy use for an aggregate of equipment with different lifetimes (50 per cent 15 years, 25 per cent 30 years, 25 per cent 60 years), assuming that the acceleration of the energy efficiency improvement rate is maintained for 15 and 30 years only.

For comparison also a reference (rate 1.5 per cent per year) is shown.

Emission reduction options on the supply side

On the supply side a number of options can be distinguished:

- energy efficiency improvement
- renewable energy
- other low-CO₂ options

Energy efficiency improvement

Energy use and energy conversion exists in many parts of the energy supply system. The most important conversion losses occur in the electricity sector, where about one third of the fossil fuel input is converted to electricity, with a typical average conversion efficiency of 40 per cent in the most efficient countries.

Much higher efficiencies are possible already. Natural-gas fired combined-cycle power plants can be built with a conversion efficiency of nearly 60 per cent by now, whereas the best coal-fired power plants reach somewhat more than 45 per cent. The energy efficiency increase for natural-gas fired systems was most prominent in the past decades, mainly caused by a tremendous performance increase of gas turbines. The expectation is that further improvement is possible, but the limitations are in sight: the maximum theoretical efficiency of an energy conversion process based on combustion is 70 – 75 per cent.

The most well-known example of an electricity production process not based on combustion is the fuel cell. Fuel cells are under development during many decades, but for stationary applications they have been ‘locked out’ by the rapid development of the gas turbine based technologies. It might be that – for instance – solid oxide fuel cells in combination with combined cycle plants may be able to reach conversion efficiencies above 70 per cent⁸.

Renewable energy

Renewable energy already contributes 12-16 per cent of world energy supply, mainly traditional biomass and large-scale hydropower. An overview of the present status of the various sources is given in Table 3. Many technologies are available already, but most of the so-called new renewable energy sources are expensive compared to conventional electricity production (a factor 2 for wind and biomass, a factor 10 for photovoltaic solar energy).

Many scenario studies indicate that in the second half of the next century half of the world energy demand can be covered from renewable sources^{9,10}.

⁸ PEM fuel cells may be important in transportation or small-scale combined generation of heat and power, see section 2.

⁹ T.B. Johansson, H. Kelly, A.K.N. Reddy, R.H. Williams (eds.): *Renewable Energy – Sources for Fuels and Electricity*, Island Press, Washington, D.C., 1993.

¹⁰ *World Energy Assessment*, UNDP/UNDESA/WEC, United Nations Development Programme, New York, 2000 (Chapter 7).

An elaboration for Europe is given in Figure 4, where it is shown how an energy system for the European Union could look like. The analysis is for the year 2050, with an energy consumption level comparable to the present level (i.e. substantially higher than what is considered feasible in the section on end-use energy efficiency). Compared to the present level carbon dioxide emissions are reduced by 80%, mainly through supply side measures.

All energy flows are in EJ/year (1 EJ = 1000 PJ = 10¹⁸ Joule)

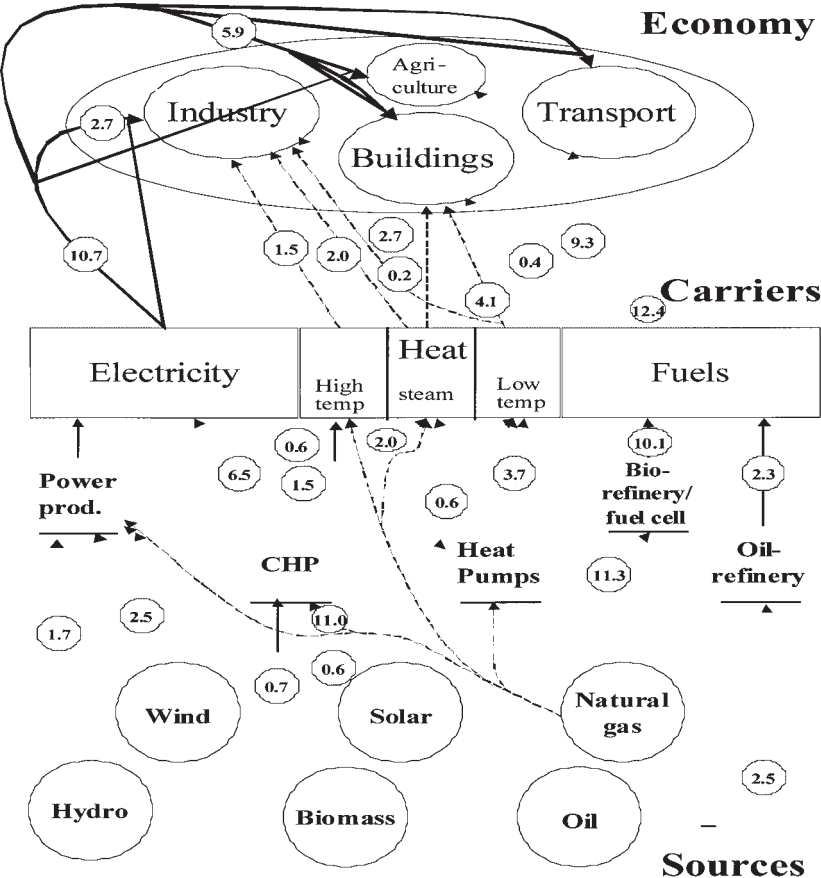


Figure 4. Possible composition of a renewables-intensive energy supply system for the European Union in the year 2050¹¹

¹¹ G.J.M. Phylipsen, K. Blok: Long-Term Energy Futures – Towards a Low-Carbon World, Ecofys, Utrecht, The Netherlands, 2000.

Technology	Increase in installed capacity in past five years (percent a year)	Operating capacity, end 1998	Capacity factor (percent)	Energy production 1998	Turnkey investment costs (U.S. dollars per kilowatt)	Current energy cost of new systems	Potential future energy cost
Biomass energy							
Electricity	≈ 3	40 GWe	25–60	160 TWh (e)	900– 3,000	5–15 ¢/kWh	4–10 ¢/kWh
Heats ^a	≈ 3	>200 GWth	25–60	> 700 TWh (th)	250– 750	1–5 ¢/kWh	1–5 ¢/kWh
Ethanol	≈ 3	18 bln litres		420 PJ		8–25 \$/GJ	6–10 \$/GJ
Wind electricity	≈ 30	10 GWe	20–30	18 TWh (e)	1,100– 1,700	5–13 ¢/kWh	3–10 ¢/kWh
Solar photovoltaic electricity	≈ 30	500 MWe	8–20	0.5 TWh (e)	5,000–10,000	25–125 ¢/kWh	5 or 6–25 ¢/kWh
Solar thermal electricity	≈ 5	400 MWe	20–35	1 TWh (e)	3,000– 4,000	12–18 ¢/kWh	4–10 ¢/kWh
Low-temperature solar heat	≈ 6	18 GWth (30 mln m ²)	8–20	14 TWh (th)	500– 1,700	3–20 ¢/kWh	2 or 3–10 ¢/kWh
Hydroelectricity							
Large	≈ 2	640 GWe	35–60	2,510 TWh (e)	1,000– 3,500	2–8 ¢/kWh	2–8 ¢/kWh
Small	≈ 3	23 GWe	20–70	90 TWh (e)	1,200– 3,000	4–10 ¢/kWh	3–10 ¢/kWh
Geothermal energy							
Electricity	≈ 4	8 GWe	45–90	46 TWh (e)	800– 3,000	2–10 ¢/kWh	1 or 2–6 ¢/kWh
Heat	≈ 6	11 GWth	20–70	40 TWh (th)	200– 2,000	0.5–5 ¢/kWh	0.5–5 ¢/kWh
Marine energy							
Tidal	0	300 MWe	20–30	0.6 TWh (e)	1,700– 2,500	8–15 ¢/kWh	8–15 ¢/kWh
Wave	—	exp. phase	20–35	—	1,500– 3,000	8–20 ¢/kWh	—
Current	—	exp. phase	25–35	—	2,000– 3,000	8–15 ¢/kWh	5–7 ¢/kWh
OTEC	—	exp. phase	70–80	—	—	—	—

a. Heat embodied in steam (or hot water in district heating), often produced by combined heat and power systems using forest residues, black liquor, or bagasse.

Table 3. Overview of characteristics of renewable energy sources.

source: World Energy Assessment

Other low-CO₂ options

Two other options should be mentioned:

- Carbon dioxide removal is the combination of recovery of carbon dioxide from an energy conversion process and emission outside the atmosphere; both underground storage (depleted gas and oil fields, aquifers) and injection into the ocean are discussed. Carbon dioxide removal can be applied with existing technologies. However, the application is still limited. Disadvantages of carbon dioxide removal are the increased need for fossil fuels (up to 30 per cent more) and the costs (15 euro per tonne for some of the cheapest options to 50 euro per tonne for recovery from power plant flue gases). Furthermore, there are unresolved issues about short and long-term safety; in the case of ocean injection, the effects on ecosystems are uncertain.
- Nuclear energy is widely applied already. Concerns remain regarding reactor safety, treatment and disposal of radioactive waste and proliferation of fissile material. Nevertheless, some of these problems seem to be surmountable. An example of a much safer reactor is the high-temperature gas-cooled reactor. Concentration of long-lived isotopes can be reduced through transmutation. However, a long time of development is still required before a fully operational nuclear fuel cycle is available that meets all concerns.

Conclusions and final remarks

An energy system with a final energy demand cut in half in 50 years is conceivable. It is also conceivable that at least half of the remaining energy is produced from renewable sources. This means that the possibilities exist to reduce carbon dioxide emission from industrialized countries very substantially.

A tremendous innovation effort – or actually a multitude of innovation efforts – is necessary to achieve such a future situation. Many new technologies need to be developed and brought to commercialization. Part of the challenge – especially in the case of renewable energy sources – is cost reduction of technologies.

Looking at the actual situation we see that for many sectors, the rate of technological development is very limited. Promising developments exist, recently for instance in the area of wind turbines and hybrid electric vehicles. However, these are only some of the technologies that are important for a more sustainable energy system.

The cost of energy apparently is not an important driver for technological development, even hardly in the more energy-intensive sectors of the economy. Government policies are mostly directed at achieving short-term targets. If governments are active in R&D support, the instruments often have limited effects (e.g. subsidies).

Hence, much stronger efforts not only from governments but also from pro-active companies and NGOs are necessary to bring about the required technological changes.

Umweltpolitik und Zielkonflikte unter besonderer Berücksichtigung von internationaler Konkurrenzfähigkeit, Beschäftigungs-, Verteilungs- und Technologieaspekten

Thomas Ziese

1. Einführung

Als *Zweck politischen und wirtschaftspolitischen Handelns* wird oft die Erhöhung des Gemeinwohls genannt. Bei konkreten wirtschaftspolitischen Maßnahmen ist sehr oft unklar was man darunter zu verstehen hat. Dies liegt daran, dass bestimmte Maßnahmen in mancher Hinsicht vorteilhaft erscheinen, aber andererseits Nachteile verursachen. Diese Nachteile können darin bestehen, dass die Verteilung der Kosten und Nutzen einer Maßnahme ungleich verteilt sind oder darin, dass die Beseitigung eines Problems ein neues hervorruft.

Ein bekanntes Beispiel ist das magische Fünfeck in der makroökonomischen Wirtschaftspolitik: Gemäß dem Stabilitätsgesetz sind ein hohes Beschäftigungsniveau, niedrige Inflation, angemessenes Wachstum, eine gerechte Verteilung und außenwirtschaftliches Gleichgewicht anzustreben. Dies sind fünf *wirtschaftspolitische Ziele*, von denen Maßnahmen zur Verbesserung hinsichtlich des einen Zieles zur Verschlechterung des anderen führen können. Wenn zum Beispiel eine Erhöhung der Beschäftigung erreicht wird, kann das Risiko einer Erhöhung der Inflation und der Importe entstehen, so dass möglicherweise zwei Ziele weniger gut erreicht werden, nämlich ‚geringe Inflation‘ und ‚außenwirtschaftliches Gleichgewicht‘. Wenn man die Verteilung durch Lohnerhöhungen gerechter machen will, kann das eventuell zu weniger Beschäftigung und Wachstum führen. Wiederum werden zwei Ziele möglicherweise weniger gut erreicht, wenn man ein anderes fördert. In beiden Fällen spricht man dann von *Zielkonflikten*.

Die Diskussion um solche Zielkonflikte ist in vielen Bereichen der Wirtschaftswissenschaften mit zunehmender Akribie geführt worden. Man versucht dabei Möglichkeiten zur Verbesserung der gesellschaftlichen Situation für manche Individuen zu finden, ohne jemand anders schlechter zu stellen. Solche Verbesserungen werden *Pareto Verbesserungen*

genannt und die Zustände, die daraus eventuell resultieren – wenn keine solchen Verbesserungen mehr möglich sind, – heißen *Pareto Optima*. Um solche Optima erreichen und Abweichungen davon identifizieren zu können, muss man gesellschaftliche Unvollkommenheiten und die geeigneten, zugehörigen Maßnahmen finden. Wenn es sich um Unvollkommenheiten des Marktmechanismus handelt, sprechen wir von *Marktunvollkommenheiten*. Die Maßnahmen zu ihrer Beseitigung und zur Erreichung des Pareto Optimums werden *wirtschaftspolitische Instrumente* genannt. Die Begriffe ‚Reduktion von Marktunvollkommenheiten‘ und ‚wirtschaftspolitische Ziele‘ werden daher oft synonym verwendet.

Bei Vorliegen von Zielkonflikten besteht die Schwierigkeit der Findung geeigneter Maßnahmen darin, dass man wissen müsste, welche Unvollkommenheiten, die die Zielkonflikte definieren, größer sind. Im ersten der obigen Beispiele ist die Frage, welches Ausmaß der Unterbeschäftigung so groß ist, dass man mehr Inflation und eine Gefährdung des außenwirtschaftlichen Gleichgewichts zulassen soll?

Der Zweck des ersten Teils dieses Artikels besteht darin, die Zielkonflikte zwischen Umweltzielen einerseits und anderen Zielen andererseits deutlich zu machen. Die Motivation ist wie folgt. Solange Zielkonflikte bestehen, können diese verhindern, dass politische Entscheidungen getroffen werden. Dies liegt daran, dass Individuen, insbesondere Politiker und Lobbyisten, sich darin unterscheiden können, wie wichtig sie verschiedene Ziele finden. Sie können sich insbesondere auch darin unterscheiden, dass sie an die Existenz eines Problems (überhaupt nicht) glauben oder das Ausmaß des Problems unterschiedlich einschätzen oder subjektiv bewerten. Dies kann sehr teuer werden, wenn bei unvollkommener Information keine Entscheidungen getroffen werden, ein relevantes Problem aber tatsächlich, wenn auch nicht nachweisbar, sehr groß ist. Wenn zum Beispiel keine CO₂-Politik betrieben wird, obwohl die Kosten der globalen Erwärmung eventuell faktisch sehr hoch sind, werden Treibhausgase in der Atmosphäre weiter kumuliert und eine Politik in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung wird dadurch später teurer oder unmöglich, da die kumulierten Gase nicht abgebaut werden können. Wegen dieser drohenden Kosten von Zielkonflikten erscheint es sinnvoll darüber

nachzudenken, wie die Konflikte aussehen, ob und wie sie entschärft werden können. Dies wird in den folgenden Abschnitten geschehen. Die zugehörigen ethischen Fragen werden durch Lerch und Nutzinger (2000) behandelt.

Die im Folgenden relevanten Problemkreise sind neben der Umweltverschmutzung insbesondere die Arbeitslosigkeit (Abschnitt 2.1), unvollkommene Konkurrenz (2.2), internationale Konkurrenzfähigkeit (2.2-2.4), die Entwicklungspolitik (2.5) und die Innovationspolitik (2.6).

2. Umweltpolitik und Zielkonflikte

Umweltemissionen werden als Marktunvollkommenheit angesehen, weil der Empfänger der Emission hierfür nicht über den Markt eine Nachfrage signalisiert hat. Im Gegenteil, er erhält die Emission vielfach gegen seinen Willen und wäre eventuell sogar bereit, für die Minderung oder Abschaffung der Emission zu zahlen. Die herrschende Vorstellung darüber, wer zahlen sollte, um die Emissionen zurückzudrängen, ist jedoch diejenige, dass der Verursacher zur Zahlung gezwungen werden sollte. Dieses sogenannte *Verursacherprinzip* wird von vielen der möglichen Alternative, den Geschädigten zahlen zu lassen, vorgezogen. Diese Überlegung wird im Folgenden auch einer kritischen Betrachtung unterzogen.

2.1 Umwelt versus Beschäftigung: Erhöhungen von Grenzkosten erhöhen die Arbeitslosigkeit

Auf der Basis des Verursacherprinzips wird zur Reduktion von Umweltausmissionen häufig eine Zertifikatpflicht für oder eine Steuer auf CO₂-Emissionen oder eine Energiesteuer vorgeschlagen. Die Idee ist dabei, dass damit die Kosten der Umweltbelastung in das Kalkül des Verschmutzers einbezogen werden müssten. Der hätte dadurch einen Anreiz zur Emissionsvermeidung. Diesem an sich positiven Wohlfahrtseffekt steht wahrscheinlich ein negativer Beschäftigungseffekt gegenüber. Eine solche Steuer oder die Kosten für Zertifikate würden nämlich auch die durchschnittlichen und die zusätzlichen Kosten einer Produktionseinheit erhöhen. Die dadurch bewirkte Erhöhung der Preise von Gütern reduziert nun nicht nur die Nachfrage nach diesen Gütern im In- und Ausland, die

Produktion und die Emissionen, sondern auch die Nachfrage nach Arbeit und damit die Arbeitslosigkeit. Dieser Effekt ist umso stärker, wenn im Ausland keine Preiserhöhung stattfindet. Darum hat die EU Anfang der 1990er Jahre einen Alleingang mit einer CO₂- oder Energiesteuer ausgeschlossen.

Dieses Ergebnis lässt sich auch in einem allgemeinen Gleichgewichtsmodell mit Sucharbeitslosigkeit und monopolistischer Konkurrenz ableiten (siehe Zieseimer 2000). Der Zielkonflikt ist damit deutlich: Eine Umweltsteuer oder eine Zertifikatlösung reduzieren eventuell die Umweltemissionen, aber sie erhöhen möglicherweise auch die Arbeitslosigkeit.

In der Debatte um die so genannte ‚double dividend‘ ist vorgeschlagen worden, den Zielkonflikt dadurch zu entschärfen, dass man die Steuereinnahmen zur Reduktion der Lohnnebenkosten verwendet und dadurch die Beschäftigung eventuell sogar erhöht (siehe Schneider 1997, Koskela und Schöb 1999). Wenn dies gelänge, hätte man anstelle eines Zielkonflikts zwei Probleme gleichzeitig gelöst oder in die richtige Richtung verändert. Politiker befürchten, dass die energieintensiven Sektoren auf Kosten der anderen Sektoren schrumpfen würden. Dies führt erwartungsgemäß zu Entlassungen in den energieintensiven Sektoren und erst später über die Marktmechanismen zu neuen Arbeitsplätzen. M.a.W. die direkten Effekte der Politik zerstören Arbeitsplätze und die indirekten Effekte der Marktmechanismen schaffen Arbeitsplätze. Dies führt zumindest vorübergehend zu höherer Arbeitslosigkeit. Beim gegenwärtigen hohen Niveau der Arbeitslosigkeit in Europa sind Politiker nicht sehr geneigt solche Risiken einzugehen. In Abschnitt 3 dieses Artikels wird argumentiert werden, dass dieser Zielkonflikt wahrscheinlich auch über Subventionen für energiesparende Technologien vermieden werden kann. Dann führen die direkten Effekte zu mehr Beschäftigung und nur die indirekten zur Verminderung von Beschäftigung. Letzteres wird auch Politik mit positiven Anreizen genannt (Vermeend und van der Vaart (1997)).

2.2 Umwelt versus Reduktion von Monopolmacht

Auf diesen Zielkonflikt hat Buchanan (1969) aufmerksam gemacht. Ein Gewinn maximierender Monopolist setzt einen hohen Preis und die Kon-

sumenten fragen darum eine geringere als die optimale Menge nach. Wenn es mehr Anbieter gäbe, wäre die Konkurrenz größer, der Preis niedriger und die verkaufte Menge, die die Konsumenten genießen, größer. Wenn man diese monopolistische Marktunvollkommenheit für sich allein betrachtet, sieht man, dass die Wirtschaftspolitik entweder einen Zustand mit vielen Anbietern anstreben sollte – zum Beispiel, falls nötig, durch Organisieren eines freien Marktzuganges – oder den Monopolisten so regulieren sollte, dass er seine Preisforderung auf das Niveau der Durchschnittskosten beschränkt. Die Konsumenten erhalten in beiden Fällen eine größere Menge zu einem niedrigeren Preis als vom reinen Monopolisten. Die größere Menge kann nun allerdings auch zu einer höheren Umweltverschmutzung führen.¹ Damit liegt wiederum ein Zielkonflikt vor. Die Anti-Monopolpolitik sollte in diesem Falle eines Monopols weniger drastisch sein als ohne Umweltexternalität, weil eine Reduktion der Produktionsmenge durch unvollkommene Konkurrenz Umweltvorteile bringt. Umgekehrt sollte eine Umweltpolitik auch weniger drastisch sein, da ja der Monopolist durch seine Mengenreduktion schon viel für die Umwelt tut. Bei genauerer Analyse stellt man fest, dass das Problem darin besteht, diejenige optimale Menge zu finden, die den besten Mittelweg darstellt zwischen diesen beiden Problemen. Wenn der Monopolist bei Abwesenheit jeder Politik eine niedrigere als die optimale Menge produziert, ist die Einführung einer Umweltpolitik sogar schädlich. Wenn der Monopolist bei Abwesenheit jeder Politik eine höhere als die optimale Menge produziert, ist die Einführung einer Anti-Monopolpolitik schädlich und Umweltpolitik nützlich. Wo die optimale Menge genau liegt, hängt sehr davon ab, wie die Konsumenten von Gütern und Umwelt die jeweiligen Reduktionen des Konsums oder der Umweltqualität subjektiv bewerten. Soete und Ziesemer (1997) zeigen in einem allgemeinen Gleichgewichtsmodell, wie und warum die Pigou-Preise von Umweltzertifikaten sich von den optimalen Umweltsteuern unterscheiden, wenn

¹ Ende der 1990er Jahre zeigt sich dies im Energiesektor selbst. Die De-Regulierung führt zu einer Senkung der Energiepreise, einer Erhöhung der Energienachfrage und daher, c.p., auch zu mehr Emissionen.

andere wirtschaftspolitische Instrumente abwesend sind.² Pigou-Preise sind dann so hoch wie die subjektive Bewertung des Umweltzustandes. Optimale Umweltsteuern berücksichtigen auch die anderen Marktunvollkommenheiten.³ Sie können im Modell negativ sein, wenn die Konsumenten viel Wert auf Güter und wenig Wert auf Umwelt legen.⁴

2.3 Umwelt versus Handelsliberalisierung: Transport und Handelsgewinne

Vorteile aus dem internationalen Handel und seiner Liberalisierung beruhen darauf, dass⁵

- i) die Konsumenten in denjenigen Ländern einkaufen können, die am günstigsten produzieren;
- ii) die Länder ihre Produktion wegen dieser Nachfrageerhöhung auf diejenigen Güter spezialisieren, in denen sie Kostenvorteile haben;
- iii) diese Spezialisierung sinkende Stückkosten mit sich bringt;
- iv) man aus verschiedenen Ländern andere und mehr Gütervarianten erhält, die man im Inland nicht erhält.

Für die Umwelt hat dies allerdings den Nachteil, dass die mit dem Handel verbundenen größeren internationalen Transportabstände auch zu mehr Luftverschmutzung insbesondere mit Treibhausgasen führen. Dies sollte nun allerdings nicht zu Beschränkungen des internationalen Handels führen, sondern konform den Regeln und der Theorie von

² Es wird angenommen, i) dass Wettbewerbspolitik nicht eingreift, wenn bei monopolistischer Konkurrenz die Null-Profit Bedingung erfüllt ist und ii) das Externalitäten durch Variantenreichtum des Güterangebots keinen Anlass für wirtschaftspolitische Eingriffe darstellen.

³ Soete und Ziesemer (1997) betrachten monopolistische Konkurrenz mit *differenzierten* Produkten und freiem Marktzugang. Die Literatur zu homogenen Produkten und Cournot und Bertrand Modellen mit gegebener Anzahl Firmen wird von Althammer und Buchholz (1999) besprochen und verallgemeinert. Hierbei spielt insbesondere der Aspekt des Profit-shifting in der Literatur der strategischen Handelspolitik eine Rolle. Dieser ist Aspekt ist dann wichtig, wenn es sich um Sektoren mit außergewöhnlichen Gewinnen handelt. Ob diese empirisch relevant sind ist umstritten.

⁴ Von dem hier beschriebenen Zielkonflikt geht auch die Studie von Radgen und Jochem (1999) aus.

⁵ Die ersten drei Argumente gelten sowohl für Theorie des inter-sektoralen Handels als auch für die Theorie des intra-sektoralen Handels.

GATT/WTO (1992) zu einer (international koordinierten) Umweltpolitik, die allerdings auch den internationalen Transportsektor umfassen muss. Wenn Transport durch Berücksichtigung der Umweltkosten teurer wird, werden die Konsumenten aller Länder Güter mit höheren Umwelt- und Transportkosten weniger kaufen (siehe Soete und Ziesemer 1997). Das bedeutet, dass sie mehr Konsumgüter im eigenen Land kaufen werden und weniger im Ausland. Umweltpolitik reduziert damit nicht nur den Transport, die Verschmutzung und die damit verbundene Minderung der Handelsgewinne, sondern als Nebenwirkung auch die üblichen oben beschriebenen Handelsgewinne, wenn die Verschmutzung nicht ohne Kostenerhöhung zurückgedrungen werden kann. Die Nutznießer dieser Handelsgewinne sind daher häufig vom Nutzen von Umweltsteuern und Zertifikatansätzen und der Einbeziehung des Transportsektors in WTO-konforme Konzepte nur schwer zu überzeugen.

2.4 Auslösung von Kapitalbewegungen

Ein weiteres Problem, dessen Ausmaß und Relevanz umstritten ist, ist die Induzierung von Faktorbewegungen. Wenn Umweltsteuern oder -zertifikate Sektoren in unterschiedlichem Ausmaß treffen, kann man im Rahmen keiner Theorie mehr einen Faktorpreisausgleich erwarten. Wenn Produktionsfaktoren international mobil sind, wird Kapital in Länder mit höherem Ertrag bewegt werden und Arbeit wird in Länder mit höherem Lohn emigrieren. McGuire (1982) hat gezeigt, dass dieser Prozess im Rahmen des Heckscher-Ohlin Modells erst dann stoppt, wenn der stärker regulierte Sektor ins Ausland abgewandert ist.

Wenn die Umweltverschmutzung nur national und nicht grenzüberschreitend ist, hat man eine Verbesserung des Umweltzustandes gewonnen – aber zu gewissen Kosten, weil Sektoren und damit Arbeitsnachfrage verschwunden sind (McGuire 1982). Markusen, Morey, Olewiler (1993) zeigen, dass die Höhe der Kosten im Rahmen von Modellen mit Cournot Oligopolen nicht unbedingt hoch sind, wenn die Profite trotz Umweltpolitik im Falle von Produkt im Inland höher (wobei Exporttransportkosten anfallen) sind als bei Produktion im Ausland (wobei feste Kosten der Gründung von Filialen anfallen) und Sektoren daher nicht notwendiger

Weise verschwinden. Falls allerdings bei hohen Umweltkosten große Filialen von Firmen ins Ausland gehen, sind die Kosten umso höher.

Wenn die Umweltverschmutzung grenzüberschreitend ist, hat die Umweltpolitik nur den Effekt das Kapital oder eine Filiale ins Ausland zu vertreiben. Die Umweltverschmutzung kommt dann von der anderen Seite der Grenze ins Inland zurück (McGuire 1982, Merrifield 1988).

2.5 Umwelt versus Entwicklungspolitik

i) Kyoto: Opfer des Clean Development Mechanism (CDM)

Der Grundgedanke des CDM besteht darin, einen gegebenen Umwelteffekt in anderen Ländern billiger als im eigenen durchzuführen zu können. Dies ist im Prinzip ein Gewinn an Effizienz. Allerdings kann er mit Verteilungswirkungen zusammengehen, die eventuell mit der Entwicklungspolitik im Konflikt stehen. Wenn Entwicklungshilfe keine verkappte Handelsförderung ist, sondern ihr Zweck in der Bekämpfung der Armut besteht, dann ist die Frage, was die Implikationen des CDM für die Bekämpfung der Armut ist. Einer der Vorschläge im Rahmen des CDM besteht darin, in den Entwicklungsländern Aufforstungsprogramme zu betreiben. Wenn diese die Nachfrage nach Boden erhöhen, kann dies zu Steigerungen des Bodenpreises führen. Dies wiederum erhöht die Kosten von Bauern, die die lokale Bevölkerung mit Lebensmitteln versorgen. Die logische Konsequenz ist eine Steigerung der Lebensmittelpreise. Dadurch nimmt die Armut zu, und diese CDM Maßnahme steht damit im Widerspruch zum Ziel der Entwicklungspolitik.⁶

ii) Transfer sauberer Technik statt souveräne Umweltschulden

Ein weiteres Problem bei der Einbeziehung von Entwicklungsländer ist institutioneller Art. Können Länder die chronisch Schwierigkeiten haben, rechtsstaatliche Grundsätze und Steuerzahlungen durchzusetzen, garantieren, dass sie sich an internationale Umweltabkommen halten? Werden sie wirklich CO₂ nur in dem Maße emittieren wie dies aufgrund von gekauften Zertifikaten gemäß den internationalen Abkommen erlaubt

⁶ Siehe auch Imboden (1993, S.332) zu diesem Punkt.

ist? Angesichts dieses Problems, das zum Teil ein Überwachungs- und zum Teil ein Souveränitätsproblem ist, stellt sich die Frage, ob es nicht eine bessere Strategie ist, die Entwicklung von Technologien in eine energiesparende Richtung zu lenken. Da Entwicklungsländer sowieso die Technologien aus OECD-Ländern importieren, wird in der Technologieentwicklung der OECD auch über die Energienachfrage dieser Länder mitentschieden.

2.6 Umwelt versus Innovationsförderung. Umweltregulation ist negativer technischer Fortschritt: positiv wenden!

Technischer Fortschritt wird üblicherweise als Erhöhung der Produktivität von Produktionsprozessen von gegebenen Mengen von Kapital und Arbeitseinsatz definiert. In der Umweltökonomie wird üblicherweise angenommen, dass diese Produktivität höher ist, je mehr Umweltemissionen zugelassen werden (Pethig 1976). Eine Reduktion von Umweltemissionen ist damit das genaue Gegenteil von technischem Fortschritt (McGuire 1982). Wenn Umweltsteuern oder Zertifikatkosten eine Zunahme des Grenzproduktes der Emissionen erzwingen, ist dies das genaue Gegenteil dessen, was durch Förderung von Innovationen versucht wird, nämlich eine Erhöhung der Produktivität zu erreichen.

Um aus diesem Dilemma herauszukommen, kann man sich zwei Wege vorstellen. Erstens: Die Erhöhung der Arbeitsproduktivität könnte stärker sein als die Senkung der Produktivität durch Umweltregulierung. Angesichts der Tatsache, dass die Erhöhung der Produktivität noch kaum jemals für längere Zeit höher war als 2 Prozent vom Bruttoinlandsprodukt pro Arbeitsstunde, kann man daran zweifeln, dass dieser Weg aussichtsreich ist. Zweitens: Es könnte versucht werden die Richtung des technischen Fortschritts so zu verändern, dass er weniger arbeitssparend wird und mehr energie-, umwelt- oder emissionsparend.⁷ Ein essentieller Aspekt hierbei ist, dass man nicht in erster Linie davon ausgeht, dass Umweltkosten in die Kalküle aufgenommen werden müssen, sondern dass bei vielen umweltfreundlichen Technologien keine Erträge dafür

⁷ (Newell et al. 1999) zeigen dies für die Energieeffizienz von drei Produktinnovationen.

anfallen, dass sie umweltfreundlich sind. Der Markt selber honoriert die Umweltfreundlichkeit nicht. Technologieförderung, die Umweltaspekte honoriert, könnte hingegen schon mit positiven Anreizen für die Internationalisierung positiver externer Effekte sorgen.

3. Subventionen für energiesparende Maßnahmen als Vermeidungsstrategie für Zielkonflikte⁸

In diesem Abschnitt soll gezeigt werden, dass und wie die Zielkonflikte, die in den vorigen Abschnitten erklärt wurden, durch Subventionen für energiesparende Maßnahmen vermieden werden können. Dies führt allerdings weg von der Anwendung des Verursacherprinzips auf Firmen. Man geht über vom verbalen Festhalten am Verursacherprinzip und einer tatsächlichen Umweltpolitik, die Firmen aus Gründen des internationalen Wettbewerbs nicht belasten darf, zu einer Umweltpolitik, die Firmen positive Anreize bietet, wenn sie umweltfreundliche Entscheidungen treffen.

Subventionen für energiesparende Investitionen reduzieren die festen Kosten der Firmen. Sie bieten einen Anreiz, die Energieinputkoeffizienten zu senken, so dass sie direkt auf dem zweiten der beiden Auswege aus dem Konflikt zwischen Umweltpolitik und Innovation beruhen. Dies wiederum hat eine Reduktion der Grenzkosten zur Folge. Dadurch gibt es Senkungen von Monopolpreisen, die den in 2.2 beschriebenen Konflikt entschärfen. Allerdings verschwindet er nicht ganz, weil niedrigere Grenzkosten zu einer höheren Produktionsmenge der Firmen führen. Damit wird der umweltfreundliche Effekt der Technologiewahl zum Teil zunichte gemacht. Senkungen von Grenzkosten und Preisen führen im Verhandlungsprozess mit Gewerkschaften zu niedrigeren Reallöhnen, mehr freien Stellen, einem stärker angespannten Arbeitsmarkt und einer geringfügigen Verminderung der Arbeitslosenrate. Damit wird der in Abschnitt 2.1 erklärte Konflikt entschärft. Eine höhere Beschäftigung führt an sich aber auch wieder zu mehr Umweltverschmutzung, so dass auch hier der Effekt der Wahl einer energiesparenden Technologie zum

⁸ vgl. Zieseimer (2000). Dort findet sich eine formale Ausarbeitung.

Teil zunichte gemacht wird. Insofern als die energiesparenden Investitionen bei den internationalen Transportmitteln stattfinden, wird der internationale Handel sauberer und der Konflikt zwischen Umweltpolitik und Handelsliberalisierung wird entschärft. Wenn der Transport dadurch attraktiver wird, wird allerdings wiederum ein Teil der energiesparenden Umweltvorteile weggenommen. Da Firmen Förderungsmittel erhalten und ihre Wahlmöglichkeiten nicht vermindert werden, gibt es keinen Grund, wegen dieser Politik ins Ausland zu gehen. Der Konflikt zwischen Umweltpolitik und Standortwahl ist gänzlich verschwunden. Da diese Maßnahmen auf Technologieadoption im Inland beruht, gibt es auch keinen Konflikt mit der Entwicklungspolitik. Da den Firmen sogar Wettbewerbsvorteile entstehen, weil Preissenkungen im Inland zu Substitutions- und Einkommenseffekten führen, die die Nachfrage vom Ausland ins Inland umlenken, entsteht für ausländische Regierungen ein Anreiz, eine gleichartige Umweltpolitik einzuführen. Durch die zusätzliche Nachfrage nach energiesparenden Technologien entsteht auch ein zusätzlicher Anreiz zur Forschung in diesem Bereich. Ein Erfinder kann sich von vornherein ausrechnen, dass er in der Zukunft gefördert wird, wenn seine Technologie im Vergleich zu anderen Techniken energiesparend ist.

Eine derartige Politik muss einige *Rahmenbedingungen* erfüllen. Zunächst einmal muss deutlich sein, welche Technologien gefördert werden. Um eine Liste der geförderten Technologien zu machen, bedarf es einer Analyse der technologischen Optionen (Ashford 2000). Eine solche Analyse findet man bei Blok et al. (1995). In den Niederlanden stehen diese Technologien auf der sogenannten Energieliste (Economische Zaken 1997, 2001a, 2001b). Die im Rahmen der EU bestehenden Regelungen wurden von Blok et al. (1996) zusammengefasst.⁹

Es ist die Aufgabe der Welthandelsorganisation (WTO), Subventionen daraufhin zu überprüfen, ob es sich um Maßnahmen handelt, die dem Protektionismus dienen, insbesondere dem Ersatz von früheren Zollreduktio-

⁹ Siehe hierzu auch den Beitrag „Potentials for improving energy system performance“ von K. Blok (S. 81 ff.) in diesem Band.

nen durch ähnliche Maßnahmen. Die WTO hat festgelegt, dass 20 Prozent der Kosten der Industrie, die im Zuge der Anpassung von Ausrüstungen an neue Umweltgesetzgebung entstehen, als ‚non-actionable‘ zu behandeln sind (WTO 2000).

Bei der für den Wettbewerb zuständigen EU-Kommission werden Umweltsubventionen als versteckte Erhaltungssubventionen oder anderweitige Wettbewerbsverzerrung betrachtet. Wettbewerb im Zusammenhang mit anderen Marktunvollkommenheiten zu betrachten scheint noch nicht üblich zu sein.

Die niederländischen Regelungen (siehe Economische Zaken 1997, 2001a, 2001b) schreiben vor, dass die Subventionen für Technologien, die auf den sogenannten Energielisten stehen, auf dem Wege des Steuerabzugs über das Finanzamt bezahlt werden. So entsteht eine vierfache Kontrolle: Die Rechnungsprüfer müssen den Firmen bestätigen, dass sie alles ordnungsgemäß abgehandelt haben. Das Finanzamt prüft diese Rechnungslegung und eventuell die Firma selbst. Konkurrenten können bei der EU und bei der WTO auf Wettbewerbsverzerrung bzw. Protektionismusklagen. Natürlich ist auf all diesen Gebieten ‚Good governance‘ eine Voraussetzung von Subventionspolitik. Trotz aller Probleme im Zusammenhang mit bestimmten Subventionen entsteht hier – meines Wissens erstmalig – eine vierfache Kontrolle, die wohl ausreichen dürfte, um einen ordnungsgemäßen Ablauf zu garantieren.

4. Komplementäre und alternative Instrumente

Freiwillige Selbstverpflichtungen sind die eine häufig benutzte Form der Umweltpolitik. Hierbei ist es sinnvoll drei Formen zu unterscheiden (siehe Rennings et al. 1997):

- i) Selbstverpflichtungen, in denen lediglich das ‚business as usual‘-Szenario der Wirtschaft fort geschrieben wird. Hierbei handelt es sich um eine Abwesenheit von Umweltpolitik in dem Sinne, dass nur sowieso vorhanden Pläne aufgeschrieben werden.

- ii) Selbstverpflichtungen, die Umweltpolitik beinhalten ohne Kosten zu verursachen. Der Verzicht auf FCKW ist ein Beispiel, bei dem der Ersatzstoff nicht teurer ist.
- iii) Selbstverpflichtungen mit Steuer- und Subventionsinstrumenten. Hierfür nennen die Autoren kein Beispiel für ihre Betrachtung der Abkommen in Deutschland. Sie arbeiten jedoch deutlich heraus, dass dies die wünschenswerteste Form ist, wenn diejenigen mit niedrigen Kosten erschöpft sind – ein Zustand von dem derzeit allgemein ausgegangen wird. Derartige Selbstverpflichtungen sind offensichtlich komplementär zu obigem Subventionsvorschlag.

Der in Abschnitt 3 erläuterte Subventionsvorschlag schließt damit freiwillige Vereinbarungen nicht aus und gehört zu den flankierenden staatlichen Regelungen durch den Gebrauch ergänzender, marktorientierter Instrumente.¹⁰

Eine Alternative zu Subventionen und Steuern besteht im Konzept handelbarer Zertifikate. Für den Käufer handelbarer Zertifikate ergibt sich eine Kostenerhöhung wie bei einer Steuer. Für den Verkäufer eines Zertifikats ergibt sich eine Kostensenkung ähnlich wie bei einer Subvention. Damit sind die gleichen oben diskutierten Konflikte relevant wie bei einer Umweltsteuer. Dies ist ein schwerer Nachteil im inländischen Gebrauch.

Die Festlegung der Anzahl der gehandelten Zertifikate ist allerdings das einzige Mittel, um ein internationales Emissionslimit festzulegen, das auch nicht durch andere steuerliche Maßnahmen unterlaufen werden kann (Eizenstat 1998). Der Einsatz von Zertifikaten im internationalen Gebrauch und der von Subventionen im Inland sind allerdings komplementäre Maßnahmen. Damit zeichnet sich ein dreistufiges System ab: Ein internationales System von handelbaren Zertifikaten mit freiwilligen Selbstverpflichtungen im Inland, die Subventionsregelungen beinhalten so wie sie oben erläutert wurden. Die genannten nationalen Regelungen können auch organisiert werden, falls ein internationales System nicht zustande kommt, weil eventuell die Entwicklungsländer und daher auch die Vereinigten Staaten nicht mitmachen.

¹⁰ Siehe hierzu die juristische Perspektive in Frenz (1999, insbesondere S. 40-42).

5. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Kapitel wurden die Zielkonflikte von Umweltsteuern erläutert. Daraus wurde abgeleitet, dass Subventionen weniger Konflikte hervorrufen. Sie können in den Rahmen freiwilliger Vereinbarungen integriert werden. Diese Betrachtungen gingen implizit davon aus, dass der zentrale Punkt der Nachhaltigkeit der Umweltpolitik beim Sparen von Energie liegt. Dies liegt daran, dass die erneuerbaren Energien die fossilen nur in begrenztem Maße ersetzen können. Zu dieser Sichtweise gibt es einen wesentlichen Einwand (Sinclair 1992). Wenn die Länder der OPEC aufgrund von verringerter Energienachfrage eine Preissenkung oder eine Abschwächung des Wachstumspfades der Rohstoffe erwarten, könnte es eine optimale Strategie sein, der Preissenkung mit einem erhöhten Angebot zuvor zu kommen. Dies würde den Treibhauseffekt verstärken. Dagegen ist allerdings einzuwenden, dass ein erhöhtes Angebot auf eine unelastische Nachfrage trifft und damit die Preise zumindest kurzfristig stark senkt. Ob die OPEC diese kurzfristigen Mindereinnahmen in Kauf nimmt, ist eine Frage der Zeitpräferenz. Sinclair zeigt, dass bei Gebrauch der Hotelling-Regel¹¹ die Extraktionsrate steigt und damit der Treibhauseffekt zunimmt, wenn es keine Extraktionskosten gibt. Wenn man Extraktionskosten mit Hilfe einer Produktionsfunktion modelliert, fallen in einem steady state mit konstanter Extraktionsrate und Zinsen die Preise mit der Rate des technischen Fortschritts in der Extraktion. Die Umweltpolitik hat dann bei exogenem technischem Fortschritt keinen Einfluss mehr auf die Preisveränderungsraten. Ob Sinclairs Resultat dann noch gilt, muss zukünftige Forschung zeigen.

Vertreter arabischer Ölfirmen haben den Wunsch geäußert, das Problem durch Preiserhöhungen angehen zu dürfen, so wie es in den Ölkrisen geschehen ist. Dies generiert einen Druck auf Steuererhöhungen, obwohl diese nur in bescheidenem Maße stattgefunden haben. Damit ist der Anreiz zurück zum Sparen von Energie verschoben, allerdings auf eine

¹¹ Die Regel von Hotelling besagt, dass bei Abwesenheit von Extraktionskosten die Preise der Ressourcen eine Wachstumsrate haben müssen, die dem Zinssatz gleicht. Wenn der Zinssatz höher ist als diese Wachstumsrate, wird sofort 100 Prozent extrahiert, um die Einnahmen am Kapitalmarkt anzulegen; wenn er niedriger ist, wird nicht extrahiert, weil die steigenden Preise später mehr einbringen.

Art und Weise, die, was die oben betrachteten Ziele betrifft, der einer Steuererhöhung gleich kommt. Die Einnahmen gehen dann allerdings ins Ausland und stehen für eine Förderung von Technologien nicht zur Verfügung. Daher wird dem Wunsch der Ölfirmen vielleicht nicht entsprochen.¹²

Ein weiterer möglicher Einwand gegen unseren Vorschlag, Subventionen zur Entschärfung von Zielkonflikten zu verwenden, könnte darin bestehen, dass man Strukturwandel und Konsumverzicht für unerlässlich hält, um die nötigen Energieeinsparungen zu erreichen. Wenn die Maßnahmen sich tatsächlich als zu schwach herausstellen, könnte es notwendig sein, mit Umweltsteuern Strukturwandel und Konsumverzicht herbeizuführen. Dazu wäre es allerdings erforderlich, dass sich die Kräfteverhältnisse bezüglich der oben diskutierten Konflikte verändern. Dies könnte geschehen, wenn die Entwicklung der Umweltprobleme zu einer Verschiebung in der Perzeption von deren Relevanz führt.

Ein letzter Einwand könnte in der Behauptung bestehen, dass es den Treibhauseffekt gar nicht gibt, obwohl sich zur Zeit die wissenschaftliche Erkenntnis in die gegenteilige Richtung bewegt. Selbst in diesem Falle sind unsere Vorschläge kaum schädlich, führen sie doch zu einer längeren Verfügbarkeit der gesparten Ressourcen und einer kleinen Verbesserung der internationalen Austauschverhältnisse von Öl- zu Nicht-Ölprodukten.

¹² Die Verteilungsauseinandersetzung und das Problem von Sinclair müssten wahrscheinlich in einem Differentialspiel gemeinsam behandelt werden.

Literatur

- Althammer, W. und W. Buchholz, 1999, Distorting Environmental Taxes: the role of Market Structure, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 219/3+4, 257-70.
- Ashford, N.A., 2000, An Innovation Based Strategy for a Sustainable Environment, in: Hemmelskamp, Jens, Klaus Rennings und Fabio Leone (Hrsg.), *Innovation-Oriented Environmental Regulation – Theoretical Approaches and Empirical Analysis*, ZEW Economic Studies, Bd. 10, Physica-Verlag, Heidelberg, 67-107.
- Blok, K., W.C. Turkenburg, W. Eichhammer, U. Farinelli, T.B. Johannson (Hrsg.), 1995, „Overview of energy RD&D Options for a Sustainable future”, JOU2-CT 93-0280, Juni.
- Blok, K., W. Eichhammer, L. Nilsson, P. Valant (Hrsg.), 1996, „Strategies for energy RD&D in the European Union”, JOU2-CT-0280, Dezember.
- Buchanan, J.M., 1969, External Diseconomies, Corrective Taxation and Market Structure, in: *American Economic Review*, 174-77.
- Economische Zaken 3, 1997, Regelingen EZ, Energie Investeringsaftrek, 14 februari, S.19.
- Economische Zaken 3, 2001a, EINP Subsidieregeling Energievoorzieningen in de Nonprofitsector en bijzondere Sectoren, 2 Seiten, <http://www.ez.nl/subs/01342.htm>, download, 15-1-01.
- Economische Zaken 3, 2001b, EIA Energie Investeringsaftrek, 2 Seiten, <http://www.ez.nl/subs/01342.htm>, download, 15-1-01.
- Eizenstat, S., 1998, Stick with Kyoto, *Foreign Affairs*, Vol. 77 No.3, May/June, 119-121.
- Frenz, W., 1999, Freiwillige Selbstverpflichtungen/Umweltvereinbarungen zur Reduzierung des Energieverbrauchs im Kontext des Gemeinschaftsrechts, *EuR-Heft 1- 1999*, 27-48.
- GATT, 1992, Trade and the environment, GATT-Report.

- Imboden, D., 1993, The Energy Needs of Today are the Prejudices of Tomorrow, GAIA 2, No.6, 330-37.
- Koskela, E. und R. Schöb, 1999, Alleviating unemployment: The case for green tax reforms, European Economic Review 43, 1723-1746.
- Lerch, A. und H.G. Nutzinger, 2000, Nachhaltige Entwicklung in wirtschaftsethischer Perspektive, mimeo.
- McGuire, M.C., 1982, Regulation, Factor Rewards, and International Trade, Journal of Public Economics 17, 335-354.
- Markusen, J.R., E.R. Morey, and N.O. Olewiler, Environmental policy when market structure and plant locations are endogenous, Journal of Environmental Economics and Management 24, 69-86.
- Merrifield, J.D., 1988, The Impact of Selected Abatement Strategies on Transnational Pollution, the Terms of Trade, and Factor Rewards: A General Equilibrium Approach, Journal of Environmental Economics and Management 15, 259-284.
- Newell, Richard G., A.B. Jaffe, R.N. Stavins, 1999, The Induced Innovation Hypothesis and Energy-Saving Technological Change, The Quarterly Journal of Economics vol 114 (3), 941-976.
- Pethig, R., 1976, Pollution, Welfare, and Environmental Policy in the Theory of Comparative Advantage, Journal of Environmental Economics and Management 2, 160-169.
- Radgen, P. und E. Jochem (Hrsg.), 1999, Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) Karlsruhe. http://www.badenwuerttemberg.de/sixcms_upload/media/110/stromsparinitiative__modellprojekte_und_fachartikel.pdf.
- Rennings, K., K.L. Brockmann, H. Bergmann, 1997, Voluntary Agreements in Environmental Protection – Experiences in Germany and future Perspectives, ZEW Discussion Paper No. 97-04 E.

- Schneider, K. 1997, Involuntary Unemployment and Environmental Policy: The Double Dividend Hypothesis, *Scandinavian-Journal-of-Economics*, 99(1), March, pages 45-49.
- Sinclair, P., 1992, High does nothing and rising is worse: Carbon taxes should keep declining to cut harmful emissions, *The Manchester School* Vol. LX No.1, March, 41-52.
- Soete, L.L.G. und T. Zieseemer, 1997, „Gains from Trade and Environmental Policy under Imperfect Competition and Pollution from Transport“ in: ‚Neuere Entwicklungen in der Umweltökonomie und -politik‘, Herausgegeben von Hans-Dieter Feser und Michael von Hauff, *Volkswirtschaftliche Schriften Universität Kaiserslautern*, transfer verlag, Regensburg, 1997, 249-268.
- Vermeend, W. und J. van der Vaart (1997), Greening Taxes: The Dutch Model, Paper for the European Association of Environmental and Resource Economics (EAERE), Eight Annual Conference, Tilburg, The Netherlands, 26-28 June, 1997.
- WTO, 2000, Trade and Environment in the WTO, 6 pages, <http://www.wto.org/wto/environ/environ1.htm>, download 29-3-00.
- Zieseemer, T. 2000, Reconciling Environmental Policy with Employment, International Competitiveness and Participation Requirements, *Konjunkturpolitik*, 46.Jg. H.3 (2000), 241-273.

Ökonomische und ökologische Auswirkungen der europäischen Deregulierung des Strommarktes

Corinna Gather / Ulrich Steger

Einleitung

In den letzten beiden Dekaden des 20. Jahrhunderts ist ein weltweiter Trend zur Liberalisierung ehemals staatlich regulierter Monopolbereiche auszumachen. Dies betrifft vor allem die Verkehrs-, Telekommunikation- und Energiebranche. Die in den 90er Jahren begonnene europäische Liberalisierung der Märkte für leitungsgebundene Energien löst gravierende Umstrukturierungen in diesem Sektor aus. Die ehemals in geschlossenen Gebietsmonopolen operierenden Energieversorger müssen nun lernen, in einem wettbewerblich organisierten Markt erfolgreich zu wirtschaften.

Nach Paul Strebel kann dieser Umbruch als ein „breakpoint“ betrachtet werden, der von ihm folgendermaßen definiert wird: „Business discontinuities can be best recognized relative to recent trends and behavior in the industry, company, or business unit. The quantitative signs of a breakpoint take the form of shifts in performance trends. These are sharp changes in direction, up or down, in the quantitative performance of the industry, company or business unit. ...The qualitative signs take the form of shifts in competitive or organizational behavior of the industry, company or business unit. This shift involves qualitative changes in the rules of the industry or company game, which are reflected in the set of variable strategies“.¹

Diese Wechsel sind also immer radikal und meist in ihren Auswirkungen nicht vorhersehbar. Vielfältige Auslöser können hierzu führen, wie beispielsweise Innovationen oder Auswege aus gesättigten Märkten. Der Umbruch in der Elektrizitätsbranche wurde durch die EU-Richtlinie herbeigeführt. Dieser „breakpoint“ war vorhersehbar, aber mit den erfolgten radikalen Ergebnissen hatte kaum jemand gerechnet.

Solch eine Veränderung verlangt von den beteiligten Unternehmen in kürzester Zeit eine völlig neue Ausrichtung. „Breakpoints“ lösen zwei ver-

¹ Strebel 1992, S. 9.

schiedene Wettbewerbsstrategien aus, die gegenwärtig zu beobachten sind. Zum einen die Differenzierung, zum anderen die Standardisierung von Produkten und Prozessen, wobei letztere immer mit Preissenkungen einhergeht.

Bevor im Weiteren auf die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen der Deregulierung eingegangen wird, soll ein Blick auf die Voraussetzungen der Marktöffnung sowie den aktuellen Stand in Europa geworfen werden. Eine Betrachtung der Situation in Kalifornien ist aufschlussreich, da die dortige Stromkrise Fehler bei der Ausgestaltung der Umstrukturierungen aufzeigt. Nach diesem Exkurs wird untersucht, welche Konsequenzen sich für die Marktteilnehmer durch die Liberalisierung ergeben. Es folgt die Abschätzung der ökologischen Wirkungen; das Ergebnis wird durch realisierte Beispiele zur Förderung emissionsreduzierter Technologien und Verhaltensweisen untermauert.

1. Auswirkungen der Deregulierung

Die Voraussetzung der Liberalisierung waren technische und ökonomische Entwicklungen, die die Einschätzung der Elektrizitätswirtschaft als natürliches Monopol änderte.

1.1 Die Auflösung der natürlichen Monopole

Die ökonomische Theorie der natürlichen Monopole besagt, dass ein einzelner Anbieter den Markt kostengünstiger versorgen kann als mehrere. Voraussetzung hierfür sind sinkende Durchschnittskosten bzw. subadditive Kosten bei steigender Produktion.

Die Elektrizitätswirtschaft war wegen dieser Kostendegressionseffekte in Gebietsmonopolen organisiert. Diese ergaben sich aus der Größe der Anlagen (bzw. des Kraftwerkparks) und der Übertragungsnetze. Aufgrund der Größeneffekte muss der Transport von Strom weiterhin als natürliches Monopol betrachtet werden, da Leitungsnetze hohe Investitionskosten bedingen, hingegen die Grenzkosten bis zur Erreichung der Kapazitätsgrenze praktisch bei Null liegen.

Weitere Größenvorteile sind darin zu sehen, dass eine Erhöhung der Anzahl der angeschlossenen Teilnehmer den Lastgang glättet, was eine bessere Ausnutzung der Kapazitäten zur Folge hat. Bei der Existenz nur eines Netzes muss weniger Reserveleistung zur Verfügung gestellt werden und der Kraftwerkabruf der an das Netz angeschlossenen Anlagenkonfiguration kann wirtschaftlicher gestaltet werden.

Übertragungs- und Verteilnetze können als wirtschaftliche Infrastruktur betrachtet werden, bei der die Allokation nicht über den Markt geregelt werden sollte, weil die Netze eine für das gesamte Gemeinwesen nützliche Funktion erfüllen. Gegenwärtig wird die Existenz eines natürlichen Monopols für die Stromherstellung abgelehnt, da die optimale Betriebsgröße deutlich unter den relevanten Nachfragemengen liegt. Des Weiteren wurde es durch den technischen Fortschritt möglich, neben Kraftwerken mit einer großen Leistung auch kleine, flexibel einsetzbare, gasbefeuerte Anlagen mit hohem Wirkungsgrad wirtschaftlich zu betreiben. Da solche Anlagen relativ kostengünstig zu erstellen sind, fallen Markteintrittsbarrieren weg.

Fortschritte in der Informationsverarbeitung erlauben eine Reduktion der Transaktionskosten. Damit wird die für eine wettbewerbliche Organisation des Marktes notwendige Trennung der Aktivitäten der Versorger in Erzeugung, Handel und Verkauf sowie Übertragung und Verteilung möglich. Nur bei uneingeschränktem Leitungszugang aller Anbieter ist ein vollständiger Wettbewerb realisierbar. Existiert die vertikale Integration der Energieversorger weiterhin, so hat der Netzbesitzer, der gleichzeitig auch Stromerzeuger ist, kein Interesse, seinem Konkurrenten die Durchleitung zu gewähren.

Eine Liberalisierung des Elektrizitätsmarktes muss also durch neue Regulierung der Stromnetze erfolgen. Für die Ausgestaltung dieses Zugangs sind verschiedene Modelle möglich. Um der Gefahr einer Diskriminierung Dritter entgegenzuwirken, scheint die völlige organisatorische und rechtliche Separierung der Funktionen Erzeugen und Verteilen sinnvoll. Dies geschieht u.a. beim Poolmodell in Großbritannien. Der Betrieb des Übertragungsnetzes wird in die Hand einer unabhängigen Gesellschaft gelegt.

Eine schwächere Trennung ist die buchhalterische Entflechtung zwischen wettbewerblich organisierten Bereichen (Produktion und Handel) und natürlichen Monopolen (Übertragung und Verteilung). Bei dieser Variante, die verhandelter Netzzugang (Negotiated Third Party Access) genannt wird, müssen sich die Beteiligten über ein angemessenes Entgelt für die Durchleitung von Strom einigen. Für dieses Modell hat sich Deutschland entschieden.

Stand Europa

Im Jahr 1996 wurde die Europäische Binnenmarkttrichtlinie zur Liberalisierung der Elektrizitätsversorgung verabschiedet. 1998 sollten die Vorgaben in nationales Recht umgesetzt werden. Der Beginn der Marktöffnung war für 1999 festgelegt, die weitere Deregulierung ist schrittweise erlaubt. Im Jahr 2003 müssen die Märkte zu 35 Prozent des nationalen Stromverbrauchs für den Wettbewerb geöffnet sein. Diese Quote bedeutet, dass alle Großabnehmer mit einem Jahresverbrauch von mindestens 9 GWh ihren Stromlieferanten frei wählen können.

Gegenwärtig liegt europaweit bereits eine durchschnittliche Marktöffnung von etwa 65 Prozent vor. Die Geschwindigkeit der Liberalisierung ist in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich. In Finnland, Schweden, Großbritannien und Deutschland sind die Märkte für den Wettbewerb freigegeben, in einzelnen anderen Ländern erst zu der vorgegebenen Quote.

Um dieses Ungleichgewicht abzubauen, fordert die EU nun eine beschleunigte Marktöffnung. Nach Vorschlägen der Kommission sollen im Jahr 2003 alle gewerblichen Kunden und ab 2005 alle Privatverbraucher frei über ihren Energielieferanten entscheiden können.

Der Netzzugang wurde in den meisten europäischen Länder durch die rechtliche Entflechtung zwischen Netzbetreibern und Erzeugern realisiert und außerdem eine unabhängige Regulierungsbehörde eingerichtet. Die offensichtlichsten Effekte des Wettbewerbs stellen die gesunkenen Strompreise dar. Neben Kostensenkungsstrategien der Stromerzeuger drücken die erheblichen Überkapazitäten in Europa mit 40 – 50 GW auf die Preise.

Stand Deutschland

Deutschland vollzog die Liberalisierung 1998 durch das Energiewirtschaftsgesetz. *Dies* geschah nicht wie in den anderen Ländern stufenweise, sondern es erfolgte sofort eine vollständige Marktöffnung für alle Kundengruppen.

Im Gegensatz zu den übrigen europäischen Staaten wurde für den Netzzugang eine Verhandlungslösung favorisiert. Das Energiewirtschaftsgesetz schreibt den Netzbetreibern keine rechtliche, sondern nur eine „organisatorische und buchhalterische Trennung zur Erzeugung und Verteilung sowie den sonstigen Tätigkeiten“² vor. Eine Regulierungsbehörde wird nicht eingerichtet. Der Zugang ist durch die freiwillige Verbändevereinbarung II (vom 1.1.2000) geregelt. Wie Bundeswirtschaftsminister Müller jedoch feststellte, liegen beim Leitungszugang Mängel vor. „Beim Strom hakt es vor allem noch im Tarifikundenbereich. Ich nenne hier nur das Stichwort Netznutzungsentgelte. Hinsichtlich ihrer Transparenz und ihrer Höhe gibt es Nachbesserungsbedarf.“³ Die Netzpreise sind in Deutschland etwa doppelt so hoch wie in United Kingdom (siehe Abb.1). Hier kann vermutet werden, dass die Netzentgelte der Stabilisierung der Stromerlöse dienen.⁴ Auch von Seiten der Europäischen Kommission wird die deutsche Regelung bemängelt. Es bestehen Bestrebungen, den Mitgliedsstaaten für die Kontrolle des fairen Netzzugangs nationale Regulierungsbehörden vorzuschreiben.

Die Liberalisierung der Elektrizitätswirtschaft hat auch in Deutschland zu einem erheblichen Preis- und Verdrängungswettbewerb geführt. Alle Kundengruppen profitieren von niedrigeren Bezugskosten. Großkunden konnten besonders günstige Konditionen aushandeln; sie erzielten Preisnachlässe bis zu 50 Prozent. Für dieses Kundensegment lagen die Strompreise im Jahr 2000 teilweise bei den kurzfristigen Grenzkosten.

² Gesetz zur Neuregelung des Energiewirtschaftsrechts (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG) vom 25. April 1998, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1998 Teil I Nr. 23, S. 730 – 736.

³ Rede des Bundesministers für Wirtschaft und Technologie Dr. Werner Müller anlässlich der 8. Handelsblatt-Jahrestagung Energiewirtschaft 2001 „Auf dem Weg zum europäischen Energiemarkt“ zum Thema „Energiepolitik für einen liberalisierten Energiemarkt in Europa“, vom 16.01.2001.

⁴ vgl. Haupt und Pfaffenberger 2000, S. 11.

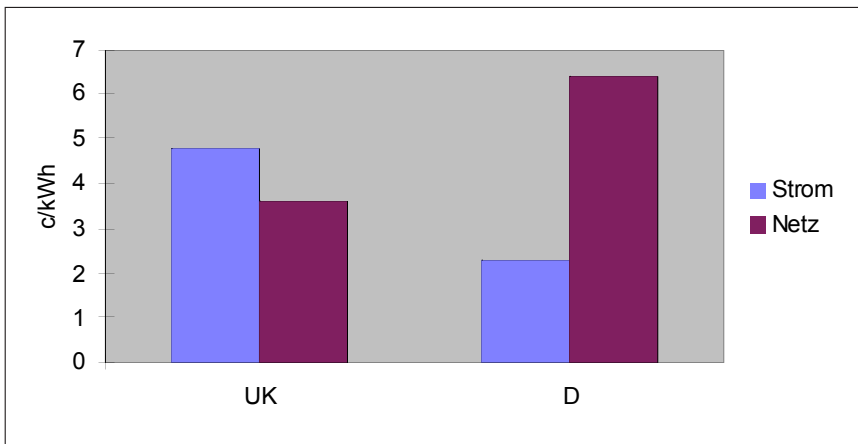


Abb. 1: Vergleich der Netz- und Strompreise in Deutschland und United Kingdom

Durch die Überschusslage und die Einbrüche der Preise ist die Investitionsneigung gering. Es werden Kapazitäten abgebaut und besonders industrielle und kommunale KWK-Anlagen stillgelegt, da sie erst rentabel betrieben werden können, wenn der Strompreis die Vollkosten widerspiegelt. Der Absatz dieser Kraftwerkstypen hat sich in Deutschland 1999 halbiert. Das im Jahr 2000 zur Förderung der KWK-Anlagen erlassene Gesetz dient der Bestandserhaltung. Neuanlagen werden davon nicht erfasst, deshalb besteht weiterhin kein Anreiz zum Ausbau.

Exkurs: Kalifornische Stromkrise

Mit der Verabschiedung des Energy Policy Act (EPACT) wurde in den Vereinigten Staaten bereits 1992 mit der Deregulierung des Elektrizitätsmarktes durch die Liberalisierung der Großhandelsmärkte begonnen. Dieses Bundesgesetz eröffnete den Einzelstaaten die Möglichkeit, den Wettbewerb im Endkundengeschäft einzuführen. Eine Marktöffnung war vor allen Dingen in Regionen mit hohen Strompreisen attraktiv, da hierdurch sinkende Preise erwartet wurden. 1998 vollendete Kalifornien die Umstrukturierung. Gleichzeitig wurden Obergrenzen der Konsumentenpreise festgelegt. Für Ökonomen ist dies widersprüchlich, da in einem wettbewerblich organisierten Markt Preise frei sein sollten, damit sie auf Veränderungen von Angebot und Nachfrage reagieren können.

Die Stromkrise in Kalifornien im Winter 2000 löste in den USA eine breite öffentliche Diskussion über den weiteren Fortgang der Liberalisierung aus. Im Dezember 2000 sowie im 1. Halbjahr 2001 wurde in einzelnen Regionen Kaliforniens mehrmals der Strom abgeschaltet, da der Bedarf das Angebot überstieg.

In der boomenden Wirtschaftsregion nahm der Elektrizitätsabsatz von 1990 bis 1999 um 11 Prozent zu, die Erzeugungskapazität fiel im gleichen Zeitraum hingegen um 2 Prozent.⁶ Kalifornien war zunehmend auf außerstaatliche Stromlieferungen angewiesen. Gegenwärtig besitzt Kalifornien eine Kapazität von etwa 53.000 MW, darüber hinaus ist die Region auf Lieferungen in einer Höhe von 11.000 MW von Herstellern außerhalb der Grenzen angewiesen.

Von den ehemals staatlichen Energieversorgern wurden im letzten Jahrzehnt, unter anderem wegen der langwierigen Genehmigungsverfahren, keine neuen Großkraftwerke gebaut. Hingegen errichteten kleinere, unabhängige Erzeuger Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 6.000 MW.

Ende 2000 fehlten etwa 10.000 MW an Produktionskapazitäten, da viele Großkraftwerke, sowohl geplant als auch ungeplant, vom Netz genommen waren. Während des vorangegangenen heißen Sommers wurden durch die intensive Nutzung der Klimaanlage die Kraftwerkskapazitäten überdurchschnittlich ausgelastet. Einige fielen nun wegen Reparaturarbeiten aus, andere hatten ihre erlaubten Emissionen für das Jahr ausgeschöpft. Neue Emissionszertifikate zu erwerben schien unrentabel. Hinzu kam eine um 3.000 MW geringere Produktion von Strom aus Wasserkraft, da die Wasserstände einiger Stauseen wegen ausgebliebener Regenfälle niedrig waren. Nachteilig wirkte sich des Weiteren die begrenzte innerstaatliche und überregionale Leitungskapazität aus.⁷

⁵ aus: Haupt und Pfaffenberger 2000.

⁶ Schnapp 2001.

⁷ International Energy Agency 2001.

Die Knappheit erhöhte die Einkaufspreise der heimischen Versorger. Diese Kosten konnten nicht im gleichen Umfang an die Kunden weitergegeben werden, weil die Endabnehmerpreise staatlichen Obergrenzen unterliegen. In der Folge erlitten die beiden großen kalifornischen Stromproduzenten zum Teil dramatische Verluste. Die daraufhin befürchtete Zahlungsunfähigkeit führte zu verzögerten bzw. ausgesetzten Lieferungen der Gas- und der außerstaatlichen Stromversorger. Im April 2001 musste der größte Energiekonzern Konkurs anmelden. Das zweite der marktbeherrschenden Unternehmen hat zur Konsolidierung sein Leitungsnetz an den Staat veräußert.

Es wurde ein Maßnahmenbündel eingeleitet, um die Versorgungssituation in Kalifornien sicherzustellen. Vor allen Dingen wird von staatlicher Seite Elektrizität angekauft und dadurch versucht, die Knappheit durch langfristige Lieferverträge aufzufangen. Die Preise für Endabnehmer wurden zwar erhöht, aber der Strom wird zum Teil immer noch unter den Einkaufspreisen an die Konsumenten abgegeben. Allerdings werden nun Stromsparmaßnahmen verstärkt propagiert.

Neue Anlagen sind in der Planung und im Bau. Deren Leistung wird jedoch in naher Zukunft nicht hinreichend sein, die Bedarfslücke zu decken.

Fazit der kalifornischen und europäischen Deregulierung

Kalifornien gibt ein Beispiel für eine fehlgeschlagene Deregulierung, deren wesentliche Ursache im inkonsequenten Design liegt. Es fehlten klare Preissignale, die die Marktteilnehmer in die Lage versetzt hätten, dementsprechend Angebot und Nachfrage zu verändern.

Als Lehre kann der Schluss gezogen werden, dass bei der Gestaltung von Umstrukturierungen im Elektrizitätssektor neben den Wettbewerbsaspekten auch eine sichere Versorgung und dementsprechende Investitionen in Erzeugungs- und Leitungskapazitäten berücksichtigt werden müssen.

Die europäische Deregulierung im Energiesektor verlief im Gegensatz zur amerikanischen Westküste unspektakulär. Mit Engpässen müssen wir in Europa noch lange nicht rechnen, da aus den Monopolzeiten reichlich

Überkapazitäten vorhanden sind. Neben den Effizienzsteigerungen waren diese maßgeblich für die gesunkenen Endabnehmerpreise verantwortlich.

Die unterschiedliche Geschwindigkeit der Liberalisierung in den Einzelstaaten verhindert bislang einen voll integrierten europäischen Elektrizitätsmarkt. Die meisten Mitgliedsstaaten haben sich für eine völlige rechtliche Trennung der Bereiche Erzeugen und Netzbetrieb entschieden, da diese Variante den Wettbewerb am besten unterstützt.

1.2 Ökonomische Effekte

Der liberalisierungsbedingte Umbruch bringt erhebliche Veränderungen für die Energieunternehmen. Das wirkt sich sowohl auf die Kosten, die Gewinne, die Technologie als auch auf die Beschäftigten aus. Nicht zuletzt muss die gesamte Unternehmensorganisation den geänderten Rahmenbedingungen angepasst werden.

Kapitalkosten und Risiko

Es entstehen durch den Wettbewerb neue Marktrisiken. War die Rendite der Investitionen früher durch die Gebietsmonopole gesichert, so werden nun, wie in allen anderen wettbewerblich organisierten Märkten, die energiewirtschaftlichen Entscheidungen von Unsicherheiten und strengeren Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit geprägt. Die Kapitalkosten lagen bisher bei 5 – 6 Prozent, nun betragen sie je nach Finanzierung 9 – 12 Prozent. Damit ergeben sich neue Berechnungsgrundlagen für Investitionen.

In der untersuchten Branche ist die Kapitalintensität erheblich. Der Anteil der Abschreibungen an den Gesamtkosten liegt etwa doppelt so hoch wie im übrigen produzierenden Gewerbe. Die Kapitalkosten belaufen sich im Durchschnitt auf ca. ein Viertel der Stromgestehungskosten. Sie variieren stark je nach Art der Anlagen: Bei der Grundlastherzeugung weisen Kernkraftwerke kapitalabhängige Kosten in Höhe von etwa 50 Prozent auf, bei steinkohlebefeuerten Dampfkraftwerken liegen diese bei 32 Prozent und bei kombinierten Gas- und Dampfturbinenkraftwerken betragen sie nur ca. 12 Prozent. Für Übertragungsnetze ist ein Wert von etwa 90 Prozent anzusetzen.

Unsicherheiten bestehen bezüglich des künftigen Absatzes sowie der Einkaufspreise von Primärenergieträgern und Strom. Die extremen Preisschwankungen des Spotmarkts bringen große Marktpreisrisiken beim Strombezug mit sich. Die Energieversorger müssen sich gegen diese Risiken absichern, da derart schwankende Preise nicht an Kunden weitergegeben werden können.

Markenbildung und Differenzierung

Durch die Einführung des Wettbewerbs müssen die Versorger die Ausrichtungen ihres Unternehmens ändern. In den Mittelpunkt der Aktivitäten rücken nun die Verbraucher und ihre Wünsche, die Pflege der Kundenzufriedenheit und Festigung der Kundenbindung. Der Service nimmt wesentlich mehr Raum ein als zur Zeit der Gebietsmonopole.

Mit verschiedenen Maßnahmen in PR und Marketing wird versucht, eine überzeugende Strommarke aufzubauen. Trotz aufwendiger Werbekampagnen ist jedoch die Wechselbereitschaft der deutschen Verbraucher – im Gegensatz zu Großbritannien – zur Zeit sehr gering,⁸ da die Transaktionskosten im Verhältnis zu den Ersparnissen als zu hoch eingeschätzt werden.

Produktdifferenzierungen zeigen sich in Form von billigem Strom, regionalem Strom und „grünem“ Strom. Fast alle etablierten Unternehmen und einige neue bieten sogenannten „grünen“ Strom an. Dieser wurde im Jahr 2000 nur von 0,1 Prozent der Tarifkunden bezogen. Verantwortlich hierfür ist vor allen Dingen der hohe Preis, der zwischen 33 Prozent und 100 Prozent über dem konventionell erzeugter Elektrizität liegt. Einen erheblichen Anteil an diesen Kosten haben die Leitungsgebühren. Es ist eine grundsätzliche Bereitschaft in Deutschland vorhanden, regenerativen Strom zu beziehen. Jedoch sind nur etwa 2 Prozent der Verbraucher bereit, für diesen Strom Mehrkosten in Höhe von 2,5 bis 5 cents pro kWh zu akzeptieren.⁹

⁸ Weniger als 1 Prozent der Haushaltskunden. Vgl. DIW-Wochenbericht 25/2000, S. 386; 5 Prozent der Privatkunden bis Ende Mai 2000. Vgl. GfK Marktforschung (2000); 2 Prozent der Privatkunden bis Ende 2000. Laut telefonischer Auskunft der Pressesprecherin des Verbands der freien Energiedienstleister, Berlin, März 2001.

⁹ Vgl. Vahrenholt 2001.

Ein weiterer Versuch der Differenzierung ist die Wandlung der traditionellen Energieversorger zum Energiedienstleister. Vom Kunden wird nicht die Lieferung von Kilowattstunden, sondern die Bereitstellung von Leistungen wie Wärme, Kälte und Druckluft gewünscht. Neben dem Einzelprodukt werden zunehmend Komplettlösungen angeboten. Dies beinhaltet auch Least-Cost Planning, Demand-Side Management, Last- und Energiemanagement sowie Contracting.

Zentrale oder dezentrale Technologieentwicklung?

Kostenvorteile für Großkraftwerke bestehen weiterhin im Grundlastbereich. Dies zeigt Voß in seinem Vergleich eines Erdgas-GuD-Kraftwerks mit einem steinkohlebefeuerten und einem braunkohlebefeuerten Dampfkraftwerk für Deutschland.¹⁰ Bei neu zu errichtenden Anlagen ergeben sich mit einem Kalkulationszinssatz von 6 Prozent und einer Anlagennutzungsdauer von 35 Jahren für eine Grundlaststromerzeugung in Höhe von 7.500 Stunden/Jahr niedrigere Stromerzeugungskosten für Stein- und Braunkohlekraftwerke als für die GuD-Anlagen. Dies gilt sowohl unter der Annahme gleichbleibender als auch steigender Brennstoffkosten (Kohle +20 Prozent, Erdgas +40 Prozent). Werden hohe Stromerlöse (ab 4 c/kWh) und konstante fossile Brennstoffpreise angesetzt, weisen hingegen die Erdgaskraftwerke die günstigsten Kapitalrückflusszeiten auf.

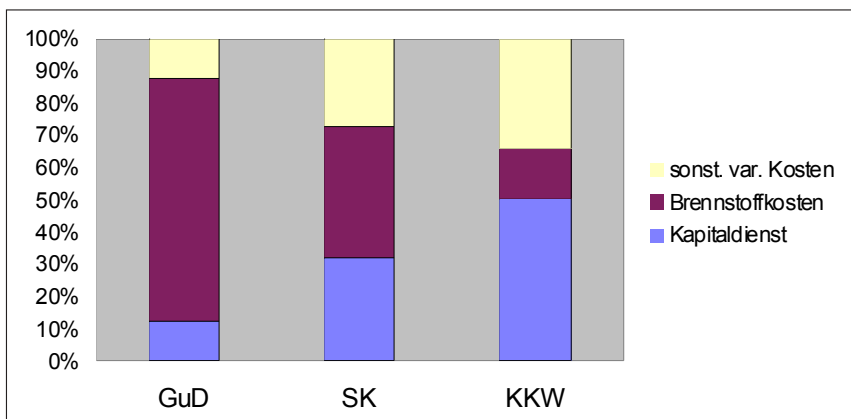


Abb. 2: Kostenpositionen verschiedener Kraftwerke in Deutschland¹¹

¹⁰ Vgl. Voß 2000, S. 5.

¹¹ aus Voß 2000.

Der angenommene Kalkulationszinssatz von 6 Prozent dürfte unter den gegebenen Marktbedingungen zu niedrig angesetzt sein. Es stellt sich die Frage, wie weit sich die Ergebnisse der Analyse beim Ansatz eines realistischen Zinssatzes in Höhe von etwa 10 Prozent zugunsten der kleineren Erzeugungseinheiten verschieben. Da in der Veröffentlichung keine absoluten Zahlen gegeben werden, können dementsprechende Berechnungen nicht durchgeführt werden.

Andere Autoren¹² betonen die wirtschaftlichen Vorteile kleiner, effizienter GuD-Anlagen. Diese weisen im Gegensatz zu den hohen Investitionskosten, langen Amortisationszeiten und niedrigen Betriebskosten der Großanlagen niedrige Investitionskosten, kurze Amortisationszeiten, aber sehr hohe Brennstoffkosten auf, die bei etwa 75 Prozent – 80 Prozent der Stromgestehungskosten liegen. Ihre Vorzüge bestehen zusätzlich im flexiblen Einsatz; sie können der Entwicklung des Lastgangs entsprechend zugeschaltet werden.

Unter den gegenwärtigen Bedingungen der größeren Unsicherheiten und der höheren Kapitalkosten sind die Vorteile kleinerer Stromerzeugungskapazitäten für die Mittel- oder Spitzenlast nicht unerheblich.

Als ein Beispiel für das Verhalten der Investoren bei neuen Produktionseinheiten kann England/Wales gelten. Hier wurde in gasbefeuerte Anlagen geringer Größe investiert, da die Stromüberkapazitäten wegen der schlechten Anbindung ans europäische Leitungsnetz keine Rolle spielen. Es wurden in beträchtlichem Umfang erdgasbefeuerte GuD-Anlagen installiert. Das hatte zur Folge, dass der Einsatz von Erdgas für die Stromerzeugung in den letzten 10 Jahren von unter 1 Prozent auf 27 Prozent gestiegen ist.

Auch Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung weisen ökologische und ökonomische Vorteile auf. Für ihre Wirtschaftlichkeit ist die Volllaststundenzahl und die Wärmegutschrift entscheidend. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass das Fernwärme- im Gegensatz zum Nahwärmenetz hohe Investitionskosten bindet und Wärmeverluste aufweist.

¹² Vgl. Schlesinger und Schulz 2000, S. 109 und Lapidus et. al. 2000, S.635.

Wegen der stark gesunkenen Strompreise gerät gerade diese Technologie unter Druck. Die Kraftwerke können zur Zeit nur wirtschaftlich betrieben werden, wenn sie abgeschrieben und hinreichend effizient sind.¹³ KWK-Anlagen mit niedrigem Wirkungsgrad werden stillgelegt. Ein weiterer Ausbau findet unter den gegebenen Marktbedingungen nicht statt.

Strategie der Konsolidierung

Schon im Vorfeld der Liberalisierung wurden von den Energieversorgern erhebliche Rationalisierungsmaßnahmen eingeleitet, um konkurrenzfähige Preise anzubieten. Ein Indikator für diese Maßnahmen ist die Verringerung der Beschäftigtenzahl. Allein in der deutschen Elektrizitätswirtschaft erfolgte in den Jahren 1995 bis 1999 eine Reduktion der Beschäftigten von 190.000 auf 150.000.

Durch den Wettbewerb ist der Umsatz der Branche unter Druck geraten. Er ging von ca. 80 Mrd. DM im Jahr 1998 auf ca. 70 Mrd. DM im Jahr 1999 zurück. Auch die Gewinne erwiesen sich trotz der Rationalisierungsmaßnahmen als rückläufig.

Investitionen, die unter den alten Bedingungen der Gebietsmonopole getätigt wurden, werden nun möglicherweise zu „stranded investments“. Der Preiswettbewerb wird die leistungsschwächeren Unternehmen, in Deutschland besonders die kleinen kommunalen Versorger, verdrängen.

Ein Wachstumsschub durch die Kostenreduktion ist im Gegensatz zur Telekommunikationsbranche augenblicklich nicht absehbar, da die kurzfristige Preiselastizität der Nachfrage minimal ist. Die Stromabnahme wird von der Ausstattung mit Geräten, Maschinen und Anlagen bestimmt. Erst bei Ersatzbeschaffungen bzw. Investitionen kann der Energieverbrauch berücksichtigt werden.

Prognosen für Deutschland¹⁴ weisen auf einen auch in Zukunft stagnierenden Markt hin. Insofern sind nur durch einen Verdrängungswettbewerb neue Kunden zu gewinnen. Die regionale Expansion erfolgt durch Kooperationen und Übernahmen im In- und Ausland. Es sollen wettbewerbs-

¹³ Vgl. Besch et. al. 2000, S.5.

¹⁴ Vgl. International Energy Agency 2000, S. 195 und Schlesinger und Schulz, W. 2000, S. 109

fähige Kosten und Preise durch economics of scale erzielt werden. Eine Reihe von Unternehmenszusammenschlüssen und Kooperationen ist vollzogen. In Deutschland entstanden durch Fusionen vier große Verbundunternehmen. Zwei dieser Unternehmen verfügen nun zusammen über einen Marktanteil an der Stromerzeugung von mehr als 50 Prozent.

Dabei ist eine Ausrichtung mit einer Konzentration auf das Kerngeschäft und dem Ziel der Erlangung von stärkerer Marktmacht zu beobachten. Eine Variante ist die Diversifizierung in energienahe, häufig leitungsgebundene Produkte wie Gas, Wasser und Abwasser sowie Abfallentsorgung.

Ökologische Effekte

Ziel der Liberalisierung ist eine Effizienzsteigerung bei der Stromerzeugung und -verteilung. Wird durch den Wettbewerb die Allokation der natürlichen Ressourcen verbessert, dürfte dies einen gewissen Beitrag zur Umweltentlastung erbringen.

Die negativen Umweltauswirkungen der Stromerzeugung werden durch die Marktöffnung nicht beseitigt. Um die externen Effekte zu internalisieren, müssen nach wie vor Rahmenbedingungen von staatlicher Seite gesetzt werden.

Ziesemer¹⁵ beschreibt das gegenwärtig zu beobachtende ökonomische Phänom der sinkenden Preise eines wettbewerblich organisierten Marktes, die mit einer Ausweitung des Angebotes einhergehen. Eine höhere Stromabnahme der Konsumenten kann mehr Umweltverschmutzungen nach sich ziehen. Inwieweit diese Preissenkungen mittelfristig zu einem steigenden Absatz führen, wird die Zukunft zeigen.¹⁶ Sicherlich bieten niedrige Preise weder einen Anreiz, Strom zu sparen, noch in Effizienzverbesserungen zu investieren. Strompreise auf tiefem Niveau sprechen auch gegen die Nutzung regenerativer Energiequellen.

¹⁵ Vgl. dazu Ziesemers Beitrag in dieser Veröffentlichung.

¹⁶ In Deutschland war der Stromabsatz 1999 leicht rückläufig. Der Zuwachs um 1,7 % im Jahr 2000 wurde durch die gute Konjunktur und den höheren Verbrauch der Industrie verursacht. Quelle: Pressemitteilungen des VDEW.

Bei einem Anlagenabbau ist zu erwarten, dass alte ineffiziente Kraftwerke stillgelegt werden. Ein Ersatz durch Anlagen mit hohem Wirkungsgrad findet zur Zeit nicht statt, da sich insgesamt ein Kapazitätsabbau vollzieht. Sollten in Zukunft, statt der mit Kohle oder Erdöl gefeuerten Kraftwerke, verstärkt moderne GuD-Anlagen mit hohen Wirkungsgraden eingesetzt werden, würde dies zu einer Reduzierung der CO₂-Emissionen führen. GuD-Anlagen emittieren im Vergleich zu steinkohlebetriebenen Dampfkraftwerken bei gleicher Stromerzeugung weniger als die Hälfte an CO₂.

Wie Imboden¹⁷ zeigt, ist jedoch eine Strategie der Dekarbonisierung, durch Substitution von fossilen Quellen mit hohen CO₂-Emissionsraten zu solchen mit geringeren Raten und Nutzung der Abwärme bei der Stromherstellung, bei weitem nicht hinreichend, um die Ziele des Klimaschutzes zu erreichen. Uneinheitliche Umweltvorschriften in den einzelnen EU-Ländern könnten dazu führen, dass preiswerter Strom aus Ländern mit niedrigen Umweltstandards in Länder mit höheren Standards exportiert wird. Dieser Gesichtspunkt kommt möglicherweise bei erfolgter Osterweiterung der Europäischen Union noch stärker zum Tragen.

2. Welche Auswirkung hat die Deregulierung der Stromwirtschaft auf den Einsatz regenerativer Energiequellen?

Der Strom aus regenerativen Quellen muss sich in einem geöffneten Markt dem Wettbewerb und somit der Frage nach der Wirtschaftlichkeit stellen.

Regenerative¹⁸

Wind	ab	7 c
Sonne	ab	77 c
Biomasse	ab	8 c
Gruben- und Klärgas . .	ab	7 c
Deponiegas	ab	7 c
dezentrale Wasserkraft .	ab	12 c

¹⁷ Vgl. den Beitrag von Imboden in dieser Veröffentlichung.

¹⁸ Vgl. Vahrenholt 2001 und Arbeitspapier der Europäischen Kommission: Elektrizität aus erneuerbaren Energien und der Elektrizitätsbinnenmarkt, ohne Datum (<http://europa.eu.int.comm>).

Nicht Regenerative¹⁹

Durchschnittskosten D	ca. 3,6 c
Großhandelspreise D	ca. 2 – 2,6 c
KWK D	3,7 – 4,8 c

Tabelle 1: Stromgestehungskosten in Deutschland

Die durchschnittlichen Stromerzeugungskosten betragen 1998 in Deutschland 3,6 c/Wh. Sehr viel höher sind die Kosten von Elektrizität aus regenerativen Quellen; abgesehen von abgeschriebenen Wasserkraftwerken liegen sie zwischen ca. 6,6 c/kWh für Deponiegas und ca. 77 c/kWh für solaren Strom. KWK-Anlagen, die durch ihre effiziente Energieausnutzung zum Klimaschutz beitragen, können kaum noch rentabel betrieben werden, da zur Kostendeckung Erlöse von 3,7 bis 4,8 c/kWh notwendig sind. Ohne Subventionen oder andere umweltpolitische Instrumente sind die meisten der vorhandenen Technologien zur umweltverträglichen Herstellung von Strom gegenwärtig nicht wettbewerbsfähig.

Konzepte und Erfahrungen zur Förderung regenerativer Energiequellen, Kraft-Wärme-Kopplung und Energieeinsparungen

Um die CO₂-Emissionen bei der Elektrizitätserzeugung und -nutzung zu reduzieren, werden weltweit verschiedene Förderinstrumente praktiziert, von denen einige im Folgenden dargestellt werden.

Beispiel USA

Ausgelöst durch die Ölkrise stieg in den siebziger Jahren das Interesse an regenerativer Energie. Die Vereinigten Staaten wollten unabhängiger vom exportierten Erdöl sein. Präsident Carter unterzeichnete 1978 den Public Utility Regulatory Act (PURPA). Mit diesem Gesetz werden erneuerbare Energien und Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung gefördert.

¹⁹ Vgl. Besch, et. al. 2000, S. 13.

Die öffentlichen Stromversorger müssen den Strom von unabhängigen Produzenten abnehmen, die erneuerbare Quellen nutzen oder/und in Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung produzieren. Diese Anlagen werden Qualified Facilities (QF) genannt. Für sie gibt es bestimmte Bedingungen (u.a. höchstens 80 Megawatt Leistung, mindestens 75 Prozent Einsatz regenerativer Energien). QF müssen staatlich zugelassen werden.

Die Einspeisevergütung wird auf Basis der vermiedenen Kosten bzw. der langfristigen Grenzkosten ermittelt. Die Festlegung der Vergütung liegt bei den einzelnen Bundesstaaten. Im Jahr 1995 wurden etwa 10 Prozent des verkauften Stroms von den Qualified Facilities hergestellt. Davon waren etwas mehr als 20 Prozent aus erneuerbaren Energien, der Rest kam aus KWK-Anlagen, die hauptsächlich mit Gas, aber auch mit anderen Energieträgern betrieben wurden.²⁰ Bei den regenerativen Quellen betrug der Anteil von Abfällen, Deponiegas sowie Holz und Holzabfällen mehr als die Hälfte.

Kommunale Abfälle und Deponiegas . . .	33,3 %
Holz und Holzabfälle	20,9 %
Geothermie	18,3 %
Konventionelle Wasserkraft	16,3 %
Wind	6,3 %
Andere Biomasse	3,2 %
Solar	1,7 %

Tabelle 2: Ankäufe der Versorger von regenerativ hergestelltem Strom unabhängiger Erzeuger nach Quellen, 1995

Im Jahr 1999 betrug der Prozentsatz des Stroms aus allen regenerativen Quellen (nicht nur QF) in den USA insgesamt 8 Prozent, wobei sich die Wasserkraft auf 4 Prozent belief.

Die Kosten für Strom aus erneuerbaren Ressourcen, der von Qualified Facilities hergestellt wurde, waren je nach Quelle sehr unterschiedlich. Sie variierten von durchschnittlich 15.80 cents pro Kilowattstunde für

²⁰ Diese und die folgenden Zahlen für die USA wurden entnommen aus: Guey-Lee 2001 und Energy Information Administration 1999.

Solarstrom bis zu 6,27 cents für Strom aus festen kommunalen Abfällen und Deponiegas. Der Preis für Elektrizität von Qualified Facilities aus regenerativen Quellen lag 1995 im Mittel mit 9,05 cents pro Kilowattstunde 31 Prozent über dem durchschnittlichen amerikanischen Strompreis, der 6,89 cents betrug.

Die Abnahmeverpflichtung wird heute als nicht kompatibel mit dem Wettbewerb angesehen. Daher gibt es Bestrebungen, die „must-buy“-Vorgabe von PURPA durch andere Bestimmungen wie beispielsweise Stromlabel, Quotenregelung oder Public Benefit Funding zu ersetzen. In einzelnen Bundesstaaten existieren Vorschriften zur Förderung erneuerbarer Energieträger. U.a. wurden in zehn US-Staaten Formen des Renewable Portfolio Standards eingeführt. Diese Standards sind in jedem Staat unterschiedlich ausgestaltet. Grundsätzlich handelt es sich hierbei um das Erreichen einer bestimmten Quote von regenerativen Quellen an der Stromerzeugung über marktkonforme Instrumente. Der zu erreichende Anteil eines Energieversorgers, des Verteilunternehmens oder der Stromabgabe an den Endkonsumenten wird staatlich vorgegeben. Die Ausgestaltung erfolgt entweder über Ausschreibung oder über Zertifikate. Ein Ausschreibungsmodell wird gegenwärtig in Großbritannien praktiziert. In einigen amerikanischen Staaten ist der Renewable Portfolio Standard hingegen mit einem Zertifikatshandel gekoppelt. Der Vorteil dieses wichtigen Instruments liegt darin, dass jeweils die kostengünstigste Lösung erreicht werden kann.

Europa

Das Ziel der europäischen Politik, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2010 auf 22,1 Prozent zu erhöhen, ist ehrgeizig. Eine konkrete Ausgestaltung dieser Absicht fehlt, da bislang keine Quoten für einzelne Länder festgelegt wurden. Gegenwärtig bleibt es den Nationalstaaten überlassen, entsprechende Regelungen zur Förderung regenerativer Quellen zu treffen.

So uneinheitlich wie der Einsatz erneuerbarer Energien in Europa (im Durchschnitt etwa 14 Prozent, ohne große Wasserkraftwerke nur 3 Prozent) sind auch die einzelstaatlichen Maßnahmen zur Förderung regene-

rativer Ressourcen. Zwei Modelle werden aktuell hauptsächlich diskutiert, zum einen ein Preisstützungsmechanismus wie in Deutschland und Spanien in Form von garantierten Preisen für die Einspeisung von Strom ins Netz, zum anderen ein Quotenmodell mit Ausschreibungsverfahren wie im Vereinigten Königreich, welches dort „Obligations“ genannt wird. Hierzu werden staatlich festgelegte Mindestquoten für den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung ausgeschrieben. Diese Variante leistet zentralen Großanlagen Vorschub, da kostengünstiger angeboten werden kann.

Zur Unterstützung der regenerativen Quellen gibt es noch viele weitere Förderinstrumente, meist mehrere gleichzeitig in einem Land, beispielsweise Investitionszuschüsse in Österreich oder Steuerbefreiung für „grünen“ Strom in den Niederlanden. In Großbritannien bestehen neben Fördermaßnahmen alternativer Ressourcen weitere Instrumente, um die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Die Engländer/Waliser sehen im sogenannten „dash for gas“ – es wurde vor allem Kohle durch Gas als Energieträger ersetzt – einen erheblichen Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emissionen. Darüber hinaus wird versucht, durch Energieeffizienzprogramme den Verbrauch insgesamt zu senken. Finanziert werden diese durch einen Aufschlag auf die Stromrechnung und öffentliche Zuschüsse. Die Energieunternehmen sind verpflichtet, im Tarifikundenbereich eine festgelegte Menge an Energieeinsparung zu realisieren. Welche einzelnen Maßnahmen die Versorger hierzu ergreifen, bleibt ihnen überlassen. Hauptsächlich waren dies bislang finanzielle Förderungen von Energiesparlampen, effizienten Haushaltsgeräten und Hausdämmungen. Die von der Regulierungsbehörde vorgegebenen Ziele wurden bisher erreicht. Die Höhe der Einsparungen belief sich in den Jahren 1998 bis 2000 auf 2713 GWh.

Ähnliche Programme existieren auch in Dänemark. Die Mittel für den Energiesparfonds werden über die Stromsteuer aufgebracht. Angestrebt wird eine jährliche Verminderung des Verbrauchs in Höhe von 75 – 80 GWh durch Maßnahmen zur Umstellung von Elektroheizungen auf Fernwärme und Gas sowie zur Erhöhung des Anteils von Geräten mit der EU-Effizienzklasse A in privaten Haushalten und im öffentlichen Sektor.

Deutschland

In Deutschland wurde mit dem Ziel einer Verdoppelung des Anteils von Elektrizität aus regenerativen Ressourcen im Jahr 2000 das Stromeinspeisegesetz durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) abgelöst. Die Vorschrift sieht einen Abnahmepflicht von Strom vor, der aus erneuerbaren Quellen hergestellt wurde. Die Erzeugung muss in kleinen Anlagen mit Hilfe von Wind, Sonne, Biomasse, Geothermie oder Wasserkraft erfolgen. Die Vergütung ist degressiv gestaffelt und für jede Energiequelle einzeln festgelegt.

Windkraft	9,1 c
Solar	50,6 c
Biomasse	8,7 – 10,2 c
Geothermie	7,2 – 8,9 c
Wasserkraft	6,6 – 7,7 c
Deponiegas	6,6 – 7,7 c
Gruben- u. Klärgas	7,7 c

Tabelle 3: Vergütung für Strom aus regenerativen Energien nach dem EEG ohne Degression

Vor allen Dingen profitieren Windkraftanlagen von diesem Gesetz; die Stromerzeugung ist mit der Vergütung rentabel zu betreiben. Auch die Wiedererrichtung kleiner, dezentraler Wasserkraftwerke wird wirtschaftlich. Die Photovoltaik und die Geothermie kommen wegen der hohen Investitionskosten auch mit der Förderung nicht aus ihrem Nischendasein heraus. Für Photovoltaikanlagen gibt es weitere öffentliche Zuschüsse, z.B. das 100.000-Dächer-Programm.

Die Nutzung der Biomasse ist in Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Ländern mit einem Anteil von 0,2 Prozent an der Stromerzeugung gegenwärtig gering. Wie sich der Einsatz dieser Energiequelle entwickelt, wird zu beobachten sein; sie besitzt auf jeden Fall ein erhebliches Ausbaupotential.

Ob Anlagen zur Stromerzeugung mittels Biomasse rentabel arbeiten, ist maßgeblich von der Art des eingesetzten Brennstoffes abhängig. Vorteil-

haft sind regional anfallende Abfälle. Nach Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Besch u.a.²¹ zeigen Heizkraftwerke auf der Basis von Grubengas und Holzfeuerung (besonders Holzvergasung) die besten Ergebnisse. Trotz Einspeisevergütung ist die Wirtschaftlichkeit nur bei entsprechend hohem Verkauf von Wärme gegeben.

Zur Förderung der kommunalen KWK-Kraftwerke wurde im Jahr 2000 als Soforthilfeprogramm das Gesetz zum Schutz der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung (KWK-Gesetz) erlassen. Die Anlagenbetreiber, die Letztverbraucher bedienen, erhalten eine degressiv gestaffelte und befristete finanzielle Unterstützung pro Stromeinheit. Um den Anteil der KWK-Anlagen zu erhöhen, plant der Gesetzgeber eine weitere Vorschrift, die möglicherweise eine Quotenregelung beinhaltet.

3. Mittelfristige Optionen und Aussichten

Solange Kapazitätsüberschüsse im europäischen Markt vorhanden sind, werden insgesamt Kraftwerke stillgelegt. Es ist also mittelfristig nicht wirtschaftlich, neue Anlagen zu installieren. Dies gilt sowohl für die Produktion von Strom aus fossilen wie auch aus regenerativen Quellen. Mit einem Abbau der Überschusslage ist frühestens in fünf Jahren zu rechnen.²²

Bei Neuinvestitionen für die Spitzenlast ist es wahrscheinlich, dass sich die Vorteile der flexiblen Strombereitstellung und der kurzen Amortisationszeiten von kleinen gasbefeuelten Anlagen durchsetzen. Zur Produktion von Strom im Grundlastbereich werden vermutlich weiterhin große Kraftwerke mit niedrigen Brennstoffkosten eingesetzt.

Gegenwärtig sind die Technologien zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern wirtschaftlich nicht konkurrenzfähig. Aufgrund der Lernkurven verbessern sich deren Marktchancen. In der Vergangenheit konnten durch Technologieentwicklungen und Absatzsteigerungen erhebliche Kostenreduzierungen erzielt werden. Beispielsweise lagen in

²¹ Besch et. al. 2000, S. 32.

²² Vgl. Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages 2000.

Deutschland die durchschnittlichen Kosten für Strom aus Windkraftanlagen 1990 bei 14 c/kWh. Diese sanken bis 1999 auf 7 c/kWh.

Wann der Einsatz einzelner regenerativer Quellen die Schwelle zur Wirtschaftlichkeit überschreitet, ist nicht abzusehen. Eine verstärkte Nachfrage würde dazu beitragen, die Herstellungskosten zu senken und damit auch die Strompreise attraktiver zu gestalten. Durch eine Verdoppelung der Produktion können die Kosten um jeweils etwa 10 Prozent reduziert werden.

In einem wettbewerblich organisierten Elektrizitätsmarkt spielen erneuerbare Energieträger keine Rolle. Nur durch gezielte Förderung können sie einen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase leisten. Hierzu existieren europaweit unterschiedliche Ansätze. Ob diese hinreichend sind, die Klimaziele zu erreichen, ist fraglich.

Aufgabe der weiteren Forschung wird es sein, den Beitrag von Instrumenten zur CO₂-Reduktion zu überprüfen. Darüber hinaus ist zu untersuchen, welchen Anteil Innovationen leisten können und mit welchen technischen Entwicklungen mittelfristig zu rechnen ist.

Literatur

Besch, H.; Neuffer, H.; Witterhold, F-G.; Jochem, E.; Radgen, P.; Schmid, C.; Mannsbart, W.; Pfaffenberger, W.; Schulz, W.; Voss, A.; Blesl, M.; Fahl, U.; Zschernig, J.; Sager, J.; Fahlenkamp, J.; Hölder, D.; Dötsch, C.; AGFW – Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e.V. bei der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke; Fraunhofer ISI, Karlsruhe; bremer energie institut, Bremen; TU Dresden; Fraunhofer Umsicht, Oberhausen: Strategien und Technologien einer pluralistischen Fern- und Nahwärmeverversorgung in einem liberalisierten Energiemarkt unter besonderer Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Koppelung und erneuerbarer Energien – Kurzfassung der Studie, Frankfurt 2000

Gert Brunekreeft, Katja Keller: Netzzugangsregime und aktuelle Marktentwicklung im deutschen Elektrizitätssektor. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft 3/2000

DIW-Wochenbericht: Deregulierung führt zu deutlichen Preissenkungen für Telefondienstleistungen und Strom, 25/2000, Berlin, S. 381 – 388

Peter Drasdo, Jens Drillich, Ingo Hensing, Martin Kreuzberg, Peter Kreuzberg, Alexander Nolden, Jens Perner, Christoph Riechmann, Walter Schulz, Thomas Schuppe, Frank Starrmann: Konzentration und Wettbewerb in der deutschen Energiewirtschaft. Schriften des Energiewirtschaftlichen Instituts; Bd. 52, München 1998

Energy Information Administration. Office of Coal, Nuclear Electric and Alternative Fuels. US Department of Energy. Washington DC 20585: Renewable Energy Annual 1998. Renewable Energy Consumption. March 1999, www.eia.doe.gov

Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages: Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung. Anhörung: Auswirkungen der Liberalisierung und Globalisierung auf die Energiemärkte unter besonderer Berücksichtigung der EU-Osterweiterung, Berlin, Oktober 2000

GfK Marktforschung: Dem Wechsler auf der Spur. Pressemitteilung vom 07.08.2000, www.gfk.de

Louise Guey-Lee: Renewable Electricity Purchases: History and Recent Development. Energy Information Administration. Office of Coal, Nuclear Electric and Alternative Fuels. US Department of Energy. Washington DC 20585. Letzte Aktualisierung 1.4.2001, www.eia.doe.gov

Ulrike Haupt, Wolfgang Pfaffenberger: Network Access and Pricing in Germany. Bremer Energie-Institut, www.bei.uni-bremen.de, Bremen 2000

Ingo Hensing, Wolfgang Pfaffenberger, Wolfgang Ströbele: Energiewirtschaft. Einführung in Theorie und Politik. München, Wien, Oldenbourg 1998

International Energy Agency: Energy Policies of IEA Countries. 1999 Review, Paris 2000

- International Energy Agency: Electricity Market Reform: California and after. A fact sheet from the International Energy Agency, www.iea.org
- Iosif Lapidus, Ueli Looser, Helga Meier-Reinhold, Axel Müller-Groeling, Thomas Paulse, Thomas Vahlenkamp: Risiko-Management als Wettbewerbsvorteil im Strommarkt. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 9/2000, S. 632 – 638
- Simone Lenz: Support of Renewable Energies in different countries. Bremer Energie-Institut, www.bei.uni-bremen.de, Bremen 2000
- William Ligget: The Changing Structure of the Electric Power Industry 2000: An Update. Energy Information Administration. Office of Coal, Nuclear Electric and Alternative Fuels. US Department of Energy. Washington DC 20585: Letzte Aktualisierung 10.3.2001, www.eia.doe.gov
- Michael Schlesinger, Walter Schulz: Deutscher Energiemarkt 2020. Prognose im Zeichen von Umwelt und Wettbewerb. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*. 3/2000, S. 106 – 113
- Wolfgang Schulz und Wolfgang Pfaffenberger: Klima- und Ressourcenschutz durch Kraft-Wärme-Kopplung. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, Heft1/2 2001, S. 26-30
- Robert Schnapp: California's Electricity Situation. Briefing for the staff of the U.S. House of Representatives, February 9, 2001, Energy Information Administration, www.eia.doe.gov
- Paul Strebel: Breakpoints. In: Harvard Business School Press, 1992, S. 9-47
- Fritz Vahrenholt: Die Zeit des billigen Öls ist vorbei. Endliche Ressourcen erfordern neuen Energiemix. In: *Internationale Politik*, Januar 2001, S. 11-16
- Alfred Voß: Wettbewerbsfähigkeit der verschiedenen Stromerzeugungsarten im liberalisierten Markt. Vortrag gehalten anlässlich des VBG-Kongresses „Kraftwerk 2000“, Düsseldorf, 10. – 12. 2000, veranstaltet von VGB Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V., <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2000/691d>

Klaus Wortmann: Energie-Effizienz im liberalisierten Markt. Ein Energie-Effizienz-Fonds für Deutschland. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 6/2000, S. 438-443

Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich: Rechtliche Aspekte

Walter Frenz

1 Völkerrechtliche Grundlagen

Der drohende Klimawandel, insbesondere als Folge anthropogener Treibhausgasemissionen, ist mit dem Bericht des zwischenstaatlichen Ausschusses über Klimaänderungen (IPCC¹) aus dem Jahre 1990² schlagartig ins Rampenlicht der internationalen Politik getreten. Angesichts der globalen Dimension des Klimawandels bildete die Klimapolitik fortan einen Schwerpunkt im Umweltvölkerrecht. Dabei haben sich die Klimaschutzproblematik und der Sustainable Development-Gedanke, der im deutschsprachigen Raum mit nachhaltiger Entwicklung übersetzt wird,³ parallel zueinander entwickelt. Wichtige Etappen sind der Brundtland-Bericht aus dem Jahre 1987,⁴ die Rio-Konferenz aus dem Jahre 1992 und schließlich die Kyoto-Konferenz 1997.

Bereits von der Brundtland-Kommission geprägt, wurde der Gedanke der nachhaltigen Entwicklung in den Dokumenten der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro und insbesondere in der Agenda 21 aufgegriffen und näher ausgestaltet. Zwar greift die Agenda 21 den „Schutz der Atmosphäre“ in Kapitel 9 eigens auf; gleichwohl ergeben sich hieraus keine klaren Verpflichtungen für die Unterzeichner. Demgegenüber bildet das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (sog. Klimarahmenkonvention) das erste grundlegende klimapolitische völkerrechtliche Dokument.

Spezifisch für den Energiebereich sind folgende Aussagen besonders relevant: Nach Art. 4 Abs. 2 lit. a) KRK verpflichten sich die in Anlage I aufgeführten sog. entwickelten Länder, nationale Politiken zu ergreifen und

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change.

² The IPCC Scientific Assessment, Climate Change, 1990.

³ *Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*, Unsere gemeinsame Zukunft, 1987, S. 4 (korrigierte Übersetzung), zuvor lautete die Übersetzung „dauerhafte Entwicklung“.

⁴ *World Commission on Environment and Development*, Our Common Future, 1987.

Maßnahmen zu beschließen, die durch Emissionsbegrenzungen und den Schutz von Treibhausgas speichern und -senken zu einer Abschwächung der Klimaänderungen führen. Über entsprechende Maßnahmen ist der Vertragsstaatenkonferenz nach Art. 4 Abs. 2 lit. b) KRK in regelmäßigen Abständen Rechenschaft abzulegen mit dem Ziel, bis zum Jahr 2000 „einzeln oder gemeinsam die anthropogenen Emissionen von Kohlendioxid und anderen nicht durch das Montrealer Protokoll geregelten Treibhausgasen auf das Niveau von 1990 zurückzuführen.“ Eine völkerrechtliche Verbindlichkeit kommt diesen politischen Verpflichtungen allerdings derzeit noch nicht zu. Gleichwohl enthalten sie die Grundelemente dessen, was international mit dem Begriff der nachhaltigen Entwicklung im Energiebereich verbunden wird.

Anlässlich der dritten Tagung der Vertragsstaatenkonferenz (COP-3) der Klimarahmenkonvention in Kyoto wurde am 12. Dezember 1997 das sog. Kyoto-Protokoll verabschiedet, das im Vergleich zur Klimarahmenkonvention erstmals rechtsverbindliche Emissionsziele für die CO₂-Reduktion der Industrie- und Transformationsländer festsetzt. Völkerrechtliche Bindungswirkung entfaltet das Kyoto-Protokoll gem. Art. 25 Abs. 1 freilich erst, wenn mindestens 55 Vertragsparteien bzw. deren Parlamente das Protokolle ratifiziert und die entsprechende Ratifikationsurkunde bei dem Generalsekretär der Vereinten Nationen hinterlegt haben und sich darunter zudem Anlage I-Staaten befinden, auf die insgesamt mindestens 55 Prozent der in dieser Anlage für das Jahr 1990 festgehaltenen CO₂-Emissionen entfallen. Keine der in Anlage I des Kyoto-Protokolls genannten Vertragsparteien hat bislang eine solche Ratifikationsurkunde hinterlegt.

Die Zielperiode des Kyoto-Protokolls ist gemäß Art. 3 Abs. 1 auf fünf Jahre angelegt (2008-2012), in deren Durchschnitt die in Anlage B für einzelne Länder definierten Ziele erreicht werden müssen. Zentrale Vorschrift ist Art. 3. Danach verpflichten sich die in Anlage I aufgeführten Industriestaaten – einzeln oder gemeinsam – ihre eigenen länderspezifischen Begrenzungs- bzw. Reduktionsziele, die in Anlage B aufgelistet sind, nicht zu überschreiten. Ziel ist, die Gesamtemissionen aller in Anlage I aufgeführten Industriestaaten um mindestens 5 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken. Nach Anlage B sind alle Mitgliedstaaten der

EG eine Reduktionsverpflichtung von 8 Prozent eingegangen. Neben einer Verringerung der Emissionen kann nach Art. 3 Abs. 3 prinzipiell auch die Erhöhung des Abbaus von Treibhausgasen mittels CO₂-Absorption durch Landnutzungsänderungen und forstwirtschaftliche Maßnahmen in Ansatz gebracht werden.

Der Emissionshandel zwischen Industrieländern ermöglicht gleichfalls eine Verlagerung von Verpflichtungen. Keine tatsächlichen Anstrengungen sind allerdings insoweit zu unternehmen, wie Rechte von einem Staat angekauft werden, der unterhalb der auf ihn entfallenden Verpflichtungen bleibt und dieses Unterschreiten nicht zu einer überobligatorischen Erfüllung nutzt, sondern durch den Verkauf von Zertifikaten kapitalisiert. Für den Handel mit Emissionsrechten setzt Art. 17 aber ebenfalls eine Obergrenze voraus, indem auch dieser lediglich „ergänzend“ zu den im eigenen Land ergriffenen Maßnahmen erfolgen soll. Die Auslegung dieses Tatbestandsmerkmals ist äußerst umstritten. Während die Vereinigten Staaten von Amerika auf voller Flexibilität beharren, setzt sich die Europäische Union dafür ein, dass die Hälfte der Reduktionsverpflichtungen im eigenen Land erfüllt werden müssen. Eine Lösung dieser und anderer in Kyoto noch offen gebliebener Fragen sollte auf der 6. Konferenz der Vertragsstaaten (COP-6) vom 13. bis 24. November 2000 in Den Haag erfolgen. Eine Einigung scheiterte jedoch. Die Gründe hierfür gilt es anhand einer näheren Analyse der Kyoto-Vereinbarung zu untersuchen und auf dieser Basis zugleich die weitere Entwicklung zu verfolgen.

2 Maßnahmen auf europäischer und nationaler Ebene

Insbesondere darf das Stocken des Klimaschutzes auf völkerrechtlicher Ebene nicht über die zahlreichen Maßnahmen auf europäischer und nationaler Ebene gerade im Energiebereich hinwegsehen lassen. Diese Maßnahmen haben die Verankerung des Grundsatzes der nachhaltigen Entwicklung sowohl im europäischen als auch im nationalen Recht zum Hintergrund und wurden im Vorfeld der Konferenz von Den Haag erheblich verstärkt.

Eine rein ordnungsrechtliche Mindestbegrenzung an Emissionen stellt das Bundes-Immissionsschutzgesetz zusammen mit den auf seiner Grundlage ergangenen Verordnungen sicher.

Besondere klimapolitische Bedeutung in der Bundesrepublik Deutschland hat die Selbstverpflichtung der deutschen Industrie vom 27. März 1996 zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes bis 2005 um ein Fünftel. Eine inhaltliche und zeitliche Erweiterung dieser Selbstverpflichtungserklärung erfolgte jüngst durch die „Vereinbarung der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Wirtschaft zur globalen Klimavorsorge“ vom 9. November 2000. Unter Ziff. I erweitert die deutsche Wirtschaft ihre ursprüngliche Selbstverpflichtung hinsichtlich einer Minderung der CO₂-Emissionen bis 2005 dahingehend, dass nunmehr eine CO₂-Minderung von 28 Prozent im Vergleich zum Referenzjahr 1990 als Zielvorgabe anvisiert wird. Des Weiteren verpflichtet sich die deutsche Wirtschaft, ihre Emissionen aller sechs sog. Kyotogase (CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFKW und FKW) insgesamt um 35 Prozent bis 2012 im Vergleich zu 1990 zu verringern.

Als Hauptproblem erweist sich aber, wie häufig bei Selbstverpflichtungserklärungen, die (fehlende) rechtliche Bindungswirkung der abgegebenen Erklärungen. Als von der Kommission in Betracht gezogenes marktorientiertes Instrument gelten auch Abgaben, die gerade im Energiebereich immer wieder diskutiert werden und zum Teil auch verwirklicht sind. Sie weisen vor allem das Problem einer zieldienlichen Bemessung auf. Bei einer Kombination mit ordnungsrechtlichen Lösungen sind sie auf diese abzustimmen. Zwar ist eine große Gestaltungsfreiheit des Gesetzgebers bei der Wahl und Ausgestaltung von Mitteln zur Verwirklichung des Umweltschutzes und zur Reduzierung von Emissionen anerkannt. Das hat das Bundesverfassungsgericht erst in jüngerer Zeit im Bezug auf eine Reduzierung der Ozonbelastung und die Vermeidung von Waldschäden betont. Besondere Probleme bereitet aber die Abstimmung verschiedener Instrumente im Hinblick auf den Grundsatz widerspruchsfreier Normgebung. Auf ihn gestützt sah das Bundesverfassungsgericht einen Widerspruch zwischen dem kooperativ angelegten Abfallrecht und einseitig Geld entziehenden Abgaben. Letztere bilden aber von der Konzeption her, wenn es sich wirklich um Umweltabgaben handelt, ein bloßes Anreizinstrument, das ggf. im Keim vorhandene Bemühungen weiter fördern kann.

Ein das Verhalten der Wirtschaft, aber auch der Bürger flankierendes Instrument können auch Subventionen sein, sei es direkt, sei es indirekt, etwa durch Steuervergünstigungen bzw. -ausnahmen wie bei der deutschen Energiesteuer. Hier stellt sich vor allem das Problem rechtlicher Grenzen aufgrund des gemeinschaftlichen Beihilfenverbots. Auch systemwidrige Ausklammerungen einer bestimmten Gruppe aus einem normativen Gesamtanspruchssystem wie die Entlastung energieintensiver Branchen von der Energiesteuer können eine Beihilfe bilden. Weitere Spielräume als bislang vermag hier in begrenztem Umfang der neue Gemeinschaftsrahmen für staatliche Umweltschutzbeihilfen zu schaffen.

Regelmäßig auf die Gegebenheiten des Marktes angepasst ist das Zertifikatmodell. Es wird insbesondere in den USA zur Reduzierung von SO₂-Emissionen eingesetzt. Vorgesehen ist es für eine weltweite Verwirklichung im Kyoto-Protokoll. Während das Zertifikatmodell in der Bundesrepublik Deutschland noch kaum verbreitet ist, hat die Kommission mit der Vorlage des Grünbuchs zum Handel mit Treibhausgasemissionen in der Europäischen Union einen ersten Schritt unternommen. Gegen dieses Modell eines gemeinschaftlichen Handelns mit Treibhausgasen wird eine Fülle rechtlicher Bedenken geltend gemacht.

Eine deformierte Verwirklichung des Zertifikatmodells bildet der Entwurf zur KWK-Förderung: Nach diesem sollen diejenigen, die sich normgerecht verhalten, nämlich die KWK-Erzeuger, unentgeltlich Zertifikate und damit potenzielle Vermögensvorteile erhalten, ohne ihr Verhalten ändern zu müssen. Damit entsteht für diese gar kein Anreiz zur Verhaltensänderung.

Der Klimaschutz ist zwar auf völkerrechtlicher Ebene ins Stocken geraten, hat aber auf europäischer und nationaler Ebene vielfältige Ausprägungen erfahren, zumal im Vorfeld der Konferenz von Den Haag. Dabei gewinnen ökonomische Instrumente mit ihrer bloßen Anreizfunktion eine immer stärkere Bedeutung. Auch sie können aber insbesondere auf gemeinschaftsrechtliche Grenzen stoßen. Von besonderer Bedeutung ist hier das auch durch den neuen Gemeinschaftsrahmen für staatliche Umweltschutzbeihilfen nur partiell aufgelockerte Beihilfenverbot. Ganz entscheidend wird die notwendig internationale Fortentwicklung des Kli-

maschutzes aber davon abhängen, welche greifbaren Ergebnisse auf der nächsten Klimakonferenz in Bonn Mitte Juni 2001 erzielt werden können. Jedenfalls wurde auf europäischer und auf nationaler Ebene bereits erhebliche Vorarbeit geleistet, um die auf die EU und Deutschland jeweils entfallenden ehrgeizigen Verpflichtungen umsetzen zu können.

In der Grauen Reihe sind bisher erschienen:

- 1 Carl Friedrich Gethmann, Armin Grunwald, Technikfolgenabschätzung: Konzeptionen im Überblick; 9/96, 2. Aufl. 7/98
- 2 Carl Friedrich Gethmann, Umweltprobleme und globaler Wandel als Thema der Ethik in Deutschland; 9/96, 2. Aufl. 10/98
- 3 Armin Grunwald, Sozialverträgliche Technikgestaltung: Kritik des deskriptivistischen Verständnisses; 10/96
- 4 Technikfolgenbeurteilung der Erforschung und Entwicklung neuer Materialien. Perspektiven in der Verkehrstechnik. Endbericht zum Vorprojekt; Arbeitsgruppe Neue Materialien, 1/97
- 5 Mathias Gutmann, Peter Janich, Zur Wissenschaftstheorie der Genetik. Materialien zum Genbegriff; 4/97
- 6 Stephan Lingner, Carl Friedrich Gethmann, Klimavorhersage und -vorsorge; 7/97
- 7 Jan P. Beckmann, Xenotransplantation. Ethische Fragen und Probleme; 7/97
- 8 Michael Decker, Perspektiven der Robotik. Überlegungen zur Ersetzbarkeit des Menschen; 11/97
- 9 Carl Friedrich Gethmann, Nikolaj Plotnikov, Philosophie in Rußland. Tendenzen und Perspektiven; 5/98
- 10 Gerhard Banse (Hrsg.), Technikfolgenbeurteilung in Ländern Mittel- und Osteuropas; 6/98
- 11 Mathias Gutmann, Wilhelm Barthlott (Hrsg.), Biodiversitätsforschung in Deutschland. Potentiale und Perspektiven; 11/98, 2. Aufl. 4/00
- 12 Thorsten Galert, Biodiversität als Problem der Naturethik. Literaturreview und Bibliographie; 12/98
- 13 Gerhard Banse, Christian J. Langenbach (Hrsg.), Geistiges Eigentum und Copyright im multimedialen Zeitalter. Positionen, Probleme, Perspektiven; 2/99

- 14 Karl-Michael Nigge, *Materials Science in Europe*; 3/99
- 15 Meinhard Schröder, Stephan Lingner (eds.), *Modelling Climate Change and its Economic Consequences. A review*; 6/99
- 16 Michael Decker (Hrsg.), *Robotik. Einführung in eine interdisziplinäre Diskussion*; 9/99
- 17 Otto Ulrich, „Protection Profile“ – Ein industriepolitischer Ansatz zur Förderung des „neuen Datenschutzes“; 11/99
- 18 Ulrich Müller-Herold, Martin Scheringer, *Zur Umweltgefährdungsbewertung von Schadstoffen und Schadstoffkombinationen durch Reichweiten- und Persistenzanalyse*; 12/99
- 19 Christian Streffer et al., *Environmental Standards. Combined Exposures and their Effects on Human Beings and their Environment (Summary)*; 1/00
- 20 Felix Thiele (Hrsg.), *Genetische Diagnostik und Versicherungsschutz. Die Situation in Deutschland*; 1/00, 2. Aufl. 2/01
- 21 Michael Weingarten, *Entwicklung und Innovation*; 4/00
- 22 Ramon Rosselló-Mora, Rudolf Amann, *The Species Concept in Prokaryotic Taxonomy*; 8/00
- 23 Stephan Lingner, Erik Borg, *Präventiver Bodenschutz. Problemdimensionen und normale Grundlagen*; 9/00
- 24 Minou Bernadette Friele (Hrsg.), *Embryo Experimentation in Europe*; 2/01
- 25 Felix Thiele (Hrsg.), *Tierschutz als Staatsziel? Naturwissenschaftliche, rechtliche und ethische Aspekte*; 2/01
- 26 Vitaly G. Gorokhov, *Technikphilosophie und Technikfolgenforschung in Russland*; 2/01
- 27 Chris W. Backes, *Klimaschutz in den Niederlanden*; 3/01

